

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 158-1A

1975

Premier complément à la Publication 158-1 (1970)

Appareillage de commande à basse tension

Première partie: Contacteurs

First supplement to Publication 158-1 (1970)

Low-voltage controlgear

Part 1: Contactors



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

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

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 158-1A

1975

Premier complément à la Publication 158-1 (1970)

Appareillage de commande à basse tension

Première partie: Contacteurs

First supplement to Publication 158-1 (1970)

Low-voltage controlgear

Part 1: Contactors



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PREMIER COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 158-1 (1970)

APPAREILLAGE DE COMMANDE À BASSE TENSION

Première partie: Contacteurs

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

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

Le premier projet, établi en janvier 1971, fut modifié par le Président et le Secrétaire du SC 17B compte tenu des observations reçues et le deuxième projet fut discuté lors de la réunion tenue à Solna (Stockholm) en 1972. Un troisième projet fut examiné à Paris en 1974. Le projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1974.

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

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Danemark	Portugal
Espagne	Roumanie
Etats-Unis	Royaume-Uni
d'Amérique	Suède
France	Suisse
Israël	Turquie

Le présent complément reproduit notamment la totalité de l'annexe D (pages 70 à 77 inclusivement) de la Publication 158-1 (1970) de la CEI ainsi que la totalité de la Modification n° 1 d'août 1971; cette modification est donc annulée.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 158-1 (1970)

LOW-VOLTAGE CONTROLGEAR

Part 1: Contactors

FOREWORD

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

PREFACE

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

The first draft, established in January 1971, was amended by the Chairman and the Secretary of SC 17B who took into account the comments received, and the second draft was discussed at the meeting held at Solna (Stockholm) in 1972. A third draft was examined in Paris in 1974. The final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1974.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria
Belgium
Denmark
France
Germany
Israel
Italy
Japan
Netherlands
Poland

Portugal
Romania
South Africa (Republic of)
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States
of America

The present supplement reproduces, *inter alia*, the whole Appendix D (pages 70 to 77 inclusively) of IEC Publication 158-1 (1970) as well as the whole Amendment No. 1 of August 1971; this amendment is then cancelled.

PREMIER COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 158-1 DE LA CEI

APPAREILLAGE DE COMMANDE À BASSE TENSION

Première partie: Contacteurs

(Deuxième édition — 1970)

ANNEXE D

D1 Circuits conventionnels d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux des contacteurs en catégories d'emploi AC-1 et AC-2

D1.1 Circuit d'essai pour la catégorie d'emploi AC-1

Si un contacteur a été essayé pour la catégorie AC-3 ou la catégorie AC-4 avec un courant nominal d'emploi I_e , il n'est pas besoin d'un autre essai relatif aux pouvoirs de fermeture et de coupure en catégorie d'emploi AC-1 pourvu que son courant nominal d'emploi pour AC-1 ne soit pas supérieur à $2,5 I_e$.

Dans les autres cas, ses pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être vérifiés à l'aide d'un circuit d'essai comprenant:

- une charge pratiquement non inductive ($\cos \varphi = 0,95 \pm 0,05$);
- un circuit d'alimentation de faible impédance dont le courant présumé de court-circuit est au moins égal à 30 fois le courant nominal d'emploi du contacteur (mais n'est pas nécessairement supérieur à 30 kA).

D1.2 Circuit d'essai pour la catégorie d'emploi AC-2

Si un contacteur a été essayé pour la catégorie AC-3 ou la catégorie AC-4 avec un courant nominal d'emploi I_e , il n'est pas besoin d'un autre essai relatif aux pouvoirs de fermeture et de coupure en catégorie d'emploi AC-2 pourvu que son courant nominal d'emploi pour AC-2 ne soit pas supérieur à $2 I_e$.

Dans les autres cas, ses pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être vérifiés à l'aide d'un circuit d'essai analogue à celui utilisé pour les catégories d'emploi AC-3 et AC-4, les valeurs de courant, de tension et de facteur de puissance étant celles données pour la catégorie AC-2 dans le tableau II de l'article 4.3.6 de la Publication 158-1, les valeurs de la fréquence propre f et du facteur γ de la tension transitoire de rétablissement étant celles figurant à l'article D2.2 du présent complément.

D2 Circuit conventionnel d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux des contacteurs en catégories d'emploi AC-3 et AC-4

Note. — Ce circuit d'essai devra aussi être utilisé pour la vérification de l'endurance électrique en catégorie AC-4 (voir article 8.4.1 de la Publication 158-1).

D2.1 Généralités

Le circuit d'essai comprend la source d'alimentation, le contacteur en essai et le circuit de charge. Le courant présumé de court-circuit au point de raccordement aux bornes d'alimentation du contacteur doit être au moins égal à la plus petite des deux valeurs suivantes: soit dix fois la valeur du courant d'essai, soit 50 kA.

FIRST SUPPLEMENT TO IEC PUBLICATION 158-1

LOW-VOLTAGE CONTROLGEAR

Part 1: Contactors

(Second edition — 1970)

APPENDIX D

D1 Conventional test circuits for the verification of rated making and breaking capacities of contactors in utilization categories AC-1 and AC-2

D1.1 Test circuit for utilization category AC-1

If a contactor has been tested for category AC-3 or category AC-4 with a rated operational current I_e , it needs no further test for making and breaking capacities in utilization category AC-1 provided its rated operational current for AC-1 does not exceed 2.5 times I_e .

In other cases, its making and breaking capacities shall be verified with a test circuit comprising:

- a substantially non-inductive load ($\cos \varphi = 0.95 \pm 0.05$);
- a low-impedance supply circuit with a prospective short-circuit current at least 30 times the rated operational current of the contactor (but not necessarily exceeding 30 kA).

D1.2 Test circuit for utilization category AC-2

If a contactor has been tested for category AC-3 or category AC-4 with a rated operational current I_e , it needs no further test for making and breaking capacities in utilization category AC-2 provided its rated operational current for AC-2 does not exceed 2 times I_e .

In other cases, its making and breaking capacities shall be verified with a test circuit similar to the one used for utilization categories AC-3 and AC-4 with the values for current, voltage and power-factor given for category AC-2 in Table II of Clause 4.3.6 of Publication 158-1, the values for transient recovery voltage natural frequency f and factor γ being those appearing in Clause D2.2 of this Supplement.

D2 Conventional test circuit for verification of rated making and breaking capacities of contactors in utilization categories AC-3 and AC-4

Note. — This test circuit shall also be utilized for the verification of electrical endurance in category AC-4 (see Clause 8.4.1 of Publication 158-1).

D2.1 General

The test circuit comprises the supply source, the contactor under test and the load circuit. The prospective short-circuit current at the point of connection to the supply terminals of the contactor shall be at least ten times the value of the test current, or at least 50 kA, whichever is the lower.

Pour avoir l'assurance que les essais effectués dans des laboratoires différents seront suffisamment comparables, il est nécessaire de spécifier en détail un circuit conventionnel de charge, constitué par des éléments passifs et représentant le plus fidèlement possible les conditions les plus usuelles auxquelles seront réellement soumis les contacteurs lorsqu'ils commanderont des moteurs.

Le circuit de charge doit être constitué par des résistances montées en série avec des inductances sans fer, le tout étant en parallèle avec des résistances et des condensateurs. Les valeurs de ces éléments doivent être ajustées de façon à obtenir, à la tension spécifiée:

- les valeurs de courant et du facteur de puissance prescrites au tableau II de la Publication 158-1 (article 4.3.6);
- la fréquence d'oscillation spécifiée de la tension transitoire de rétablissement et la valeur spécifiée du facteur γ .

Le facteur γ est le rapport de la valeur U_1 de la crête maximale de la tension transitoire de rétablissement à la valeur instantanée U_2 , à l'instant du zéro de courant, de la composante de la tension de rétablissement à la fréquence utilisée (voir figure D1, page 12).

D2.2 Caractéristiques du circuit de charge

La fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement du circuit de charge doit être réglée à la valeur:

$$f = 2\,000 \cdot I_c^{0,2} \cdot U_e^{-0,8} \pm 10\%$$

où: f = la fréquence d'oscillation, en kilohertz;

I_c = le courant coupé (ou établi), en ampères;

U_e = la tension nominale d'emploi du contacteur (égale à la tension nominale du moteur), en volts.

Note. — Cette formule est basée sur des essais effectués avec des moteurs pour 50 Hz. L'influence exacte de la fréquence d'alimentation est à l'étude.

Le facteur γ doit être réglé à la valeur:

$$\gamma = 1,1 \pm 0,05$$

Les tensions, les courants et les facteurs de puissance doivent être ceux figurant au tableau II de la Publication 158-1 (article 4.3.6).

On peut obtenir la valeur de l'inductance nécessaire à l'essai en montant plusieurs réactances en parallèle, à condition que la tension transitoire de rétablissement puisse encore être considérée comme n'ayant qu'une fréquence d'oscillation. Ceci est généralement le cas lorsque les réactances ont à peu près la même constante de temps.

Pour l'essai de pouvoir de coupure, les connexions entre les bornes aval du contacteur et les bornes du circuit de charge une fois réglé doivent être aussi courtes que possible afin de rendre négligeable l'influence de ces connexions; sinon, le réglage devra être effectué avec ces connexions en circuit.

Note. — Il n'est pas nécessaire de régler le facteur γ ni la fréquence d'oscillation pour les essais relatifs au seul pouvoir de fermeture.

D2.3 Description d'une méthode pour le réglage du circuit de charge

Pour régler le circuit de charge afin d'obtenir les caractéristiques prescrites ci-dessus, plusieurs méthodes peuvent être employées dans la pratique. L'une d'elles est décrite ci-dessous.

Le schéma de principe est donné par la figure D2, page 13.

La valeur f de la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement et la valeur du facteur γ sont déterminées essentiellement par la fréquence propre et l'amortissement du circuit de

To ensure that tests made in different laboratories will be sufficiently comparable, it is necessary to specify in detail a conventional load circuit, composed of passive elements and representing as far as possible the conditions likely to be met by contactors when switching actual motors.

The load circuit shall consist of resistors in series with air-cored reactors, in parallel with resistors and capacitors. The values of these components shall be adjusted to obtain, at the specified voltage:

- the values of current and power-factor prescribed in Table II of Publication 158-1 (Clause 4.3.6);
- the specified oscillatory frequency of the transient recovery voltage and the specified value of factor γ .

Factor γ is the ratio of the value U_1 of the highest peak of the transient recovery voltage to the instantaneous value U_2 , at the instant of current zero, of the component of the recovery voltage at the applied frequency (see Figure D1, page 12).

D2.2 Characteristics of the load circuit

The oscillatory frequency of the transient recovery voltage of the load circuit shall be adjusted to the value:

$$f = 2\,000 \cdot I_c^{0.2} \cdot U_e^{-0.8} \pm 10\%$$

where: f = oscillatory frequency, in kilohertz;

I_c = breaking (or making) current, in amperes;

U_e = rated operational voltage of the contactor (equal to the rated voltage of the motor), in volts.

Note. — This formula is based on tests carried out with motors for 50 Hz. The exact influence of the supply frequency is under consideration.

Factor γ shall be adjusted to the value:

$$\gamma = 1.1 \pm 0.05$$

The voltages, the currents and the power-factors shall be as mentioned in Table II of Publication 158-1 (Clause 4.3.6).

The value of reactance necessary for the test may be obtained by coupling several reactors in parallel under the condition that the transient recovery voltage can still be considered as having only one oscillatory frequency. This is generally the case when the reactors have practically the same time-constant.

For the breaking capacity test, the load side terminals of the contactor shall be connected as close as possible to the terminals of the adjusted load circuit, in order to make negligible the influence of the connecting leads: otherwise, the adjustment shall be carried out with these leads present.

Note. — It is not necessary to adjust factor γ or the oscillatory frequency for tests concerning only the making capacity.

D2.3 Description of a method for the adjustment of the load circuit

To adjust the load circuit to obtain the characteristics prescribed above, several methods may be applicable in practice. One of them is described below.

The principle is illustrated in Figure D2, page 13.

The oscillatory frequency f of the transient recovery voltage and the value of factor γ are essentially determined by the natural frequency and the damping of the load circuit. Since these values are inde-

charge. Etant donné que ces valeurs sont indépendantes de la tension et de la fréquence appliquées au circuit, le réglage peut être effectué en alimentant le circuit de charge à l'aide d'une source de courant alternatif dont la tension et la fréquence peuvent être différentes de celles de la source d'alimentation utilisée pour l'essai du contacteur. L'ouverture du circuit lors d'un passage du courant par zéro est réalisée par une diode et les oscillations de la tension de rétablissement sont observées sur l'écran d'un oscilloscope cathodique dont le balayage est synchronisé avec la fréquence de la source d'alimentation (voir figure D3, page 12).

Pour obtenir des mesures exactes, le circuit de charge est alimenté au moyen d'un générateur à haute fréquence G donnant une tension convenable pour la diode. On choisit la fréquence du générateur égale à :

- 2 kHz pour les courants d'essai inférieurs ou égaux à 1 000 A ;
- 4 kHz pour les courants d'essai supérieurs à 1 000 A.

En série avec le générateur, on monte :

- une résistance de chute dont la valeur R_a est grande par rapport à l'impédance du circuit de charge ($R_a \geq 10 Z$, où $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ et où la valeur de ω est respectivement $2\pi \cdot 2\,000 \text{ s}^{-1}$ ou $2\pi \cdot 4\,000 \text{ s}^{-1}$).
- une diode de commutation à blocage instantané ; les diodes de commutation utilisées communément dans les calculateurs électroniques, telles que les diodes de commutation au silicium à jonction par diffusion, dont le courant direct nominal ne dépasse pas 1 A, conviennent à cet emploi.

En raison de la valeur de la fréquence du générateur G, le circuit de charge est pratiquement purement inductif et, à l'instant du passage du courant par zéro, la tension appliquée au circuit de charge atteindra sa valeur de crête. Pour avoir l'assurance que les éléments du circuit de charge sont convenables, on devra vérifier sur l'écran que la courbe de la tension transitoire a une tangente pratiquement horizontale à son point de départ (point A sur la figure D3).

La valeur réelle du facteur γ est le rapport U_{11}/U_{12} : on lit U_{11} sur l'écran, on lit U_{12} entre l'ordonnée du point A et l'ordonnée de la trace du spot lorsque le circuit de charge n'est pas alimenté par le générateur (voir figure D3).

L'observation de la tension transitoire dans le circuit de charge, sans résistance en parallèle R_p ni condensateur en parallèle C_p , permet de lire sur l'écran la fréquence d'oscillation propre au circuit de charge. On devra prendre garde que la capacité de l'oscilloscope ou celle de ses connexions n'influe pas sur la fréquence de résonance du circuit de charge.

Si cette fréquence propre excède la limite supérieure de la valeur f prescrite, il est possible d'obtenir les valeurs convenables de la fréquence et du facteur γ en montant en parallèle des condensateurs C_p et des résistances R_p de valeurs appropriées. Les résistances R_p doivent être pratiquement non inductives.

Il est recommandé de régler au préalable séparément chacune des trois phases du circuit de charge. On termine alors le réglage en reliant successivement, de toutes les façons possibles, le générateur à haute fréquence à une phase en série avec les deux autres mises en parallèle, comme l'indique la figure D2, page 13 : on parfait le réglage, si besoin est, de façon à obtenir les valeurs spécifiées de f et de γ dans chaque cas.

Notes 1. — Une valeur plus élevée de la fréquence fournie par le générateur G facilite l'observation sur l'écran et augmente la finesse.

2. — On peut aussi utiliser d'autres méthodes de détermination de la fréquence et du facteur γ (par exemple, emploi d'un courant à onde rectangulaire dans le circuit de charge).

D3 Circuit conventionnel d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux des contacteurs en catégories d'emploi DC-1, DC-2, DC-3, DC-4 et DC-5

La source d'alimentation utilisée pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure doit avoir une puissance suffisante pour permettre de vérifier les caractéristiques figurant au tableau II de la Publication 158-1.

pendent of the voltage and frequency applied to the circuit, the adjustment can be made by energizing the load circuit from an a.c. power supply, the voltage and frequency of which may be different from those of the supply source utilized for the test of the contactor. The circuit is interrupted at a current zero by a diode, and the oscillations of the recovery voltage are observed on the screen of a cathode-ray oscilloscope the sweep of which is synchronized with the frequency of the power supply (see Figure D3, page 12).

To permit reliable measurements to be made, the load circuit is energized by means of a high-frequency generator G giving a voltage suitable for the diode. The frequency of the generator is chosen equal to:

- 2 kHz for test currents up to and including 1 000 A;
- 4 kHz for test currents higher than 1 000 A.

Connected in series with the generator are:

- a dropping resistor having a resistance value R_a high with respect to the load circuit impedance ($R_a \geq 10 Z$, where $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ and where ω is $2\pi \cdot 2\,000\text{ s}^{-1}$ or $2\pi \cdot 4\,000\text{ s}^{-1}$ respectively).
- an instantaneously blocking switching diode; switching diodes commonly used in computers such as diffused junction silicon switching diodes of not over 1 A forward rated current are suitable for this application.

Due to the value of frequency of the generator G, the load circuit is practically purely inductive and, at the instant of current zero, the applied voltage across the load circuit will be at its peak value. To ensure that the components of the load circuit are convenient, it must be checked on the screen that the curve of the transient voltage at its initiation (point A in Figure D3) has a practically horizontal tangent.

The actual factor γ is the ratio U_{11}/U_{12} : U_{11} is read on the screen, U_{12} is read between the ordinate of point A and the ordinate of the trace when the load circuit is no longer energized by the generator (see Figure D3).

When observing the transient voltage in the load circuit with no parallel resistor R_p or parallel capacitor C_p , one reads on the screen the natural oscillatory frequency of the load circuit. Care should be taken that the capacitance of the oscilloscope or of its connecting leads does not influence the resonant frequency of the load circuit.

If that natural frequency exceeds the upper limit of the required value f , the suitable values of frequency and factor γ can be obtained by connecting in parallel capacitors C_p and resistors R_p of appropriate values. The resistors R_p shall be practically non-inductive.

It is recommended that, as a first step, each of the three phases of the load circuit be adjusted separately. The adjustment is then completed by successively connecting, in each possible combination, the high-frequency generator to one phase in series with the other two in parallel as shown in Figure D2, page 13: the adjustment is refined if necessary so that the specified values of f and γ are obtained in each combination.

Notes 1. — A higher value of frequency obtained from the generator G makes the observation on the screen easier and improves the resolution.

- 2. — Other methods of determining frequency and factor γ (such as the impression of a square-wave current on the load circuit) may also be applicable.

D3 Conventional test circuit for verification of rated making and breaking capacities of contactors in utilization categories DC-1, DC-2, DC-3, DC-4 and DC-5

The supply source used for the verification of making and breaking capacities shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given in Table II of Publication 158-1.

Note. — L'attention est appelée sur l'influence exercée par les caractéristiques de la source; on utilisera de préférence comme source de courant une génératrice à courant continu ou une batterie. Une attention particulière est nécessaire dans le cas d'utilisation de redresseurs, notamment pour éviter des ondulations excessives; dans la pratique, on satisfera à cette prescription en employant un redresseur utilisant les trois phases.

Le circuit d'essai comprend la source d'alimentation, le contacteur en essai et le circuit de charge. Dans l'attente d'une meilleure connaissance des caractéristiques des charges réelles en courant continu, le circuit de charge doit être constitué par des résistances montées en série soit avec des inductances sans fer, soit avec des inductances dont le noyau de fer feuilleté est pratiquement non saturé; dans les deux cas, le circuit tout entier est monté en parallèle avec une résistance absorbant 1% du courant en régime établi. La valeur d'inductance prescrite doit être obtenue par le couplage en série d'inductances élémentaires; le couplage en parallèle d'inductances est admis lorsque ces inductances ont pratiquement la même constante de temps.

L'attention est appelée sur le fait que, pour une valeur donnée de l'énergie emmagasinée avant coupure, ce circuit conventionnel de charge peut produire une énergie d'arc supérieure à celle produite par un circuit dans une application pratique. Si la charge réelle est connue, la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure peut être effectuée sur cette charge par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Note. — En vue de faciliter la mise en pratique, les valeurs J_e de l'énergie emmagasinée dans la charge conventionnelle ont été rapportées à la puissance correspondant aux valeurs nominales et, en conséquence, elles peuvent être exprimées en multiples de $U_e \times I_e$ (en joules). Les valeurs J_e correspondant au tableau II de la Publication 158-1 sont approximativement:

Catégorie d'emploi	Energie emmagasinée J_e
DC-1	—
DC-2, DC-3	$0,0055 \times U_e \times I_e$
DC-4, DC-5	$0,033 \times U_e \times I_e$

Les valeurs des constantes 0,0055 et 0,033 résultent de l'application de la formule:

$$J_e = \frac{1}{2} LI^2$$

où la constante de temps est prise égale à $2,5 \times 10^{-3}$ s (DC-2 et DC-3) ou à 15×10^{-3} s (DC-4 et DC-5) et où: $U = 1,1 U_e$ et $I = 4 I_e$ (toutes valeurs figurant dans le tableau II de la Publication 158-1).

Un contacteur ayant subi cet essai avec succès est réputé capable d'ouvrir et de fermer des circuits de charge différents de ceux mentionnés ci-dessus pourvu que:

- la tension et le courant ne soient pas supérieurs aux valeurs vérifiées de U_e et de I_e ;
- la valeur J_a de l'énergie accumulée dans la charge réelle soit inférieure ou égale à l'énergie J_e emmagasinée dans la charge conventionnelle.

Note. — Attention is drawn to the influence of the source characteristics; preference is given to a d.c. generator or a battery source. Particular care is necessary in the case of rectifiers, inter alia to avoid excessive ripple; this requirement is practically achieved by the use of a three-phase bridge rectifier.

The test circuit comprises the supply source, the contactor under test and the load circuit. Pending better knowledge of the characteristics of actual d.c. loads, the load circuit shall consist of resistors in series with either air-cored reactors or reactors having laminated and essentially non-saturated iron cores; in both cases, the entire circuit is shunted by a parallel resistor taking 1% of the steady state current. The required inductance value shall be obtained by series coupling of individual reactors; parallel connecting of reactors is permitted when these reactors have practically the same time-constant.

Attention is drawn to the fact that, for a given value of stored energy before breaking, this conventional load circuit may produce more arc energy than a circuit in practical application. When the actual load is known, the verification of making and breaking capacities may be made on this load by agreement between manufacturer and user.

Note. — In order to facilitate application, the values J_c of stored energy in the conventional load have been referred to the power according to the rated values and therefore can be expressed (in joules) in multiples of U_e times I_e . The values of J_c corresponding to Table II of Publication 158-1 are approximately:

Utilization category	Stored energy J_c
DC-1	
DC-2, DC-3	$0.0055 \times U_e \times I_e$
DC-4, DC-5	$0.033 \times U_e \times I_e$

The values of the constants 0.0055 and 0.033 result from applying formula:

$$J_c = \frac{1}{2} L I^2$$

where the time-constant has been replaced by 2.5×10^{-3} s (DC-2 and DC-3) or by 15×10^{-3} s (DC-4 and DC-5) and where: $U = 1.1 U_e$ and $I = 4 I_e$ (all these figures appearing in Table II of Publication 158-1).

A contactor, having passed this test, is assumed to be capable of closing and opening load circuits different from those mentioned above provided that:

- the voltage and current do not exceed the verified values of U_e and I_e ;
- the energy J_a stored in the actual load be equal to or less than the energy J_c stored in the conventional load.

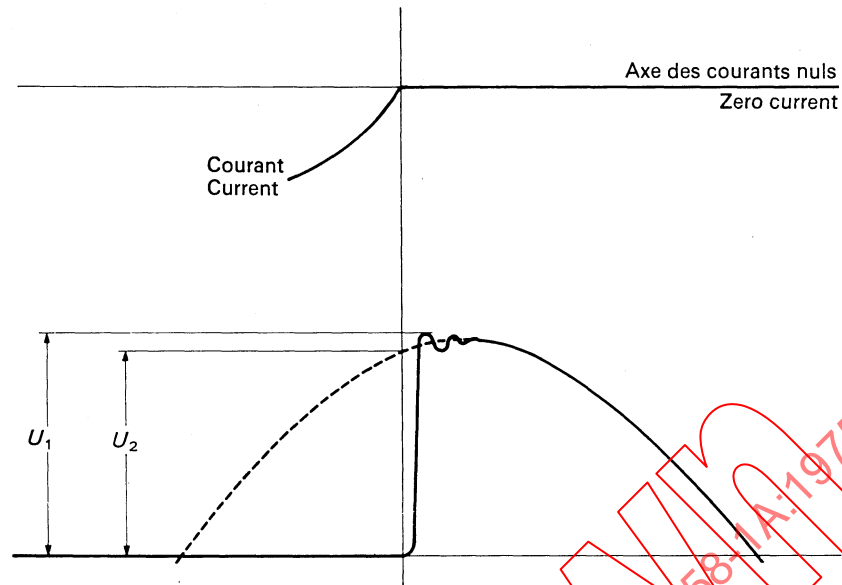


FIG. D1 — Représentation schématique de la tension de rétablissement entre les contacts de la première phase qui coupe.
Simplified illustration of the recovery voltage across contacts of the first phase to clear.

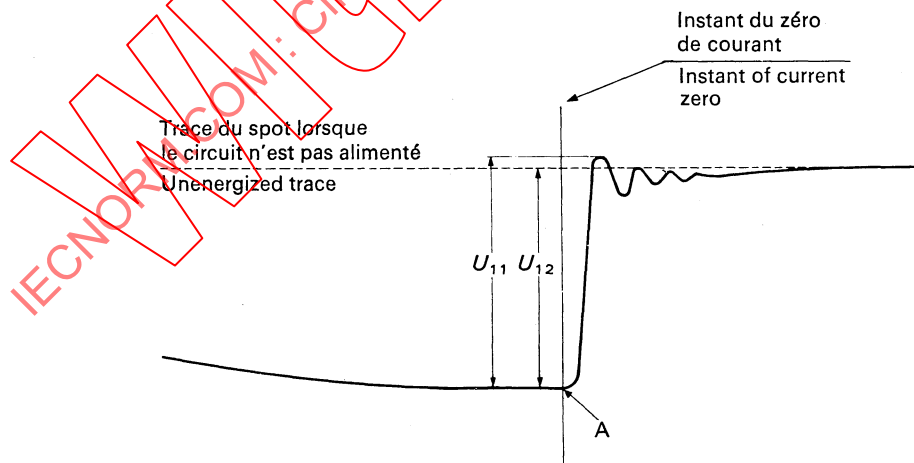


FIGURE D3.