

**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 56-7**

Première édition — First edition

1963

---

**Règles pour les disjoncteurs à courant alternatif**

**Guide pour l'essai des disjoncteurs en ce qui concerne la mise en et  
hors circuit des batteries de condensateurs en dérivation**

---

**Specification for alternating-current circuit-breakers**

**Guide to the testing of circuit-breakers with respect  
to the switching of shunt capacitor banks**

---



*Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved*

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60056-7:1963

# Withdrawn

**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 56-7**

Première édition — First edition

1963

---

**Règles pour les disjoncteurs à courant alternatif**

**Guide pour l'essai des disjoncteurs en ce qui concerne la mise en et  
hors circuit des batteries de condensateurs en dérivation**

---

**Specification for alternating current circuit-breakers**

**Guide to the testing of circuit-breakers with respect  
to the switching of shunt capacitor banks**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

## SOMMAIRE

|                     | Pages |
|---------------------|-------|
| PRÉAMBULE . . . . . | 4     |
| PRÉFACE . . . . .   | 4     |

### SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

#### Articles

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. Domaine d'application . . . . . | 6 |
|------------------------------------|---|

### SECTION DEUX — DÉFINITIONS

|                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------|---|
| 2. Batterie de condensateurs indépendante . . . . .           | 6 |
| 3. Batterie de condensateurs à gradins . . . . .              | 6 |
| 4. Pouvoir de coupure des courants de condensateurs . . . . . | 6 |
| 5. Surtension . . . . .                                       | 6 |
| 6. Réamorçage . . . . .                                       | 8 |
| 7. Réallumage . . . . .                                       | 8 |

### SECTION TROIS — CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES DE FONCTIONNEMENT

|                                                                                                                   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 8. Pouvoir de coupure assigné des courants de condensateurs . . . . .                                             | 8 |
| 9. Surtensions maximales assignées . . . . .                                                                      | 8 |
| 10. Conditions normales d'emploi en ce qui concerne le pouvoir de coupure des courants de condensateurs . . . . . | 8 |

### SECTION QUATRE — ESSAIS DE COUPURE DES COURANTS DE CONDENSATEURS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 11. Généralités . . . . .                                                                     | 10 |
| 12. Conditions de sévérité pour les essais de coupure des courants de condensateurs . . . . . | 10 |
| 13. Etat du disjoncteur avant les essais . . . . .                                            | 12 |
| 14. Conditions de fonctionnement du disjoncteur pendant les essais . . . . .                  | 12 |
| 15. Etat du disjoncteur après les essais . . . . .                                            | 14 |
| 16. Tension d'essai . . . . .                                                                 | 14 |
| 17. Fréquence d'essai . . . . .                                                               | 14 |
| 18. Constante de temps à la décharge de la batterie de condensateurs . . . . .                | 14 |
| 19. Caractéristiques des circuits d'alimentation . . . . .                                    | 16 |
| 20. Mise à la terre du circuit d'essai triphasé . . . . .                                     | 16 |
| 21. Cycles d'essais . . . . .                                                                 | 16 |
| 22. Compte rendu d'essais . . . . .                                                           | 18 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| ANNEXE. Courants d'appel des batteries de condensateurs . . . . . | 20 |
|-------------------------------------------------------------------|----|

## CONTENTS

|                    | Page |
|--------------------|------|
| FOREWORD . . . . . | 5    |
| PREFACE. . . . .   | 5    |

### SECTION ONE — GENERAL

#### Clause

|                    |   |
|--------------------|---|
| 1. Scope . . . . . | 7 |
|--------------------|---|

### SECTION TWO — DEFINITIONS

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| 2. Single (isolated) capacitor bank . . . . .   | 7 |
| 3. Multiple (parallel) capacitor bank . . . . . | 7 |
| 4. Capacitor breaking current. . . . .          | 7 |
| 5. Overvoltage . . . . .                        | 7 |
| 6. Restrike . . . . .                           | 9 |
| 7. Re-ignition . . . . .                        | 9 |

### SECTION THREE — ASSIGNED PERFORMANCE DATA

|                                                                                        |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 8. Assigned capacitor breaking current . . . . .                                       | 9 |
| 9. Assigned maximum overvoltages . . . . .                                             | 9 |
| 10. Standard conditions of use with respect to the capacitor breaking current. . . . . | 9 |

### SECTION FOUR — CAPACITOR BREAKING CURRENT TESTS

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 11. General . . . . .                                                     | 11 |
| 12. Conditions of severity for capacitor breaking current tests . . . . . | 11 |
| 13. Condition of circuit-breaker before tests . . . . .                   | 13 |
| 14. Conditions of behaviour of circuit-breaker during tests . . . . .     | 13 |
| 15. Condition of circuit-breaker after tests . . . . .                    | 15 |
| 16. Test voltage . . . . .                                                | 15 |
| 17. Test frequency . . . . .                                              | 15 |
| 18. Discharge time constant of the capacitor bank . . . . .               | 15 |
| 19. Characteristics of supply circuits . . . . .                          | 17 |
| 20. Earthing of the three-phase test circuit . . . . .                    | 17 |
| 21. Test duties . . . . .                                                 | 17 |
| 22. Test report. . . . .                                                  | 19 |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| APPENDIX. Inrush currents to capacitor banks. . . . . | 21 |
|-------------------------------------------------------|----|

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÈGLES POUR LES DISJONCTEURS A COURANT ALTERNATIF**

**Guide pour l'essai des disjoncteurs en ce qui concerne  
la mise en et hors circuit des batteries de condensateurs en dérivation**

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

Le présent guide a été établi par le Sous-Comité 17A: Appareillage à haute tension, du Comité d'Etudes N° 17, Appareils d'interruption. Il doit être utilisé conjointement avec les chapitres de la Publication 56 constituant la spécification pour les disjoncteurs à courant alternatif elle-même et publiés en tant que Publications 56-1, 56-2, 56-3 et 56-4 respectivement.

Des avant-projets furent discutés lors des réunions tenues à Madrid en 1959 et à la Nouvelle-Delhi en 1960. Le projet résultant de ces discussions fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1961.

Les Comités nationaux des pays suivants ont voté explicitement en faveur de la publication:

|                       |                                               |
|-----------------------|-----------------------------------------------|
| Allemagne             | Norvège                                       |
| Belgique              | Pays-Bas                                      |
| Canada                | Roumanie                                      |
| Danemark              | Royaume-Uni                                   |
| Etats-Unis d'Amérique | Suède                                         |
| Finlande              | Suisse                                        |
| France                | Tchécoslovaquie                               |
| Hongrie               | Turquie                                       |
| Italie                | Union des Républiques Socialistes Soviétiques |
| Japon                 | Yougoslavie                                   |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR ALTERNATING-CURRENT CIRCUIT-BREAKERS**

**Guide to the testing of circuit-breakers with respect  
to the switching of shunt capacitor banks**

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. express 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 recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This guide has been prepared by Sub-Committee 17A, High-voltage switchgear and controlgear, of Technical Committee No. 17, Switchgear and controlgear. It is intended to be used in conjunction with the chapters of Publication 56 forming the specification for alternating-current circuit-breakers proper, and issued as I.E.C. Publications 56-1, 56-2, 56-3, and 56-4 respectively.

Drafts were discussed at meetings in Madrid in 1959 and in New Delhi in 1960. The draft resulting from these discussions was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1961.

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

|                |                                     |
|----------------|-------------------------------------|
| Belgium        | Netherlands                         |
| Canada         | Norway                              |
| Czechoslovakia | Romania                             |
| Denmark        | Sweden                              |
| Finland        | Switzerland                         |
| France         | Turkey                              |
| Germany        | Union of Soviet Socialist Republics |
| Hungary        | United Kingdom                      |
| Italy          | United States of America            |
| Japan          | Yugoslavia                          |

## RÈGLES POUR LES DISJONCTEURS A COURANT ALTERNATIF

### Guide pour l'essai des disjoncteurs en ce qui concerne la mise en et hors circuit des batteries de condensateurs en dérivation

#### SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

##### 1. Domaine d'application

Le présent guide est applicable à tous les types de disjoncteurs ayant des tensions nominales supérieures à 1 000 V et prévus pour être utilisés pour la mise en et hors circuit de batteries de condensateurs indépendantes en dérivation dans les conditions de service normal.

- Notes 1)* — Les spécifications des disjoncteurs prévus pour la mise en et hors circuit de batteries de condensateurs à gradins doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, en particulier en ce qui concerne la valeur de crête et la fréquence du courant d'appel. On peut calculer la valeur et la fréquence du courant d'appel au moyen des formules figurant à l'annexe.
- 2) — Les essais en vue de vérifier le fonctionnement en cas de défaut et en cas d'autres conditions anormales doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.
- 3) — L'utilisateur doit spécifier, lors de l'appel d'offres, que le disjoncteur est destiné à la mise en et hors circuit des batteries de condensateurs en dérivation.

#### SECTION DEUX — DÉFINITION

##### 2. Batterie de condensateurs indépendante

Batterie de condensateurs en dérivation dont le courant d'appel est limité par l'inductance du réseau d'alimentation et la capacité de la batterie mise sous tension, aucun autre condensateur n'étant branché en parallèle avec le réseau à une distance suffisamment faible pour augmenter de façon appréciable le courant d'appel.

##### 3. Batterie de condensateurs à gradins

Batterie de condensateurs en dérivation comportant plusieurs éléments reliés chacun au réseau d'alimentation par un appareil de manœuvre distinct, le courant d'appel d'un élément étant augmenté de façon appréciable par les condensateurs déjà reliés à la source d'alimentation.

##### 4. Pouvoir de coupure des courants de condensateurs

Le pouvoir de coupure des courants de condensateurs relatif à un pôle d'un disjoncteur est le courant d'une batterie de condensateurs en dérivation traversant ce pôle pendant la dernière période avant l'instant de la séparation des contacts du disjoncteur.

Il s'exprime par la valeur efficace de sa composante à fréquence de service.

##### 5. Surtension

Une surtension est une tension par rapport à la terre, exprimée en valeur de crête, dont la valeur est plus grande que la valeur de crête de la tension par rapport à la terre correspondant à la tension la plus élevée du réseau (voir Publication 71 (1960) de la C.E.I., définition 2).

# SPECIFICATION FOR ALTERNATING-CURRENT CIRCUIT-BREAKERS

## Guide to the testing of circuit-breakers with respect to the switching of shunt capacitor banks

### SECTION ONE — GENERAL

#### 1. Scope

This guide is applicable to all types of circuit-breakers with rated voltages above 1 000 V intended to be used for the switching of single (isolated) shunt capacitor banks, under normal service conditions.

*Notes 1)* — The requirements of circuit-breakers intended to be used for switching multiple (parallel) capacitor banks should be the subject of agreement between the manufacturer and user, particularly with regard to the peak value and frequency of the inrush current. The magnitude and frequency of the inrush current can be calculated by means of the formulae given in the Appendix.

2) — Tests to prove the performance under fault conditions and other abnormal conditions should be subject to agreement between manufacturer and user.

3) — The user shall specify in the inquiry that the circuit-breaker is intended to be used for switching of shunt capacitor banks.

### SECTION TWO — DEFINITIONS

#### 2. Single (isolated) capacitor bank

A bank of shunt capacitors in which the inrush current is limited by the inductance of the supply system and the capacitance of the bank of capacitors being energized, there being no other capacitors connected in parallel to the system sufficiently close to increase the inrush current appreciably.

#### 3. Multiple (parallel) capacitor bank

A bank of shunt capacitors consisting of several units, each switched independently to the supply system, the inrush current of one unit being appreciably increased by the capacitors already connected to the supply.

#### 4. Capacitor breaking current

The capacitor breaking current of a pole of a circuit-breaker is the current of a shunt capacitor bank in that pole during the last cycle before the instant of circuit-breaker contact separation.

It is expressed by the r.m.s. value of its power-frequency component.

#### 5. Overvoltage

An overvoltage is a voltage to earth, expressed as a peak value, which is greater than the peak voltage to earth corresponding to the highest system voltage (see I.E.C. Publication 71 (1960), Definition 2).

En plus de la surtension précédente, une surtension aux bornes d'une batterie de condensateurs est une tension de crête sur une phase quelconque de la batterie, supérieure à la tension de crête à ces bornes quand la batterie est soumise à la tension la plus élevée du réseau auquel la batterie de condensateurs est reliée.

*Note.* — Cette tension est une mesure de la contrainte sur l'isolement des condensateurs eux-mêmes, aussi bien pour un montage en étoile que pour un montage en triangle.

## 6. Réamorçage

Rétablissement du courant entre les contacts d'un disjoncteur au cours d'une opération d'ouverture, après un intervalle de temps égal ou supérieur à  $\frac{1}{4}$  de période, durant lequel le courant est resté nul.

## 7. Réallumage

Rétablissement du courant entre les contacts d'un disjoncteur au cours d'une opération d'ouverture, après un intervalle de temps inférieur à  $\frac{1}{4}$  de période, durant lequel le courant est resté nul.

# SECTION TROIS — CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES DE FONCTIONNEMENT

## 8. Pouvoir de coupure assigné des courants de condensateurs

Le pouvoir de coupure assigné des courants de condensateurs est le courant maximal que le disjoncteur doit être capable de couper sous sa tension nominale la plus élevée et dans des conditions prescrites.

## 9. Surtensions maximales assignées

Les surtensions maximales assignées sont les surtensions maximales admissibles qui peuvent se produire lors de la coupure de courants de condensateurs inférieurs ou égaux au pouvoir de coupure assigné des courants de condensateurs dans les conditions d'essai spécifiées à la Section quatre de ce guide. Ces valeurs de surtension doivent être spécifiées par le constructeur. Elles doivent comprendre les valeurs des surtensions (par rapport à la terre) du côté du condensateur et du côté de l'alimentation du disjoncteur, toutes deux étant mesurées aux bornes du disjoncteur et, si aucune partie de la batterie n'est reliée à la terre, les valeurs des surtensions sur n'importe quelle phase de la batterie.

*Note.* — Les valeurs convenables pour les surtensions maximales assignées sont à l'étude.

## 10. Conditions normales d'emploi en ce qui concerne le pouvoir de coupure des courants de condensateurs

Les conditions normales d'emploi en ce qui concerne le pouvoir de coupure des courants de condensateurs sont les suivantes :

- a) Opérations d'ouverture et de fermeture effectuées conformément aux instructions données par le constructeur en ce qui concerne la manœuvre et l'emploi correct du disjoncteur et de son équipement auxiliaire.
- b) Conditions de mises à la terre du neutre du réseau et de la batterie de condensateurs correspondant à celles pour lesquelles le disjoncteur a été essayé (voir articles 16 et 20).
- c) Fréquence de service ne s'écartant pas de plus de  $\pm 20\%$  de la fréquence nominale du disjoncteur.
- d) Absence de défaut ou d'autres conditions anormales existant avant la manœuvre.

*Note.* — Tous les disjoncteurs ayant un pouvoir de coupure assigné de courants de condensateurs sont capables de fermer les circuits auxquels correspond leur pouvoir de coupure assigné de courants de condensateurs (voir article 21), mais, sauf spécification contraire, sans qu'une autre capacité concentrée soit reliée à la source d'alimentation.

In addition to the above overvoltage, an overvoltage on a capacitor bank is a peak voltage across any phase of the bank greater than the peak voltage across these terminals when the bank is energized at the highest voltage of the system to which the capacitor bank is connected.

*Note.* — This voltage is a measure of the stress on the insulation of the capacitors themselves whether they are connected star or delta.

#### 6. Restrike

A restrike during an opening operation is a resumption of current between the circuit-breaker contacts after an interval of zero current of  $\frac{1}{4}$  cycle or longer.

#### 7. Re-ignition

A re-ignition during an opening operation is a resumption of current between the circuit-breaker contacts after an interval of zero current of less than  $\frac{1}{4}$  cycle.

### SECTION THREE — ASSIGNED PERFORMANCE DATA

#### 8. Assigned capacitor breaking current

The assigned capacitor breaking current is the maximum capacitor breaking current that the circuit-breaker shall be capable of breaking at its higher rated voltage and under prescribed conditions.

#### 9. Assigned maximum overvoltages

Assigned maximum overvoltages are the maximum permissible overvoltages which may occur when breaking capacitor currents lower than or equal to the assigned capacitor breaking current under the test conditions given in Section Four of this guide. These overvoltage values shall be assigned by the manufacturer. They shall include the overvoltage values to earth for the capacitor side and for the supply side of the circuit-breaker, measured at the circuit-breaker terminals, and if no part of the capacitor bank is earthed the overvoltage values across any phase of the bank.

*Note.* — Appropriate values for assigned maximum overvoltages are under consideration.

#### 10. Standard conditions of use with respect to the capacitor breaking current

The standard conditions of use with respect to the capacitor breaking current are as follows:

- a) Opening and closing operations carried out in conformity with the instructions given by the manufacturer for the operation and proper use of the circuit-breaker and its auxiliary equipment.
- b) Earthing conditions of the neutral of the power system and the capacitor bank corresponding to those for which the circuit-breaker has been tested (see Clauses 16 and 20).
- c) Service frequency within  $\pm 20\%$  of the rated frequency of the circuit-breaker.
- d) Absence of fault or other abnormal conditions prior to switching.

*Note.* — All circuit-breakers having an assigned capacitor breaking current are able to make the circuits to which their assigned capacitor breaking current applies (see Clause 21), but, unless otherwise specified, without further concentrated capacitance connected to the supply.

## SECTION QUATRE — ESSAIS DE COUPURE DES COURANTS DE CONDENSATEURS

### 11. Généralités

Des essais doivent être effectués en vue de déterminer l'aptitude d'un disjoncteur à interrompre les courants qui peuvent se rencontrer lors de la mise en et hors circuit de batteries de condensateurs indépendantes.

Pour les disjoncteurs prévus pour être utilisés dans des réseaux triphasés, on peut effectuer les essais en courant triphasé ou en courant monophasé avec, toutefois, la restriction que les essais en monophasé ne peuvent être effectués que pour les disjoncteurs qui ne réamorcent pas et si l'écart de simultanéité maximal entre séparations des contacts dans les différentes phases du disjoncteur tripolaire ne dépasse pas  $\frac{1}{6}$  de période à la fréquence nominale du disjoncteur.

*Note.* — On considère qu'un disjoncteur ne réamorçe pas si, au cours des essais en monophasé, il ne s'est pas produit de réamorçage.

Les résultats obtenus au cours d'un essai de coupure de courants de condensateurs doivent indiquer :

a) La valeur du courant de condensateurs coupé.

*Note.* — La forme d'onde du courant à interrompre doit se rapprocher le plus possible de celle d'une sinusoïde. Cette condition est considérée comme remplie si le rapport entre la valeur efficace du courant et la valeur efficace de la composante fondamentale n'est pas supérieur à 1,2.

Il est préférable de mesurer ce courant à l'oscillographe. Cependant, il est permis de le mesurer à l'aide d'un instrument donnant la valeur efficace ou, sous réserve d'accord entre le constructeur et l'utilisateur, de la calculer à partir des caractéristiques des batteries de condensateurs et de la tension mesurée.

b) La valeur de la tension qui existait aux bornes du disjoncteur immédiatement avant l'opération d'ouverture du disjoncteur.

c) Les surtensions obtenues de part et d'autre du disjoncteur au cours de l'essai, du côté de l'alimentation et du côté de la ligne, ainsi qu'aux bornes de la batterie de condensateurs (voir articles 5 et 9).

*Note.* — Si un accord est intervenu entre le constructeur et l'utilisateur sur les disjoncteurs utilisés pour la mise en et hors circuit des éléments de batteries de condensateurs à gradins (voir article 1, note 1), on peut également spécifier des essais de fermeture qui reproduisent cette opération. Pour caractériser le fonctionnement du disjoncteur au cours de ces essais, on doit indiquer le courant de crête de fermeture et la fréquence du courant d'appel.

### 12. Conditions de sévérité pour les essais de coupure des courants de condensateurs

Les essais de coupure des courants de condensateurs doivent être effectués dans les conditions de sévérité spécifiées aux articles suivants :

13. Etat du disjoncteur avant les essais.
14. Conditions de fonctionnement du disjoncteur pendant les essais.
15. Etat du disjoncteur après les essais.
16. Tension d'essai.
17. Fréquence d'essai.
18. Constante de temps à la décharge de la batterie de condensateurs.
19. Caractéristiques des circuits d'alimentation.
20. Mise à la terre du circuit d'essai triphasé.
21. Cycles d'essais.

## SECTION FOUR — CAPACITOR BREAKING CURRENT TESTS

### 11. General

Tests shall be made to determine the ability of a circuit-breaker to break currents which may be encountered when switching single (isolated) capacitor banks.

For circuit-breakers intended for use in three-phase systems, the tests may be made three-phase or single-phase with the limitation, however, that single-phase tests may be used only for those circuit-breakers which are restrike free, and if the maximum non-simultaneity of contact separation in different phases of the circuit-breaker does not exceed  $\frac{1}{6}$ th of a cycle at the rated frequency of the circuit-breaker.

*Note.* — It is assumed that a circuit-breaker is restrike free if, during single-phase tests, restrikes do not occur.

The capacitor breaking current performance in a test shall be stated in terms of:

- a) The value of the capacitor breaking current.

*Note.* — The wave-form of the current to be broken should, as nearly as possible, be sinusoidal. This condition is considered to be complied with if the ratio of the r.m.s. value of the current to the r.m.s. value of the fundamental component does not exceed 1.2.

It is preferable to measure this current by an oscillograph. However, it is permissible to measure it by an r.m.s. indicating instrument or, if so agreed by the manufacturer and the user, to calculate it from the characteristics of the capacitor bank and the measured voltage.

- b) The value of the voltage at the circuit-breaker terminals immediately prior to the opening of the circuit-breaker.
- c) The overvoltages obtained on the supply side and on the capacitor side of the circuit-breaker, and across the capacitor bank during the test (see Clauses 5 and 9).

*Note.* — If an agreement has been made between manufacturer and user concerning circuit-breakers used for parallel switching of capacitor banks (see Clause 1, Note 1) making tests may also be required simulating such performance. The performance of the circuit-breaker during these tests shall be stated in terms of the peak making current and the frequency of the inrush current.

### 12. Conditions of severity for capacitor breaking current tests

The capacitor breaking current tests shall be carried out under the conditions of severity specified in the following clauses:

13. Condition of circuit-breaker before tests.
14. Conditions of behaviour of circuit-breaker during tests.
15. Condition of circuit-breaker after tests.
16. Test voltage.
17. Test frequency.
18. Discharge time constant of the capacitor bank.
19. Characteristics of supply circuits.
20. Earthing of the three-phase test circuit.
21. Test duties.

### 13. Etat du disjoncteur avant les essais

Le disjoncteur soumis aux essais de coupure des courants de condensateurs doit être un ensemble complet, muni de ses propres dispositifs de manœuvre, et doit représenter fidèlement son propre type dans tous les détails de construction et de fonctionnement, tels qu'ils sont indiqués dans les dessins et/ou les tableaux certifiés conformes.

Les dispositifs de manœuvre à source d'énergie extérieure doivent fonctionner à la tension de fonctionnement minimale spécifiée et/ou à la pression d'air de fonctionnement minimale spécifiée. La pression d'air ou de gaz, pour les disjoncteurs à soufflage par air ou par gaz, doit être la pression de fonctionnement minimale correspondant au pouvoir de coupure nominal en court-circuit.

Si un seul élément unipolaire du disjoncteur, ou un pôle du disjoncteur complet, est soumis à l'essai, il doit être équivalent au disjoncteur tripolaire complet ou ne pas être dans des conditions plus favorables que celui-ci en ce qui concerne :

1. La vitesse de coupure,
2. Le milieu extingueur de l'arc,
3. La puissance et la robustesse du mécanisme de manœuvre,
4. La rigidité du bâti.

La prescription relative à l'écart de simultanéité de séparation des contacts (article 11) doit, pour les disjoncteurs de tension nominale inférieure à 72,5 kV, être contrôlée avant et après les essais d'endurance mécanique (Publication 56-3 de la C.E.I., chapitre II, 2<sup>e</sup> partie, article 36). Pour les disjoncteurs de tension nominale égale ou supérieure à 72,5 kV, la méthode de contrôle de cette prescription doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Lorsqu'on effectue des essais en monophasé sur des disjoncteurs de tension nominale égale ou supérieure à 72,5 kV, on peut y procéder en utilisant un seul élément unipolaire du disjoncteur.

*Note.* — Les essais de disjoncteurs à enveloppe unique doivent être effectués de préférence en triphasé.

### 14. Conditions de fonctionnement du disjoncteur pendant les essais

Lors de l'exécution de l'un quelconque des cycles de manœuvres d'une série d'essais dans les limites du pouvoir de coupure assigné des courants de condensateurs, le fonctionnement du disjoncteur doit satisfaire aux conditions suivantes :

Pendant la manœuvre, le disjoncteur ne devra pas montrer de signes de contraintes excessives. Les disjoncteurs à huile ne devront donner lieu à aucune émission de flammes et les gaz produits, ainsi que l'huile entraînée par les gaz, devront être évacués du disjoncteur et dirigés loin de tous les conducteurs sous tension.

En ce qui concerne les disjoncteurs à soufflage par air ou par gaz, aucune projection de flammes ni de particules métalliques, susceptible de réduire le niveau d'isolement du disjoncteur, ne doit dépasser les limites spécifiées par le constructeur.

La quantité d'huile perdue et les produits ou les conséquences résultant de l'arc lors de chaque manœuvre d'une série d'essais ne doivent pas être susceptibles d'affecter le comportement satisfaisant du disjoncteur pendant les manœuvres suivantes de la série d'essais.

Les surtensions produites pendant les essais ne doivent pas dépasser les surtensions maximales assignées. Il ne doit pas se produire de contournement extérieur.

Le disjoncteur peut être examiné, mais ne doit pas être remis en état, avant l'achèvement des séries d'essais spécifiées.

### 13. Condition of circuit-breaker before tests

The circuit-breaker subjected to capacitor breaking current tests shall be a complete assembly with its own operating devices and shall truly represent its own type in all details of construction and operation as recorded in certified drawings and/or schedules.

Power operating devices shall be operated at the specified minimum operating voltage and/or the specified minimum operating pressure. The air or gas pressure in air or gas-blast circuit-breakers shall be the minimum operating pressure for the rated short-circuit breaking capacity.

If one single-pole unit of the circuit-breaker or one pole of a complete circuit-breaker is to be tested, it shall be equivalent to, or not in a more favourable condition than, the complete three-pole circuit-breaker in respect of:

- 1) Speed of break,
- 2) Arc-extinguishing medium,
- 3) Power and strength of operating mechanism,
- 4) Rigidity of structure.

The requirement regarding non-simultaneity of contact separation (Clause 11) shall, for the circuit-breakers at rated voltage below 72.5 kV, be proved before and after the mechanical endurance tests (I.E.C. Publication 56-3, Chapter II, Part 2, Clause 36). For circuit-breakers of rated voltage 72.5 kV and above, the method of proving this requirement shall be left to agreement between the manufacturer and user. When single-phase tests are made for circuit-breakers of rated voltage 72.5 kV and above, the tests may be made using a single-pole unit of the circuit-breaker.

*Note.* — Tests on single-enclosure type circuit-breakers shall preferably be made three-phase.

### 14. Conditions of behaviour of circuit-breaker during tests

When performing any operating duty of a test series up to its assigned capacitor breaking current, the behaviour of the circuit-breaker shall comply with the following conditions:

During operation, the circuit-breaker shall not show signs of undue stress. From oil 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 air or gas-blast circuit-breakers, flame or metallic particles, such as might impair the insulation level of the circuit-breaker, shall not be projected beyond the boundaries specified by the manufacturer.

The amount of oil lost and the products or results of arcing during each operation of a test series, shall not be such as to affect the satisfactory behaviour of the circuit-breaker during subsequent operations of the test series.

The overvoltages produced during the tests shall not exceed the assigned maximum overvoltages. External flashover shall not occur.

The circuit-breaker may be inspected but shall not be reconditioned before completion of the test series specified.

## 15. Etat du disjoncteur après les essais

Après avoir effectué les séries d'essais spécifiées de coupure des courants de condensateurs et avant d'être remis en état, le disjoncteur doit être capable de fonctionner de façon satisfaisante lors de l'établissement et de la coupure de tous les courants inférieurs ou égaux à ses pouvoirs de fermeture et de coupure nominaux, conformément aux prescriptions de la Publication 56-1 de la C.E.I.

De plus, les parties mécaniques, les dispositifs d'extinction d'arc et les isolateurs du disjoncteur doivent être essentiellement dans le même état qu'avant les essais, et le disjoncteur doit être capable de supporter son courant nominal en service continu avec un échauffement ne dépassant pas l'échauffement permis par la Publication 56-2 de la C.E.I.

Par exemple, les isolants ne doivent pas porter de traces de perforation, contournement ou cheminement ; on admet toutefois une usure modérée des parties des dispositifs d'extinction d'arc exposées à l'action de ce dernier.

*Note.* — La vérification, après les essais de coupure des courants de condensateurs, de la conformité aux exigences ci-dessus n'est nécessaire qu'en cas de doute.

## 16. Tension d'essai

- a) Pour les essais en triphasé, la tension d'essai, mesurée entre les pôles du disjoncteur immédiatement avant l'opération d'ouverture, doit être aussi voisine que possible de la tension nominale la plus élevée du disjoncteur.
- b) Pour les essais en monophasé :
  - (1) Dans le cas de disjoncteurs ayant une tension nominale supérieure à 72,5 kV et destinés à être utilisés sur des réseaux triphasés à neutre effectivement à la terre (voir Publication 71 (1960) de la C.E.I., définition 13 a) et à être utilisés avec des batteries de condensateurs dont le neutre est directement à la terre :  
La tension d'essai, mesurée entre le pôle du disjoncteur et la terre immédiatement avant l'opération d'ouverture, doit être aussi voisine que possible de la tension entre phase et terre correspondant à la tension nominale la plus élevée du disjoncteur.
  - (2) Dans le cas de disjoncteurs ayant une tension nominale inférieure ou égale à 72,5 kV et de disjoncteurs pour toutes tensions destinés à être utilisés dans des conditions de mise à la terre du réseau ou de la batterie de condensateurs non visées à l'alinéa (1) :  
La tension d'essai, mesurée entre le pôle du disjoncteur et la terre immédiatement avant l'opération d'ouverture, doit être aussi voisine que possible de 1,4 fois la tension entre phase et terre correspondant à la tension nominale la plus élevée du disjoncteur.

*Note.* — On ne doit pas utiliser les résultats des essais pour évaluer les surtensions qui se produisent à une tension différente de la tension d'essai.

## 17. Fréquence d'essai

Les essais de coupure des courants de condensateurs doivent être effectués à la fréquence nominale du disjoncteur avec une tolérance de  $\pm 20\%$ .

## 18. Constante de temps à la décharge de la batterie de condensateurs

La valeur de la constante de temps à la décharge est très influencée par les appareils (tels que des transformateurs de mesure) reliés à la batterie de condensateurs.

## 15. Condition of circuit-breaker after tests

The circuit-breaker shall, after performing the capacitor breaking current test series herein specified and before re-conditioning, be capable of operating satisfactorily at any making and breaking current up to its rated making and breaking capacity, in accordance with I.E.C. Publication 56-1.

In addition, the mechanical parts, arc control devices and insulators of the circuit-breaker shall be essentially in the same condition as before the tests, and the circuit-breaker shall be capable of carrying its rated normal current with a temperature rise not in excess of the temperature rise permitted by I.E.C. Publication 56-2.

For example, there shall be no evidence of internal puncture, flashover or tracking of insulating materials, except that moderate wear of the parts of arc control devices exposed to the arc is permissible.

*Note.* — Verification, after the capacitor breaking current tests, of compliance with the above requirements is necessary only in case of doubt.

## 16. Test voltage

- a) For three-phase tests, the test voltage measured between the poles of the circuit-breaker immediately prior to opening shall, as nearly as possible, be equal to the higher rated voltage of the circuit-breaker.
- b) For single-phase tests:
  - (1) In the case of circuit-breakers having a rated voltage above 72.5 kV, intended for use in three-phase systems with effectively earthed neutral (see I.E.C. Publication 71 (1960), Definition 13a) and for use with capacitor banks having a directly earthed neutral:

The test voltage measured between the pole of the circuit-breaker and earth immediately prior to opening shall, as nearly as possible, be equal to the phase-to-earth voltage corresponding to the higher rated voltage of the circuit-breaker.

- (2) In the case of circuit-breakers having a rated voltage up to and including 72.5 kV, and of circuit-breakers for all voltages intended for use in earthing conditions of the power system or the capacitor bank not covered under (1):The test voltage measured between the pole of the circuit-breaker and earth immediately prior to opening shall, as nearly as possible, be equal to 1.4 times the phase-to-earth voltage corresponding to the higher rated voltage of the circuit-breaker.

*Note.* — The result of the tests should not be used for estimating overvoltages occurring at a voltage differing from the test voltage.

## 17. Test frequency

The capacitor breaking current tests shall be carried out at the rated frequency of the circuit-breaker with a tolerance of  $\pm 20\%$ .

## 18. Discharge time constant of the capacitor bank

The value of the discharge time constant is greatly influenced by the apparatus (such as instrument transformers) connected to the capacitor bank.

Les caractéristiques du circuit de la batterie de condensateurs doivent être telles que la constante de temps à la décharge soit au moins égale à 0,1 seconde.

*Note.* — On devra éviter que les transformateurs de tension amorcent des phénomènes de ferrorésonance lors de coupures.

## 19. Caractéristiques des circuits d'alimentation

Les essais de coupure des courants de condensateurs doivent être effectués en utilisant les deux différents circuits d'alimentation spécifiés ci-après :

### *Circuit d'alimentation N° 1*

C'est un circuit d'alimentation dont l'impédance est telle que la composante symétrique de son courant de court-circuit n'excède pas 10% du pouvoir de coupure nominal symétrique du disjoncteur ; toutefois, l'impédance sera réduite, s'il est nécessaire, au-dessous de la valeur donnée par cette prescription de façon que la variation provoquée par l'établissement et la coupure du courant réactif n'excède pas 10%.

*Note.* — En conséquence, l'impédance du circuit d'alimentation 1 pour le cycle d'essais 2 peut différer de celle employée pour le cycle d'essais 1 (voir article 21).

### *Circuit d'alimentation N° 2*

C'est un circuit d'alimentation dont l'impédance est aussi faible que possible, sans toutefois que son courant de court-circuit symétrique excède le pouvoir de coupure nominal symétrique du disjoncteur.

La capacité des deux circuits d'alimentation doit être aussi faible que possible.

*Note.* — Les limitations des possibilités de manœuvre dans les réseaux ou les laboratoires et les contraintes anormales sur l'isolement qui pourraient se produire pendant les essais peuvent empêcher que les conditions d'essais spécifiées soient complètement réalisées. Dans de tels cas, mention détaillée doit en être faite explicitement dans le compte rendu d'essai.

## 20. Mise à la terre du circuit d'essai triphasé

Le neutre du circuit d'alimentation doit être mis à la terre.

Pour les tensions nominales inférieures ou égales à 72,5 kV, le neutre de la batterie de condensateurs doit être isolé. Au-dessus de 72,5 kV, les conditions de mise à la terre de la batterie de condensateurs d'essai doivent être les mêmes que lorsque la batterie de condensateurs sera en service.

## 21. Cycles d'essais

Les essais normaux doivent comprendre les quatre cycles d'essais spécifiés au tableau I :

TABLEAU I

| Cycle d'essais<br>N° | Type du circuit<br>d'alimentation<br>(Article 19) | Courant d'essai en pour-cent<br>du pouvoir de coupure du<br>courant de condensateurs<br>assigné |
|----------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | 1                                                 | 10 à 20                                                                                         |
| 2                    | 1                                                 | 100 à 110                                                                                       |
| 3                    | 2                                                 | 10 à 20                                                                                         |
| 4                    | 2                                                 | 100 à 110                                                                                       |

The characteristics of the capacitor bank circuit shall be such as to give a discharge time constant which is at least equal to 0.1 s.

*Note.* — Precautions shall be taken to avoid voltage transformers giving rise to ferro-resonance phenomena during breaking operations.

## 19. Characteristics of supply circuits

The capacitor breaking current tests shall be performed using two different supply circuits as specified below:

### *Supply circuit No. 1*

A supply circuit having an impedance such that the symmetrical component of its short circuit current does not exceed 10% of the rated symmetrical breaking capacity of the circuit-breaker except that, if necessary, the impedance shall be reduced below the value given by this requirement so that the regulation caused by switching the capacitive current does not exceed 10%.

*Note.* — The impedance of Supply circuit No. 1 for Test duty No. 2 may accordingly differ from that for Test duty No. 1 (Clause 21).

### *Supply circuit No. 2*

A supply circuit having an impedance which is as low as possible but not so low that its symmetrical short-circuit current exceeds the rated symmetrical breaking capacity of the circuit-breaker.

The capacitance of both supply circuits shall be as low as possible.

*Note.* — Limitations in the operation of power systems or laboratories and abnormal stresses of insulation which might occur during the tests may prevent the specified test conditions from being completely met. Such deviations shall, in all cases, be clearly stated in the test report.

## 20. Earthing of the three-phase test circuit

The supply circuit shall have an earthed neutral.

For rated voltages up to and including 72.5 kV, the neutral of the capacitor bank shall be insulated. Above 72.5 kV the earthing conditions of the test capacitor bank shall be the same as for the capacitor bank when in service.

## 21. Test duties

The standard tests shall consist of four test duties as specified in Table I:

TABLE I

| Test duty No. | Supply circuit<br>(Clause 19) | Test current in percent<br>of the assigned capacitor<br>breaking current |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1             | 1                             | 10 to 20                                                                 |
| 2             | 1                             | 100 to 110                                                               |
| 3             | 2                             | 10 to 20                                                                 |
| 4             | 2                             | 100 to 110                                                               |

1. Pour les essais en triphasé, chaque cycle d'essais doit comprendre 10 essais.
2. Pour les essais en monophasé, il y a deux possibilités:
  - a) Si le déclenchement synchrone est employé, chaque cycle d'essais doit comprendre 12 essais correspondant à des instants séparés approximativement par des intervalles de 30 degrés électriques.
  - b) Si le déclenchement synchrone n'est pas employé, le nombre d'essais de chaque cycle d'essais doit être de 30.

Tous les essais du cycle d'essais 4 doivent être des essais d'établissement-coupure. Si on effectue des essais en monophasé, l'établissement pour au moins 2 d'entre eux doit se produire à un instant séparé par moins de 15 degrés électriques de l'instant correspondant à la valeur de crête de la tension appliquée.

Lors des essais d'établissement-coupure, on ne doit pas séparer les contacts du disjoncteur avant la disparition des courants transitoires consécutifs à la fermeture.

*Note.* — Au cas où les disjoncteurs doivent effectuer un nombre considérable de manœuvres, la question de la robustesse mécanique doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

## 22. Compte rendu d'essais

Un compte rendu d'essais doit contenir les indications nécessaires prouvant que le disjoncteur satisfait aux exigences de ce guide. Les enregistrements oscillographiques ou autres doivent comprendre :

- a) Le courant de condensateurs dans chaque phase.
- b) Les tensions entre chaque phase et la terre des deux côtés du disjoncteur.
- c) Les tensions sur chacune des phases de la batterie de condensateurs.
- d) L'instant de la mise sous tension de la bobine de déclenchement.
- e) La course des contacts mobiles, si possible.

*Note.* — Tout cas qui ne serait pas strictement conforme aux exigences de ce guide doit être mentionné explicitement dans le compte rendu d'essais. Il doit être aussi indiqué si des transformateurs de mesure ou des bobines d'écoulement ont été ou non reliés à la batterie de condensateurs et, dans l'affirmative, leurs types et leurs caractéristiques nominales doivent être précisées.

- 1) For three-phase tests, each test duty shall comprise 10 tests.
- 2) For single-phase tests, there are two possibilities:
  - a) If point-on-wave control is used, each test duty shall comprise 12 tests distributed at intervals of approximately 30 electrical degrees.
  - b) If point-on-wave control is not used, the number of tests in each test duty shall be 30.

All the tests in Test duty No. 4 shall be make-break tests. If single-phase tests are made, the closing in for at least 2 of them shall occur within 15 electrical degrees of the peak value of the applied voltage.

When make-break tests are performed, the contacts of the circuit-breaker shall not be separated until the transient closing currents have subsided.

*Note.* — In the case where circuit-breakers are required to carry out a considerable number of operations, the question of endurance shall form the subject of an agreement between manufacturer and user.

## 22. Test report

A test report shall contain the data necessary to prove that the circuit-breaker complies with this guide. Oscillographic or other records should include the following:

- a) Capacitor charging current in each phase.
- b) Voltages between each phase and earth on both sides of the circuit-breaker.
- c) Voltages across each phase of the capacitor bank.
- d) Instant of energizing trip coil.
- e) Travel of moving contacts, if possible.

*Note.* — Any deviation from strict compliance with the guide shall be clearly stated in the test report. It shall also be stated whether or not instrument transformers or discharge reactors were connected to the capacitor bank and, if so, their types and ratings shall be given.

## ANNEXE

### COURANTS D'APPEL DES BATTERIES DE CONDENSATEURS

La mise sous tension d'une batterie de condensateurs résultant de la fermeture d'un disjoncteur produit un courant d'appel qui est fonction de la tension appliquée, de la capacité du circuit, de la valeur et de l'emplacement des inductances dans le circuit, des charges des capacités au moment de la fermeture du circuit et de l'amortissement des grandeurs transitoires dues à la fermeture. On calcule en général les courants d'appel en admettant que la batterie de condensateurs n'a pas de charge initiale et que le circuit est fermé au moment correspondant au courant d'appel maximal.

Les calculs des courants de réamorçage au cours des manœuvres d'ouverture sont analogues, mais les condensateurs étant reliés au réseau par le réamorçage ont des charges initiales qui augmentent les variations de tension et les courants d'appel correspondants. On peut obtenir une estimation du courant au cours d'un réamorçage en multipliant le courant d'appel, calculé dans le cas de la mise sous tension de la batterie, par un facteur égal au rapport de la variation de tension de la batterie pendant le réamorçage à la variation de tension de la batterie pendant sa mise sous tension. On prend généralement la valeur 2 pour ce facteur.

La figure 1 représente un circuit-type.  $B_1$  est le disjoncteur qui se ferme et  $B_2$  représente un ou plusieurs disjoncteurs reliant une autre ou plusieurs autres batteries aux barres. Les inductances  $L_1$  et  $L_2$  entre les barres et les condensateurs sont très faibles par rapport à l'inductance  $L_0$  de la source. Dans de nombreux cas, elles ne sont que de 1% de  $L_0$  environ.

S'il n'y a pas de batterie reliée au jeu de barres quand on met une batterie sous tension, l'inductance  $L_0$  est le facteur déterminant et on peut négliger  $L_1$  ou bien l'ajouter à  $L_0$ .

Si une batterie doit être mise en circuit alors qu'une ou plusieurs autres batteries sont déjà alimentées par le jeu de barres, le courant d'appel se compose presque entièrement du courant échangé entre les batteries. Dans ce cas, la composante provenant de la source d'alimentation est à une fréquence inférieure et est si faible qu'on peut la négliger.

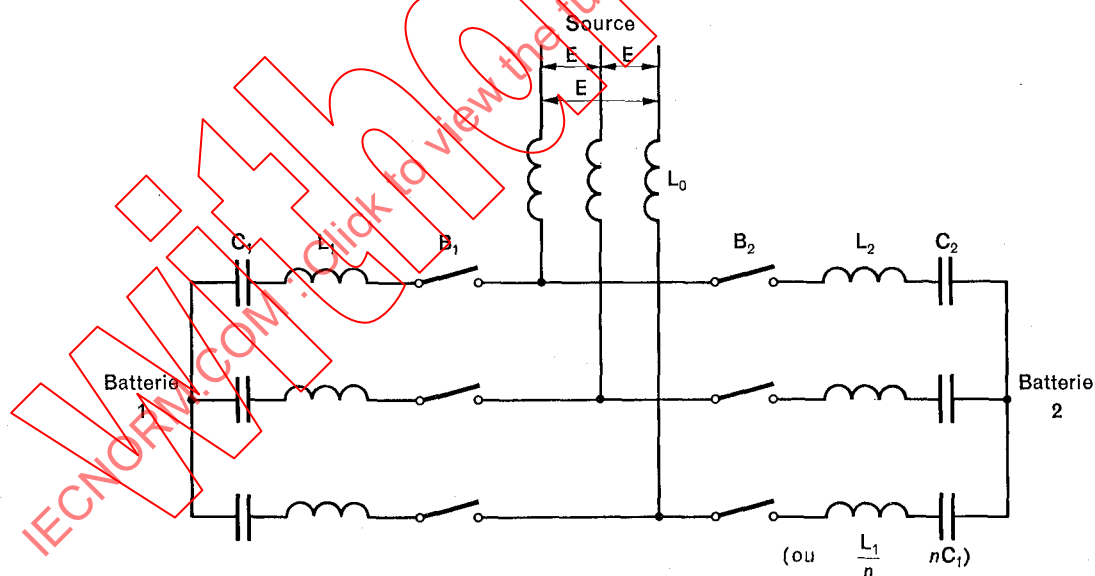


FIGURE 1

Le tableau II donne des formules pour les courants d'appel et leurs fréquences dans le cas du circuit représenté par la figure 1. Les valeurs des inductances  $L_1$  et  $L_2$  qui sont très importantes pour la mise en et hors circuit de batteries à gradins ne sont pas faciles à déterminer. Elles comprennent les inductances intérieures de la batterie elle-même, celles des connexions entre la batterie et le jeu de barres, celles des disjoncteurs et une partie de celle du jeu de barres si le courant passe par le jeu de barres entre les connexions des batteries de condensateurs.