

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1129**

Première édition
First edition
1992-02

**Sectionneurs de terre à courant alternatif
Etablissement et coupure de courants induits**

**Alternating current earthing switches
Induced current switching**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1129: 1992

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1129**

Première édition
First edition
1992-02

**Sectionneurs de terre à courant alternatif
Etablissement et coupure de courants induits**

**Alternating current earthing switches
Induced current switching**

© CEI 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application et objet	6
1.2 Référence normatives	6
2 Conditions normales et spéciales de service	6
3 Définitions	8
3.106 Courant d'induction électromagnétique	8
3.107 Courant d'induction électrostatique	8
4 Caractéristiques assignées	8
4.108 Pouvoir de coupure assigné d'induction	10
4.109 Tension assignée d'induction	12
5 Conception et construction	12
5.9 Plaques signalétiques	12
6 Essais de type	12
6.3 Essais d'échauffement	12
6.105 Essais d'établissement et de coupure	12
8 Guide pour le choix des sectionneurs de terre ayant un pouvoir de coupure d'induction	24
8.101 Généralités	24
9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	24
9.101 Renseignements à donner dans les appels d'offres et les commandes	24
9.102 Renseignements à donner avec les soumissions	24
FIGURES	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	7
1.1 Scope and object	7
1.2 Normative references	7
2 Normal and special service conditions	7
3 Definitions	9
3.106 Electromagnetically induced current	9
3.107 Electrostatically induced current	9
4 Rating	9
4.108 Rated induced current	11
4.109 Rated induced voltage	13
5 Design and construction	13
5.9 Nameplates	13
6 Type tests	13
6.3 Temperature rise tests	13
6.105 Making and breaking tests	13
8 Guide to the selection of earthing switches suitable for making and breaking induced currents and voltages	25
8.101 General	25
9 Information to be given with enquiries, tenders and orders	25
9.101 Information to be given with enquiries and orders	25
9.102 Information to be given with tenders	25
FIGURES	26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SECTIONNEURS DE TERRE À COURANT ALTERNATIF ÉTABLISSEMENT ET COUPURE DE COURANTS INDUITS

AVANT-PROPOS

- 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.

La présente Norme internationale a été établie par le Sous-Comité 17A: Appareillage à haute tension, du Comité d'Etudes n° 17 de la CEI: Appareillage.

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 129, la CEI 694 et la CEI 1128.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
17A(BC)215	17A(BC)218	17A(BC)222	17A(BC)229

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ALTERNATING CURRENT EARTHING SWITCHES
INDUCED CURRENT SWITCHING**

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.

This International Standard has been prepared by Sub-Committee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC Technical Committee No. 17: Switchgear and controlgear.

This standard is to be read in conjunction with IEC 129, IEC 694 and IEC 1128.

The text of this standard is based on the following documents:

DIS	Report on Voting	Amendment to DIS	Report on Voting
17A(CO)215	17A(CO)218	17A(CO)222	17A(CO)229

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

SECTIONNEURS DE TERRE À COURANT ALTERNATIF ÉTABLISSEMENT ET COUPURE DE COURANTS INDUITS

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application et objet*

La présente Norme internationale s'applique aux sectionneurs de terre à courant alternatif, de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV aptes à établir et couper des courants induits.

NOTE - Les sectionneurs de terre de tension assignée inférieure à 52 kV manoeuvrent occasionnellement dans ces conditions; il n'est cependant généralement pas nécessaire de fixer des caractéristiques assignées ni d'effectuer des essais de type. Des essais peuvent être faits par accord entre utilisateur et constructeur.

L'objet de cette norme est d'établir des prescriptions pour la manoeuvre en charge des sectionneurs de terre destinés à la mise à la terre des lignes de transport. Dans le cas de lignes aériennes à plusieurs circuits, des courants induits peuvent circuler dans les circuits hors tension par couplages capacitif et inductif avec les circuits adjacents sous tension. Les sectionneurs de terre utilisés sur ces lignes doivent donc être aptes à supporter les conditions de service suivantes:

- établir et couper un courant capacitif quand le sectionneur de terre est manoeuvré à l'extrémité d'un circuit dont l'autre extrémité est ouverte,
- établir et couper un courant inductif quand le sectionneur de terre est manoeuvré à l'extrémité d'un circuit dont l'autre extrémité est à la terre,
- supporter en permanence ces courants capacitifs et inductifs.

1.2 *Référence normative*

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(441): 1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 441: Appareillage et fusibles.*

CEI 129: 1984, *Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif.*

CEI 694: 1980, *Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension.*

2 Conditions normales et spéciales de service

L'article 2 de la CEI 694 est applicable.

ALTERNATING CURRENT EARTHING SWITCHES INDUCED CURRENT SWITCHING

1 General

1.1 Scope and object

This International Standard applies to alternating current earthing switches, rated 52 kV and above, capable of switching induced currents.

NOTE - The making and breaking of induced currents is occasionally required for earthing switches having rated voltages below 52 kV; however, induced current ratings and type tests are not normally required. Tests may be performed upon agreement between the user and manufacturer.

It is the object of this standard to establish switching requirements for earthing switches used to earth transmission lines. In a case of multiple configurations of overhead transmission lines, current may circulate in de-energized and earthed lines as a result of capacitive and inductive coupling with adjacent energized lines. Earthing switches applied to earth these lines shall therefore be capable of assuring the following service conditions:

- making and breaking of a capacitive current when the earth connection is open at one termination and earthing switching is performed at the other termination;
- making and breaking of an inductive current when the line is earthed at one termination and earthing switching is performed at the other termination;
- carrying continuously the capacitive and inductive currents.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through references in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards

IEC 50(441): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*.

IEC 129: 1984, *Alternating current disconnectors and earthing switches*.

IEC 694: 1980, *Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards*.

2 Normal and special service conditions

Clause 2 of IEC 694 is applicable.

3 Définitions

L'article 3 de la CEI 129 est applicable avec les compléments ci-après.

3.102.5 sectionneur de terre: La définition 441-14-11 du VEI est applicable avec le complément suivant: Les sectionneurs de terre de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV peuvent avoir à établir, supporter en permanence et couper des courants induits, dans les conditions normales du circuit.

3.106 courant d'induction électromagnétique: Courant inductif à établir, ou à interrompre, par un sectionneur de terre utilisé pour mettre à la terre, ou séparer de la terre, l'extrémité d'un circuit hors tension d'une ligne dont l'autre extrémité est à la terre, ce circuit étant à proximité d'un circuit de ligne parallèle sous tension et en charge.

NOTES

1 Le courant inductif dans un circuit de ligne hors tension mis à la terre à ses deux extrémités dépend du courant dans le circuit sous tension et du coefficient de couplage entre les circuits déterminé par leur disposition sur les pylones.

2 La tension inductive aux bornes d'un sectionneur de terre en position d'ouverture à l'extrémité d'un circuit de ligne dont l'autre extrémité est à la terre, dépend du courant dans le circuit sous tension, du coefficient de couplage entre les circuits déterminé par leur disposition sur les pylones, et de la longueur de la portion de circuit à la terre à proximité du circuit de ligne parallèle sous tension.

3.107 courant d'induction électrostatique: Courant capacitif à établir, ou à interrompre, par un sectionneur de terre utilisé pour mettre à la terre, ou séparer de la terre, l'extrémité d'un circuit hors tension d'une ligne dont l'autre extrémité est ouverte, ce circuit étant à proximité d'un circuit de ligne parallèle sous tension.

NOTES

1 Le courant capacitif dans un circuit de ligne hors tension mis à la terre à une extrémité dépend de la tension du circuit sous tension, du coefficient de couplage entre les circuits déterminé par leur disposition sur les pylones, et de la longueur entre l'extrémité mise à la terre et l'extrémité ouverte du circuit de ligne à la terre.

2 La tension capacitive aux bornes d'un sectionneur de terre en position d'ouverture à l'extrémité d'un circuit de ligne dont l'autre extrémité est ouverte, dépend de la tension du circuit sous tension et du coefficient de couplage entre les circuits déterminé par leur disposition sur les pylones.

4 Caractéristiques assignées

L'article 4 de la CEI 129 est applicable avec les compléments ci-après.

Il peut être nécessaire d'assigner aux sectionneurs de terre de tension assignée égale ou supérieure à 52 kV des pouvoirs de coupure et des tensions d'induction. Suivant la sévérité des conditions d'utilisation, les sectionneurs de terre sont divisés en deux classes:

Classe A - Sectionneurs de terre pour utilisation sur des circuits de lignes relativement courts ou ayant des coefficients de couplage faibles aux circuits sous tension adjacents.

Classe B - Sectionneurs de terre pour utilisation sur des circuits de lignes relativement longs ou ayant des coefficients de couplage forts aux circuits sous tension adjacents.

3 Definitions

Clause 3 of IEC 129 is applicable with the additions noted below.

3.102.5 earthing switch: IEC 441-14-11 is applicable with the following addition: Earthing switches having rated voltages of 52 kV and above may be required to make, carry and break induced currents under normal conditions of the circuit.

3.106 electromagnetically induced current: The electromagnetically induced current is the inductive current which an earthing switch must make and break when the earthing switch connects to and disconnects from earth one termination of a de-energized transmission line, with the other termination earthed, with an energized line carrying current in parallel with, and in proximity to, the earthed line.

NOTES

- 1 The inductive current in a de-energized line earthed at both terminations is dependent upon the current in the energized line and the coupling factor to the energized line, as determined by the circuit configuration on the tower.
- 2 The inductive voltage across an open earthing switch at one termination of a line, when a second line termination is earthed, is dependent upon the current in the energized line, the coupling factor to the energized line, as determined by the circuit configuration on the tower, and the length of that part of the earthed line which is in proximity to an energized line.

3.107 electrostatically induced current: The electrostatically induced current is the capacitive current which an earthing switch must make and break when the earthing switch connects to or disconnects from earth one termination of a de-energized transmission line, with the other termination open, with an energized line in parallel with, and in proximity to, the earthed line.

NOTES

- 1 The capacitive current in a de-energized line earthed at one termination is dependent upon the voltage of the energized line, the coupling factor to the energized line as determined by the circuit configuration on the tower, and the length of the earthed line between the earthed termination and the open termination.
- 2 The capacitive voltage across an open earthing switch at one termination of a line, when the second line termination is open, is dependent upon the voltage of the energized line and the coupling factor to the energized line, as determined by the circuit configuration on the tower.

4 Rating

Clause 4 of IEC 129 is applicable with the additions noted below.

Earthing switches having rated voltages of 52 kV and above may require induced current and voltage ratings. Depending upon the severity of the switching duty, earthing switches for this application are divided into two classes, as follows:

Class A - Earthing switches for application in circuits having relatively short sections of line or low coupling to adjacent energized circuits.

Class B - Earthing switches for application in circuits having relatively long lines or high coupling to adjacent energized circuits.

4.108 Pouvoir de coupure assigné d'induction

Le pouvoir de coupure assigné d'induction est la valeur la plus élevée du courant induit que le sectionneur de terre doit être capable d'établir et d'interrompre sous la tension assignée d'induction. Les pouvoirs de coupure assignés d'induction électromagnétique et d'induction électrostatique doivent avoir des valeurs distinctes.

Les valeurs normalisées des pouvoirs de coupure assignés d'induction pour les deux classes de sectionneurs de terre sont données au tableau 1.

Le sectionneur de terre doit supporter un courant égal à son pouvoir de coupure assigné d'induction sans échauffement excessif. Un essai d'échauffement n'est cependant normalement pas nécessaire.

Tableau 1 – Valeurs normalisées des pouvoirs de coupure assignés d'induction et des tensions assignées d'induction pour les sectionneurs de terre

Tension assignée kV	Couplage électromagnétique				Couplage électrostatique			
	Pouvoir de coupure assigné d'induction A (valeur efficace)		Tension assignée d'induction kV (valeur efficace)		Pouvoir de coupure assigné d'induction A (valeur efficace)		Tension assignée d'induction kV (valeur efficace)	
	Classe		Classe		Classe		Classe	
	A	B	A	B	A	B	A	B
52	50	100	0,5	4	0,4	2	3	6
72,5	50	100	0,5	4	0,4	2	3	6
100	50	100	0,5	6	0,4	5	3	6
123	50	100	0,5	6	0,4	5	3	6
145	50	125	1	10	0,4	5	3	6
170	50	125	1	10	0,4	5	3	6
245	80	160	1,4	15	1,25	10	5	15
300	80	160	1,4	15	1,25	10	5	15
362	80	200	2	22	1,25	18	5	22
420	80	200	2	22	1,25	18	5	22
525	80	200	2	25	1,6	25	8	25
765	80	200	2	25	1,6	25	8	25

NOTES

- 1 Sectionneur de terre classe A: couplage faible ou lignes parallèles relativement courtes. Sectionneur de terre classe B: couplage fort ou lignes parallèles relativement longues.
- 2 Dans certains cas (très longues sections de circuit de ligne à la terre à proximité d'une ligne sous tension; charge très élevée de la ligne sous tension; ligne sous tension de tension de service plus élevée que la ligne à la terre) les courants induits et les tensions induites peuvent dépasser les valeurs assignées normalisées. Il convient alors que les valeurs assignées fassent l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.
- 3 Les tensions assignées d'induction sont des tensions entre phase et terre, pour des essais unipolaires ou tripolaires. Voir 6.105.4 et 6.105.6.

The rated induced current is the maximum current that the earthing switch shall be capable of making and breaking at the rated induced voltage. Separate ratings for electro-magnetically induced and electrostatically induced currents shall be assigned.

The earthing switch shall be able to carry the rated induced current without excessive temperature rise. It will not normally be necessary, however, to conduct temperature rise tests.

Table 1 – Standardized values of rated induced currents and voltages for earthing switches

Rated voltage kV	Electromagnetic coupling				Electrostatic coupling			
	Rated induced current A (r.m.s.)		Rated induced voltage kV (r.m.s.)		Rated induced current A (r.m.s.)		Rated induced voltage kV (r.m.s.)	
	Class		Class		Class		Class	
	A	B	A	B	A	B	A	B
52	50	100	0,5	4	0,4	2	3	6
72,5	50	100	0,5	4	0,4	2	3	6
100	50	100	0,5	6	0,4	5	3	6
123	50	100	0,5	6	0,4	5	3	6
145	50	125	1	10	0,4	5	3	6
170	50	125	1	10	0,4	5	3	6
245	80	160	1,4	15	1,25	10	5	15
300	80	160	1,4	15	1,25	10	5	15
362	80	200	2	22	1,25	18	5	22
420	80	200	2	22	1,25	18	5	22
525	80	200	2	25	1,6	25	8	25
765	80	200	2	25	1,6	25	8	25

NOTES

- Class A earthing switches: low coupling or relatively short parallel lines.
Class B earthing switches: high coupling or relatively long parallel lines.
- In some situations (very long sections of the earthed line in proximity to an energized line; very high loading on the energized line; energized line having a service voltage higher than the earthed line....), the induced current may be higher than the given values. For these situations, the rated values should be subject to agreement between manufacturer and user.
- The rated induced voltages correspond to line-to-earth values for both single-phase and three-phase tests (see 6.105.4 and 6.105.6).

4.109 *Tension assignée d'induction*

La tension assignée d'induction est la tension maximale à fréquence industrielle sous laquelle le sectionneur de terre doit être capable d'établir et d'interrompre un courant égal à son pouvoir de coupure assigné d'induction. Les tensions assignées d'induction électromagnétique et d'induction électrostatique doivent avoir des valeurs distinctes.

Les valeurs normalisées des tensions assignées d'induction pour les deux classes de sectionneurs de terre sont données au tableau 1.

5 **Conception et construction**

L'article 5 de la CEI 129 est applicable avec le complément suivant:

5.9 *Plaques signalétiques*

Les plaques signalétiques des sectionneurs de terre aptes à établir et interrompre des courants d'induction doivent porter l'indication de la classe applicable.

6 **Essais de type**

L'article 6 de la CEI 129 est applicable avec les compléments ci-après.

Les essais de type des sectionneurs de terre ayant un pouvoir de coupure assigné d'induction doivent comporter:

- des essais pour démontrer le pouvoir de coupure assigné d'induction électromagnétique.
- des essais pour démontrer le pouvoir de coupure assigné d'induction électrostatique.

6.3 *Essais d'échauffement*

Il n'est normalement pas nécessaire d'effectuer d'essais, le courant assigné de courte durée du sectionneur de terre pouvant servir à démontrer que les échauffements correspondants aux courants assignés d'induction sont négligeables. En cas de doute, il convient de faire des essais d'échauffement suivant accord entre constructeur et utilisateur.

Le paragraphe 6.3 de la CEI 129 est applicable si des essais sont nécessaires.

6.105 *Essais d'établissement et de coupure*

6.105.1 *Disposition du sectionneur de terre pour les essais*

Le sectionneur de terre en essai doit être monté complètement sur son propre support ou sur un support équivalent. Le dispositif de manoeuvre doit être actionné dans les conditions prescrites et en particulier si le dispositif de manoeuvre est à commande électrique ou pneumatique, il doit être alimenté respectivement sous sa tension minimale ou sous sa pression minimale.

4.109 *Rated induced voltage*

The rated induced voltage is the maximum power frequency voltage at which the earthing switch shall be capable of making and breaking the rated induced current. Separate ratings for electromagnetically and electrostatically induced voltages shall be assigned.

Rated induced voltages for the two classes of earthing switches are given in table I.

5 **Design and construction**

Clause 5 of IEC 129 is applicable with the following addition:

5.9 *Nameplates*

The class designation shall be marked on the nameplate of an earthing switch having an induced current making and breaking capability.

6 **Type tests**

Clause 6 of IEC 129 is applicable with the following additions:

Type tests for earthing switches having a rated induced current making and breaking capability shall include:

- Tests to prove the electromagnetically induced current making and breaking capability.
- Tests to prove the electrostatically induced current making and breaking capability.

6.3 *Temperature rise tests*

Tests will not normally be required since the rated short-time current of the earthing switch may be used to verify that the temperature rises for typical induced current ratings are insignificant. In case of doubt, temperature rise tests should be performed upon agreement between the manufacturer and the user.

Subclause 6.3 of IEC 129 is applicable if tests are required.

6.105 *Making and breaking tests*

6.105.1 *Arrangement of the earthing switch for tests*

The earthing switch under test shall be completely mounted on its own support or on an equivalent support. Its operating device shall be operated in the manner prescribed and, in particular, if it is electrically or pneumatically operated, it shall be operated either at the minimum supply voltage or, respectively, at the minimum air pressure.

Avant d'entreprendre les essais d'établissement et de coupure, il faut effectuer des manoeuvres à vide en enregistrant les caractéristiques de fonctionnement du sectionneur de terre, telles que la vitesse de déplacement des contacts, les durées de fermeture et d'ouverture.

Les sectionneurs de terre à isolation gazeuse doivent être essayés à leur masse volumique minimale de gaz.

Les sectionneurs de terre à commande manuelle peuvent être manoeuvrés à distance au moyen d'une commande à source d'énergie extérieure telle que l'on obtienne des vitesses de manoeuvre équivalentes à celles données par la commande manuelle.

NOTE - Il est recommandé de faire des essais pour démontrer qu'un sectionneur de terre à commande manuelle fonctionnera correctement à la vitesse minimale possible spécifiée par le constructeur.

Seuls des essais monophasés sur un seul pôle d'un sectionneur de terre tripolaire sont nécessaires à condition que le pôle ne soit pas placé dans une condition plus favorable que le sectionneur de terre tripolaire complet en ce qui concerne:

- la vitesse de fermeture,
- la vitesse d'ouverture,
- l'influence des pôles adjacents ou les effets dus à la proximité des phases sous tension.

NOTE - Les essais sur un seul pôle conviennent pour établir les performances d'établissement et de coupure d'un sectionneur de terre, à condition de démontrer que la durée et le développement de l'arc sont tels qu'il ne risque pas d'atteindre une phase adjacente sous tension. Si un essai sur un pôle montre que ce risque existe, il convient de faire des essais triphasés en respectant la disposition particulière du sectionneur de terre.

6.105.2 *Mise à la terre du circuit d'essai et du sectionneur de terre*

Le circuit d'essai doit être mis à la terre par la borne du sectionneur de terre normalement reliée à la terre.

6.105.3 *Fréquence d'essai*

Les sectionneurs de terre doivent de préférence être essayés à leur fréquence assignée; toutefois, par commodité, les essais peuvent être faits à 50 Hz ou à 60 Hz en étant considérés comme équivalents.

6.105.4 *Tensions d'essai*

Les tensions d'essai doivent être choisies pour obtenir aux bornes du sectionneur de terre les tensions appropriées à fréquence industrielle ($+10\%$) indiquées au tableau 2, avant l'établissement et après l'interruption du courant. Pour les essais d'induction électromagnétique, la tension d'essai doit être mesurée immédiatement après l'interruption du courant, et pour les essais d'induction électrostatique, immédiatement avant l'établissement du courant.

Comme indiqué en 6.105.1, seuls des essais sur un seul pôle sont normalement exigés. Si des essais tripolaires sont exigés, la tension d'essai dans chaque phase ne doit pas différer de la moyenne des tensions d'essai de plus de 10 %.

Before commencing making and breaking tests, no-load operations shall be made and details of the operating characteristics of the earthing switch, such as speed of travel, closing time and opening time, shall be recorded.

For gas-insulated earthing switches, tests shall be performed at the minimum gas density.

Earthing switches having a manual operating device may be operated by remote control utilizing a power operating means such that operating speeds equivalent to those resulting from manual operation are obtained.

NOTE - Tests should be conducted to prove that a manually operated earthing switch will operate satisfactorily at the minimum operating speed to be expected as stated by the manufacturer.

Only single-phase tests on one pole of a three-pole earthing switch need to be performed provided that it is not in a more favorable condition than the complete three-pole earthing switch with respect to:

- speed of make;
- speed of break;
- influence of adjacent poles or proximity of energized phases.

NOTE - Single-pole tests are adequate to demonstrate the making and breaking performance of an earthing switch provided that it can be demonstrated that the arcing-time and arc-reach are such that there is no possibility that involvement of an adjacent energized phase may occur. If, on the basis of a single-pole test, it is determined that the arc may reach to an adjacent energized phase, then three-pole tests should be performed using the specific earthing switch configuration.

6.105.2 *Earthing of test circuit and earthing switch*

The test circuit shall be earthed through the terminal of the earthing switch which is normally connected to earth.

6.105.3 *Test frequency*

Earthing switches shall preferably be tested at rated frequency; however, for convenience of testing, tests may be performed at either 50 Hz or 60 Hz and are considered to be equivalent.

6.105.4 *Test voltage*

The test voltages shall be selected such as to yield the appropriate power frequency voltage ($+10\%$) across the earthing switch terminals, as shown in table 2, before making and after breaking. For electromagnetically induced current switching, the test voltage shall be measured immediately after current interruption. For electrostatically induced current switching, the test voltage shall be measured immediately prior to making of the earthing switch.

As noted in 6.105.1, only single-pole tests are normally required. If three-pole tests are required, then the test voltage of each phase shall not be different from the average test voltage by more than 10 %.

La tension d'essai à fréquence industrielle doit être maintenue pendant au moins 0,3 s après l'interruption du courant.

6.105.5 Courants d'essai

Les courants d'essai doivent être égaux aux pouvoirs de coupure assignés d'induction ($+10\%$) indiqués au tableau 1.

Le courant à couper doit être symétrique avec un décrément négligeable. Les contacts du sectionneur de terre ne doivent pas se séparer avant disparition de la composante transitoire due à la fermeture du circuit.

En cas d'essais tripolaires, le courant d'essai doit être égal à la moyenne des courants dans les trois pôles, aucun de ces trois courants ne devant différer de la moyenne de plus de 10 %.

Avant la séparation des contacts, la forme d'onde du courant, pour les essais de coupure de courant capacitif, doit être autant que possible sinusoïdale. Cette condition est considérée comme remplie si le rapport de la valeur efficace du courant total à la valeur efficace de la composante fondamentale ne dépasse pas 1,2. Le courant d'essai ne doit pas passer par zéro plus d'une fois par demi période à fréquence industrielle avant la séparation des contacts.

6.105.6 Circuits d'essai

Les essais peuvent être effectués sur site ou en laboratoire. En laboratoire, les lignes peuvent être remplacées par des éléments concentrés composés de condensateurs, de bobines d'inductance et de résistances.

Si des essais tripolaires sont exigés, le circuit d'essai triphasé doit comporter dans chaque phase les mêmes éléments que le circuit d'essai monophasé, en vue d'obtenir les tensions et les courants d'essai appropriés. Le neutre du circuit d'alimentation doit être mis à la terre.

NOTES

1 D'autres circuits d'essai donnant les tensions et les courants d'essai nécessaires et les paramètres convenables de tension transitoire de rétablissement (TTR) peuvent être utilisés.

2 Sur site, il peut être impossible de respecter les tolérances exigées sur les tensions et courants d'essai. Ces exigences peuvent être levées par accord entre constructeur et utilisateur. Il convient de noter que si des transformateurs de tension sont connectés à la ligne mise à la terre, des phénomènes de ferro-résonance peuvent apparaître durant la manoeuvre d'établissement ou de coupure, suivant les caractéristiques des transformateurs et la longueur de la ligne.

6.105.6.1 Circuit d'essai pour l'établissement et la coupure de courants d'induction électromagnétique

Le circuit d'essai monophasé (figure 1) comprend un circuit d'alimentation fournissant la tension d'essai et le courant d'essai appropriés avec un facteur de puissance inférieur ou égal à 0,15. Les éléments R et C sont choisis pour donner les paramètres appropriés de tension transitoire de rétablissement. La résistance d'amortissement R peut être branchée en série ou en parallèle avec le condensateur C .

The power frequency test voltage shall be maintained for at least 0,3 s after interruption.

6.105.5 Test currents

The test currents shall be equal to the rated induced currents ($+10\%$ ₀) as shown in table 1.

The current to be interrupted shall be symmetrical with negligible decrement. The contacts of the earthing switch shall not be separated until transient currents due to closing of the circuit have subsided.

If three-pole making and breaking tests are performed, the test current shall be measured as the average of the current in all three poles. The test current for each phase shall not be different from the average test current by more than 10 %.

Before contact separation, the waveform of the test current, for capacitive current breaking tests shall be as nearly as possible sinusoidal. This condition is considered to be complied with if the ratio of the r.m.s. value of the total current to the r.m.s. value of the fundamental component does not exceed 1,2. The test current shall not go through zero more than once per half cycle of power frequency before contact separation.

6.105.6 Test circuits

Field tests or laboratory tests may be made. For laboratory tests, the transmission lines may be replaced by lumped elements consisting of capacitors, inductors and resistors.

If three-pole tests are required, the three-phase test circuit shall incorporate the same elements in each phase as for the single-phase test circuit in order to yield the appropriate test voltages and currents. The neutral of the supply circuit shall be earthed.

NOTES

- 1 Test circuits other than those specified may be used if these will produce the required test currents and voltages and the proper transient recovery voltage parameters.
- 2 For field tests, it may not be possible to achieve the required tolerances on the test currents and voltages. These requirements may be waived upon agreement between the manufacturer and user. It should be noted that if voltage transformers are connected to the earthed voltage line being switched, ferroresonance may occur during switching depending upon the characteristics of the transformer and the length of the earthed line.

6.105.6.1 Test circuit for electromagnetically induced current making and breaking tests

The single-phase test circuit (figure 1) consists of a supply circuit yielding the appropriate test voltage and test current such that the circuit power factor does not exceed 0,15. The components R and C are selected to yield the appropriate transient recovery voltage parameters. The damping resistance R may be connected in series or in parallel with the capacitance C .

The values of supply voltage (U_L) and inductance (L) may be calculated from the values

Les valeurs de la tension d'alimentation (U_L) et de l'inductance (L) peuvent être calculées à partir des indications du tableau 1 pour obtenir les valeurs appropriées du courant d'essai et de la tension de rétablissement à fréquence industrielle.

La forme d'onde de la tension transitoire de rétablissement doit en principe être triangulaire à cause de l'impédance d'onde des lignes en circuit. On peut cependant, par commodité, utiliser une tension transitoire de rétablissement de forme $(1 - \cosinus)$. Les valeurs de R et de C peuvent être choisies pour obtenir les paramètres appropriés de la tension transitoire de rétablissement spécifiés au tableau 2.

Tableau 2 – Valeurs normalisées de la tension transitoire de rétablissement pour les essais de coupure de courants d'induction électromagnétique

Tension assignée kV	Classe A			Classe B		
	Tension de rétablissement à fréquence industrielle	Valeur de crête de la TTR	Durée de montée de la TTR	Tension de rétablissement à fréquence industrielle	Valeur de crête de la TTR	Durée de montée de la TTR
	(+10 %) 0 kV (valeur efficace)	(+10 %) 0 kV	(0 %) -10 µs	(+10 %) 0 kV (valeur efficace)	(+10 %) 0 kV	(0 %) -10 µs
52	0,5	1,1	100	4	9	400
72,5	0,5	1,1	100	4	9	400
100	0,5	1,1	100	6	14	600
123	0,5	1,1	100	6	14	600
145	1	2,3	200	10	23	800
170	1	2,3	200	10	23	800
245	1,4	3,2	200	15	34	1 100
300	1,4	3,2	200	15	34	1 100
362	2	4,5	325	20	45	1 300
420	2	4,5	325	20	45	1 300
525	2	4,5	325	25	57	1 600
765	2	4,5	325	25	57	1 600

NOTES

- 1 Les valeurs des tensions de rétablissement sont valables pour des essais unipolaires ou tripolaires.
- 2 L'onde de la TTR présumée peut être de forme triangulaire ou de forme $(1 - \cosinus)$ (voir 6.105.6.1). Les valeurs des durées de montée de la TTR sont valables pour l'une ou l'autre des formes d'onde.

6.105.6.2 Circuit d'essai pour l'établissement et la coupure des courants d'induction électrostatique

Les circuits d'essai I ou II de la figure 2, conviennent pour les essais en laboratoire, étant équivalents dans la mesure où les relations entre les paramètres de circuit sont satisfaites.

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être inférieur ou égal à 0,15. Les valeurs de la tension d'alimentation (U_0) et des grandeurs L et C_2 du circuit d'essai I peuvent être calculées à partir des valeurs assignées de courant et de tension du tableau 1 et des valeurs de C_1 du tableau 3 au moyen des équations indiquées à la figure 2. Il en résultera des valeurs appropriées de courant et de tension d'essai, de fréquence de courant d'appel et d'impédance d'onde du circuit d'essai. Pour le circuit d'essai II, les valeurs peuvent être calculées à partir des valeurs obtenues pour le circuit d'essai I.

given in table 1, so as to produce the proper values of test current and power frequency recovery voltage.

The prospective transient recovery voltage waveforms should have the form of a triangular wave due to the surge impedance of the connected transmission lines. For convenience in testing, however, transient recovery voltages having a (1-cosine) form may be used. Values of R and C may be selected to yield the proper transient recovery voltage parameters specified in table 2.

Table 2 – Standardized values of recovery voltages for electromagnetically induced current breaking tests

Rated voltage kV	Class A			Class B		
	Power frequency recovery voltage (+10 %) 0 kV (r.m.s.)	TRV peak (+10 %) 0 kV	Time to peak (0 %) -10 µs	Power frequency recovery voltage (+10 %) 0 kV (r.m.s.)	TRV peak (+10 %) 0 kV	Time to peak (0 %) -10 µs
52	0,5	1,1	100	4	9	400
72,5	0,5	1,1	100	4	9	400
100	0,5	1,1	100	6	14	600
123	0,5	1,1	100	6	14	600
145	1	2,3	200	10	23	800
170	1	2,3	200	10	23	800
245	1,4	3,2	200	15	34	1 100
300	1,4	3,2	200	15	34	1 100
362	2	4,5	325	20	45	1 300
420	2	4,5	325	20	45	1 300
525	2	4,5	325	25	57	1 600
765	2	4,5	325	25	57	1 600

NOTES

- 1 Recovery voltages are single-phase or three-phase test values.
- 2 The prospective TRV waveform may be of a triangular or (1 – cosine) form (see 6.105.6.1). The time to peak is valid for either waveform type.

6.105.6.2 Test circuits for electrostatically induced current making and breaking tests

The test circuits I or II in figure 2, can be selected as convenient for the test laboratory, since they are equivalent as long as the equations relating the circuit parameters are satisfied.

The power factor of the test circuit shall not exceed 0,15. The values of supply voltage (U_0), inductance L and capacitance C_2 for test circuit I may be calculated from the given values of C_1 in table 3 and the rated current and voltage values in table 1, by using the equations noted in figure 2. This will result in the appropriate values of test current and voltage as well as the proper inrush current frequency and test circuit surge impedance. Values for test circuit II may be calculated from the values derived for test circuit I.

Une résistance (R) de valeur non supérieure à 10 % de l'impédance capacitive à fréquence industrielle (C_1 ou C_1') peut être raccordée dans les circuits comme indiqué à la figure 2. Il convient cependant que sa valeur n'excède pas l'impédance d'onde de la ligne considérée et ne produise pas un amortissement apériodique du courant d'appel à la fermeture du sectionneur de terre.

Tableau 3 – Capacité du circuit d'essai pour l'établissement et la coupure de courants d'induction électrostatique: valeurs de C_1

Tension assignée kV	Capacité du circuit d'essai	
	Classe A $\pm 10\%$ μF	Classe B $\pm 10\%$ μF
52	0,07	0,27
72,5	0,07	0,27
100	0,07	0,40
123	0,07	0,40
145	0,13	0,54
170	0,13	0,54
245	0,15	0,80
300	0,15	0,80
362	0,29	1,18
420	0,29	1,18
525	0,29	1,47
765	0,29	1,47

NOTE - Les valeurs de C_1 peuvent être calculées d'après la relation:

$$C_1 = (6D) / (\pi Z_0)$$

où:

D est la longueur de la ligne, en kilomètres

Z_0 est l'impédance d'onde de la ligne, en ohms.

Impédance d'onde admise:

- 52 kV à 170 kV: 425 Ω
- 245 kV à 300 kV: 380 Ω
- 362 kV à 765 kV: 325 Ω

6.105.7 Séquences d'essais

Dix cycles d'établissement-coupure de courant d'induction électromagnétique et dix cycles d'établissement-coupure de courant d'induction électrostatique doivent être effectués.

NOTE - Ces dix cycles ne sont pas considérés comme suffisants pour démontrer une endurance électrique.

La manoeuvre d'ouverture doit suivre la manoeuvre de fermeture avec un retard suffisant pour que tout courant transitoire éventuel ait disparu.

Les essais doivent être effectués sans remise en état du sectionneur de terre pendant le programme d'essai.

A resistance (R), not exceeding 10 % of the capacitive impedance (C_1 or C'_1) at power frequency, may be inserted in the circuits as shown in figure 2. The value chosen, however, should not be greater than the surge impedance of the transmission line considered, nor lead to an aperiodic damping of the inrush current when closing the earthing switch.

Table 3 – Test circuit capacitances (C_1 values) for electrostatically induced current making and breaking tests

Rated voltage kV	Test circuit capacitance	
	Class A $\pm 10\%$ μF	Class B $\pm 10\%$ μF
52	0,07	0,27
72,5	0,07	0,27
100	0,07	0,40
123	0,07	0,40
145	0,13	0,54
170	0,13	0,54
245	0,15	0,80
300	0,15	0,80
362	0,29	1,18
420	0,29	1,18
525	0,29	1,47
765	0,29	1,47

NOTE - Values of C_1 may be calculated from the expression:

$$C_1 = (6D) / (\pi Z_0)$$

where:

- D is the line length, in kilometers
- Z_0 is the line surge impedance, in ohms

Surge impedance assumed:

- 52 kV to 170 kV: 425 Ω
- 245 kV to 300 kV: 380 Ω
- 362 kV to 765 kV: 325 Ω

6.105.7 Test duties

Ten make-break operating cycles shall be made for each of the electrostatically and electromagnetically induced current making and breaking tests.

NOTE - Ten operating cycles are not considered adequate to demonstrate electrical life.

The opening operation shall follow the closing operation with a time delay between the two operations at least sufficient for any transient currents to subside.

The tests shall be performed without reconditioning of the earthing switch during the test program.

6.105.8 *Comportement du sectionneur de terre pendant les essais*

Le sectionneur doit fonctionner correctement sans présenter de signe de fatigue, mécanique ou électrique.

L'émission de flammes ou de particules métalliques hors du sectionneur de terre est acceptable si cela ne réduit pas le niveau d'isolement ni ne peut être dangereux pour un opérateur.

6.105.9 *Etat du sectionneur de terre après les essais*

Les fonctions mécaniques et l'isolation du sectionneur de terre doivent être pratiquement dans le même état qu'avant les essais. Le sectionneur de terre doit être capable de supporter la valeur de crête du courant admissible et le courant de courte durée admissible assignés.

Une usure mécanique et une érosion des contacts par l'arc sont acceptables tant qu'elles restent compatibles avec la durée de vie escomptée du sectionneur de terre. La qualité du matériau éventuellement utilisé pour la coupure de l'arc peut être altérée et la quantité en être réduite au-dessous de la quantité normale. Il peut y avoir des dépôts sur les isolateurs provenant de la décomposition du milieu extincteur d'arc.

Le contrôle visuel et la manoeuvre hors charge du sectionneur de terre après les essais sont habituellement suffisants pour contrôler les prescriptions ci-dessus. En cas de doute, des essais de confirmation appropriés peuvent être nécessaires.

NOTE - En cas de doute sur les caractéristiques d'isolement, des essais de tenue à 80 % des tensions de tenue assignées à fréquence industrielle sont estimés suffisants pour vérifier ces caractéristiques.

6.105.10 *Comptes rendus des essais de type*

Les résultats de tous les essais de type doivent être consignés dans des comptes rendus contenant des données suffisantes pour prouver la conformité à la présente norme. Il convient d'inclure des renseignements suffisants pour pouvoir identifier les parties essentielles du sectionneur de terre essayé.

Les comptes rendus doivent contenir les documents et les renseignements suivants:

- 1) enregistrements oscillographiques ou similaires caractéristiques;
- 2) description des circuits d'essai;
- 3) valeurs des courants d'essai;
- 4) valeurs des tensions d'essai;
- 5) valeurs des tensions de rétablissement à fréquence industrielle;
- 6) valeurs des tensions transitoires de rétablissement présumées;
- 7) valeurs des durées d'arc;
- 8) nombre de manoeuvres d'établissement et de coupure;
- 9) s'il y a lieu, instant de mise sous tension de la bobine d'ouverture.

Il convient d'inclure des renseignements généraux concernant la structure support du sectionneur de terre et de noter, s'il y a lieu, les durées de manoeuvre du sectionneur de terre et le type des dispositifs de manoeuvre utilisés pendant les essais.

6.105.8 *Behaviour of earthing switch during tests*

The earthing switch shall perform successfully without mechanical or electrical distress.

Outward emission of flame or metallic particles from the switch during operation is permitted, if this does not impair the insulation level of the earthing switch or prove to be harmful to an operator.

6.105.9 *Condition of earthing switch after tests*

The mechanical functions and the insulation of the earthing switch shall be essentially in the same condition as before the test. The earthing switch shall be capable of carrying its rated peak withstand current and its rated short-time withstand current.

Evidence of mechanical wear and erosion due to arcing is acceptable as long as it is consistent with the anticipated operating life of the earthing switch. The quality of material used for arc extinguishing, if any, may be impaired and its amount reduced below the normal level. There may be deposits on the insulators caused by the decomposition of the arc extinguishing medium.

Visual inspection and no-load operation of the earthing switch after tests are usually sufficient for verification of the above requirements. In case of doubt, it may be necessary to perform the appropriate tests for confirmation.

NOTE - If the isolating properties are doubted, power frequency withstand voltage tests at 80 % of the rated power-frequency voltages are deemed sufficient to prove the isolating properties.

6.105.10 *Type test reports*

The results of all type tests shall be recorded in type-test reports containing sufficient data to prove compliance with this standard. Sufficient information should be included so that the essential parts of the earthing switch tested can be identified.

The test report shall contain the following information:

- 1) typical oscillographic or similar records;
- 2) test circuits;
- 3) test currents;
- 4) test voltages;
- 5) power frequency recovery voltages;
- 6) prospective transient recovery voltages;
- 7) arcing times;
- 8) number of making and breaking operations;
- 9) if applicable, the instant of energizing the trip coil.

General information concerning the supporting structure of the earthing switch should be included. The operating time of the earthing switch and the type of operating devices employed during the tests should, where applicable, be recorded.