

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

Publication 56-1

Deuxième édition — Second edition

1954

Règles de la C.E.I. pour les disjoncteurs à courant alternatif

Chapitre I: Règles relatives au fonctionnement lors de courts-circuits

I.E.C. Specification for alternating current circuit-breakers

Chapter I: Rules for short-circuit conditions



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

[IECNORM.COM](#) : Click to view the full PDF of IEC 60056-1:1964

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

Publication 56-1

Deuxième édition — Second edition

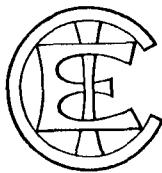
1954

Règles de la C.E.I. pour les disjoncteurs à courant alternatif

Chapitre I: Règles relatives au fonctionnement lors de courts-circuits

I.E.C. Specification for alternating current circuit-breakers

Chapter I: Rules for short-circuit conditions



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	<i>Page</i>
Préambule	6
Préface	6
1. Domaine d'application	10

Chapitre I. Règles relatives au fonctionnement lors de courts-circuits

2. Base des Règles	10
------------------------------	----

PREMIÈRE PARTIE — DÉFINITIONS

3. Nombre de pôles	10
4. Tension transitoire de rétablissement	14
5. Tension de rétablissement à fréquence de service	14
6. Tension transitoire de rétablissement propre à un circuit	14
7. Tension transitoire de rétablissement d'essais	14
8. Tension transitoire de rétablissement de référence	14
9. Vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement	16
10. Valeur de crête de la tension transitoire de rétablissement	16
11. Facteur d'amplitude d'une tension transitoire de rétablissement	16
12. Fréquence propre d'oscillation	16
13. Courant de courte durée admissible	16
14. Durée admissible de court-circuit	16
15. Courant propre à un circuit	16
16. Courant coupé	16
17. Courant présumé coupé	18
18. Pouvoir de coupure	20
19. Courant établi (Valeur de crête)	20
20. Courant présumé établi par un disjoncteur (Valeur de crête)	22
21. Pouvoir de fermeture	22
22. Courant coupé critique	22
23. Facteur de puissance d'un court-circuit	22
24. Fréquence de service	22
25. Refermeture automatique	22
26. Refermeture rapide	22
27. Durée d'ouverture	22
28. Durée d'arc	24
29. Durée totale de coupure	24
30. Temps mort d'ouverture	24
31. Durée de fermeture	24
32. Durée de refermeture	24
33. Durée de fermeture-coupure	24
34. Spécification	24

CONTENTS

	<i>Page</i>
Foreword	7
Preface	7
1. Scope.	11

Chapter I. — Rules for Short-circuit Conditions

2. Basis of Rules.	11
----------------------------	----

PART I. — DEFINITIONS

3. Number of Poles	11
4. Restriking-voltage	15
5. Recovery-voltage.	15
6. Inherent Restriking-voltage	15
7. Test Restriking-voltage	15
8. Reference Restriking-voltage	15
9. Rate-of-rise of Restriking-voltage	17
10. Peak Restriking-voltage.	17
11. Amplitude Factor of a Restriking voltage	17
12. Natural Frequency	17
13. Short-time Current.	17
14. Maximum Duration of Short-circuit	17
15. Prospective Current of a Circuit	17
16. Breaking-current	17
17. Prospective Breaking-current	19
18. Breaking-capacity	21
19. Peak Making-current	21
20. Prospective Peak Making-current	23
21. Making-capacity	23
22. Critical Current	23
23. Short-circuit Power-factor	23
24. Service-frequency	23
25. Auto-reclosing	23
26. Rapid Auto-reclosing.	23
27. Opening-time	23
28. Arc-duration	25
29. Total Break-time	25
30. Dead Time	25
31. Make-time	25
32. Reclosing-time	25
33. Make-break Time	25
34. Rating	25

DEUXIÈME PARTIE — RÈGLES POUR LA SPÉCIFICATION

35. Spécification relative au fonctionnement lors des courts-circuits	26
36. Tensions nominales	26
37. Pouvoirs de coupure nominaux	26
38. Tension transitoire de rétablissement nominale	28
39. Pouvoirs de fermeture nominaux	28
40. Courant de courte durée admissible nominal	28
41. Durée admissible de court-circuit nominale	30
42. Fréquence nominale	30
43. Cycles d'opérations nominaux	30
44. Durée d'ouverture nominale	32
45. Durée totale de coupure nominale	32
46. Exemple de spécification et de plaque signalétique	32
47. Conditions normales d'emploi correspondant au pouvoir de coupure et au pouvoir de fermeture	32
48. Conditions normales de fonctionnement correspondant au pouvoir de coupure et au pouvoir de fermeture	34
49. Conditions normales de fonctionnement correspondant au courant de courte durée admissible ou à la durée admissible de court-circuit nominale	34

TROISIÈME PARTIE — RÈGLES POUR LES ESSAIS DE TYPE

50. Essais de type	36
51. Courant coupé	36
52. Pouvoir de coupure	36
53. Courant établi (Valeur de crête)	38
54. Pouvoir de fermeture	38
55. Conditions de sévérité des essais de pouvoirs de fermeture et de coupure	38
56. Etat du disjoncteur avant les essais	38
57. Conditions de fonctionnement du disjoncteur pendant les essais de fermeture et de coupure	40
58. Etat du disjoncteur après les essais de fermeture et de coupure	40
59. Tension appliquée avant le court-circuit	40
60. Tension de rétablissement à fréquence de service	42
61. Tension transitoire de rétablissement propre au circuit d'essai	44
62. Facteur de puissance du court-circuit	44
63. Fréquence du circuit d'essai	48
64. Mise à la terre du circuit d'essai	48
65. Cycles d'essais	48
66. Conditions de sévérité des essais de fonctionnement correspondant au courant de courte durée admissible ou à la durée de court-circuit admissible nominale	54
67. Rapports d'essais de type	56
ANNEXE I. Mesure du facteur de puissance d'un court-circuit	62
ANNEXE II. Mesure de la valeur efficace équivalente d'un courant de courte durée admissible pendant un court-circuit d'une durée spécifiée	66
ANNEXE III. Méthode d'évaluation du facteur d'amplitude et de la vitesse d'accroissement ou de la fréquence d'oscillation de la tension de rétablissement propre à un circuit d'essai	70

PART II. — RULES FOR RATING

35. Short-circuit Rating	27
36. Rated Voltages	27
37. Rated Breaking-capacities	27
38. Rated Restriking-voltage	29
39. Rated Making-capacities	29
40. Rated Short-time Current	29
41. Rated Maximum Duration of Short-circuit	31
42. Rated Frequency	31
43. Rated Operating-duties	31
44. Rated Opening-time	33
45. Rated Total Break-time	33
46. Example of a Rating and of a Name-plate	33
47. Standard Conditions of Use in respect of Breaking-capacity and Making-capacity	33
48. Standard Conditions of Behaviour in respect of Breaking-capacity and Making-capacity	35
49. Standard Conditions of Behaviour in respect of Short-time Current or of Rated maximum Duration of Short-circuit	35

PART III. — RULES FOR TYPE TESTS

50. Type-tests	37
51. Breaking-current	37
52. Breaking-capacity	37
53. Peak Making-current	39
54. Making-capacity	39
55. Conditions of Severity for Making-capacity and Breaking-capacity Tests	39
56. Condition of Circuit-breaker before Test	39
57. Conditions of Behaviour of Circuit-breaker during Making-capacity and Breaking-capacity Tests	41
58. Condition of Circuit-breaker after Making-capacity and Breaking-capacity Tests	41
59. Applied-voltage before Short-circuit	41
60. Recovery-voltage	43
61. Inherent Restriking-voltage of the Test-circuit	45
62. Short-circuit Power-factor	45
63. Test-frequency	49
64. Earthing of Test-circuit	49
65. Test-duties	49
66. Conditions of Severity for Short-time Current Tests or Tests for Rated Duration of Short-circuit	55
67. Type-test Reports	57
 APPENDIX I. Measurement of Short-circuit Power-factor	63
 APPENDIX II. Measurement of the Equivalent r.m.s. value of a Short-time Current during a Short-circuit of a given duration	67
 APPENDIX III. Method of Evaluating the Amplitude factor and the Rate-of-rise or the Natural Frequency of Inherent Restriking-voltages of Test-circuits	71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÈGLES DE LA C.E.I. POUR LES DISJONCTEURS
A COURANT ALTERNATIF**

CHAPITRE I

**RÈGLES RELATIVES AU FONCTIONNEMENT
LORS DE COURTS-CIRCUITS**

2^{ème} Edition

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

Quand le Comité d'Etudes N° 17, Appareils d'interruption, reprit son activité après la deuxième guerre mondiale, il décida de poursuivre les travaux qu'il avait commencés avant la guerre. Il fut alors convenu que les Règles de la C.E.I. pour les disjoncteurs à courant alternatif se composeraient éventuellement de cinq chapitres, qui seraient étudiés dans l'ordre suivant:

CHAPITRE I Règles relatives au fonctionnement lors de courts-circuits.

Première édition de la Publication N° 56 à réviser et augmenter dans une seconde édition.

CHAPITRE II Règles relatives au fonctionnement en charge normale.

1^{re} partie — Règles concernant l'échauffement.

2^{ème} partie — Règles relatives aux conditions de fonctionnement.

CHAPITRE III Règles relatives à l'isolement.

CHAPITRE IV Règles relatives au choix des disjoncteurs selon le service.

CHAPITRE V Règles relatives à l'entretien des disjoncteurs en service.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**I.E.C. SPECIFICATION FOR ALTERNATING CURRENT
CIRCUIT-BREAKERS**

CHAPTER I

RULES FOR SHORT-CIRCUIT CONDITIONS

2nd Edition

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. 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 I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognised 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

When Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear, restarted its work after World War II, it was decided to continue the work that had been begun before the war, and it was agreed that the I.E.C. Specification for Alternating-current Circuit-breakers should ultimately incorporate five chapters. It was also decided that these chapters would be discussed in the following order:

CHAPTER I Rules for Short-circuit Conditions.

First edition of Publication 56 to be revised and enlarged in a second edition.

CHAPTER II Rules for Normal-load Conditions.

Part 1 — Rules for Temperature-rise.

Part 2 — Rules for Operating Conditions.

CHAPTER III Rules for Strength of Insulation.

CHAPTER IV Rules for the Selection of Circuit-breakers for Service.

CHAPTER V Rules for the Maintenance of Circuit-breakers in Service.

La deuxième édition du premier chapitre a été discutée aux réunions de Stresa, 1949, Paris, 1950 et Estoril, 1951. Un projet de publication fut alors soumis à l'approbation sous la Règle des Six Mois. A la suite des observations reçues des Comités nationaux, il parut nécessaire de procéder à une nouvelle discussion lors de la réunion d'Opatica, 1953, et un projet définitif fut ensuite soumis pour approbation suivant la Procédure des Deux Mois.

Les Comités nationaux des pays suivants ont explicitement donné leur accord à cette publication:

Allemagne (République Fédérale)	Pays-Bas
Autriche	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Union Sud-Africaine
Italie	Yougoslavie
Norvège	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60056-1:1964

The second edition of Chapter I was discussed at the meetings at Stresa, 1949, Paris, 1950 and Estoril, 1951. A draft of this publication was then submitted for approval under the Six Months' Rule. From the comments received from the National Committees it appeared necessary to have a further discussion at the meeting at Opatija, 1953, and a final draft was then submitted for approval under the Two Months' Procedure.

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

Austria

Belgium

Denmark

France

Germany (Federal Republic)

Italy

Netherlands

Norway

Poland

South Africa

Sweden

Switzerland

United Kingdom

United States of America

Yugoslavia

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60056-1:1964

RÈGLES DE LA C.E.I. POUR LES DISJONCTEURS A COURANT ALTERNATIF

1. Domaine d'application

Les présentes règles sont applicables aux disjoncteurs pour courants alternatifs sujets à établir et à couper des courants de court-circuit sous une tension égale ou supérieure à 1 000 volts. Ces règles ne s'appliquent pas aux interrupteurs de démarrage, contacteurs, commutateurs de prises et appareils analogues.

Les présentes règles ne tiennent pas compte de l'influence que peut avoir la pollution des isolateurs sur le pouvoir de fermeture et le pouvoir de coupure des disjoncteurs.

D'autre part, elles ne s'appliquent pas nécessairement aux disjoncteurs destinés à des conditions de service spéciales: par exemple, celles qui peuvent se produire lorsqu'il y a deux défauts à la terre sur deux phases différentes, dont un défaut d'un côté du disjoncteur et l'autre, de l'autre côté, ou lors d'une perte de synchronisme.

CHAPITRE I

RÈGLES RELATIVES AU FONCTIONNEMENT LORS DE COURTS-CIRCUITS

2^eme Edition

2. Base des Règles

Les présentes règles ont pour base l'usage de valeurs de courants de court-circuit, telles que: le courant établi sous une tension déterminée, le courant coupé sous une tension de rétablissement déterminée, et le courant de courte durée admissible pendant un temps déterminé, comme moyen d'exprimer les caractéristiques d'un disjoncteur et d'évaluer les résultats obtenus lors des essais de ce disjoncteur, lorsqu'il opère sur court-circuit dans les conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

Certains types de disjoncteur ont une influence sur la valeur des courants de court-circuit, soit par leur impédance propre soit par la rapidité de leur fonctionnement.

Les valeurs des courants de court-circuit qui servent à exprimer les caractéristiques de tels disjoncteurs ne sont pas celles qui existent réellement, soit en service soit lors des essais mais celles qui sont propres au circuit, dénommées courants présumés, c'est-à-dire, les courants qui circuleraient dans le circuit si chacun des pôles du disjoncteur était remplacé par une connexion d'impédance négligeable (voir les articles 15, 17 et 20).

Un exemple type des oscillogrammes des différentes valeurs des courants et des tensions en fonction du temps, qui peuvent être relevés lors de fonctionnement d'un disjoncteur, sur un circuit triphasé, est donné dans la figure 1, page 12, pour aider à la lecture des présentes règles.

PREMIÈRE PARTIE — DÉFINITIONS

3. Nombre de pôles

Les disjoncteurs sont appelés unipolaires, bipolaires, tripolaires, etc., ou à un pôle, deux pôles, trois pôles, etc., selon le nombre des circuits principaux (isolés les uns des autres) qu'ils commandent, à condition que les pôles soient liés entre eux de façon à obtenir leur fonctionnement simultané.

I. E. C. SPECIFICATION FOR ALTERNATING CURRENT CIRCUIT-BREAKERS

1. Scope

This Specification applies to alternating current circuit-breakers designed for making and breaking short-circuit currents at voltages of 1000 volts and above. The Specification does not apply to starting switches, contactors, tap-switches and similar apparatus.

This Specification does not take into account the possible effect of pollution of insulators on the making-capacity and the breaking-capacity of a circuit-breaker.

Furthermore it does not necessarily apply to circuit-breakers suitable for special conditions of service, for example, those produced by two earth faults one of which occurs on one side of the circuit-breaker and the other on another phase on the other side of the circuit-breaker, or during loss of synchronism.

CHAPTER I

RULES FOR SHORT CIRCUIT CONDITIONS

2nd Edition

2. Basis of Rules

The present Rules have for their basis the use of values of short-circuit currents such as making-current at a specified voltage, breaking-current at a specified recovery-voltage, and short-time current during a specified time, as a means of expressing the characteristics of a circuit-breaker and calculating the results obtained during the tests of the circuit-breaker under short-circuit conditions, and under prescribed conditions of use and behaviour.

Certain types of circuit-breakers have an influence on the value of short-circuit current, either by their inherent impedance or by the rapidity of their operation.

The values of short-circuit current used to express the characteristics of such circuit-breakers are not those which occur in service, or on test, but those which are inherent to the circuit and are known as prospective currents, that is, currents which would flow in the circuit if each phase of the circuit-breaker were replaced by a link of negligible impedance. (See Clauses 15, 17 and 20).

A typical example of an oscillogram, indicating the various values of currents and voltages as a function of time which may be found with circuit-breakers working on a three-phase circuit, is given in Figure 1, page 13, for guidance when reading the present Rules.

PART I — DEFINITIONS

3. Number of Poles

Circuit-breakers are called single-pole, double-pole, triple-pole, etc. or are described as having one pole, two poles, three poles, etc., according to the number of main circuits insulated from each other which they control, provided that the poles are coupled in such a manner as to operate simultaneously.

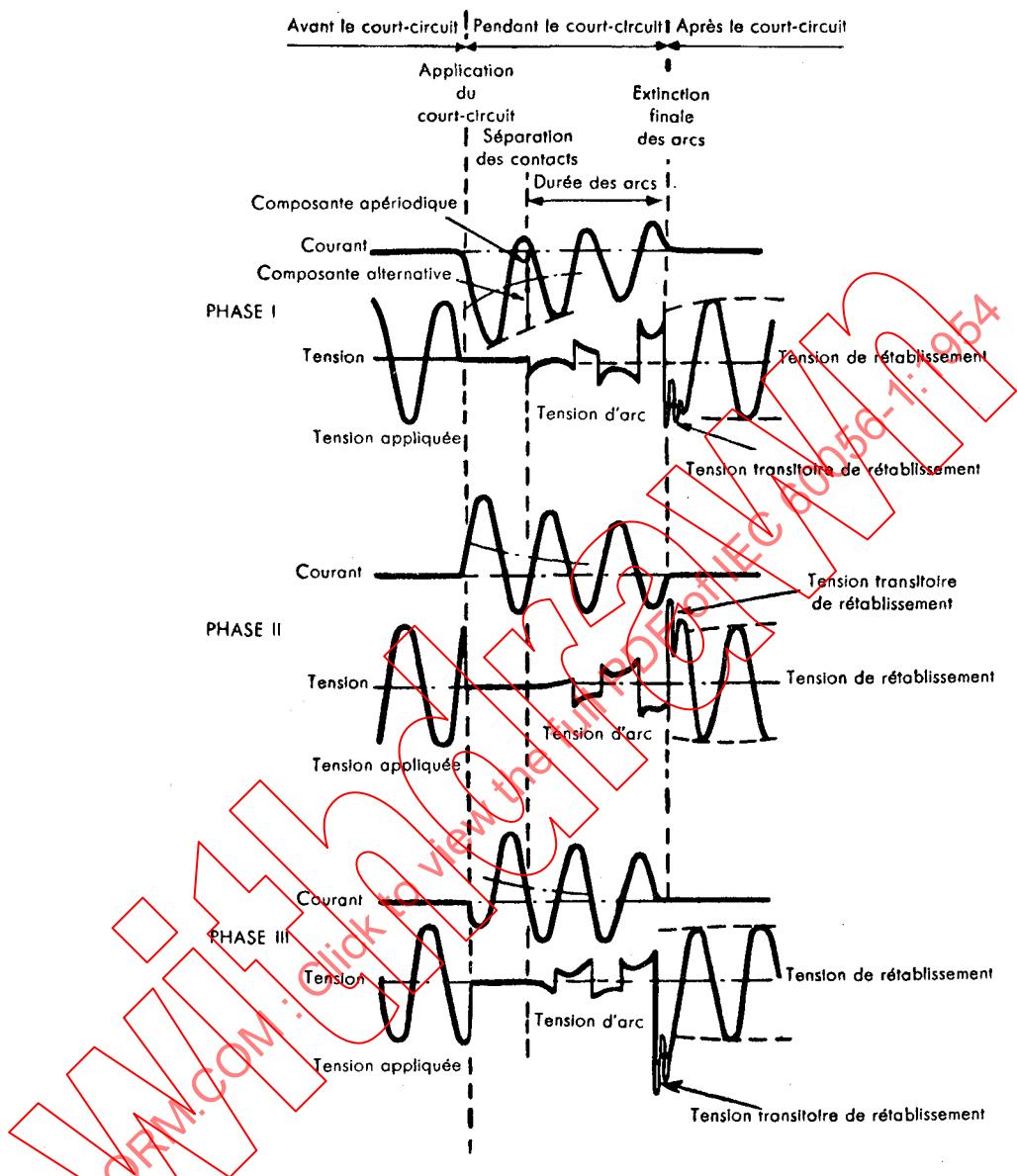


FIG. 1. OSCILLOGRAMME TYPE D'UN COURT-CIRCUIT TRIPHASE

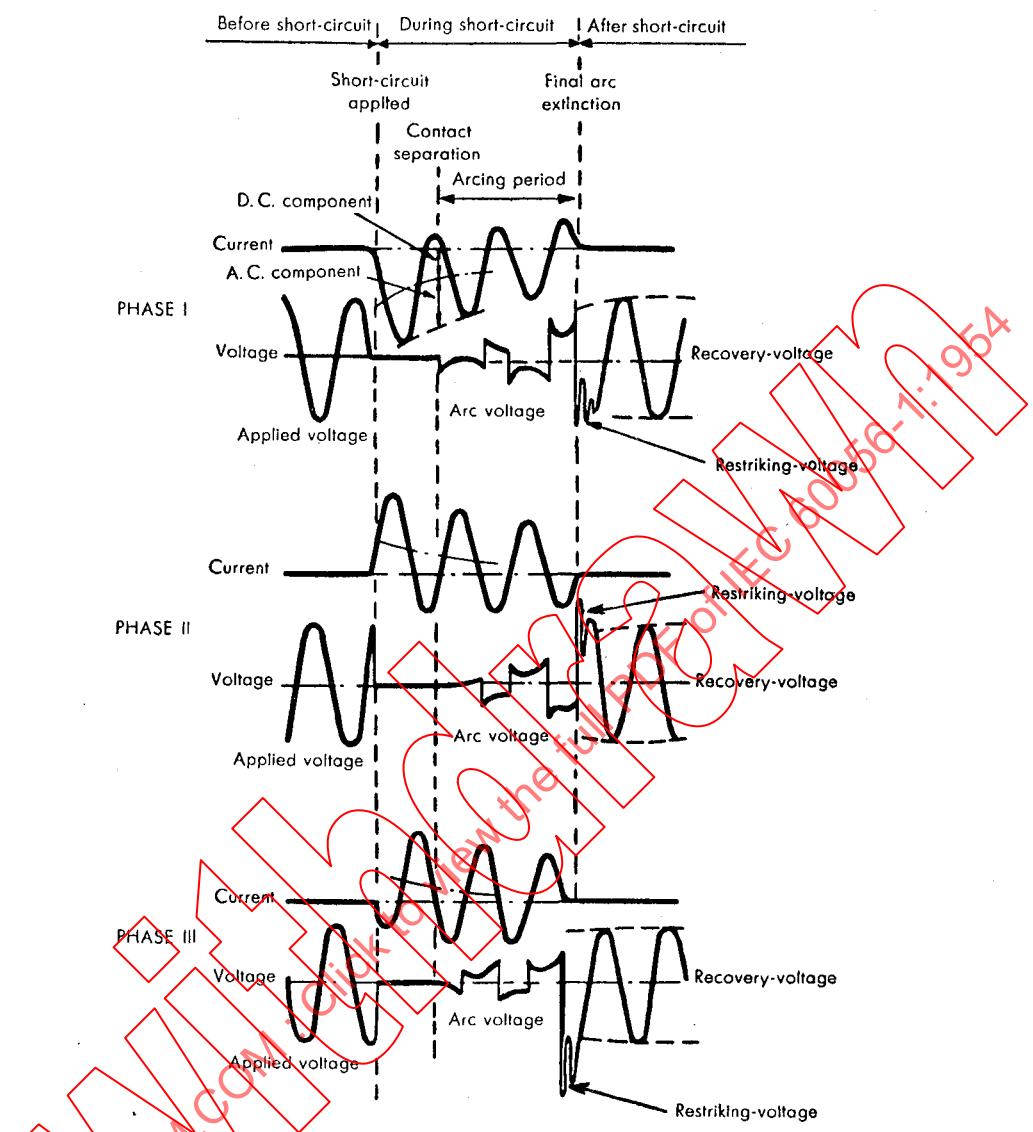


FIG. 1. TYPICAL OSCILLOGRAM OF THREE-PHASE SHORT-CIRCUIT

4. Tension transitoire de rétablissement

La tension transitoire de rétablissement est la tension transitoire qui apparaît aux bornes de chaque pôle d'un disjoncteur aussitôt après la coupure du circuit.

Cette tension peut être considérée comme la somme de deux composantes, l'une périodique à la fréquence de service, et l'autre transitoire qui peut être oscillatoire (à une ou à plusieurs fréquences) ou non oscillatoire (par exemple exponentielle) ou une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit et du disjoncteur.

Pour les circuits triphasés, la tension transitoire de rétablissement à prendre en considération correspond au pôle sur lequel les arcs s'éteignent en premier, parce que cette tension est généralement plus élevée que celles qui apparaissent sur les deux autres pôles.

5. Tension de rétablissement à fréquence de service ou abréviairement « Tension de rétablissement »

La tension de rétablissement à la fréquence de service est la composante à la fréquence de service de la tension transitoire de rétablissement. Elle s'exprime en valeur efficace.

Pour les disjoncteurs multipolaires elle s'exprime par la tension entre phases du circuit.

Nota. — Lors d'un court-circuit triphasé, le premier pôle qui coupe peut, dans certaines conditions, être soumis à une tension de rétablissement supérieure à la tension de phase du circuit.

6. Tension transitoire de rétablissement propre à un circuit

La tension transitoire de rétablissement propre à un circuit est la tension transitoire de rétablissement qui résulte des caractéristiques propres à ce circuit, indépendamment de toute influence du disjoncteur.

Nota. — Elle correspond à la coupure du circuit considéré par un disjoncteur idéal (sans tension d'arc ni conductivité résiduelle) lorsque le courant est symétrique et sinusoïdal et que la tension de rétablissement à la fréquence de service a la valeur spécifiée.

7. Tension transitoire de rétablissement d'essais

La tension transitoire de rétablissement d'essais est la tension transitoire de rétablissement réelle relevée lors d'un essai particulier.

Nota. — Cette tension est la tension transitoire de rétablissement propre au circuit d'essai modifiée par l'influence du disjoncteur.

8. Tension transitoire de rétablissement de référence

La tension transitoire de rétablissement de référence est la tension de rétablissement propre à un circuit à laquelle se réfère le pouvoir de coupure d'un disjoncteur.

Elle comporte une composante transitoire oscillant à une seule fréquence qui satisfait par convention à l'équation:

$$e = E_m (1 - e^{-\alpha t} \cos 2\pi ft)$$

dans laquelle:

e est la valeur instantanée de la tension,

E_m est la valeur de crête de la tension de rétablissement aux bornes du pôle considéré,

f est la fréquence de l'oscillation,

t est le temps,

$e = 2.718$,

α est le coefficient d'amortissement.

Elle s'exprime par le facteur d'amplitude et par l'indication, soit de la fréquence de l'oscillation, soit de la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement.

4. Restriking-voltage

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

This voltage may be considered as composed of two components, one of service-frequency and one transient component, which 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.

In three-phase circuits the restriking-voltage refers to the voltage across the first pole to clear because this voltage is generally higher than that which appears across each of the other two poles.

5. Recovery-voltage

The recovery-voltage is the service-frequency component of the restriking-voltage, stated as an r.m.s. value.

For multipole circuit-breakers, it is expressed as the voltage between the phases of the circuit.

Note. — On a three-phase short-circuit the first phase to clear may, under certain conditions, be subjected to a recovery-voltage higher than the phase voltage of the circuit.

6. Inherent Restriking-voltage

The inherent restriking-voltage is the restriking-voltage associated with a particular circuit and determined by the circuit parameters alone, its form being unmodified by the characteristics of the circuit-breaker.

Note. — It would be obtained if in the particular circuit a sinusoidal symmetrical current were broken by an ideal circuit-breaker (no arc voltage and no post-arc conductivity) at a stated recovery-voltage.

7. Test Restriking-voltage

The test restriking-voltage is the actual restriking-voltage on a particular test.

Note. — This voltage is the inherent restriking-voltage modified by the influence of the circuit-breaker.

8. Reference Restriking-voltage

The reference restriking-voltage is the inherent restriking-voltage to which the breaking-capacity of the circuit-breaker is related.

The reference restriking-voltage has a single frequency transient component considered to conform to the expression:

$$e = E_m (1 - \varepsilon - \alpha t \cos 2 \pi f t)$$

where :

e = instantaneous value of the voltage,

E_m = peak value of the recovery-voltage across the pole under consideration,

f = frequency of the oscillation,

t = time,

ε = 2.718,

α = damping coefficient.

It is expressed by its amplitude factor together with either the frequency of the oscillation or its rate-of-rise.

9. Vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement

La vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement en abrégé VATR, est un taux d'accroissement défini par une convention pour caractériser l'allure de cette tension. Elle s'exprime en volts par microseconde. (Voir l'annexe III.)

Pour une tension transitoire de rétablissement comportant une composante transitoire oscillant à une seule fréquence et en particulier pour une tension transitoire de rétablissement de référence, la VATR s'obtient par le quotient de l'amplitude maximum de l'oscillation par la durée de sa première demi-onde.

10. Valeur de crête de la tension transitoire de rétablissement

La valeur de crête de la tension transitoire de rétablissement est la valeur instantanée maximum atteinte par la tension transitoire de rétablissement.

11. Facteur d'amplitude d'une tension transitoire de rétablissement

Le facteur d'amplitude d'une tension transitoire de rétablissement est le rapport entre la valeur de crête de cette tension de rétablissement et la valeur de crête ($\sqrt{2}$ fois la valeur efficace) de la tension de rétablissement apparaissant aux bornes du pôle considéré. (Voir l'annexe III.)

12. Fréquence propre d'oscillation

Une fréquence propre d'oscillation d'un circuit est une fréquence à laquelle ce circuit oscille en régime libre.

Un circuit donné peut avoir plusieurs fréquences propres d'oscillation. Ce sont ces fréquences qui apparaissent dans la composante transitoire de la tension de rétablissement.

13. Courant de courte durée admissible

Un courant de courte durée admissible pour un disjoncteur est une valeur efficace de courant que le disjoncteur peut supporter dans sa position complètement fermée pendant une durée spécifiée, dans les conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

14. Durée admissible de court-circuit

Une durée admissible de court-circuit pour un disjoncteur est la durée pendant laquelle le disjoncteur peut supporter un courant de court-circuit de valeur spécifiée.

15. Courant propre à un circuit

Le courant propre à un circuit est le courant qui circulerait dans un circuit si chacun des pôles du disjoncteur destiné à le couper était remplacé par une connexion d'impédance négligeable sans aucun autre changement dans le circuit ni dans les conditions d'alimentation.

Nota. — Ce courant est à considérer dans tous les cas où les caractéristiques du disjoncteur influencent sensiblement le courant de court-circuit.

16. Courant coupé

Le courant coupé par un pôle d'un disjoncteur est le courant traversant ce pôle à l'instant de la séparation des contacts. Il s'exprime par les deux valeurs suivantes:

- a) *Le courant coupé symétrique*, qui est la valeur efficace de la composante alternative du courant traversant ce pôle à l'instant de la séparation des contacts.

Sur la figure 2, le courant coupé symétrique est représenté par:

$$I_{sym} = \frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}$$

9. Rate-of-rise of Restriking-voltage

The rate-of-rise of restriking-voltage (usually abbreviated to R.R.R.V.) is a rate, expressed in volts per microsecond, representative of the increase of the restriking-voltage, the assessment being made in accordance with a prescribed method. (See Appendix III).

For a restriking-voltage having a single frequency transient component and particularly for a reference restriking-voltage, the R.R.R.V. is obtained by dividing the maximum amplitude of the oscillation by the duration of the first half wave.

10. Peak Restriking-voltage

The peak restriking-voltage is the maximum instantaneous voltage attained by the restriking-voltage.

11. Amplitude Factor of a Restriking-voltage

The amplitude factor of a restriking-voltage is the ratio between the peak restriking-voltage and the peak-value ($\sqrt{2}$ times r.m.s. value) of the recovery-voltage across the pole under consideration. (See Appendix III).

12. Natural Frequency

The natural frequency of a circuit is a frequency at which the circuit will oscillate if it is free to do so.

One circuit may have several natural frequencies and these are the frequencies which appear in the transient component of the restriking-voltage.

13. Short-time Current

The short-time current of a circuit-breaker is the r.m.s. value of current that the circuit-breaker can carry in a fully closed position during a specified time under prescribed conditions of use and behaviour.

14. Maximum Duration of Short-circuit

The maximum duration of short-circuit of a circuit-breaker is that period of time for which the circuit-breaker can carry a short-circuit current of specified value.

15. Prospective Current of a Circuit

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

Note. — This current is of importance in connection with those circuit-breakers which influence materially the short-circuit current.

16. Breaking-current

The breaking-current of a pole of a circuit-breaker is the current in that pole at the instant of contact-separation. It is expressed by two values as below:

(a) *The Symmetrical Breaking-current*, which is the r.m.s. value of the A.C. component of the current in that pole at the instant of contact-separation.

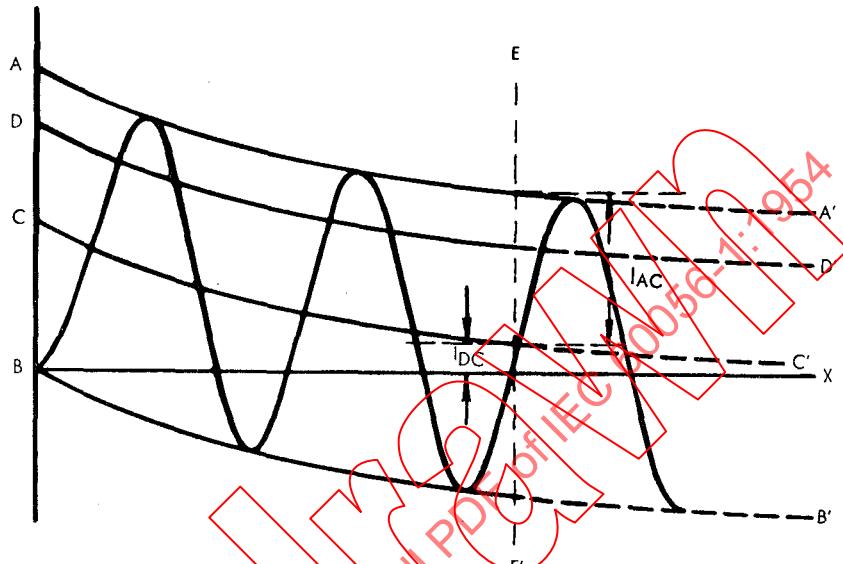
In Figure 2 the symmetrical breaking-current is represented by:

$$I_{sym} = \frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}$$

b) *Le courant coupé asymétrique (ou total)*, qui est la valeur efficace du courant total (comprenant les composantes périodique et apériodique du courant) traversant ce pôle à l'instant de la séparation des contacts.

Sur la figure 2, le courant coupé asymétrique est représenté par:

$$I_{asym} = \sqrt{\left(\frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}\right)^2 + (I_{DC})^2}$$



$A A'$	= Enveloppes de l'onde de courant
$B B'$	
$B X$	= Ligne de zéro
$C C'$	= Déplacement de la ligne de zéro de l'onde de courant à chaque instant
$D D'$	= Valeur efficace du courant symétrique à chaque instant mesurée à partir de $C C'$
$E E'$	= Instant de la séparation des contacts (réel ou supposé, voir l'art. 51)
I_{AC}	= Valeur de crête de la composante alternative du courant au moment $E E'$
I_{DC}	= Composante apériodique du courant au moment $E E'$
$\frac{I_{DC} \times 100}{I_{AC}}$	= Pourcentage de la composante apériodique du courant au moment $E E'$
I_{sym}	= Courant coupé symétrique = $\frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}$
I_{asym}	= Courant coupé asymétrique = $\sqrt{\left(\frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}\right)^2 + (I_{DC})^2}$

FIG. 2. DÉTERMINATION DU COURANT COUPÉ RÉEL OU PRÉSUMÉ

17. Courant présumé coupé

Le courant présumé coupé s'exprime par la valeur du courant propre au circuit coupé mesurée au moment qui correspond à l'instant de la séparation des contacts du disjoncteur considéré.

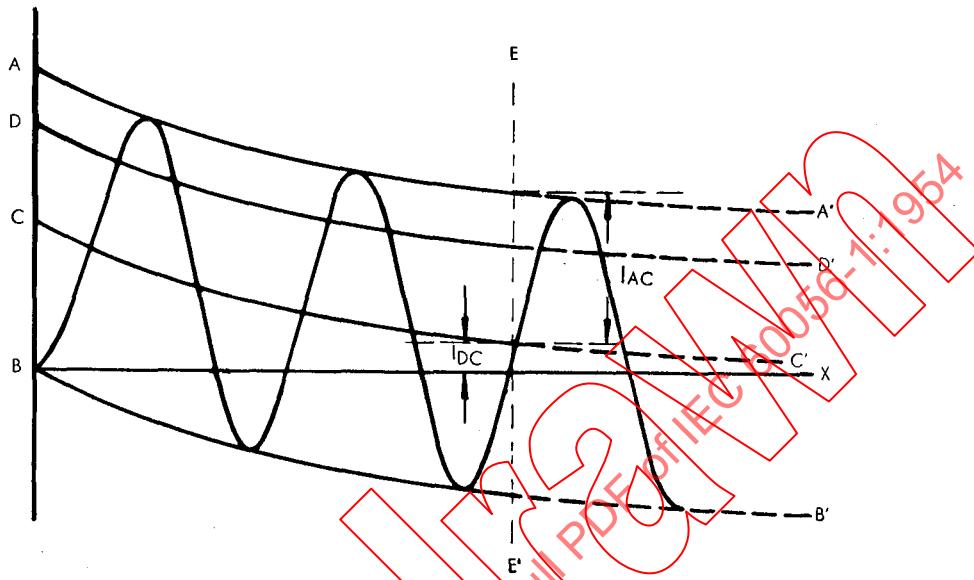
Cette définition s'applique aussi bien au courant symétrique qu'au courant asymétrique.

Nota. — Le courant présumé coupé est utilisé à la place du courant coupé dans l'expression du pouvoir de coupure des disjoncteurs qui coupent si rapidement que le courant ne peut pas être mesuré conformément à la figure 2, 2, ou dont les caractéristiques sont telles qu'ils réduisent sensiblement la valeur du courant coupé.

(b) The Asymmetrical (total) Breaking-current, which is the r.m.s. value of the total current, comprising the A.C. and D.C. components of the current, in that pole at the instant of contact-separation.

In Figure 2 the asymmetrical breaking-current is represented by:

$$I_{asym} = \sqrt{\left(\frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}\right)^2 + (I_{DC})^2}$$



$\frac{I_{DC} \times 100}{I_{AC}}$	= Percentage of the D.C. component at instant EE'
I_{sym}	= Symmetrical breaking-current = $\frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}$
I_{asym}	= Asymmetrical breaking-current = $\sqrt{\left(\frac{I_{AC}}{\sqrt{2}}\right)^2 + (I_{DC})^2}$

FIG. 2. DETERMINATION OF BREAKING-CURRENTS AND PROSPECTIVE BREAKING-CURRENTS

17. Prospective Breaking-current

The prospective breaking-current is the value of the prospective current of the circuit measured at a time corresponding to the instant of contact separation of the circuit-breaker under consideration.

The term applies both to symmetrical and asymmetrical breaking-currents.

Note. — The prospective breaking-current is used instead of the breaking-current in expressing the breaking-capacity of circuit-breakers which operate so rapidly that the current cannot be properly measured according to Figure 2, or which inherently and materially reduce the value of the breaking-current.

18. Pouvoir de coupure

Le pouvoir de coupure d'un disjoncteur est un terme employé pour exprimer le courant que ce disjoncteur est capable de couper sous une tension de rétablissement à fréquence de service et une tension transitoire de rétablissement de référence déterminées et dans les conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

Il s'exprime par les deux valeurs suivantes:

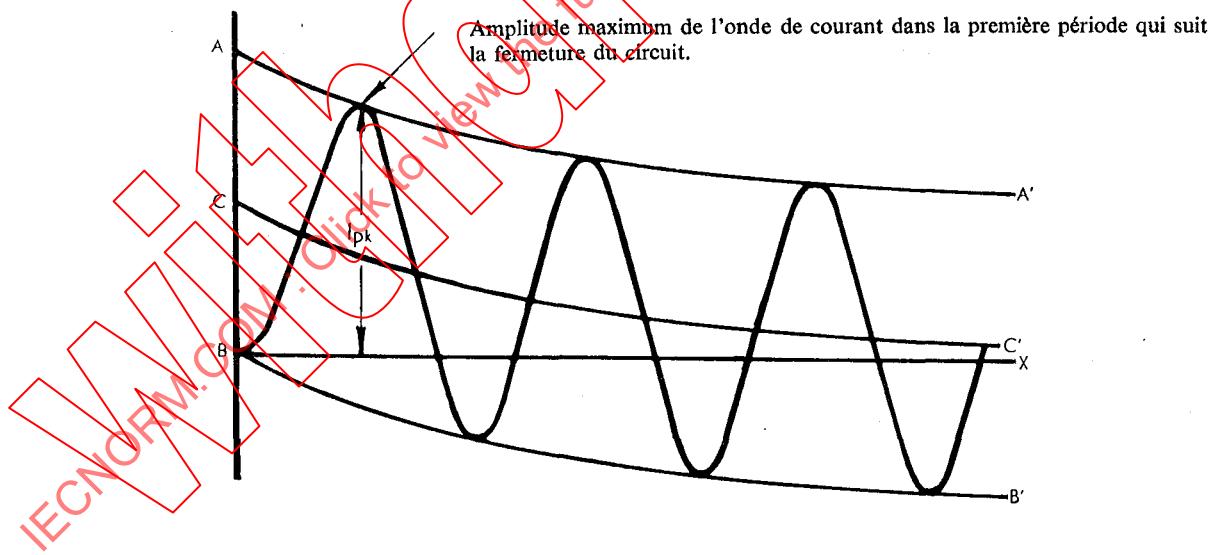
- Le pouvoir de coupure symétrique, qui est la valeur du courant symétrique que le disjoncteur peut couper sous les tensions de rétablissement déterminées dans les conditions prescrites.
- Le pouvoir de coupure asymétrique (ou total) qui est la valeur du courant asymétrique que le disjoncteur peut couper sous les tensions de rétablissement déterminées dans les conditions prescrites.

Lorsqu'il s'agit de disjoncteurs dont les caractéristiques influencent sensiblement le courant de court-circuit, les pouvoirs de coupure symétrique et asymétrique sont exprimés par les valeurs correspondantes des courants présumés coupés.

19. Courant établi (Valeur de crête)

Le courant établi par un disjoncteur lors d'une fermeture sur court-circuit s'exprime par l'amplitude maximum de l'onde de courant (y compris la composante apériodique) dans la première période du courant qui suit la fermeture du circuit par le disjoncteur.

Sur la figure 3, le courant établi est représenté par I_{pk} .



$A\ A'$	= Enveloppes de l'onde de courant
$B\ B'$	
$B\ X$	= Ligne de zéro
$C\ C'$	= Déplacement de la ligne de zéro de l'onde de courant à chaque instant
I_{pk}	= Courant établi (Valeur de crête)

FIG. 3. DÉTERMINATION DU COURANT ÉTABLI

18. Breaking-capacity

The breaking-capacity of a circuit-breaker is a term used to express the current that the circuit-breaker is capable of breaking at a stated recovery-voltage and a stated reference restriking-voltage under prescribed conditions of use and behaviour.

It is expressed by two values as below:

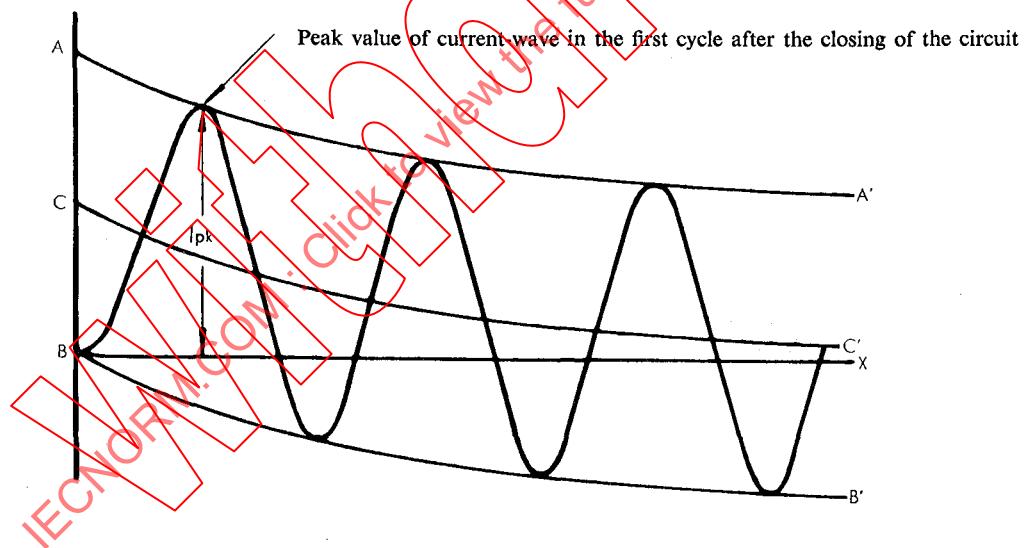
- (a) The symmetrical breaking-capacity, which is the value of the symmetrical current that the circuit-breaker is capable of breaking at a stated recovery-voltage and a stated reference restriking-voltage under prescribed conditions.
- (b) The asymmetrical (total) breaking-capacity, which is the value of the asymmetrical current that the circuit-breaker is capable of breaking at a stated recovery-voltage and a stated reference restriking-voltage under prescribed conditions.

For those circuit-breakers which influence materially the short-circuit current the symmetrical and asymmetrical breaking-capacities are expressed by the values of the corresponding prospective breaking-currents.

19. Peak Making-current

The peak making-current of a circuit-breaker when being closed on a short-circuit is the peak value of the maximum current-wave (including the D.C. component) in the first cycle of the current after the circuit is closed by the circuit-breaker.

In Figure 3 the peak making-current is represented by I_{pk} .



$A A'$	= Envelope of current-wave
$B B'$	
$B X$	= Normal zero line
$C C'$	= Displacement of current-wave zero-line at any instant
I_{pk}	= Peak making-current

FIG. 3. DETERMINATION OF PEAK MAKING-CURRENT

20. Courant présumé établi par un disjoncteur (Valeur de crête)
(Abrévialement: **Courant présumé établi**)

Le courant présumé établi par un disjoncteur s'exprime par l'amplitude maximum de l'onde du courant propre au circuit établi (y compris la composante apériodique) dans la première période qui suit la fermeture du circuit.

Nota. — Le courant présumé établi est utilisé à la place du courant établi dans l'expression du pouvoir de fermeture vérifié lors des essais des disjoncteurs dont les caractéristiques influencent sensiblement le courant dans le circuit.

21. Pouvoir de fermeture

Le pouvoir de fermeture d'un disjoncteur s'exprime par le courant que ce disjoncteur est capable d'établir sous une tension donnée dans les conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

Lorsqu'il s'agit de disjoncteurs dont les caractéristiques influencent sensiblement le courant de court-circuit, le pouvoir de fermeture est exprimé par la valeur correspondante du courant présumé établi.

22. Courant coupé critique (Abrévialement: courant critique)

Le courant coupé critique d'un disjoncteur, s'il en a un, est la valeur de courant coupé, inférieure au pouvoir de coupure nominal, pour laquelle la durée d'arc passe par un maximum notablement supérieur à celle correspondant au pouvoir de coupure nominal.

23. Facteur de puissance d'un court-circuit

Le facteur de puissance d'un court-circuit est le cosinus de l'angle qui représente le déphasage entre l'onde du courant coupé (composante alternative) et l'onde de force électromotrice correspondante à l'instant de la séparation des contacts.

24. Fréquence de service

La fréquence de service est la fréquence du réseau à courant alternatif sur lequel le disjoncteur est utilisé.

25. Refermeture automatique

Une refermeture automatique est une opération telle que, à la suite d'une ouverture provoquée par un défaut, le disjoncteur se referme automatiquement après un temps déterminé.

26. Refermeture rapide

Une refermeture rapide est une refermeture automatique qui suit l'ouverture dans un temps choisi court dans l'intention d'éviter des perturbations importantes dans la fourniture de l'énergie.

27. Durée d'ouverture (jusqu'à séparation des contacts de coupure)

La durée d'ouverture jusqu'à séparation des contacts de coupure d'un disjoncteur est définie suivant le mode de déclenchement comme indiqué ci-dessous, les dispositifs de déclenchement à action différée faisant partie intégrante de l'appareil étant, s'il y a lieu, réglés pour la durée minimum ou, si possible, mis complètement hors d'action.

- a) Pour un disjoncteur à déclenchement par une source quelconque 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 fermée, jusqu'à l'instant de la séparation des contacts de coupure.

20. Prospective Peak Making-current

The prospective peak making-current is the peak value of the maximum current wave (including the D.C. component) of the prospective current following the closing of the circuit.

Note. — The prospective peak making-current is used instead of the peak making-current in expressing the making-capacity when testing circuit-breakers which inherently and materially influence the current in the circuit.

21. Making-capacity

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

For those circuit-breakers which influence materially the short-circuit current, the making-capacity is expressed by the value of the corresponding prospective making-current.

22. Critical Current

The critical current, if any, of a circuit-breaker is that value of the breaking-current, less than the rated breaking-capacity, at which the arc-duration is a maximum and shows a marked increase compared with that corresponding to the rated breaking-capacity.

23. Short-circuit Power-factor

The power-factor of a short-circuit is the cosine of the angle that represents the phase-displacement between the breaking-current wave (A.C. component) and the corresponding voltage (e.m.f.) wave at the instant of contact-separation.

24. Service-frequency

The service-frequency is the frequency of the alternating-current network in which the circuit-breaker is used.

25. Auto-reclosing

Auto-reclosing is the operation of a circuit-breaker in which, following its opening under fault conditions, it closes automatically after a predetermined time.

26. Rapid Auto-reclosing

Rapid auto-reclosing is an auto-reclosing operation which follows the opening operation in a time intended to be short enough to avoid major disturbances of the power supply.

27. 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 its type as stated below and with any time-delay device 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 of separation of the arcing-contacts.

- b) Pour un disjoncteur déclenché par le courant de court-circuit, sans l'aide d'une source d'énergie auxiliaire quelconque, la durée d'ouverture est mesurée entre le moment où, le disjoncteur étant dans sa position fermée, le courant de court-circuit est établi et l'instant de la séparation des contacts de coupure.

Nota. — En français la durée d'ouverture est souvent désignée par l'expression « temps mort de coupure ».

8. Durée d'arc

La durée d'arc d'un disjoncteur est le temps qui s'écoule à partir de l'instant de la séparation des contacts de coupure jusqu'à l'instant de l'extinction finale des arcs sur tous les pôles.

Pour les disjoncteurs qui comportent des résistances intercalaires, on distinguera la durée d'arc jusqu'à l'extinction des arcs principaux et la durée d'arc jusqu'à la coupure du courant dans les résistances.

29. Durée totale de coupure (jusqu'à l'extinction totale des arcs)

La durée totale de coupure d'un disjoncteur est la somme de la durée d'ouverture et de la durée d'arc définies respectivement aux articles 27 et 28.

Nota. — Il ne faut pas confondre la durée totale de coupure avec la durée totale d'ouverture mécanique qui se mesure jusqu'à l'arrivée à fin de course des contacts mobiles.

30. Temps mort d'ouverture

Le temps mort d'ouverture d'un disjoncteur dans une opération de refermeture automatique est le temps qui s'écoule entre l'extinction finale des arcs sur tous les pôles lors de l'ouverture et le rétablissement de courant lors de la refermeture consécutive.

31. Durée de fermeture

La durée de fermeture d'un disjoncteur est le temps qui s'écoule entre l'instant d'application de la source d'énergie employée pour la fermeture et le moment où les contacts assurant la fermeture du circuit commencent à se toucher. Elle comprend le temps de fonctionnement des relais intermédiaires qui sont nécessaires au fonctionnement de l'appareil.

32. Durée de refermeture

La durée de refermeture d'un disjoncteur dans une opération de refermeture rapide est le temps qui s'écoule entre l'application de la source d'énergie employée pour effectuer l'ouverture et le rétablissement du courant lors de la refermeture.

C'est la somme de la durée totale de coupure et du temps mort d'ouverture définis respectivement aux articles 29 et 30.

33. Durée de fermeture-coupure

La durée de fermeture-coupure d'un disjoncteur est le temps qui s'écoule entre l'établissement du courant de court-circuit par la fermeture du disjoncteur et l'extinction finale des arcs (voir l'article 28) sur tous les pôles, la bobine de déclenchement étant alimentée à l'instant de l'établissement des contacts.

34. Spécification

La spécification d'un disjoncteur est un terme général employé pour désigner les valeurs caractéristiques qui définissent les conditions de fonctionnement en vue desquelles ce disjoncteur est établi.

- (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 of separation of the arcing-contacts.

28. Arc-duration

The arc-duration or the arcing-time of a circuit-breaker is the time interval between the instant of separation of the arcing contacts and the instant of final arc-extinction in all poles.

For circuit-breakers which embody switching resistances, a distinction should be made between the arc-duration up to the instant of the extinction of the main arc and the arc-duration up to the instant of the breaking of the resistance current.

29. Total Break-time (until total arc-extinction)

The total break-time of a circuit-breaker is the sum of the opening-time and the arc-duration as defined in Clauses 27 and 28 respectively.

Note. — The total break-time must not be taken as the total duration of mechanical opening, which is measured up to the instant when the moving contact reaches the end of its stroke.

30. Dead Time

The dead time of a circuit-breaker in an auto-reclosing operation is the interval of time between final arc extinction in all phases on the opening operation and the re-establishment of current in the subsequent closing operation.

31. Make-time

The make-time of a circuit-breaker is the interval of time between the initiation of the closing operation and the instant when the contacts, which establish the main currents, touch. It includes the operating-time of any auxiliary equipment necessary to close the circuit-breaker.

32. Reclosing-time

The reclosing-time of a circuit-breaker in a rapid auto-reclosing operation is the interval of time between the energization of the trip-coil and the re-establishment of current in the reclosing operation.

It is the sum of the total break-time and of the dead time as defined in Clauses 29 and 30.

33. Make-break Time

The make-break time of a circuit-breaker is the interval of time between the instant when a short-circuit is established by the circuit-breaker and the instant of final arc-extinction (see Clause 28) in all poles with the trip-coil energized at the instant of contact-make.

34. Rating

The rating of a circuit-breaker is the general term employed to designate the characteristic values that define the working conditions for which the circuit-breaker is designed and built.

DEUXIÈME PARTIE — RÈGLES POUR LA SPÉCIFICATION

35. Spécification relative au fonctionnement lors des court-circuits

Les valeurs caractéristiques qui doivent être employées pour la spécification d'un disjoncteur relativement à son fonctionnement lors des court-circuits sont les suivantes:

- tensions nominales (article 36),
- pouvoirs de coupure nominaux (symétrique et asymétrique, article 37),
- tension transitoire de rétablissement nominale (article 38),
- pouvoirs de fermeture nominaux (article 39),
- courant de courte durée admissible nominal (article 40) ou
durée admissible de court-circuit nominale (article 41),
- fréquence nominale (article 42),
- cycles d'opérations nominaux (article 43).

A moins d'indications contraires dans les articles ci-après ces valeurs doivent être inscrites sur la plaque signalétique.

Dans certains cas il peut être nécessaire d'ajouter à ces caractéristiques une durée d'ouverture nominale et une durée totale de coupure nominale (voir les articles 44 et 45).

Pour les disjoncteurs multipolaires dont les pôles ne sont pas accouplés mécaniquement, il doit être précisé s'ils sont établis pour fonctionnement par pôles indépendants ou non.

36. Tensions nominales

Les tensions nominales d'un disjoncteur sont deux valeurs de tension qui servent à le désigner et auxquelles se rapportent ses conditions de fonctionnement lors de la coupure ou de l'établissement du courant.

Il est recommandé de les choisir parmi les valeurs normalisées par la C.E.I. des tensions des réseaux: la plus basse égale à l'une des tensions nominales de réseau, la plus élevée égale à la tension la plus élevée du réseau correspondant.

Nota. — Dans l'édition précédente du présent fascicule il n'était prévu qu'une seule tension nominale qui correspondait à la tension la plus élevée du réseau. Il en résulte que, lorsque la plaque signalétique d'un disjoncteur ne comporte qu'une seule tension nominale, il ne doit pas en principe être utilisé sur un réseau dont la tension peut dépasser, en service normal, et à l'endroit où il est installé, sa tension nominale.

37. Pouvoirs de coupure nominaux

Les pouvoirs de coupure nominaux d'un disjoncteur sont ceux qui correspondent aux tensions nominales et à une tension transitoire de rétablissement de référence égale à la valeur nominale.

Chaque pouvoir de coupure nominal s'exprime par les deux valeurs suivantes:

- a) le pouvoir de coupure symétrique nominal, qui est le courant coupé symétrique que chaque pôle du disjoncteur peut couper;
- b) le pouvoir de coupure asymétrique nominal, qui est le courant coupé asymétrique que n'importe quel pôle du disjoncteur peut couper.

Chaque pouvoir de coupure nominal d'un disjoncteur peut, pour la commodité, être exprimé en MVA. C'est alors le produit du pouvoir de coupure nominal exprimé en kiloampères (kA) par la tension nominale correspondante exprimée en kilovolts (kV) et par le coefficient relatif au type du circuit pour lequel l'appareil est prévu.

Ce coefficient est égal à:

- 1 pour un circuit monophasé,
- $\sqrt{3}$ pour un circuit triphasé,
- 2 pour un circuit diphasé.

PART II — RULES FOR RATING

35. Short-circuit Rating

The characteristic values that shall be used to state the short-circuit rating of a circuit-breaker are the following:

- rated voltages (Clause 36),
- rated breaking-capacities (symmetrical and asymmetrical, Clause 37),
- rated restriking-voltage (Clause 38),
- rated making-capacities (Clause 39),
- rated short-time current (Clause 40) or
 rated maximum duration of short-circuit (Clause 41),
- rated frequency (Clause 42),
- rated operating-duties (Clause 43),

These values shall be marked on the name-plate unless otherwise stated in the following clauses.

In special cases it may be necessary to add to these characteristic values the rated opening-time and the rated total break-time (see Clauses 44 and 45).

For multipole circuit-breakers in which the poles are not mechanically coupled it should be stated whether they are designed (or appropriate) for single-pole operation or not.

36. Rated Voltages

The rated voltages of a circuit-breaker are two values of voltage used to designate it and to which are related the operating conditions for the breaking or the making of the current.

It is recommended that the rated voltages should be selected from system voltages standardized by the I.E.C., the lower voltage corresponding to one of the nominal system voltages and the higher voltage to the highest voltage of the corresponding system.

Note. — In the former edition of the present publication there was only a single rated voltage corresponding to the highest voltage of the system. As a result, when the name-plate of a circuit-breaker indicates only a single rated voltage, the circuit-breaker must not be used, in principle, on a system, the voltage of which may be higher than the rated voltage under normal operating conditions at the location where the circuit-breaker is placed.

37. Rated Breaking-capacities

The rated breaking-capacities of a circuit-breaker are those which correspond to the rated voltages, and to a reference restriking-voltage equal to the rated value.

Each rated breaking-capacity is expressed by two values as below:

- (a) rated symmetrical breaking-capacity, which is the symmetrical breaking-current that each pole of the circuit-breaker can break;
- (b) rated asymmetrical breaking-capacity, which is the asymmetrical breaking-current that any pole of the circuit-breaker can break.

Each rated breaking-capacity of a circuit-breaker may, for convenience, be expressed in MVA as the product of the rated breaking-capacity (expressed in kA), the corresponding rated voltage (expressed in kV) and a factor depending on the type of circuit for which the apparatus is intended.

This factor is:

- 1 for a single-phase circuit,
- $\sqrt{3}$ for a three-phase circuit,
- 2 for a two-phase circuit.

En l'absence d'autre convention, les conditions suivantes doivent être satisfaites:

- (i) le pouvoir de coupure exprimé en ampères est inversement proportionnel à la tension pour toutes les tensions comprises entre les deux tensions nominales (celles qui sont marquées sur la plaque signalétique);
- (ii) pour les tensions de rétablissement inférieures à la tension nominale la plus basse, le pouvoir de coupure exprimé en ampères est constant et correspond à la tension nominale la plus basse;
- (iii) pour les tensions de rétablissement supérieures à la tension nominale la plus élevée, aucun pouvoir de coupure n'est garanti.

Lorsqu'il n'est indiqué qu'un seul pouvoir de coupure symétrique nominal et un seul pouvoir de coupure asymétrique nominal, cela implique que les pouvoirs de coupure correspondent à la tension nominale la plus élevée indiquée sur la plaque signalétique.

38. Tension transitoire de rétablissement nominale

La tension transitoire de rétablissement nominale d'un disjoncteur est la tension transitoire de rétablissement de référence à laquelle se rapporte son pouvoir de coupure nominal.

Il est recommandé que la plaque signalétique comporte l'indication de la valeur du facteur d'amplitude et, soit celle de la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement exprimée en volts par microseconde, soit celle de la fréquence propre d'oscillation exprimée en kilo-Hertz.

Pour les disjoncteurs pour circuits triphasés, la tension transitoire de rétablissement nominale se réfère à l'ouverture d'une phase d'un court-circuit triphasé, les deux autres phases restant en court-circuit, sans aucune connexion entre le point neutre de la source d'alimentation et le défaut.

39. Pouvoirs de fermeture nominaux

Les pouvoirs de fermeture nominaux d'un disjoncteur sont ceux qui correspondent aux tensions nominales. L'absence d'indications contraires sur la plaque signalétique implique que chaque pouvoir de fermeture nominal est donné par la formule suivante:

$$\text{Pouvoir de fermeture nominal} = 1,8 \times \sqrt{2} \times \text{le pouvoir de coupure symétrique nominal correspondant soit, approximativement, 2,55 fois ce pouvoir de coupure symétrique nominal.}$$

En conséquence:

- (i) le pouvoir de fermeture exprimé en ampères est inversement proportionnel à la tension pour toutes les tensions comprises entre les deux tensions nominales (celles qui sont marquées sur la plaque signalétique);
- (ii) pour les tensions inférieures à la tension nominale la plus basse, le pouvoir de fermeture exprimé en ampères est constant et correspond à la tension nominale la plus basse;
- (iii) pour les tensions supérieures à la tension nominale la plus élevée, aucun pouvoir de fermeture n'est garanti.

Lorsqu'il n'est indiqué qu'un seul pouvoir de fermeture nominal, cela implique qu'il correspond à la tension nominale la plus élevée inscrite sur la plaque signalétique.

40. Courant de courte durée admissible nominal

Le courant de courte durée admissible nominal d'un disjoncteur non muni de déclencheurs série directs à maximum de courant est celui au moins égal au pouvoir de coupure symétrique nominal correspondant à la tension nominale la plus basse inscrite sur la plaque signalétique, qu'il peut supporter pendant une durée d'une seconde.

Unless otherwise stated, the following conditions shall apply:

- (i) The breaking-capacity expressed in amperes is inversely proportional to the voltage for all voltages between the two rated voltages (the two voltages marked on the name-plate).
- (ii) For recovery-voltages below the lower rated voltage, the breaking-capacity expressed in amperes has a constant value corresponding to the lower rated voltage.
- (iii) For recovery-voltages above the higher rated voltage, no breaking-capacity will be guaranteed.

When only one value of rated symmetrical breaking-capacity and only one value of rated asymmetrical breaking-capacity are indicated, it implies that the breaking-capacities are related to the higher rated voltage indicated on the name-plate.

38. Rated Restriking-voltage

The rated restriking-voltage of a circuit-breaker is the reference restriking-voltage to which its rated breaking-capacity is related.

It is recommended that the name-plate shall be marked with the amplitude factor and either the rate-of-rise of restriking-voltage in volts/microsecond, or the natural frequency in kilocycles/second.

For circuit-breakers for use in three-phase systems the rated restriking-voltage refers to the opening of one phase of a three-phase short-circuit with the other two phases short-circuited without any connection from the neutral point of the source to the fault.

39. Rated Making-capacities

The rated making-capacities of a circuit-breaker are those which correspond to the rated voltages. The absence of any indication to the contrary on the name-plate implies that each rated making-capacity is of the value given by the following rule:

$$\text{Rated making-capacity} = 1.8 \times \sqrt{2} \times \text{the corresponding rated symmetrical breaking-capacity; i.e. approximately 2.55 times this rated symmetrical breaking-capacity.}$$

Consequently:

- (i) The making-capacity expressed in amperes is inversely proportional to the voltage for all voltages between the two rated voltages (the two voltages marked on the name-plate).
- (ii) For voltages below the lower rated voltage, the making-capacity expressed in amperes has a constant value corresponding to the lower rated voltage.
- (iii) For voltages above the higher rated voltage, no making-capacity will be guaranteed.

When only one rated making-capacity is indicated it implies that it is related to the higher rated voltage marked on the name-plate.

40. Rated Short-time Current

The rated short-time current of a circuit-breaker not fitted with series trip-coils or over-current release coils is that short-time current at least equal to the rated symmetrical breaking-capacity corresponding to the lower rated voltage marked on the name-plate, which can be carried by it for a period of time of one second.

Si cette valeur n'est pas spécifiée par le constructeur, il sera admis que le disjoncteur peut supporter pendant une seconde un courant égal au pouvoir de coupure symétrique nominal correspondant à la tension nominale la plus basse inscrite sur la plaque signalétique.

Pour les courants de courte durée admissible inférieurs à la valeur nominale, en l'absence d'une indication contraire du constructeur, il sera admis que la relation entre le courant et le temps est donnée par la formule:

$$I^2 \cdot t = \text{Constante}$$

Il n'est pas nécessaire de spécifier un courant de courte durée admissible nominal pour les disjoncteurs munis de déclencheurs série directs à maximum de courant. Dans ce cas, lorsqu'ils sont insérés dans un circuit tel que son courant de court-circuit est égal à leur pouvoir de coupure nominal, et lorsque leurs déclencheurs sont réglés pour les valeurs maxima de courant et de retard, les disjoncteurs doivent pouvoir supporter le courant qui en résulte pendant le temps correspondant à leur durée totale de coupure, et cela dans les conditions qui correspondent à leur cycle d'opération nominal.

Si le disjoncteur peut aussi être utilisé sans ses déclencheurs série directs à maximum de courant, un courant de courte durée admissible nominal du disjoncteur, exprimé comme indiqué aux paragraphes précédents, devra être spécifié.

41. Durée admissible de court-circuit nominale

La durée admissible de court-circuit nominale d'un disjoncteur non muni de déclencheurs série directs à maximum de courant est celle pendant laquelle le disjoncteur peut supporter un courant égal au pouvoir de coupure symétrique correspondant à la tension nominale la plus basse inscrite sur la plaque signalétique.

Si cette valeur n'est pas spécifiée par le constructeur, elle est supposée égale à une seconde.

Pour les durées de court-circuit admissible supérieures à une seconde, en l'absence d'une indication contraire du constructeur, il sera admis que la relation entre le courant et le temps est donnée par la formule:

$$I^2 \cdot t = \text{Constante}$$

42. Fréquence nominale

La fréquence nominale d'un disjoncteur est la fréquence de service pour laquelle le disjoncteur est établi et à laquelle correspondent les autres valeurs caractéristiques auxquelles il est fait référence dans l'article 35.

43. Cycles d'opérations nominaux

Pour les disjoncteurs qui ne doivent pas fonctionner en refermeture rapide il existe deux alternatives de cycles d'opérations nominaux en accord avec les formules suivantes:

- a) $O - t - CO - t' - O$
- b) $O - t'' - CO$

dans lesquelles:

O représente une opération d'ouverture,

CO une opération de fermeture suivie immédiatement, c'est-à-dire sans délai intentionnel, d'une opération d'ouverture,

t , t' et t'' des intervalles de temps entre deux opérations successives.

t et t' doivent toujours être exprimés en minutes (symbole mn) ou en secondes (symbole s). t'' doit toujours être exprimé en secondes (symbole s).

Pour les disjoncteurs qui doivent fonctionner en refermeture rapide, le cycle d'opération nominal correspond à la formule:

$$O - \Theta - CO$$

dans laquelle Θ est le temps mort d'ouverture du disjoncteur.

Θ doit toujours être exprimé en nombre de périodes à la fréquence nominale (symbole c).

Si le temps mort d'ouverture est réglable, les limites de réglage doivent être spécifiées.

Nota. — Pour les disjoncteurs à refermeture rapide, il est nécessaire de spécifier, en plus du temps mort d'ouverture, la durée totale d'ouverture à cause de la grande importance du temps de refermeture pour ces disjoncteurs, mais en ce qui concerne leur pouvoir de coupure, l'indication du temps mort d'ouverture est suffisante.

If this value is not specified by the manufacturer it shall be assumed that the circuit-breaker can carry for one second a current equal to the rated symmetrical breaking-current corresponding to the lower rated voltage marked on the name-plate.

For short-time currents lower than the rated value, unless the relation between current and time is stated by the manufacturer it shall be assumed to be in accordance with the formula:

$$I^2 \cdot t = \text{constant}$$

A rated short-time current need not be assigned to a circuit-breaker fitted with series trip-coils or over-current release coils provided that, when connected in a circuit the prospective current of which is equal to its rated breaking-current, it shall be capable of carrying the resulting current for the total break-time required by the circuit-breaker when set for a maximum current and maximum time-delay and operating in accordance with its rated operating-duty.

If the circuit-breaker can also be used without its series trip-coils or over-current release coils, a rated short-time current as indicated in the preceding paragraphs shall be assigned to the circuit-breaker.

41. Rated Maximum Duration of Short-circuit

The rated maximum duration of short-circuit of a circuit-breaker not fitted with series trip-coils or over-current release coils is that period of time, for which the circuit-breaker can carry a current equal to the symmetrical breaking-current corresponding to the lower rated voltage marked on the name-plate.

If this value is not specified by the manufacturer it shall be assumed to be equal to one second.

For short-circuit durations greater than one second the relation between current and time, unless otherwise stated by the manufacturer, shall be assumed to be in accordance with the formula:

$$I^2 \cdot t = \text{constant}$$

42. Rated Frequency

The rated frequency of a circuit-breaker is the service frequency for which the circuit-breaker is designed and to which correspond the other characteristic values referred to in Clause 35.

43. Rated Operating-duties

For circuit-breakers which are not intended for rapid auto-reclosing there are two alternative rated operating-duties as follows:

- (a) $O - t - CO - t' - CO$.
- (b) $O - t'' - CO$

in which:

O represents an opening operation,

CO represents a closing operation followed immediately (that is, without any intentional time-delay) by an opening operation.

t , t' and t'' represent time-intervals between successive operations,

t and t' should always be expressed in minutes (symbol mn) or in seconds (symbol s). t'' should always be expressed in seconds (symbol s).

For circuit-breakers intended for rapid auto-reclosing the rated operating-duty is as follows:

$$O - \Theta - CO$$

in which Θ represents the dead time of the circuit-breaker.

Θ should always be expressed in cycles at rated frequency (symbol c).

If the dead time is adjustable, the limits of adjustment shall be specified.

Note. — It is necessary to specify for circuit-breakers intended for rapid auto-reclosing the total break-time as well as the dead time because of the great importance of the reclosing-time for these circuit-breakers, but in relation to the breaking-capacity an indication of the dead time is sufficient.

44. Durée d'ouverture nominale (jusqu'à « séparation des contacts »)

La durée d'ouverture nominale (jusqu'à séparation des contacts) est la durée d'ouverture qui correspond au pouvoir de coupure nominal.

45. Durée totale de coupure nominale

La durée totale de coupure nominale est la durée totale de coupure qui correspond au pouvoir de coupure nominal. Elle peut être différente suivant qu'il s'agit du pouvoir de coupure symétrique ou du pouvoir de coupure asymétrique. L'absence d'indication à ce sujet implique qu'il s'agit de la plus grande de ces deux valeurs.

46. Exemple de spécification et de plaque signalétique

Un exemple de spécification et de plaque signalétique d'un disjoncteur conforme aux présentes règles est donné ci-après:

Tensions nominales	10 kV/11,5 kV
Fréquence nominale	50 Hz
Pouvoirs de coupure symétrique nominaux	20,4 kA/17,8 kA
Pouvoirs de coupure asymétriques nominaux	25,5 kA/22,2 kA
Pouvoirs de fermeture nominaux	52 kA/45 kA
Tension transitoire de rétablissement nominale — facteur d'amplitude	1,25
— vitesse d'accroissement	500 V/ μ s
Courant de courte durée admissible nominal (1 seconde)	20,4 kA
Cycle d'opération nominal	O-3mn-CO-3mn-CO

Nota I. — Sur les plaques signalétiques, le mot « nominal » peut être supprimé.

Nota II. — Les caractéristiques indiquées ci-dessus ne sont relatives qu'au fonctionnement lors des courts-circuits mais il est bien entendu que la plaque signalétique d'un disjoncteur doit comporter également les caractéristiques relatives au fonctionnement en charge normale. Ces caractéristiques seront définies dans le Chapitre II.

47. Conditions normales d'emploi correspondant au pouvoir de coupure et au pouvoir de fermeture

Les conditions d'emploi considérées comme normales relativement au pouvoir de coupure et au pouvoir de fermeture sont les suivantes:

- a) Les opérations d'ouverture et de fermeture doivent être effectuées en se conformant aux instructions données par le constructeur en ce qui concerne la manipulation et l'utilisation correcte du disjoncteur et des appareils auxiliaires.
- b) Le disjoncteur doit fonctionner d'une façon satisfaisante pour tous les courants quelle que soit la proportion des composantes périodique et apériodique du courant coupé, pourvu que la composante périodique du courant coupé n'excède pas le pouvoir de coupure symétrique nominal et que le courant coupé asymétrique n'excède pas le pouvoir de coupure asymétrique nominal.
- c) Le pouvoir de coupure spécifié pour un disjoncteur est valable sous les conditions de service suivantes:
 - I. Pour toutes les valeurs du facteur de puissance inductif du circuit supérieures ou égales à 0,15.
 - II. Pour tous les circuits dont la tension transitoire de rétablissement propre, exprimée en fonction du temps, ne dépasse à aucun moment la ligne droite tracée de l'origine jusqu'à la valeur de crête de la tension transitoire de rétablissement de référence spécifiée et dans lesquels le facteur d'amplitude, évalué comme indiqué à l'annexe III, ne dépasse pas la valeur spécifiée.

Nota. — Sur beaucoup de réseaux, la tension transitoire de rétablissement qui apparaît lors de la coupure des courants de court-circuit les plus élevés n'est pas forcément plus sévère que celles qui peuvent apparaître dans d'autres cas. Par exemple, la vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement peut être plus élevée lors de la coupure de courants plus faibles.

Dans de tels cas, il est nécessaire de vérifier que les caractéristiques du disjoncteur conviennent pour les tensions transitoires de rétablissement du réseau correspondant aux courants coupés inférieurs aux pouvoirs de coupure nominaux du disjoncteur.

44. Rated Opening-time (up to separation of the contacts)

The rated opening-time (up to separation of the contacts) is the opening-time which corresponds to the rated breaking-capacity.

45. Rated Total Break-time

The rated total break-time is the total break-time which corresponds to the rated breaking-capacity. It may be different depending upon whether it refers to symmetrical breaking-capacity or asymmetrical breaking-capacity. In the absence of any other indication it is to be implied that it refers to the greater of these two values.

46. Example of a Rating and of a Name-plate

The following is an example of the rating and of the name-plate of a circuit-breaker in accordance with this specification:

Rated Voltages	10 kV/11.5 kV
Rated Frequency	50 c/s
Rated Symmetrical Breaking-capacities	20.4 kA/17.8 kA
Rated Asymmetrical Breaking-capacities	25.5 kA/22.2 kA
Rated Making-capacities	52 kA/45 kA
Rated Restriking-Voltage	
— Amplitude-factor.	1.25
— Rate-of-rise	500 v/ μ s
Rated Short-time Current (1 second)	20.4 kA
Rated Operating-duty	0-3mn-CO-3mn-CO

Note I. — The word "rated" need not appear on the name-plate.

Note II. — The characteristics given above only refer to the behaviour under short-circuit conditions, but it is understood that the name-plate of a circuit-breaker shall also carry the characteristics for the behaviour under normal load. These characteristics will be defined in Chapter II.

47. Standard Conditions of Use in respect of Breaking-capacity and Making-capacity

The standard conditions of use in respect of breaking-capacity and making-capacity are as follows:

- (a) The opening and closing operations shall be carried out in conformity with the instructions given by the maker for the manipulation and correct use of the circuit-breaker and its auxiliary apparatus.
- (b) The circuit-breaker shall function satisfactorily at any current irrespective of the proportions of D.C. and A.C. components of the breaking-current, provided that the A.C. component of the breaking-current does not exceed the rated symmetrical breaking-capacity and the asymmetrical breaking-current does not exceed the rated asymmetrical breaking-capacity.
- (c) The breaking-capacity assigned to the circuit-breaker shall apply to the following conditions in service:
 - I. For all values of inductive power-factor of the circuit equal to or exceeding 0.15.
 - II. For all circuits in which the inherent restriking-voltage expressed as a function of time does not exceed at any instant the line from the origin to the peak of the specified reference restriking-voltage and in which the amplitude factor, evaluated in accordance with Appendix III is not greater than the specified value.

Note. — On many systems the restriking-voltages which appear when breaking the highest short-circuit currents are not necessarily more severe than those which may appear in other cases. For example, the rate-of-rise of restriking-voltage may be higher when breaking smaller currents.

In such cases it is necessary to verify that the characteristics of the circuit-breaker are suitable for the restriking-voltages of the system corresponding to breaking-currents less than the rated breaking-capacities of the circuit-breaker.

- III. Quel que soit l'état du neutre du réseau par rapport à la terre (*Nota* de l'article 60).
- IV. Quel que soit le déséquilibre du courant dans chacun des pôles du disjoncteur, pourvu que dans aucun pôle le courant coupé ne soit supérieur au pouvoir de coupure nominal.
- V. Pour toutes les valeurs de la fréquence de service dans les limites comprises entre 90 et 120 pour cent de la fréquence nominale.

48. Conditions normales de fonctionnement correspondant au pouvoir de coupure et au pouvoir de fermeture

Dans les limites de pouvoir de coupure et de pouvoir de fermeture nominales, le comportement du disjoncteur doit satisfaire aux conditions suivantes:

- a) Pendant les fonctionnements le disjoncteur ne doit pas présenter de signes exagérés de fatigue, ni mettre en danger l'opérateur. En ce qui concerne les disjoncteurs à bain d'huile, il ne doit pas y avoir d'émissions extérieures 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 conductrice sous tension.
Pour les autres types de disjoncteurs, aucune émission de flammes ou de particules métalliques susceptibles de diminuer le niveau d'isolement du disjoncteur, ne doit être projetée au delà des limites précisées par le constructeur.
- b) A la suite du cycle d'opérations, les parties mécaniques et les isolateurs du disjoncteur doivent être pratiquement dans le même état qu'auparavant et le disjoncteur doit être capable de fermer, supporter et couper son courant nominal sous sa tension nominale la plus élevée. Toutefois, il est admis que le pouvoir de fermeture et le pouvoir de coupure de l'appareil soient notamment réduits.

Nota. — Le courant nominal fera l'objet de prescriptions dans le Chapitre II.

- c) Il est admis qu'à la suite d'un cycle d'opérations il peut être nécessaire, avant de remettre l'appareil en service, de l'examiner et s'il y a lieu de le remettre dans l'état initial spécifié par le constructeur. Par exemple, il est admis qu'il soit nécessaire:
 - (i) de réparer ou de remplacer les contacts de coupure ainsi que toute autre pièce interchangeable spécifiée;
 - (ii) de filtrer ou de remplacer l'huile ou tout autre fluide extincteur et d'y ajouter la quantité nécessaire pour rétablir son niveau normal;
 - (iii) de nettoyer les parties isolantes pour les débarrasser des dépôts provenant de la décomposition du fluide extincteur.
- d) Quand un disjoncteur est complètement fermé, il doit pouvoir supporter sans détérioration les efforts électro-magnétiques produits par le courant correspondant à son pouvoir de fermeture nominal.

49. Conditions normales de fonctionnement correspondant au courant de courte durée admissible ou à la durée admissible de court-circuit nominale

Le courant de courte durée admissible nominal (article 40), ou un courant égal au pouvoir de coupure symétrique nominal supporté pendant la durée de court-circuit admissible nominale (article 41), lorsqu'il est appliqué à un disjoncteur, ne doit provoquer aucun dommage mécanique ni aucune élévation de température qui, ajoutée à la température maximum obtenue avec le courant nominal, en service permanent, soit susceptible de détériorer l'isolement des parties conductrices du courant.

Après le passage du courant, le disjoncteur doit être capable de supporter son courant nominal en service permanent et de pouvoir effectuer les cycles d'opérations spécifiés correspondant aux pouvoirs de fermeture et de coupure nominales.

- III. Any conditions of the neutral of the network in respect of earth (*Note* to Clause 60).
- IV. Any degree of unbalance of current between the poles of the circuit-breaker, provided that the breaking-current in any pole does not exceed the rated breaking-capacity.
- V. For all values of service frequency between 90% and 120% of the rated frequency.

48. Standard Conditions of Behaviour in respect of Breaking-capacity and Making-capacity

When performing up to its rated making-capacity and rated breaking-capacity the behaviour of the circuit-breaker shall comply with the following conditions:

- (a) During operation the circuit-breaker shall neither show signs of excessive distress nor endanger the operator. From dead-tank type oil-immersed circuit-breakers there shall be no outward emission of flame, and the gases produced, together with the oil carried with the gases, shall be conducted from the circuit-breaker and directed away from all live conductors.
For other types of circuit-breakers, flame or metallic particles such as might impair the insulation level of the circuit-breakers, shall not be projected beyond the boundaries specified by the manufacturer.
- (b) After performing the operating-duty the mechanical parts and insulators of the circuit-breaker shall be practically in the same condition as before the performance and the circuit-breaker shall be capable of making, carrying, and breaking its rated normal-current at the higher rated voltage although the making-capacity and the breaking-capacity of the circuit-breaker may be materially reduced.

Note. — Rated normal-current will be included in Chapter II.

- (c) It is understood that after performing an operating-duty it may be necessary to carry out inspection of, and maintenance work on, the circuit-breaker in order to restore it to the original conditions specified by the manufacturer before putting it back into service. For example, the following may be necessary:

- (d) (i) repair or replacement of the arcing-contacts and any other specified renewable parts;
- (ii) renewal or filtration of the oil, or of any other extinguishing medium, and the addition of any quantity of the medium necessary to restore its normal level;
- (iii) removal from the insulators of deposit caused by the decomposition of the extinguishing medium.

A circuit-breaker, when in the fully closed position, shall be capable of withstanding without damage the electro-magnetic forces produced by the rated making-capacity current.

49. Standard Conditions of Behaviour in respect of Short-time Current or of Rated Maximum Duration of Short-circuit

The rated short-time current, when applied to a circuit-breaker (Clause 40), or the rated symmetrical breaking-capacity current, when carried by a circuit-breaker for the rated maximum duration of short-circuit (Clause 41), shall not produce any mechanical damage and shall not cause a temperature-rise that, added to the maximum temperature obtained when carrying the rated normal-current continuously, is likely to damage the insulation of the current-carrying parts.

After the passage of this current the circuit-breaker shall be able to carry its rated normal-current continuously and to perform the operating-duty corresponding to the rated making- and breaking-capacity assigned to it.

TROISIÈME PARTIE — RÈGLES POUR LES ESSAIS DE TYPE

50. Essais de type

Les essais de type ont pour but de vérifier les caractéristiques des disjoncteurs.

Les règles ci-après sont applicables en général à tous les types de disjoncteurs. Il existe cependant des disjoncteurs dont les caractéristiques qui leur sont propres nécessitent, relativement aux essais de vérification de leur fonctionnement lors des courts-circuits, des règles spéciales.

Pour ces disjoncteurs les conditions d'essai qui leur sont spéciales sont indiquées, lorsque c'est nécessaire, dans les articles ci-après.

Les disjoncteurs dont il s'agit sont principalement ceux qui sont munis de déclencheurs série à maximum de courant susceptibles de produire l'un ou plusieurs des effets suivants:

- a) la coupure est si rapide que la durée de passage du courant ne peut être correctement mesurée ou que la première période du courant est déformée par rapport à sa forme sinusoïdale;
- b) le courant de court-circuit est réduit appréciablement, par exemple du fait de l'impédance des déclencheurs série;
- c) la durée du fonctionnement est telle qu'il n'est pas possible d'obtenir la valeur désirée de la composante continue, le début et la durée de la coupure dépendant entièrement dans ce cas de la valeur du courant de court-circuit et des caractéristiques propres du disjoncteur.

51. Courant coupé

Le courant coupé par un disjoncteur au cours des essais de court-circuit doit être mesuré à l'instant de la séparation des contacts, conformément aux indications de la figure 2, et doit être exprimé par les deux valeurs ci-dessous:

- a) *le courant coupé symétrique*, qui est la moyenne des courants coupés symétriques sur tous les pôles.
La différence entre la moyenne de ces courants et les valeurs obtenues sur chaque pôle ne doit pas dépasser 10 pour cent de la valeur moyenne.
- b) *le courant coupé asymétrique*, qui est le courant coupé asymétrique le plus grand obtenu sur l'un quelconque des pôles.

Toutefois, si les caractéristiques du disjoncteur sont telles que le courant de court-circuit est réduit à une valeur inférieure à celle du courant présumé coupé, ou si l'oscillogramme ne permet pas de tracer correctement l'enveloppe des ondes de courant, la valeur moyenne du courant présumé coupé sur tous les pôles (voir l'article 17), mesurée sur l'oscillogramme du courant de court-circuit propre au circuit à l'instant correspondant à la séparation des contacts, sera considérée comme étant le courant coupé. Si cet instant ne peut pas être déterminé correctement, il sera pris comme précédent de deux demi-périodes l'extinction finale de l'arc sur tous les pôles; dans le cas où la durée du court-circuit est inférieure à trois demi-périodes, l'instant de la séparation des contacts sera pris comme se produisant une demi-période après le début de l'établissement du courant sur toutes les phases.

Note. On entend par durée d'une demi-période celle qui correspond à la fréquence du circuit d'essai immédiatement avant l'établissement du court-circuit.

52. Pouvoir de coupure

Le pouvoir de coupure vérifié par un essai est déterminé par:

- a) la tension de rétablissement à fréquence de service obtenue lors de l'essai,
- b) le courant coupé symétrique,
- c) le courant coupé asymétrique,
- d) le facteur d'amplitude et soit la fréquence d'oscillation, soit la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement, évaluée comme indiqué à l'annexe III.

PART III — RULES FOR TYPE-TESTS

50. Type-tests

The type-tests are for the purpose of proving the characteristics of circuit-breakers.

The rules set out below apply in general to all types of circuit-breakers. There are, however, circuit-breakers with such inherent characteristics which warrant special rules in respect of the tests proving their behaviour during short-circuit.

For these circuit-breakers the special test conditions are indicated in the following clauses, where necessary.

Circuit-breakers with these characteristics are mainly those fitted with series trip-coils, making-current releases, or other over-current releases which may cause one or more of the following effects:

- (a) such rapid operation that the current is of too short a duration to allow it to be properly measured, or that it distorts the first maximum current wave from sine-wave form,
- (b) a reduction of short-circuit current to a value appreciably below that which would otherwise be reached, e.g. due to the inherent impedance of series trip-coils,
- (c) time of operation such as to prevent the control of the D.C. component. In this case the initiation of tripping and the time of operation depend entirely on the value of short-circuit current and the inherent characteristics of the circuit-breaker.

51. Breaking-current

The short-circuit current broken by a circuit-breaker shall be measured at the instant of contact separation in accordance with Figure 2 and shall be stated in terms of two breaking-currents as specified below:

- (a) *the symmetrical breaking-current* shall be the average of the symmetrical breaking-current in all the phases.
The breaking-current in any phase shall not vary from the average by more than 10% of the average.
- (b) *the asymmetrical breaking-current* shall be the maximum asymmetrical breaking-current in any phase.

If the characteristics of the circuit-breaker are such that it reduces the short-circuit current value below the prospective breaking-current, or if the oscillogram is such that the current wave envelope cannot be drawn successfully, the average prospective breaking-current (see Clause 17) in all the phases shall be deemed to be the breaking-current and shall be measured from the oscillogram of prospective current at a time corresponding to the instant of contact separation. If the instant of contact separation cannot be satisfactorily determined it shall be taken as being two half-cycles before final extinction of the arc in all phases, or if the duration of short-circuit is less than three half-cycles the instant of contact separation shall be taken as being one half-cycle after the commencement of current flow in all poles.

Note. — The duration of a half-cycle should be taken as equal to that time corresponding to the frequency of the test-circuit immediately before the short-circuit.

52. Breaking-capacity

The breaking-capacity performance in a test shall be stated in terms of:

- (a) the recovery-voltage obtained during the test,
- (b) the symmetrical breaking-current,
- (c) the asymmetrical breaking-current,
- (d) amplitude factor and either the natural frequency or the rate-of-rise of the restriking-voltage, evaluated in accordance with Appendix III.

53. Courant établi (valeur de crête)

Le courant établi par un disjoncteur lors d'un essai est exprimé par le plus grand des courants établis dans les divers pôles.

Toutefois, si la première période du courant est déformée par rapport à la forme sinusoïdale, ou si le courant de court-circuit est réduit du fait du disjoncteur, on mesurera le courant établi sur l'oscillogramme du courant de court-circuit propre au circuit.

54. Pouvoir de fermeture

Le pouvoir de fermeture vérifié lors d'un essai est exprimé par:

- a) la tension appliquée (voir l'article 59)
- b) le courant établi.

55. Conditions de sévérité des essais de pouvoirs de fermeture et de coupure

Les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure sont effectués dans les conditions de sévérité prescrites dans les articles ci-après:

- 56. Etat du disjoncteur avant les essais.
- 57. Conditions de fonctionnement du disjoncteur pendant les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure.
- 58. Etat du disjoncteur après les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure.
- 59. Tension appliquée avant le court-circuit.
- 60. Tension de rétablissement à fréquence de service.
- 61. Tension transitoire de rétablissement propre au circuit d'essai.
- 62. Facteur de puissance du court-circuit.
- 63. Fréquence du circuit d'essai.
- 64. Mise à la terre du circuit d'essai.
- 65. Cycles d'essais.

56. Etat du disjoncteur avant les essais

Le disjoncteur à essayer doit être monté complet sur son propre support ou sur un support équivalent. Son mécanisme de fonctionnement doit être actionné dans des conditions spécifiées et en particulier si le mécanisme est à commande électrique ou pneumatique, il doit être alimenté sous la tension minimum ou bien sous la pression minimum ainsi qu'il est spécifié dans le chapitre II. Il sera vérifié que le disjoncteur fonctionne correctement à vide lorsqu'il est actionné dans les conditions ci-dessus.

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

Suivant sa construction, il doit être essayé comme indiqué ci-après:

- a) Disjoncteur à bac unique. Un disjoncteur ayant tous ses contacts de coupure dans un bac unique doit être essayé comme une unité complète.
- b) Disjoncteur à pôles séparés. Un disjoncteur multipolaire dont chaque pôle constitue une unité séparée doit être essayé de préférence comme un disjoncteur multipolaire complet; mais pour des raisons de commodité, ou en raison de la limitation de pouvoir de court-circuit dont on dispose, on peut essayer séparément un seul pôle comme unité, à condition que ce pôle soit, pour toute la série des essais, équivalent au disjoncteur multipolaire, ou tout au moins qu'il ne soit pas dans une condition plus favorable que ce disjoncteur multipolaire, en ce qui concerne:
 - (i) la vitesse de fermeture,
 - (ii) la vitesse de coupure,
 - (iii) la présence du fluide extincteur,

53. Peak Making-current

The current made by a circuit-breaker during a test shall be expressed by the maximum making-current in any pole.

If the first maximum current wave is distorted from sine-wave form or if the circuit-breaker reduces the short-circuit current, the peak making-current shall be measured from an oscillogram of the prospective short-circuit current.

54. Making-capacity

The making-capacity performance in a test shall be expressed by:

- (a) the applied-voltage (see Clause 59);
- (b) the making-current.

55. Conditions of Severity for Making-capacity and Breaking-capacity Tests

The making-capacity and breaking-capacity tests shall be carried out under the conditions of severity specified in the following clauses:

- 56. Condition of circuit-breaker before test.
- 57. Conditions of behaviour of circuit-breaker during making-capacity and breaking-capacity tests.
- 58. Condition of circuit-breaker after making-capacity and breaking-capacity tests.
- 59. Applied-voltage before short-circuit.
- 60. Recovery-voltage.
- 61. Inherent restriking-voltage of the test circuit.
- 62. Short-circuit power-factor.
- 63. Test-frequency.
- 64. Earthing of test-circuit.
- 65. Test-duties.

56. Condition of Circuit-breaker before Test

The circuit-breaker for test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support. Its operating mechanism shall be operated in the manner specified and in particular, if it is electrically or pneumatically operated, it shall be operated at the minimum voltage or air-pressure respectively, as specified in Chapter II. It shall be shown that the circuit-breaker will operate satisfactorily under the above conditions at no load.

The circuit-breaker for test shall truly conform in all its details to certified drawings of its type.

It shall be tested according to its type as follows:

- (a) Single-enclosure type. A circuit-breaker having all its arcing-contacts supported within a common enclosure shall be tested as a complete unit.
- (b) Multi-enclosure type. A multipole circuit-breaker in which each pole is a separate unit shall be tested preferably as a complete multipole circuit-breaker, but for convenience, or owing to limitation of available short-circuit power, one single-pole unit of the circuit-breaker may be tested, provided that it is equivalent to, or not in a more favourable condition than, the complete multipole circuit-breaker over the range of tests in respect of:
 - (i) speed of make,
 - (ii) speed of break,
 - (iii) availability of arc-extinguishing medium,

- (iv) la puissance et la robustesse du mécanisme d'ouverture et de fermeture,
- (v) la rigidité de la structure.

Pour les essais de disjoncteurs munis de déclencheurs série directs à maximum de courant, les déclencheurs doivent être installés du côté de l'alimentation du circuit d'essai, et réglés dans les conditions suivantes:

A. Pour les cycles d'essais N°s 1 à 5 (article 65)

Les déclencheurs utilisés doivent avoir le plus fort courant nominal prévu pour montage sur le disjoncteur, et ils doivent être réglés avec le courant de fonctionnement et le retard:

maxima pour les cycles d'essais N°s 1 à 4,
minima pour le cycle d'essai N° 5.

Nota. — Lorsque le retard est trop grand pour permettre un enregistrement convenable à l'oscillographe, il est permis d'utiliser un temps de réglage plus court, ou encore, de supprimer l'action de l'appareil de temporisation dans le cas des seuls essais N°s 1 et 2.

B. Pour les essais de courant de courte durée admissible (article 66)

Les déclencheurs utilisés doivent avoir le plus faible courant nominal prévu pour montage sur le disjoncteur, et ils doivent être réglés avec le courant de fonctionnement maximum et le retard maximum.

Si le disjoncteur peut être utilisé sans les déclencheurs il doit également être essayé les déclencheurs étant retirés.

57. Conditions de fonctionnement du disjoncteur pendant les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure

Lorsque l'on fait les essais dans les limites nominales de pouvoirs de fermeture et de coupure spécifiées, le fonctionnement du disjoncteur doit satisfaire aux conditions de l'article 48 (a).

De plus, pour les disjoncteurs autres que ceux à bain d'huile, s'il y a une émission appréciable de flammes ou de particules métalliques, le client peut demander que les essais de court-circuit soient effectués avec des écrans métalliques placés au voisinage des parties sous tension et à la distance précisée par le constructeur.

Les écrans devront être isolés de la terre, mais y être reliés à travers un dispositif convenable permettant de déceler le passage d'un courant à la terre.

Ce dispositif ne devra indiquer aucun passage de courant pendant les essais.

58. Etat du disjoncteur après les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure

A la suite d'un des cycles d'essais indiqués à l'article 65, le disjoncteur doit répondre aux conditions de l'article 48 (b).

Il est admis que, entre chaque cycle d'essais, les appareils soient remis dans l'état initial comme indiqué à l'article 48 (c). Toutefois, aucune remise en état n'est permise entre les cycles d'essais N°s 4a et 4b de l'article 65, sous réserve de l'exception prévue à cet article.

59. Tension appliquée avant le court-circuit

La tension appliquée avant le court-circuit est la tension efficace dans le circuit d'essai, immédiatement avant l'essai.

La différence entre la valeur moyenne de la tension appliquée sur toutes les phases et la valeur de la tension appliquée sur chaque phase, ne doit pas dépasser 5 pour cent de la valeur moyenne.

La tension appliquée peut être ajustée de façon à obtenir la tension de rétablissement demandée, pourvu que sa valeur moyenne demeure dans les limites indiquées ci-après:

- (iv) power and strength of closing and tripping mechanism,
- (v) rigidity of structure.

Circuit-breakers fitted with series trip-coils or over-current release coils shall be arranged for test as specified below and such trip-coils and over-current release coils shall be connected to the live side of the test-circuit:

A. For test-duties No. 1 to No. 5 (Clause 65)

With the coil of the maximum current-rating set to operate at the maximum current and maximum time-delay for test-duties Nos. 1, 2, 3 and 4 and at the minimum current and minimum time-delay for test-duty No. 5.

Note. — When the time-delay is too great for convenient oscillographic recording it shall be permissible to use a smaller time-delay setting or to render the time-delay device inoperative for test-duties No. 1 and 2 only.

B. For short-time current tests (Clause 66)

With the coil of the minimum current-rating set to operate at the maximum current and maximum time-delay.

If the circuit-breaker can be used without the series trip-coils it shall also be tested without them.

57. Conditions of Behaviour of Circuit-breaker during Making-capacity and Breaking-capacity Tests

When tested up to the specified rated making-capacity and rated breaking-capacity the behaviour of the circuit-breaker shall be in accordance with Clause 48(a).

Furthermore, for types other than oil circuit-breakers, if there is an appreciable emission of flame or metallic particles, the purchaser may require that the short-circuit tests shall be made with metallic screens placed in the vicinity of the live parts separated from them by a clearance distance which the maker shall specify.

The screen shall be insulated from earth, but connected thereto by a suitable device to indicate any leakage current to earth.

There shall be no indication of leakage current during the tests.

58. Condition of Circuit-breaker after Making-capacity and Breaking-capacity Tests

After performing any test-duty in accordance with Clause 65, the circuit-breaker shall comply with the requirement of Clause 48(b).

Between test-duties, the circuit-breaker may be restored to the initial condition indicated in Clause 48(c), but no such repairs shall be made between test-duties Nos. 4(a) and 4(b) of Clause 65 with the exception mentioned in this clause.

59. Applied-voltage before Short-circuit

The applied-voltage before short-circuit is the r.m.s. voltage of the test-circuit immediately before the test.

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

The applied-voltage may be adjusted to produce the required recovery-voltage provided that its average value remains within the limits stated below:

I. Pour les essais de pouvoir de coupure:

- a) Pour les essais d'un disjoncteur complet bipolaire, en monophasé, ou tripolaire en triphasé, la valeur de la tension appliquée avant le court-circuit ne doit pas être supérieure à 135 pour cent de la tension de rétablissement à fréquence de service spécifiée.
- b) Pour les essais en monophasé d'un seul pôle d'un disjoncteur triphasé la tension appliquée avant le court-circuit ne doit pas être supérieure à 135 pour cent de la valeur donnée par la formule:

$$\frac{\text{Tension de rétablissement à fréquence de service spécifiée} \times 1,5}{\sqrt{3}}$$

(exception voir *Nota* de l'article 60)

- c) Pour les essais d'un disjoncteur unipolaire pour courant monophasé, la valeur de la tension appliquée avant le court-circuit ne doit pas être supérieure à 135 pour cent de la tension de rétablissement à fréquence de service spécifiée.

II. Pour les essais de pouvoir de fermeture. La valeur moyenne de la tension appliquée avant le court-circuit ne doit pas être inférieure à la tension nominale la plus élevée spécifiée et, sauf accord spécial du constructeur, ne doit pas excéder 110 pour cent de cette tension.

III. Pour les essais combinés de pouvoirs de fermeture et de coupure. La tension appliquée avant le court-circuit doit être en accord à la fois avec les paragraphes I et II ci-dessus (voir aussi l'article 65, Cycles d'essais N°s 4, 4a et 4b).

60. **Tension de rétablissement à fréquence de service**

La tension de rétablissement à fréquence de service d'un circuit d'essai doit être exprimée de la même façon que la tension nominale (c'est-à-dire que ce sera la tension entre phases). Elle peut être exprimée aussi comme un pourcentage de la tension nominale. Par exemple, une tension de rétablissement à fréquence de service de 100 pour cent veut dire une tension de rétablissement à fréquence de service égale à la tension nominale.

Pour les opérations d'ouverture de l'article 65, la tension de rétablissement à fréquence de service du circuit d'essai doit être au moins égale à 95 pour cent de la tension nominale spécifiée la plus élevée.

Pour obtenir la tension de rétablissement à fréquence de service désirée, la tension avant le court-circuit (tension appliquée) peut être augmentée jusqu'à la limite imposée par l'article 59, ou bien on peut augmenter temporairement l'excitation de l'alternateur de la station d'essai, pendant la période de court-circuit.

La tension de rétablissement du circuit d'essai doit être la valeur moyenne des tensions de rétablissement de toutes les phases. Elle est déterminée comme indiqué dans les paragraphes I, II et III ci-dessous:

I. *Tension de rétablissement à fréquence de service mesurée durant l'essai.*

La tension de rétablissement à fréquence de service des circuits d'essai peut être mesurée selon une des deux ou les deux méthodes suivantes:

Méthode A. — Entre les bornes d'entrée des pôles du disjoncteur, c'est-à-dire entre phases.

Méthode B. — Entre les bornes de chaque pôle du disjoncteur dans chaque phase du circuit d'essai. Les tensions relevées doivent alors être multipliées par le coefficient correspondant au genre du circuit pour obtenir la tension de rétablissement à fréquence de service.

II. *Mesure des oscillogrammes de la tension de rétablissement à fréquence de service.*

L'oscillogramme de la tension de rétablissement à fréquence de service est mesuré dans l'intervalle de temps de $\frac{1}{2f}$ et $\frac{1}{f}$ après extinction finale de l'arc comme indiqué sur la figure 4, page 46.

La distance verticale (V_1 , V_2 et V_3 respectivement) entre la crête de la deuxième demi-onde et la ligne droite tracée entre les crêtes des demi-ondes précédentes et suivantes est mesurée, et après avoir été divisée par $2\sqrt{2}$ et multipliée par le coefficient d'étalonnage approprié, donne la valeur efficace de la tension de rétablissement à fréquence de service enregistrée.

I. For breaking-capacity tests:

- (a) For single-phase tests of a complete two-pole circuit-breaker, or three-phase tests of a three-pole circuit-breaker, the value of the applied-voltage before short-circuit shall not exceed 135% of the specified recovery-voltage.
- (b) For single-phase tests of a single pole of a three-phase circuit-breaker, the applied-voltage before short-circuit shall not exceed 135% of the value given by the formula:

$$\frac{\text{Specified recovery-voltage} \times 1.5}{\sqrt{3}} \quad (\text{for exception see Note to Clause 60})$$

- (c) For tests of a single-pole circuit-breaker for single-phase current the value of applied-voltage before short-circuit shall not exceed 135% of the specified recovery-voltage.

II. For making-capacity tests. The average value of the applied-voltage before short-circuit shall be not less than the specified higher rated voltage and shall not exceed this value by more than 10% unless with the special agreement of the manufacturer.

III. For combined making-capacity and breaking-capacity tests. The applied-voltage before short-circuit shall be in accordance both with Paragraphs I and II above (see also Clause 65, Test-duties Nos. 4, 4a and 4b).

60. Recovery-voltage

The recovery-voltage of the test-circuit shall be stated in the same terms as the rated voltage (namely, a voltage between phases) and it may also be stated as a percentage of the rated voltage. Thus, a 100% recovery-voltage indicates a recovery-voltage equal to the rated voltage.

For the opening operations of Clause 65, the recovery-voltage of the test-circuit shall be not less than 95% of the specified higher rated voltage.

In order to obtain the required recovery-voltage the voltage before short-circuit (applied-voltage) may be increased to the limit imposed by Clause 59, or the testing-generator may have its excitation temporarily increased during the short-circuit period.

The recovery-voltage of a test-circuit shall be the average value of the recovery-voltages in all phases. It shall be determined in accordance with Paragraphs I, II and III below:

I. Recovery-voltages measured during the test.

The recovery-voltages of the test-circuit shall be measured by one or both of the following methods:

Method A. — Between the incoming terminals of the poles of the circuit-breaker, i.e. between phases.

Method B. — Between the terminals of each pole of the circuit-breaker in each phase of the test-circuit as values that require to be multiplied by the phase-factor of the circuit in order to state the recovery-voltages.

II. Measurement of recovery-voltage oscillograms.

The oscillogram of recovery-voltage shall be measured within the time-interval of $\frac{1}{2f}$ and $\frac{1}{f}$ after final arc-extinction, in accordance with Figure 4, page 47.

The vertical distance (V_1 , V_2 and V_3 respectively) between the peak of the second half-wave and a straight line drawn between the respective peaks of the preceding and succeeding half-waves shall be measured, and this, when divided by $2\sqrt{2}$ and multiplied by the appropriate calibration, gives the r.m.s. value of the recovery-voltage recorded.

III. Détermination de la tension de rétablissement à fréquence de service moyenne.

- a) D'après les tensions de rétablissement mesurées par la méthode A. Prendre la moyenne des tensions de rétablissement mesurées entre phases.
- b) D'après les tensions de rétablissement mesurées par la méthode B:
 - (i) Prendre la moyenne des tensions mesurées entre les bornes de tous les pôles;
 - (ii) Multiplier la moyenne ainsi trouvée par le facteur de puissance ou le coefficient approprié parmi ceux indiqués ci-après pour différents types de disjoncteurs et de circuits d'essai.

Types de disjoncteurs et de circuits d'essai	Facteur de puissance ou Coefficient
Disjoncteur unipolaire essayé sur un circuit d'essai monophasé	1
Disjoncteur bipolaire essayé sur un circuit d'essai monophasé	2
Disjoncteur tripolaire essayé sur un circuit d'essai triphasé	1,73
Pôle séparé de disjoncteur tripolaire essayé sur un circuit d'essai monophasé	$\frac{\sqrt{3}}{1,5} = 1,15$

Note. — Disjoncteurs pour réseaux à neutre effectivement mis à la terre (voir l'article 47 c) III et l'article 59 I b).

Dans certains réseaux, un utilisateur peut trouver, après un examen particulier, que les courts-circuits n'intéressant pas la terre ne sont pas à prendre en considération. Si, sur un tel réseau, le neutre est effectivement mis à la terre, il pourra être tenu compte du fait que la tension de rétablissement à fréquence de service aux bornes du pôle du disjoncteur qui coupe le premier n'excède pas $\frac{1,3}{\sqrt{3}}$ fois la tension entre phases.

Lorsqu'il sera procédé à des essais sur un circuit monophasé à un disjoncteur spécifié pour être utilisé seulement sur de tels réseaux, la tension de rétablissement à fréquence de service pourra être réduite en conséquence et le coefficient indiqué à l'article 59 I b) et au tableau ci-dessus porté de

$$\frac{\sqrt{3}}{1,5} = 1,15 \text{ à } \frac{\sqrt{3}}{1,3} = 1,33.$$

Cette condition spéciale d'essai n'est applicable qu'aux disjoncteurs de tension nominale supérieure à 100 kV et la restriction d'emploi correspondante devra être indiquée nettement et complètement sur la plaque signalétique et dans le rapport d'essai de type.

61. Tension transitoire de rétablissement propre au circuit d'essai

La tension transitoire de rétablissement propre au circuit d'essai doit être déterminée par des méthodes telles que les appareils servant à provoquer et à relever l'oscillation soient sans influence pratique sur cette oscillation.

Pour les circuits triphasés, la tension transitoire de rétablissement s'entend à la coupure d'une phase, les deux autres étant en court-circuit sans aucune connexion entre le point neutre de la source d'alimentation et le défaut.

Pour les cycles d'essais N°s 4 et 5 de l'article 65, le facteur d'amplitude et la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement ou sa fréquence d'oscillation évalués comme indiqué à l'annexe III devront être au moins égaux aux valeurs spécifiées.

Pour les cycles d'essais N°s 1, 2 et 3 les valeurs obtenues lors des essais doivent être indiquées dans le rapport d'essais.

62. Facteur de puissance du court-circuit

Le facteur de puissance sur chaque phase doit être déterminé suivant l'une des méthodes indiquées à l'annexe I.

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

III. Determination of average recovery-voltage.

- (a) From recovery-voltages measured by Method A. Determine the average of the recovery-voltages measured between the phases.
- (b) From recovery-voltages measured by Method B:
 - (i) Determine the average value of the voltages measured between the terminals of all poles;
 - (ii) Multiply the average so found by the phase-factor or coefficient as given below for various types of circuit-breakers and test-circuits.

Type of circuit-breaker and test-circuit	Phase-factor or Coefficient
Single-pole circuit-breaker in a single-phase test-circuit	1
Two-pole circuit-breaker in a single-phase test-circuit	2
Three-pole circuit-breaker in a three-phase test-circuit	1.73
Single-pole unit of a three-phase circuit-breaker in a single-phase test-circuit	$\frac{\sqrt{3}}{1.5} = 1.15$

Note. — Circuit-breakers for effectively earthed systems (see Clause 47c) Item III and Clause 59 Ib).

In certain systems, a user may find after special consideration that short-circuits isolated from earth need not be taken into consideration. If in such a system the neutral is effectively earthed, advantage may then be taken of the fact that the recovery-voltage at the terminals of the pole of the circuit-breaker which breaks first, will not exceed $\frac{1.3}{\sqrt{3}}$ times the voltage between the phases.

When single-phase tests are made on circuit-breakers stated to be used only on such systems, the recovery-voltage may be correspondingly reduced and the coefficient indicated in Clause 59 Ib) and in the above table is increased from

$$\frac{\sqrt{3}}{1.5} = 1.15 \text{ to } \frac{\sqrt{3}}{1.3} = 1.33.$$

This special testing condition should be applied only for rated voltages above 100 kV and the corresponding limitation in use should be indicated clearly and completely on the name-plate and in the type-test report.

61. Inherent Restriking-voltage of the Test-circuit

The inherent restriking-voltage of the test-circuit shall be determined by such a method as will produce and measure the oscillation without materially influencing it.

For three-phase circuits the inherent restriking-voltage refers to the opening of one phase with the other two phases short-circuited without any connection from the neutral point of the source to the fault.

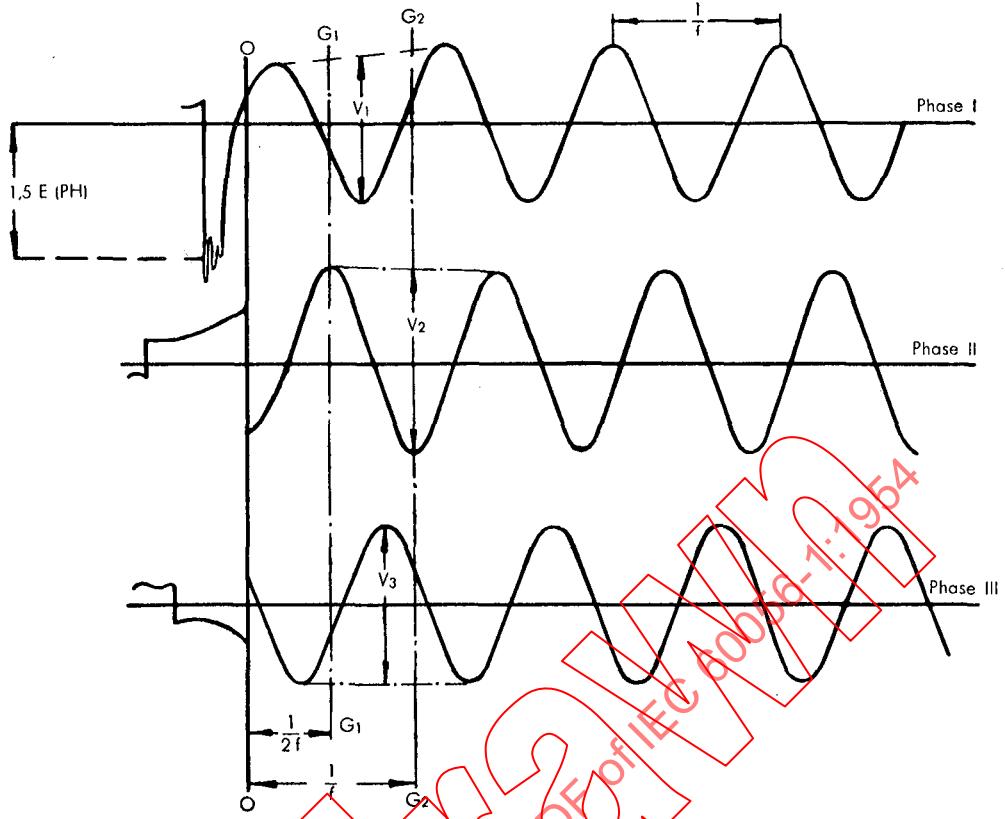
For test-duties Nos. 4 and 5 of Clause 65 the amplitude factor and either the rate-of-rise of restriking-voltage or the natural frequency evaluated in accordance with Appendix III shall be at least equal to the specified values.

For test-duties Nos. 1, 2 and 3 the values obtained on test shall be stated in the test-report.

62. Short-circuit Power-factor

The power-factor in each phase shall be determined in accordance with one of the methods described in Appendix I.

The power-factor of a polyphase circuit shall be taken as the average of the power-factors in each phase.



Phase I = Première phase qui coupe

OO = Instant de l'extinction finale des arcs sur tous les pôles

$G_1 G_1$ = Instant $\frac{1}{2f}$ secondes depuis OO

$G_2 G_2$ = Instant $\frac{1}{f}$ secondes depuis OO

f = Fréquence de service.

$\frac{V_1}{2\sqrt{2}}$ = Tension de la phase I

$\frac{V_2}{2\sqrt{2}}$ = Tension de la phase II

$\frac{V_3}{2\sqrt{2}}$ = Tension de la phase III

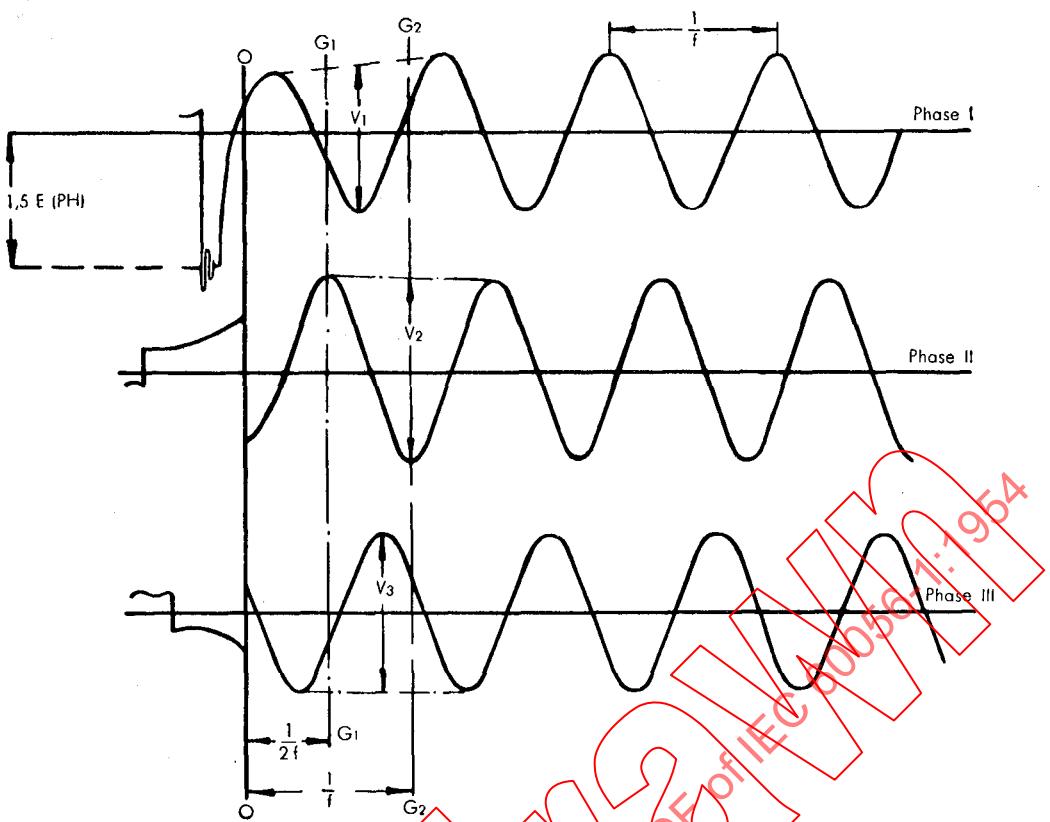
Dans la phase II, le maximum de tension se produit exactement à l'instant $G_1 G_1$.
Dans un tel cas, la mesure est faite à l'intervalle $G_2 G_2$ qui suit.

$$\text{Moyenne des tensions des phases I, II et III} = \left(\frac{\frac{V_1}{2\sqrt{2}} + \frac{V_2}{2\sqrt{2}} + \frac{V_3}{2\sqrt{2}}}{3} \right)$$

$$\text{Tension de rétablissement à fréquence de service du circuit d'essai} = \left(\frac{\frac{V_1}{2\sqrt{2}} + \frac{V_2}{2\sqrt{2}} + \frac{V_3}{2\sqrt{2}}}{3} \right) \times \sqrt{3}$$

FIG. 4. DÉTERMINATION DE LA TENSION DE RÉTABLISSEMENT A FRÉQUENCE DE SERVICE

L'exemple montre les trois tensions obtenues par la méthode B pendant l'essai sur un disjoncteur tripolaire dans un circuit d'essai triphasé, avec un de ses points neutres isolés, et par conséquent produisant dans la première phase qui coupe un accroissement momentané de 50 pour cent de la tension de rétablissement, comme montré sur la phase I.



Phase I = First phase to clear

OO = Instant of final arc-extinction on all phases

G_1G_1 = Instant $\frac{1}{2f}$ second from OO

G_2G_2 = Instant $\frac{1}{f}$ second from OO

f = Test-frequency

$\frac{V_1}{2\sqrt{2}}$ = Voltage of Phase I

$\frac{V_2}{2\sqrt{2}}$ = Voltage of Phase II

$\frac{V_3}{2\sqrt{2}}$ = Voltage of Phase III

In Phase II a voltage peak occurs exactly at instant G_1G_1 .
In such event measurement is made at later instant G_2G_2 .

Average voltage of Phases I, II and III =

$$\frac{\left(\frac{V_1}{2\sqrt{2}} + \frac{V_2}{2\sqrt{2}} + \frac{V_3}{2\sqrt{2}} \right)}{3}$$

Recovery-voltage of test-circuit

$$= \frac{\left(\frac{V_1}{2\sqrt{2}} + \frac{V_2}{2\sqrt{2}} + \frac{V_3}{2\sqrt{2}} \right)}{3} \times \sqrt{3}$$

FIG. 4. DETERMINATION OF RECOVERY-VOLTAGE

The example illustrates three voltages obtained by Method B during a test upon a three-pole circuit-breaker in a three-phase test-circuit having one of its neutral points insulated, thus producing momentarily in the first phase to clear a 50% increase in the recovery-voltage, as shown in Phase I.

Lors des essais, cette valeur moyenne ne doit pas être supérieure à 0,15.

La différence entre la valeur moyenne et les valeurs maximum et minimum des facteurs de puissance dans les différentes phases ne doit pas dépasser 25 pour cent de la valeur moyenne.

63. Fréquence du circuit d'essai

Les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être effectués à la fréquence nominale du disjoncteur avec une tolérance de \pm 25 pour cent.

64. Mise à la terre du circuit d'essai

- a) Disjoncteur tripolaire essayé en triphasé. — Le disjoncteur (avec son bâti mis à la terre comme en service) doit être branché dans un circuit ayant le point neutre de l'alimentation isolé et le point neutre du court-circuit triphasé mis à la terre ou vice-versa, si l'essai ne peut être effectué que de cette dernière façon. Dans tous les cas, il doit être fait mention sur le rapport d'essai du procédé de mise à la terre adopté.
- b) Disjoncteur unipolaire essayé sur circuit monophasé. — Le circuit et le bâti du disjoncteur doivent être connectés de façon que la différence de tension entre les pièces sous tension et la masse dans le disjoncteur soit la même après la coupure qu'en service normal. Il doit être fait mention sur le rapport d'essai du procédé de mise à la terre adopté.
- c) Pôle séparé d'un disjoncteur tripolaire pour circuit triphasé, essayé en monophasé. — Le circuit et le bâti du disjoncteur doivent être connectés de façon que la différence de tension entre les pièces sous tension et la masse, soit, après la coupure, la même que celle qui existerait si le disjoncteur avait été essayé complet sur circuit triphasé comme indiqué en (a) — (Par exemple, un disjoncteur avec une cuve destinée à être mise à la terre doit être essayé dans un circuit dont un des pôles est connecté à la cuve). Il doit être fait mention sur le rapport d'essai du procédé de mise à la terre adopté. Des exemples de mise à la terre des circuits d'essais sont indiqués sur la figure 5, page 50.

65. Cycles d'essais

Les essais normaux consistent en une série de cycles d'essais comme spécifié ci-après.

Dans ce qui suit:

O désigne une opération d'ouverture,

C désigne une opération de fermeture,

CO désigne une opération de fermeture suivie immédiatement d'une opération d'ouverture,

t , t' et t'' désignent pour les appareils autres que les appareils à refermeture rapide les intervalles, de temps entre deux opérations successives,

Θ désigne le temps mort d'ouverture des disjoncteurs à refermeture rapide.

Les essais doivent être faits avec les intervalles de temps spécifiés. En l'absence d'indication sur ces intervalles et pour les disjoncteurs autres que ceux à refermeture automatique, les essais seront faits conformément aux cycles d'opérations nominaux définis à l'article 43, avec les intervalles de temps suivants:

$$t = t' = 3 \text{ minutes},$$

$$t'' = 15 \text{ secondes}.$$

Lorsque, avec les intervalles de temps spécifiés, il y a des difficultés à remplir toutes les prescriptions de cet article, les intervalles de temps pour les essais devront faire l'objet d'un accord entre le constructeur et son client.

Pour les disjoncteurs à refermeture automatique, susceptibles d'être utilisés avec des temps t , t' , t'' ou Θ réglables entre des limites déterminées, les cycles d'essais N°s 1, 2 et 3 sont faits avec la valeur minimum de réglage et les cycles d'essais N°s 4 et 5 sont faits avec la valeur minimum de réglage et répétés avec la valeur maximum de réglage.

During the tests, this average value shall not exceed 0.15.

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

63. Test-frequency

The making-capacity and breaking-capacity tests shall be carried out at the rated frequency of the circuit-breaker with a tolerance of $\pm 25\%$.

64. Earthing of Test-circuit

- (a) Three-phase tests of a three-pole circuit-breaker. — The circuit breaker (with its structure earthed as in service) shall be connected in a circuit having the neutral point of the supply isolated and the neutral point of the three-phase short-circuit earthed, or vice versa, if the test can be made only in the latter way. In either case, the connections used shall be indicated in the test-report.
- (b) Single-phase tests of a single-pole circuit-breaker. — The circuit and the circuit-breaker structure shall be so connected that the voltage conditions between live parts and earth within the circuit-breaker after arc extinction reproduce the service-voltage conditions. The connections used shall be indicated in the test-report.
- (c) Single-phase tests of a single-pole unit of a three-phase circuit-breaker. — The circuit and the circuit-breaker structure shall be so connected that the voltage conditions between live parts and the structure after arc extinction are the same as those that would exist in a three-phase circuit-breaker if tested in accordance with paragraph (a). (For example, a circuit-breaker with a tank normally earthed shall be tested in a circuit one pole of which is connected to the tank). The connections used shall be indicated in the test-report. Examples of the earthing of test-circuits are indicated in Figure 5, page 51.

65. Test-duties

The standard tests shall consist of a series of test-duties as specified below.

In these:

- O represents an opening operation,
- C represents a closing operation,
- CO represents a closing operation followed immediately by an opening operation,
- t , t' and t'' represent time intervals between successive operations of circuit-breakers not intended for rapid auto-reclosing,
- θ represents the dead time of circuit-breakers intended for rapid auto-reclosing.

The tests shall be made with the time intervals specified. If the time intervals are not specified and except for circuit-breakers intended for auto-reclosing, the tests shall be made in accordance with the rated operating-duties specified in Clause 43 with the following time intervals:

$$t = t' = 3 \text{ minutes}, \\ t'' = 15 \text{ seconds}.$$

If, with the time intervals specified, it is difficult to comply with all the requirements of this clause, the time intervals for test shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

For circuit-breakers for auto-reclosing, intended to be used with times t , t' , t'' or θ , adjustable between specified limits, test-duties Nos. 1, 2 and 3 shall be made with the minimum value of the adjustable time and the test-duties Nos. 4 and 5 shall be made with the minimum and repeated with the maximum values of the adjustable time.

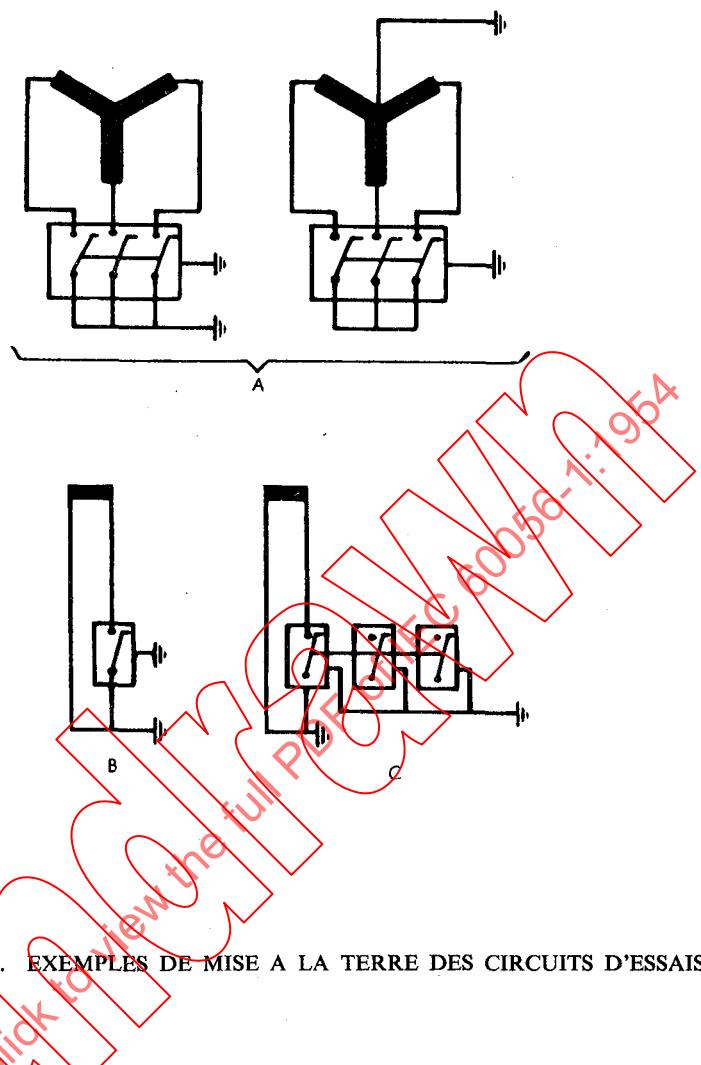


FIG. 5. EXEMPLES DE MISE A LA TERRE DES CIRCUITS D'ESSAIS

Les cycles d'essais Nos 1, 2 et 3 seront effectués avec la tension nominale la plus élevée.

Les cycles d'essais Nos 4 et 5 devront être faits soit à la tension nominale la plus élevée, soit à la tension nominale la plus basse (avec le courant correspondant) suivant la condition la plus sévère. Lorsqu'il n'est pas possible de démontrer laquelle des deux conditions est la plus sévère, les cycles d'essais Nos 4 et 5 devront être faits à la tension nominale la plus élevée et répétés à la tension nominale la plus basse.

Toutefois, à l'initiative du constructeur, il pourra n'être exécuté qu'une seule série des cycles d'essais Nos 4 et 5, sous la tension nominale la plus élevée et avec le courant correspondant à la tension nominale la plus basse.

Pour les cycles d'essais Nos 1, 2, 3 et 4 spécifiés ci-après, la valeur de la composante apériodique du courant coupé (I_{DC} sur la figure 2) ne devra pas être supérieure dans aucune phase à 20 pour cent de la composante alternative spécifiée (I_{AC} sur la figure 2), et pour le cycle d'essai N° 5, le courant coupé devra inclure dans une phase durant chaque opération de coupure, une composante apériodique au moins égale à 50 pour cent de la composante alternative; toutefois, pour les disjoncteurs munis de déclencheurs série directs à maximum de courant installés comme indiqué à l'article 56, dont le début et la durée de la coupure dépendent entièrement de la valeur du courant de court-circuit et des caractéristiques propres du disjoncteur, la composante apériodique pourra être plus grande que ce qui est spécifié pour les cycles d'essais N°s 1 à 4 et plus faible que ce qui est spécifié pour le cycle d'essai N° 5.

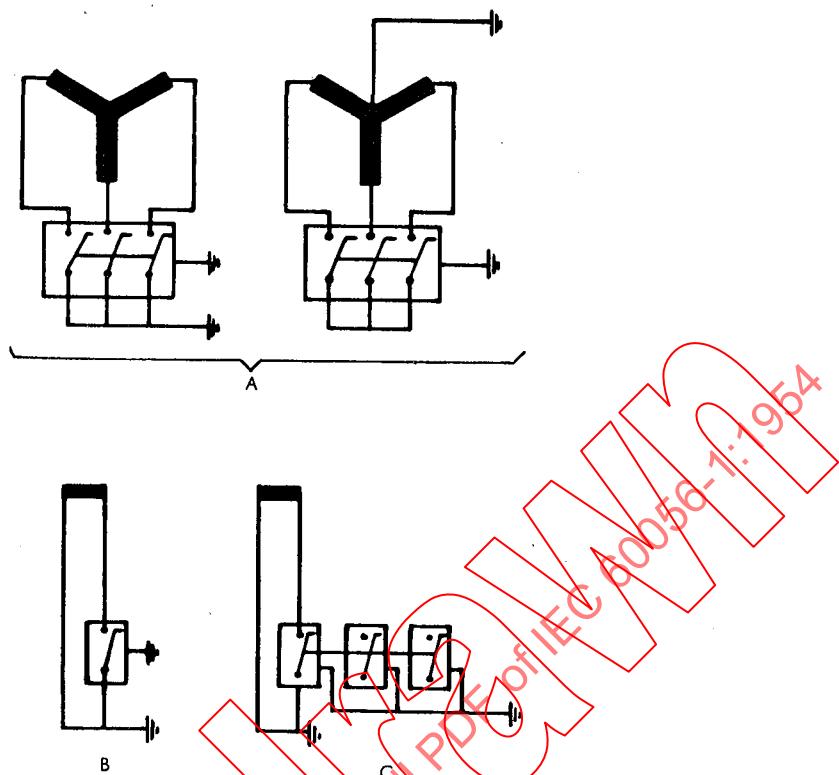


FIG. 5. EXAMPLES OF EARTHING OF TEST-CIRCUITS

The test-duties Nos. 1, 2 and 3 shall be made with the higher rated voltage.

Test-duties Nos. 4 and 5 shall be made either at the higher or at the lower rated voltage (with the corresponding current) whichever is the more severe condition. When evidence is not available to show which is the more severe condition, test-duties Nos. 4 and 5 shall be made with the higher rated voltage and repeated with the lower rated voltage.

However, at the instigation of the manufacturer, only one series of test-duties Nos. 4 and 5 may be made at the higher rated voltage and the current corresponding to the lower rated voltage.

For test-duties Nos. 1, 2, 3 and 4 specified below, the breaking-current in any phase shall not include a D.C. component (quantity I_{DC} in Figure 2) in excess of 20% of the specified A.C. component (quantity I_{AC} in Figure 2) and for test-duty No. 5, the breaking-current in any one phase during each breaking-operation shall include a D.C. component, not less than 50% of the A.C. component. However, for circuit-breakers provided with series trip-coils or over-current release coils and for which the initiation of tripping and the time of operation depend entirely on the value of short-circuit current and the inherent characteristics of the circuit-breaker when in a condition for test as set out in Clause 56, the D.C. component may be greater than that specified for test-duties Nos. 1 to 4 and less than that specified for test-duty No. 5.

Cycle d'essai N° 1

$O - t - O - t' - O$ A 10 pour cent environ du pouvoir de coupure symétrique nominal.
ou
 $O - t'' - O$
ou
 $O - \theta - O$
suivant le cycle d'opération marqué sur la plaque signalétique.

Cycle d'essai N° 2

$O - t - O - t' - O$ A 30 pour cent environ du pouvoir de coupure symétrique nominal.
ou
 $O - t'' - O$
ou
 $O - \theta - O$
suivant le cycle d'opération marqué sur la plaque signalétique.

Cycle d'essai N° 3

$O - t - O - t' - O$ A 60 pour cent environ du pouvoir de coupure symétrique nominal.
ou
 $O - t'' - O$
ou
 $O - \theta - O$
suivant le cycle d'opération marqué sur la plaque signalétique.

Pour les cycles d'essais N°s 1, 2 et 3 ci-dessus, les courants coupés pourront différer des valeurs spécifiées de ± 20 pour cent au plus.

Cycle d'essai N° 4

$O - t - CO - t' - CO$ A au moins 100 pour cent du pouvoir de coupure symétrique nominal
ou
 $O - t'' - CO$
ou
 $O - \theta - CO$
suivant le cycle d'opération marqué sur la plaque signalétique.

Pour les disjoncteurs qui ne sont pas à refermeture rapide, ou lorsque au cours des essais en monophasé indiqués ci-dessus il est impossible d'obtenir une composante apériodique qui soit dans les limites prévues, ou si le décrément du courant de court-circuit est tel que, pour obtenir la tension de rétablissement et le courant coupé spécifiés, il est nécessaire d'utiliser une tension appliquée ou un courant établi qui soit supérieur à 110 pour cent ou inférieur à 100 pour cent de la tension nominale et du pouvoir de fermeture nominal, les essais de pouvoirs de fermeture et de coupure du cycle d'essai N° 4 peuvent être faits séparément comme suit:

Cycle d'essai N° 4a : Essais de fermeture

$C - t' - C$ correspondant au cycle d'opération $O - t - CO - t' - CO$ ou
 C correspondant au cycle d'opération $O - t'' - CO$

Cycle d'essai N° 4b : Essais de coupure

$O - t - O - t' - O$ correspondant au cycle d'opération $O - t - CO - t' - CO$ ou
 $O - t'' - O$ correspondant au cycle d'opération $O - t'' - CO$

Dans ce cas, aucune remise en état n'est permise entre les cycles d'essais N°s 4a et 4b.

Test-duty No. 1

$O - t - O - t' - O$ At about 10% of the rated symmetrical breaking-capacity.
or
 $O - t'' - O$
or
 $O - \Theta - O$
depending on the operating-duty marked on the name-plate.

Test-duty No. 2

$O - t - O - t' - O$ At about 30% of the rated symmetrical breaking-capacity.
or
 $O - t'' - O$
or
 $O - \Theta - O$
depending on the operating-duty marked on the name-plate.

Test-duty No. 3

$O - t - O - t' - O$ At about 60% of the rated symmetrical breaking-capacity.
or
 $O - t'' - O$
or
 $O - \Theta - O$
depending on the operating-duty marked on the name-plate.

For test-duties Nos. 1, 2 and 3 above, the breaking-currents may depart from the specified values by not more than $\pm 20\%$ of the specified values.

Test-duty No. 4

$O - t - CO - t' - CO$ At not less than 100% of the rated symmetrical breaking-capacity and
or
not less than 100% of the rated making-capacity.
 $O - t'' - CO$
or
 $O - \Theta - CO$
depending on the operating-duty marked on the name-plate.

For circuit-breakers which are not intended for rapid auto-reclosing, or when making single-phase tests as mentioned above if it is impossible to obtain a D.C. component within the specified limits, or if the decrement of the short-circuit current is such that to obtain the specified recovery-voltage and breaking-current it is necessary to have an applied-voltage or a making-current greater than 110% or less than 100% of the rated voltage and the rated making-capacity, the making-capacity and breaking-capacity tests in test-duty No. 4 may be made separately as follows:

Test-duty No. 4a : Making tests

$C - t' - C$ for operating-duty $O - t - CO - t' - CO$ or
 C for operating-duty $O - t'' - CO$

Test-duty No. 4b : Breaking tests

$O - t - O - t' - O$ for operating-duty $O - t - CO - t' - CO$ or
 $O - t'' - O$ for operating-duty $O - t'' - CO$

In this case it is not permitted to recondition the circuit-breaker between test-duties Nos. 4a and 4b.

Pour la commodité des essais du cycle d'essai N° 4a, il est admis d'introduire une opération d'ouverture suivant immédiatement chaque opération de fermeture. Dans ce cas, le courant coupé et la tension de rétablissement pourront être inférieurs aux valeurs spécifiées, mais ne devront pas, à moins d'un accord du constructeur, leur être supérieurs. Dans ce cas également, il sera permis entre les cycles d'essais N°s 4a et 4b de remettre le disjoncteur dans son état initial comme indiqué à l'article 58.

Cycle d'essai N° 5

$O - t - O - t' - O$ A au moins 100 pour cent du pouvoir de coupure asymétrique spécifié.
ou
 $O - t'' - O$
ou
 $O - \Theta - O$

suivant le cycle d'opération marqué sur la plaque signalétique.

Pour les essais monophasés de disjoncteurs dont la durée d'arc est courte, particulièrement pour ceux qui coupent dans la première demi-période après la séparation des contacts, l'instant de la séparation des contacts sera choisi de façon à obtenir les conditions les plus défavorables.

Des essais suffisants doivent être effectués ou bien il doit être nettement montré qu'un choix judicieux des conditions a bien été fait.

Pour les cycles d'essais N°s 1, 2, 3 et 5, il est admis pour la commodité de l'essai d'introduire une opération de fermeture avant une opération de coupure quelconque. Dans ce cas, le courant établi et la tension appliquée pourront être inférieurs aux valeurs spécifiées mais ne devront pas, à moins d'un accord du constructeur, leur être supérieurs.

Pour tous les disjoncteurs qui présentent un courant critique, des essais supplémentaires à ceux spécifiés ci-dessus seront exécutés à 50 pour cent, 100 pour cent et 200 pour cent de ce courant critique. Néanmoins le pouvoir de coupure nominal est la limite supérieure.

Ces essais seront conformes aux cycles d'opérations marqués sur la plaque signalétique avec les variantes admises comme indiqué ci-dessus, pour autant qu'elles soient applicables.

Nota. — Il est bien entendu que si le cycle d'opération nominal indiqué sur la plaque signalétique diffère des cycles d'opérations nominaux indiqués à l'article 43, les cycles d'essais devront être modifiés en conséquence.

66. Conditions de sévérité des essais de fonctionnement correspondant au courant de courte durée admissible ou à la durée admissible de court-circuit nominale

Les essais doivent être effectués avec le disjoncteur fermé d'une façon normale en utilisant une tension appropriée quelconque en partant d'une température convenable quelconque du disjoncteur.

Les essais doivent être effectués à la fréquence nominale du disjoncteur avec une tolérance de ± 25 pour cent.

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

Si c'est le courant de courte durée admissible nominal qui est spécifié, la valeur de crête la plus élevée du courant pendant la première période de l'essai ne devra pas être inférieure au produit de la valeur spécifiée par $\sqrt{2} \times 1,8$.

Si c'est la durée admissible de court-circuit nominale qui est spécifiée, la valeur de crête la plus élevée du courant pendant la première période de l'essai ne devra pas être inférieure au produit du pouvoir de coupure symétrique nominal correspondant à la tension nominale la plus basse par $\sqrt{2} \times 1,8$.

Si cependant les caractéristiques de la station d'essais sont telles que les conditions ci-dessus ne peuvent être réalisées, les variantes ci-après pourront être utilisées pourvu que, pour les variantes correspondant aux paragraphes (a) et (b) ci-dessous, le produit du carré du courant par le temps obtenu durant les essais soit au moins égal au produit du carré du courant de courte durée nominale par le temps spécifié d'une seconde ou au produit du carré du pouvoir de coupure symétrique nominal (correspondant à la tension nominale la plus basse) par la durée admissible de court-circuit nominale spécifiée.

For convenience in testing it is permissible to introduce in test-duty No. 4a an opening operation following immediately each closing operation. In this case the breaking-current and the recovery-voltage may be less than the specified values, but shall never exceed them without the manufacturer's agreement. It is also permissible in this case to restore the circuit-breaker between test-duties Nos. 4a and 4b to the initial condition indicated in Clause 58.

Test-duty No. 5

$O - t - O - t' - O$ At not less than 100% of the specified asymmetrical breaking-capacity.

or

$O - t'' - O$

or

$O - \theta - O$

depending upon the operating-duty marked on the name-plate.

For single-phase tests on circuit-breakers having a short arc-duration and particularly those which break within the first half-cycle after contact separation the moment of contact separation shall be chosen such as to produce the most unfavourable conditions.

Sufficient tests shall be made, or evidence produced, to show that the right choice has been made.

For convenience in testing it is permissible to introduce a closing operation before any opening operation in test-duties Nos. 1, 2, 3 and 5. In this case, the peak-making-current and the applied-voltage may be less than the specified values, but shall not be greater without the manufacturer's agreement.

For all circuit-breakers which exhibit a critical current, additional tests to those specified above shall be made at 50%, 100% and 200% of this critical current. The rated breaking-capacity is, however, the upper limit.

These tests shall conform with the operating-duty marked on the name-plate with the permissible deviation referred to above, in so far as they apply.

Note. — It is understood that if the rated operating-duty marked on the name-plate differs from the operating-duties referred to in Clause 43 the test-duties shall be modified accordingly.

66. Conditions of Severity for Short-time Current Tests or Tests for Rated Duration of Short-circuit

The tests shall be made with the circuit-breaker in the normally closed position, at any suitable voltage and starting with the circuit-breaker at any convenient temperature.

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

The current shall be applied for the specified time and its r.m.s. value, determined from the oscillogram as indicated in Appendix II, shall not be less than the specified value in at least one pole.

If the specified current is its rated short-time current, the highest peak value of the maximum current wave during the first cycle of the test shall be not less than $\sqrt{2} \times 1.8$ times the specified value.

If the rated maximum duration of short-circuit is specified, the highest peak value of the maximum current wave during the first cycle of the test shall be not less than $\sqrt{2} \times 1.8$ the rated symmetrical breaking-current corresponding to the lower rated voltage.

When, however, the characteristics of the Test Plant are such that the above requirements cannot be obtained, the following deviations are permitted provided that, in (a) and (b) below, the product of the square of the current and the duration obtained during the tests shall be not less than the product of the square of the rated short-time current and the specified time of one second, or, not less than the product of the square of the rated symmetrical breaking-current (corresponding to the lower rated voltage) and the rated maximum duration of short-circuit.

- a) Si le décrément en fonction du temps du courant de court-circuit de la station d'essais est tel que le courant de courte durée admissible nominal, mesuré comme indiqué à l'annexe II, ne puisse pas être obtenu pendant la durée nominale sans qu'il soit nécessaire d'avoir un courant initial trop élevé, la valeur efficace du courant pendant la durée de l'essai pourra être inférieure à la valeur spécifiée, mais la durée de l'essai sera augmentée en conséquence pourvu que la plus grande crête du courant ne soit pas inférieure à celle spécifiée.
- b) Si, en vue d'obtenir la valeur de crête spécifiée, la valeur efficace du courant est augmentée au-dessus de la valeur spécifiée, la durée des essais sera réduite en conséquence.

Les disjoncteurs munis de déclencheurs série directs à maximum de courant devront être essayés, dans les conditions indiquées à l'article 56, dans un circuit établi pour donner un courant présumé égal au pouvoir de coupure symétrique nominal du disjoncteur correspondant à sa tension nominale la plus élevée et les essais seront effectués suivant le cycle d'opération indiqué sur la plaque signalétique.

Après l'essai, le disjoncteur doit répondre aux conditions spécifiées à l'article 48 (b).

67. Rapports d'essais de type

Les rapports d'essais de type doivent contenir les renseignements nécessaires pour montrer que le disjoncteur a satisfait aux présentes règles.

La liste suivante est un exemple des indications à inclure dans les rapports d'essais de type pour la spécification des pouvoirs de fermeture et de coupure et des courants de courte durée admissible.

EXEMPLE DES INDICATIONS A INCLURE DANS LES RAPPORTS D'ESSAIS DE TYPE POUR LA SPÉCIFICATION DES POUVOIRS DE FERMETURE ET DE COUPURE ET POUR LA SPÉCIFICATION DES COURANTS DE COURTE DURÉE ADMISSIBLE

DONNÉES GÉNÉRALES

1. Date des essais.
2. Référence ou numéro du rapport.
3. Numéro de l'essai.
4. Numéro de l'oscillogramme.

Appareil en essai

1. Type.
2. Description.
3. Constructeur.
4. Photographies № ...
5. Dessins № ...

Caractéristiques spécifiées par le Constructeur

1. Tensions nominales.
2. Tension transitoire de rétablissement nominale:
 - facteur d'amplitude;
 - vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement ou fréquence propre d'oscillation.
3. Courant nominal.
4. Fréquence.
5. Nombre de pôles.

- (a) If the decrement of the short-circuit current of the Test Plant is such that the rated short-time current measured in accordance with Appendix II 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, and the duration of the test increased appropriately, provided that the value of the highest peak current is not less than that specified.
- (b) If in order to obtain the required peak value, the r.m.s. value of the current is increased above the specified current, the duration of the test may be reduced accordingly.

Circuit-breakers fitted with series trip-coils or over-current release coils shall be tested, in the conditions specified in Clause 56, in a circuit set to give a prospective current equal to the rated symmetrical breaking-capacity of the circuit-breaker corresponding to the higher rated voltage and the tests shall be made in accordance with the operating-duty marked on the name-plate.

The condition of the circuit-breaker after these tests shall be in accordance with Clause 48(b).

67. Type-test Reports

Report of type-tests shall contain the data necessary to prove that the circuit-breaker has complied with this specification.

The schedule below is an example of data to be included in a report of a type-test for the making-capacity, the breaking-capacity and the short-time current-ratings.

EXAMPLE OF DATA TO BE INCLUDED IN A REPORT OF A TYPE-TEST FOR MAKING-CAPACITY AND BREAKING-CAPACITY RATINGS AND FOR SHORT-TIME CURRENT-RATINGS

GENERAL DATA

1. Date of tests.
2. Reference or report numbers.
3. Test numbers.
4. Oscillogram numbers.

Apparatus tested

1. Type.
2. Description.
3. Manufacturer.
4. Photographs Nos.
5. Drawings Nos.

Ratings assigned by manufacturer

1. Rated voltages.
2. Rated restriking-voltage:
 - amplitude factor;
 - rate-of-rise of restriking-voltage or natural frequency.
3. Rated current.
4. Frequency.
5. Number of poles.

6. Pouvoirs de coupure aux tensions nominales:
 - a) en courants symétriques;
 - b) en courants asymétriques.
7. Pouvoirs de fermeture aux tensions nominales (valeurs de crête).
8. Courant de courte durée admissible, ou
Durée admissible de court-circuit nominale.
9. Cycle d'opération.
10. Tension minimum d'alimentation des circuits auxiliaires.
11. Pression minimum d'alimentation en air comprimé.

Conditions de l'essai

1. Nombre de pôles.
2. Facteur de puissance.
3. Fréquence.
4. Neutre du générateur (mis à la terre ou isolé).
5. Neutre du transformateur (mis à la terre ou isolé).
6. Point où est fait le court-circuit (mis à la terre ou isolé).
7. Schéma du circuit d'essai.

Référence aux Normes

Essais effectués conformément à la Norme No ...

Essais de vérification des pouvoirs de coupure et de fermeture

1. Cycle de fonctionnement et intervalle de temps.
2. Tension d'alimentation des circuits auxiliaires.
3. Pression d'alimentation de l'air comprimé.
4. Tension appliquée en kV.
5. Courant établi (valeur de crête).
6. Courants coupés
 - a) symétrique
 - valeurs par phase;
 - moyenne des valeurs par phase;
 - b) asymétrique — valeur maximum;
 - c) proportion en % de la composante continue en a) et b).
7. Tension de rétablissement en kV:
 - a) valeurs par phase;
 - b) moyenne des valeurs par phase;
 - c) moyenne des valeurs entre phases;
 - d) moyenne des valeurs entre phases exprimée en % de la tension nominale.
8. Tension transitoire de rétablissement propre au circuit d'essai:
 - a) facteur d'amplitude;
 - b) vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement en volts par microseconde ou fréquence propre d'oscillation en kHz.
9. Durée d'arc:
 - a) Nombre de demi-périodes et durée en centièmes de seconde:
 - entre l'instant de la séparation des contacts de coupure et l'extinction finale de l'arc;
 - pour les disjoncteurs à insertion de résistance entre l'instant de la séparation des contacts de coupure et l'extinction des arcs principaux, et entre l'instant de la séparation des contacts de coupure et la coupure de courant dans la résistance.
 - b) Longueur d'arc, si possible.

6. Breaking-capacities at rated voltages:
 - (a) symmetrical currents;
 - (b) asymmetrical currents.
7. Making-capacities (peak-currents) at rated voltages.
8. Short-time current, or
Maximum duration of short-circuit.
9. Operating-duty.
10. Minimum supply voltage of the auxiliary circuits.
11. Minimum operating air pressure.

Test Conditions

1. Number of poles.
2. Power-factor.
3. Frequency.
4. Generator neutral (earthed or insulated).
5. Transformer neutral (earthed or insulated).
6. Short-circuit point (earthed or insulated).
7. Diagram of test-circuit.

Specification

Tests made in accordance with Specification No. ...

Breaking-capacity and Making-capacity tests

1. Operation and time intervals.
2. Supply voltage of auxiliary circuits.
3. Operating air pressure.
4. Applied-voltage (kV).
5. Peak making-current.
6. Breaking-currents:
 - (a) symmetrical
 - phase values;
 - average of phase values;
 - (b) asymmetrical — maximum value;
 - (c) percentage of D.C. component in (a) and (b).
7. Recovery-voltage (kV).
 - (a) phase value;
 - (b) average of phase values;
 - (c) average of between-phase values;
 - (d) average of between-phase values expressed as a percentage of rated voltage.
8. Inherent restriking-voltage of test-circuit:
 - (a) amplitude factor;
 - (b) rate-of-rise of restriking-voltage (volts/microsecond), or natural frequency (kilocycles/second).
9. Arc duration:
 - (a) Number of half-cycles and duration in hundredths of a second:
 - between the instant of separation of the arcing contacts and final arc extinction,
 - for circuit-breakers embodying resistance switching, between the instant of separation of the arcing contacts and extinction of the main arcs, and between the instant of separation of the arcing contacts and the breaking of resistance current;
 - (b) Arc length, if possible.

10. Temps d'ouverture (en centièmes de seconde).
11. Temps total de coupure.
12. Comportement physique:
 - a) émission de flammes, de gaz ou d'huile;
 - b) observations relatives au comportement de l'appareil pendant l'essai et à son état après l'essai.
13. Essai de tenue sous courant de courte durée admissible:
 - a) valeur efficace du courant de courte durée admissible (en ampères);
 - b) valeur de crête du courant de courte durée admissible (en ampères);
 - c) durée;
 - d) comportement physique.

Relevés (oscillographiques ou autres)

Les relevés, dans la mesure où ils doivent être exécutés, devront comporter les indications suivantes:

- a) intensité du courant de court-circuit dans chaque phase;
- b) tension aux bornes de chaque phase;
- c) instant du début de l'ordre de déclenchement;
- d) pression dans la cuve du disjoncteur, pour les disjoncteurs à huile;
- e) déplacement des contacts mobiles, si possible;
- f) courant dans la bobine d'enclenchement;
- g) base de mesure du temps;
- h) pression de l'air avant l'essai;
- j) tension du circuit d'alimentation.

10. Opening-time (in hundredths of a second).
11. Total break-time.
12. Physical behaviour:
 - (a) emission of flame, gas or oil;
 - (b) behaviour during, or condition after test and remarks.
13. Short-time current tests:
 - (a) short-time current (r.m.s. amperes);
 - (b) short-time current (peak amperes);
 - (c) duration;
 - (d) physical behaviour.

Oscillographic or other records

This should include, where applicable, the following:

- (a) short-circuit current in each phase;
- (b) voltage across each phase;
- (c) instant of energizing trip-coil;
- (d) pressure in circuit-breaker tank (for oil filled circuit-breakers);
- (e) travel of moving contacts, if possible;
- (f) current in closing coil;
- (g) timing wave;
- (h) air pressure before test;
- (j) voltage of the supply circuit.

Annexe I

MESURE DU FACTEUR DE PUISSANCE D'UN COURT-CIRCUIT

Il n'existe pas de méthode permettant de déterminer avec précision le facteur de puissance d'un court-circuit, mais pour l'application des présentes règles, la détermination du facteur de puissance de chaque phase du circuit d'essai pourra être faite avec une précision suffisante par celle des trois méthodes suivantes qui sera la plus appropriée.

Méthode I. Calcul d'après les constantes du circuit. — Le facteur de puissance pourra être calculé comme étant égal au cosinus d'un angle φ dont la tangente est donnée par le rapport: $\operatorname{tg} \varphi = X/R$, X et R étant respectivement les valeurs de la réactance et de la résistance du circuit d'essai pendant la période d'établissement du courant de court-circuit.

En raison de la nature transitoire du phénomène, aucune méthode précise ne peut être indiquée pour déterminer X et R , mais pour l'application des présentes règles, leurs valeurs pourront être déterminées par la méthode indiquée ci-dessous:

R sera mesuré sur le circuit d'essai lui-même avec du courant continu; si le circuit comporte un transformateur, on mesurera séparément la résistance R_1 du circuit primaire et la résistance R_2 du circuit secondaire et on déterminera R par la formule:

$$R = R_2 + R_1 r^2$$

dans laquelle r sera le rapport de transformation du transformateur.

X sera alors déduit de la formule:

$$\sqrt{R^2 + X^2} = \frac{E}{I}$$

le rapport $\frac{E}{I}$ (impédance du circuit) étant déduit de l'oscillogramme comme indiqué à la figure 6.

Méthode II. Détermination d'après la composante apériodique. — L'angle φ peut être déterminé d'après la courbe de la composante apériodique 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 apériodique est:

$$i_d = I_{do} e^{-Rt/L}$$

dans laquelle

i_d est la valeur de la composante apériodique à tout instant,

I_{do} est la valeur initiale de la composante apériodique,

L/R est la constante de temps du circuit en secondes,

t est l'intervalle de temps en secondes, entre i_d et I_{do} ,

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} au moment du court-circuit et la valeur de i_d à tout autre moment 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 L/R peut être déterminée en divisant x par t , et ainsi on obtient L/R .