

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**High-voltage switchgear and controlgear –
Part 112: Alternating current high-speed earthing switches for secondary arc
extinction on transmission lines**

**Appareillage à haute tension –
Partie 112: Sectionneurs de terre rapides à courant alternatif pour l'extinction de
l'arc secondaire sur les lignes de transport**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**High-voltage switchgear and controlgear –
Part 112: Alternating current high-speed earthing switches for secondary arc
extinction on transmission lines**

**Appareillage à haute tension –
Partie 112: Sectionneurs de terre rapides à courant alternatif pour l'extinction de
l'arc secondaire sur les lignes de transport**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.130.10; 29.130.99

ISBN 978-2-8322-1009-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 General	6
1.1 Scope.....	6
1.2 Normative references	6
2 Normal and special service conditions	6
3 Terms and definitions	6
3.1 General terms	6
3.2 Assemblies of switchgear and controlgear	8
3.3 Parts of assemblies	8
3.4 Switching devices.....	8
3.5 Parts of switchgear and controlgear	8
3.6 Operation	8
3.7 Characteristics quantities	8
4 Ratings.....	8
5 Design and construction	10
6 Type tests	11
7 Routine tests	14
8 Guide to the selection of HSES	14
9 Information to be given with enquiries, tenders and orders	14
10 Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance	15
11 Safety.....	15
Annex A (informative) Background information on the use of HSES	16
Annex B (informative) Induced current and voltage conditions for other cases	21
Figure 1 – Explanation of a multi-phase auto-reclosing scheme	7
Figure 2 – Timing chart of HSES and circuit-breakers	9
Figure A.1 – Single-line diagram of a power system.....	17
Figure A.2 – Timing chart of the HSESs in relation to the transmission line circuit-breakers	17
Figure A.3 – Typical timing chart showing the time between fault initiation and a successful re-close of the transmission line circuit-breakers	18
Figure B.1 – System condition to explain successive fault.....	22
Figure B.2 – Example of waveforms of delayed current zero phenomena	22
Figure B.3 – Typical test circuit for electromagnetic coupling test-duty of a HSES with delayed current zero crossings	24
Figure B.4 – Typical test circuit for electrostatic coupling test-duty of HSES with delayed current zero crossings	24
Table 1 – Standardized values of rated induced currents and voltages	10
Table 2 – Items to be listed on nameplate of a HSES.....	11
Table A.1 – Comparison of earthing switches.....	19
Table A.2 – Comparison of a four-legged reactor and HSES	20
Table B.1 – Preferred values for single-phase earth fault with delayed current zero phenomena in the presence of a successive fault	23

Table B.2 – Preferred values for multi-phase earth faults in a double-circuit system	25
Table B.3 – Preferred values for covering the cases of categories 0 and 1	25

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-112:2013

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 112: Alternating current high-speed earthing switches
for secondary arc extinction on transmission lines**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62271-112 has been prepared by subcommittee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

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

FDIS	Report on voting
17A/1042/FDIS	17A/1050/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This International Standard should be read in conjunction with IEC 62271-1:2007, to which it refers and which is applicable unless otherwise specified. In order to simplify the indication of

corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses is used as in IEC 62271-1. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same numbering, whilst additional subclauses, are numbered from 101.

A list of all parts in the IEC 62271, published under the general title *High-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-112:2013

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 112: Alternating current high-speed earthing switches for secondary arc extinction on transmission lines

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 62271 applies to a.c. high-speed earthing switches designed for indoor and outdoor installation and for operation at service frequencies of 50 Hz and 60 Hz on systems having voltages of 550 kV and above.

High-speed earthing switches described in this standard are intended to extinguish the secondary arc remaining after clearing faults on transmission lines by the circuit-breakers.

1.2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62271-1:2007, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*

IEC 62271-100:2008, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

IEC 62271-102:2001, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*

IEC 62271-203:2011, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

2 Normal and special service conditions

Clause 2 of IEC 62271-1:2007 is applicable.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in Clause 3 of IEC 62271-1:2011, as well as the following apply.

3.1 General terms

3.1.101

secondary arc

arc that remains at the faulted point after interruption of the short-circuit current fed by the network

Note 1 to entry: This secondary arc is supplied by electrostatic or electromagnetic induction from the adjacent healthy phases.

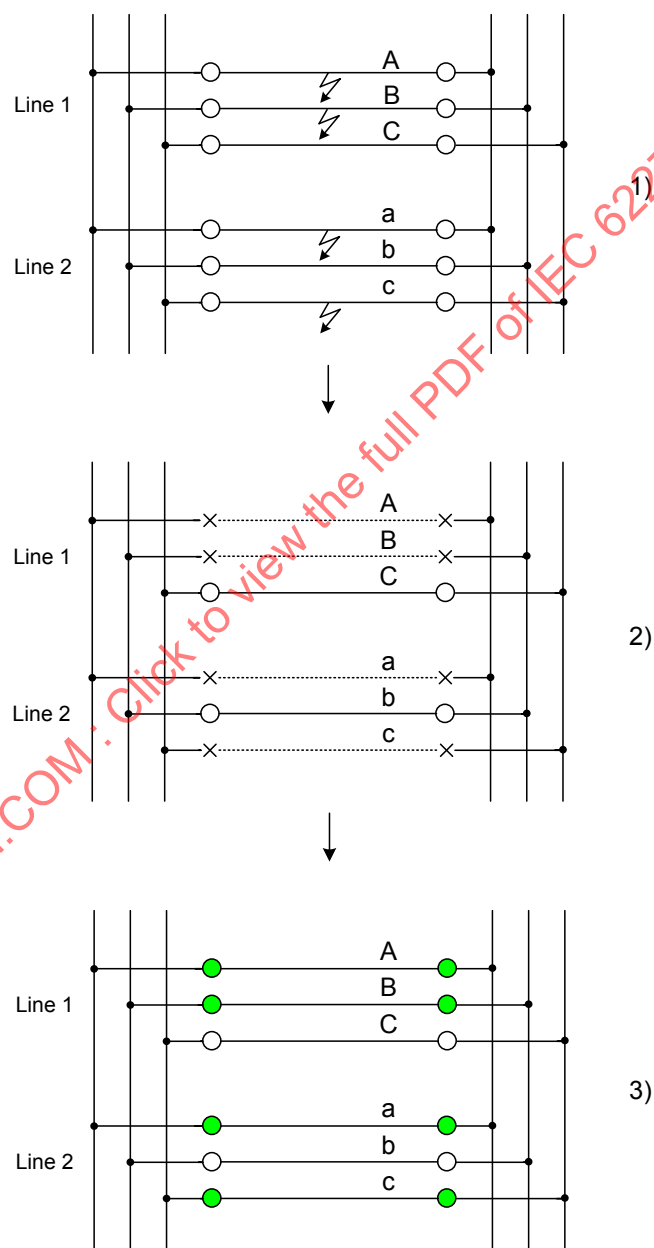
3.1.102**single-phase auto-reclosing scheme**

auto-reclosing scheme in which a faulted phase circuit is opened and automatically re-closed independently from the other phases

3.1.103**multi-phase auto-reclosing scheme**

auto-reclosing scheme applied to double circuit overhead lines in which all faulted phase circuits are opened and re-closed independently provided that at least two different phases remain un-faulted

Note 1 to entry: An example of multi-phase auto-reclosing scheme is indicated in Figure 1.

**Key**

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1) Up to 4 phases have a fault | ○ Closed circuit-breaker |
| 2) Only the faulted phases have been tripped | × Open circuit-breaker |
| 3) All circuit-breakers at both ends re-closed | ● Re-closed circuit-breaker |

Figure 1 – Explanation of a multi-phase auto-reclosing scheme

Note 2 to entry: Other than the scheme described in 3.1.102 and 3.1.103, a three-phase auto-reclosing scheme is commonly applied. In this scheme, all three phases are tripped and re-closed at both ends even if a fault occurred in one phase. So far high-speed earthing switches are rarely applied with this scheme.

3.1.104

successive fault

additional earth fault that occurs in the adjacent phase circuit(s) during the time interval between a single-phase earth fault and the opening of the high-speed earthing switch(es)

3.2 Assemblies of switchgear and controlgear

No particular definitions.

3.3 Parts of assemblies

No particular definitions.

3.4 Switching devices

3.4.101

high-speed earthing switch

HSES

earthing switch that has the capability to:

- make, carry and interrupt the induced current;
- withstand the recovery voltage caused by electromagnetic and/or by electrostatic couplings prior to circuit re-closure;
- make and carry the rated short-circuit current;

Note 1 to entry: The high-speed operation applies normally to both closing and opening.

Note 2 to entry: A high-speed earthing switch is not intended to be used as a maintenance earthing switch.

3.4.103.1

high-speed earthing switch class M0

high-speed earthing switch having a normal mechanical endurance of 1 000 operation cycles

3.4.103.2

high-speed earthing switch class M1

high-speed earthing switch having an extended mechanical endurance of 2 000 operation cycles for special requirements

3.5 Parts of switchgear and controlgear

No particular definitions.

3.6 Operation

No particular definitions.

3.7 Characteristics quantities

No particular definitions.

4 Ratings

Clause 4 of IEC 62271-1:2007 is applicable with the following additions.

4.4 Rated normal current and temperature rise

Subclause 4.4 of IEC 62271-1:2007 is not applicable.

4.101 Rated short-circuit making current

Subclause 4.101 of IEC 62271-102:2001 is applicable.

4.102 Rated operating sequence

The rated characteristics of the HSES are referred to the rated operating sequence.

a) $C - t_{i1} - O$

or

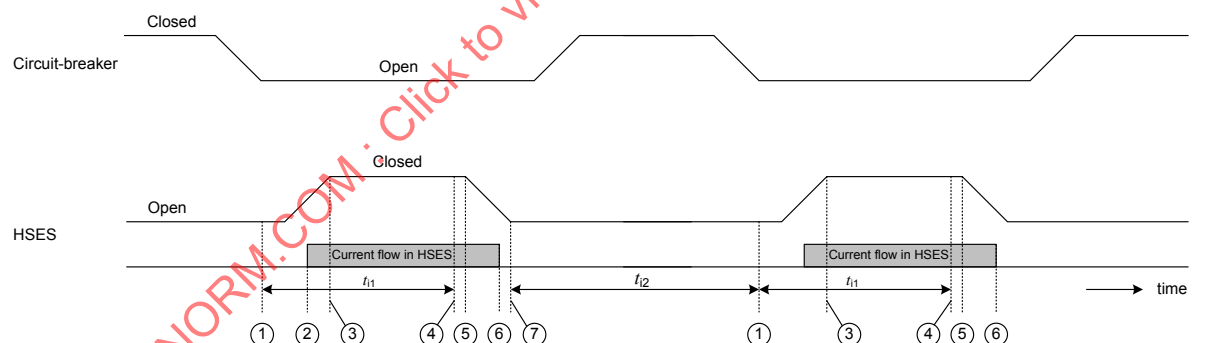
b) $C - t_{i1} - O - t_{i2} - C - t_{i1} - O$

where

- t_{i1} is a time that is longer than the time required for secondary arc extinction and for dielectric recovery of air insulation at the faulted point. t_{i1} is determined by users considering system stability. The preferred value of t_{i1} is 0,15 s;
- t_{i2} is the intermediate time that is given by the system protection. t_{i2} includes the closing time of the circuit-breakers after the HSESs open, the duration of a new line fault and the breaking time of the circuit-breakers. Following this t_{i2} time, the HSES can be reclosed. The preferred value of t_{i2} is 0,5 s;

In this case the HSES shall be able to operate without intentional time delay.

Figure 2 shows the time chart for the rated operating sequence of $C - t_{i1} - O - t_{i2} - C - t_{i1} - O$.



IEC 1896/13

Key

Circuit-breaker	Transmission line circuit-breakers that interrupt the fault	3	Contact touch of HSESs
HSES	High-speed earthing switches	4	Energizing of the opening release of the HSESs
1	Energizing of the closing circuit of the HSESs	5	Contact separation of HSESs
2	Current start in HSESs	6	Arc extinction in HSESs
t_{i1} , t_{i2}	Times defined in 4.102	7	Fully open position of HSESs

NOTE 1 A common value for the re-closing time of the circuit-breaker is 1 s to guarantee system stability.

NOTE 2 t_{i1} is normally within the range of 0,15 s to 0,5 s.

NOTE 3 t_{i2} is normally within the range of 0,5 s to 1 s.

NOTE 4 The operating sequence b) is for system stability requirements to cover cases where another fault occurs on the same phase.

NOTE 5 The HSES closing time is normally less than 0,2 s

Figure 2 – Timing chart of HSES and circuit-breakers

4.103 Standard values for interruption

Standard values for HSES are given in Table 1.

Table 1 – Standardized values of rated induced currents and voltages

Rated voltage U_r	Electromagnetic coupling				Electrostatic coupling	
	Rated induced current (+10 %) (-0 %)	Rated power frequency recovery voltage (+10 %) (-0 %)	First TRV peak (+10 %) (-0 %)	Time to first peak (+10 %) (-0 %)	Rated induced current (+10 %) (-0 %)	Rated induced voltage (+10 %) (-0 %)
kV	A (rms)	kV (rms)	kV	ms	A (rms)	kV (rms)
550	6 800	240	580	0,6	120	115
800	6 800	240	580	0,6	170	170
1 100 to 1 200	6 800	240	580	0,6	230	235

NOTE 1 For Table 1 the rated induced voltages by electrostatic recovery voltage have a 1-cos wave shape.

NOTE 2 For networks with up to two faults (category 0 and 1 as described in B.2) the corresponding values are presented in Table B.3.

For networks with delayed current zero crossing occurrence (category 3 as described in B.2), the corresponding values are presented in Table B.1.

For networks with multi-phase faults (category 4 as described in B.2) the corresponding values are presented in Table B.2.

5 Design and construction

Clause 5 of IEC 62271-1:2007 is applicable with the following modifications.

5.5 Dependent power operation

Subclause 5.5 of IEC 62271-1:2007 is not applicable.

5.7 Independent manual operation power operation (independent unlatched operation)

Subclause 5.7 of IEC 62271-1:2007 is not applicable.

5.10 Nameplates

The designation of the equipment is specified as HSES.

Items to be indicated on the nameplate are listed in Table 2.

Table 2 – Items to be listed on nameplate of a HSES

Item
Manufacturer
Designation of type
Serial number
Year of manufacture
Rated voltage
Rated lightning impulse withstand voltage
Rated switching impulse withstand voltage
Rated power-frequency withstand voltage
Rated short-time withstand and peak withstand current
Rated duration of short-circuit
Rated filling pressure for insulation and /or operation
Rated supply voltage of auxiliary circuit
Rated frequency
Mechanical endurance class
Mass (including fluid)
Operating sequence

5.11 Interlocking devices

Subclause 5.11 of IEC 62271-1:2007 is not applicable.

5.101 Anti-pumping device

Anti-pumping device shall be provided for pneumatic and hydraulic operating mechanism.

5.102 Special requirements for HSES

A HSES shall be able to earth transmission lines and re-open to achieve their full voltage withstand within the dead time of the auto-reclosing duty cycle of the transmission line circuit-breakers. The dead time is defined by system stability and is normally set around 1 s enabling dielectric recovery of insulation capability at the fault location. Fast operating capability for both making and breaking is required.

The HSES shall have a capability to by-pass secondary arc current on the transmission lines.

The HSES shall have a capability to break induced current by electromagnetic and/or electrostatic coupling on transmission lines with a recovery voltage specified in Table 1.

The HSES shall have a capability to withstand transient recovery voltage after interruption and rated power frequency voltage to earth ($U_r/\sqrt{3}$) in open position.

The HSES shall be single-pole operated unless otherwise specified.

6 Type tests

Clause 6 of IEC 62271-1:2007 is applicable with the following additions.

The dielectric performance shall be verified for phase-to-earth in the open position only in accordance with IEC 62271-1:2007.

6.1.1 Grouping of tests

Subclause 6.1.1 of IEC 62271-1:2007 is not applicable.

6.3 Radio interference voltage (r.i.v.) test

Subclause 6.3 of 62271-1:2007 is applicable.

In case of metal enclosed type, 6.3 of CEI 62271-203:2011 is applicable.

6.5 Temperature-rise tests

Subclause 6.5 of IEC 62271-1:2007 is not applicable.

6.101 Tests to prove the short-circuit making performance

Subclause 6.101 of IEC 62271-102:2001 is applicable.

6.102 Operating and mechanical endurance tests

Subclause 6.102 of IEC 62271-102:2001 is applicable.

The rated operating sequence shall be verified during mechanical operation.

The mechanical operating sequence for class M0 shall be one of the following:

- a) A HSES with a specified duty cycle required C – t_{i1} – O:
 - 1 000 C – t_{i1} – O operations
- b) A HSES with a specified duty cycle C – t_{i1} – O – t_{i2} – C – t_{i1} – O
 - 500 C – t_{i1} – O operations, plus
 - 250 C – t_{i1} – O – t_{i2} – C – t_{i1} – O operations.

For class M1 the number of operations shall be twice the sequence specified.

Mechanical travel characteristics shall be recorded and acceptance criteria are referred to 6.101.1.1 of IEC 62271-100:2008 with the modification of the total tolerance to 20 % (for example $\begin{smallmatrix} +20 \\ -0 \end{smallmatrix} \%$, $\begin{smallmatrix} +10 \\ -10 \end{smallmatrix} \%$ or $\begin{smallmatrix} +0 \\ -20 \end{smallmatrix} \%$).

6.103 Operation under severe ice condition

Subclause 6.103 of 62271-102:2001 is applicable.

6.104 Operation at the temperature limits

Subclause 6.104 of 62271-102:2001 is applicable.

6.105 Tests to prove the making and breaking performance of HSES

6.105.1 General test conditions

Tests shall be performed in accordance with the condition specified in Table 1.

Subclause C.6.105 of IEC 62271-102:2001 is applicable with the following additions and modifications.

Number of tests:

- 10 times C and O

Measurement of travel characteristics shall be in accordance with subclause 6.101.1.1 of IEC 62271-100:2008.

Test circuits are those shown in Figures C.1 and C.2 of IEC 62271-102:2001.

For electrostatic induced current test independent of the rated voltage of the HSES, the test circuit parameters shall be:

- capacitance value $C_1 = 1,56 \mu\text{F}$;
- surge impedance: 245Ω ;
- line length 200 km.

The HSES shall preferably be tested at rated frequency; however, for convenience of testing, tests at 50 Hz covers the requirement for 60 Hz and vice versa.

These tests cover the classes of A and B described in Annex C of IEC 62271-102:2001.

6.105.2 Induced current switching details

Type tests for HSES having a rated induced current making and breaking capability shall include tests to prove the electromagnetically and/or electrostatically induced current making and breaking capability.

The test currents shall be within a tolerance of $(\begin{smallmatrix} +10 \\ -0 \end{smallmatrix} \%)$ of the rated induced currents as shown in Table 1.

For convenience of testing, the control voltage of the HSES can be either the rated or maximum of the auxiliary supply voltage if the control voltage does not affect the making and breaking capability of HSES. This condition is considered to be satisfied if the travel characteristics of that condition are within a range of $(\begin{smallmatrix} +5 \\ -5 \end{smallmatrix} \%)$ of those obtained with a minimum control voltage.

Induced current making and breaking tests shall be conducted without maintenance.

6.105.3 Arrangement of HSES before the test

The HSES under test shall be completely mounted on its own support or on a mechanically equivalent test support. Its operating device shall be operated in the manner prescribed and, in particular, if it is electrically, hydraulically or pneumatically operated, it shall be operated either at the minimum supply voltage or at the minimum functional pressure for operation, respectively.

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

If applicable, tests shall be performed at the minimum functional pressure for interruption and insulation.

6.105.4 Behaviour of HSES during the test

The HSES shall perform successfully without undue mechanical or electrical distress.

During tests, HSES shall not

- show signs of distress;
- show harmful interaction with adjacent laboratory equipment;
- exhibit behaviour which could endanger an operator.

Outward emission of gases, flames 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 or other person in the vicinity.

6.105.5 Condition after the test

Comparison of mechanical characteristics before and after the test shall be done according to subclause 6.102.

Subclause C.6.105.9 of IEC 62271-102:2001 is applicable.

7 Routine tests

Clause 7 of IEC 62271-1:2007 is applicable with the following additions.

Mechanical operating test is to refer to subclause 7.101 of IEC 62271-100:2008.

Mechanical travel characteristics shall be recorded and acceptance criteria are referred to subclause 6.101.1.1 of IEC 62271-100:2008 with the modification of the tolerance to 20 % (for example $+20\%$ or $+10\%$ or $+0\%$).

Timing test of close and open with rated and minimum conditions of auxiliary supply shall be verified.

8 Guide to the selection of HSES

For the selection of HSES described in Table 1 and also Tables B.1 and B.2 if necessary, the following conditions and requirements at site shall be considered:

- existing fault conditions;
- number of circuits;
- auto-reclosing scheme (single or multi auto-reclosing scheme);
- required operating sequence;
- the operating sequence is linked to circuit-breaker operating sequence;
- consideration on successive faults and other special conditions such as delayed current zero phenomena during HSES operations;
- required operational performance (mechanical endurance);
- switching requirements (fault making capability);
- class M1 is mainly for applications where the high-speed earthing switch is operated in special requirement where frequent lightning strokes occur;

9 Information to be given with enquiries, tenders and orders

Clause 9 of IEC 62271-1:2007 is applicable.

10 Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance

Clause 10 of IEC 62271-1:2007 is applicable.

11 Safety

Clause 11 of IEC 62271-1:2007 is applicable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-112:2013

Annex A (informative)

Background information on the use of HSES

A.1 General

Single-phase or multi-phase auto-reclosing schemes are generally applied for high-voltage transmission systems to enhance system reliability. When on an overhead line a fault involving earth occurs, circuit-breakers located at both ends of the line open to clear the fault. In case of high-voltage overhead lines (especially for system voltages equal to or higher than 550 kV), where the conductors are located in the vicinity of each other and transmission systems are single phase operated, a lower current may remain at the fault point after interruption of the short-circuit current. This current is called secondary arc current and is caused by the electrostatic or electromagnetic coupling with the other adjacent live conductors, and this secondary arc current is difficult to self-extinguish in a short time. From a system stability point of view it is preferable to apply auto-reclosing scheme with a reclosing time in the order of 1 s maximum. To achieve auto-reclosing in due time some means are necessary to extinguish the secondary arc before re-closing circuit-breakers.

Especially for short distance lines without shunt reactors or for double circuit systems with multi-phase auto-reclosing scheme, where 4 legged reactors are not suitable, one of the useful and important means is to apply a special earthing switch for the purpose of secondary arc extinction. This earthing switch is generally designed for high-speed operation to ensure that the required switching performance is met, and is called high-speed earthing switch (acronym HSES).

The secondary arc extinction performance will be influenced by the recovery voltage and secondary arc current at the fault location, both of which will be influenced by the following:

- tower configuration, e.g. single or double circuit lines (i.e. several circuits mounted on one tower), distance between phases and circuits, height of lines above ground level, etc.;
- transposition of the transmission lines (untransposed or transposed);
- occurrence of successive earth faults on the other line.

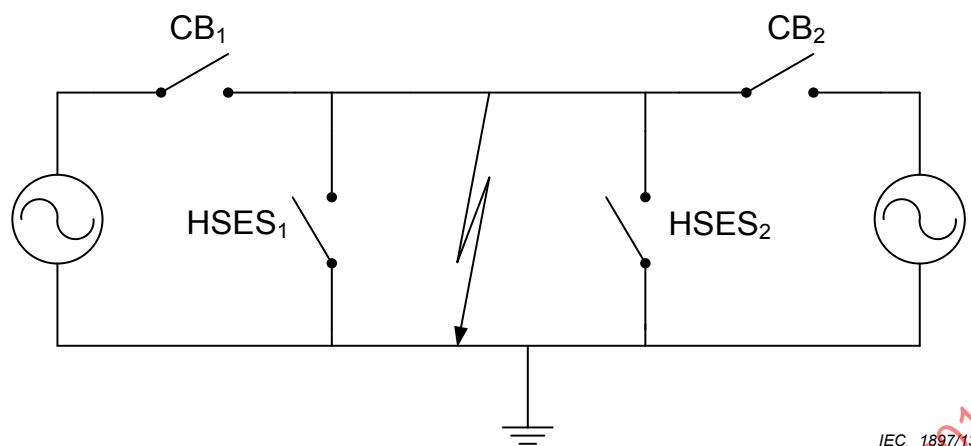
Therefore the time duration between the duty cycles is specified by the user.

NOTE This HSES is distinguished from a fast acting earthing switch. Refer to Table A.1.

The operating sequence of a HSES is determined by the time to maintain system stability, high-speed auto reclosing sequence of the circuit-breaker, dielectric recovery characteristics of fault point on the transmission line and time coordination with protection relays including the time for confirming the condition of e.g. open/close condition of circuit-breaker and HSES.

A.2 Typical operating sequence

Figure A.1 shows a single line diagram of a power system. A fault has occurred on one phase of the transmission line.

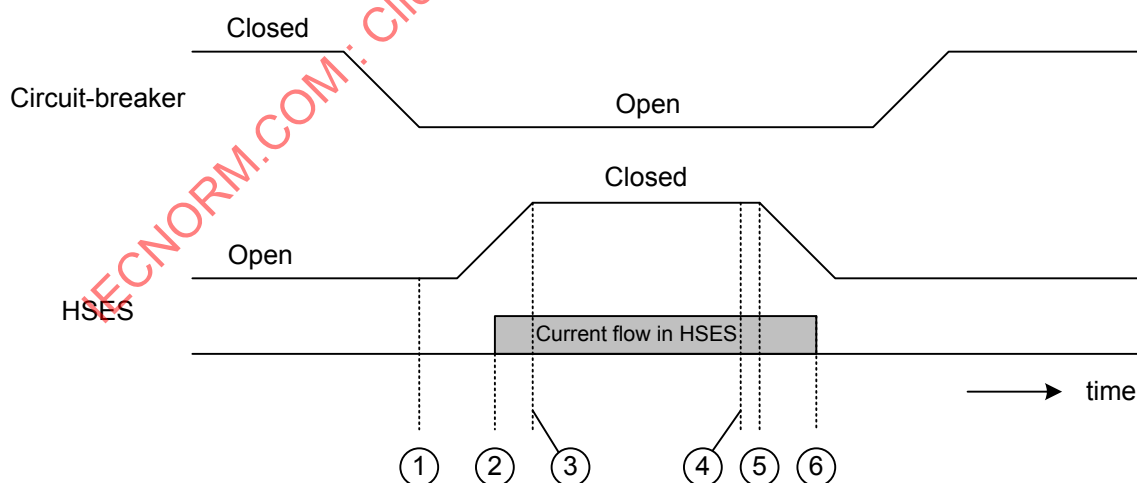
**Key**

CB_1, CB_2	Transmission line circuit-breakers
$HSES_1, HSES_2$	High-speed earthing switches

Figure A.1 – Single-line diagram of a power system

The circuit-breakers at the both ends of the line open in order to interrupt the fault current. 0,2 s after completion of the interruption by the circuit-breaker, the HSESs will close and remain in the closed position for several hundred milliseconds. In this period secondary arc current shall be extinguished and the insulation re-established. Opening of the HSESs takes typically 0,1 s after initiation of opening signal to the HSESs. The preceding interrupting HSES will interrupt electromagnetic induced current and the later interrupting HSES will interrupt electrostatic induced current. The circuit-breaker will re-close after completion of the opening operation of the HSESs.

A typical timing chart of the relationship between the transmission line circuit-breakers that interrupt the fault and the HSESs is shown in Figure A.2. This figure shows the first O – C operation of the circuit-breakers and the first C – O operation of the HSESs.

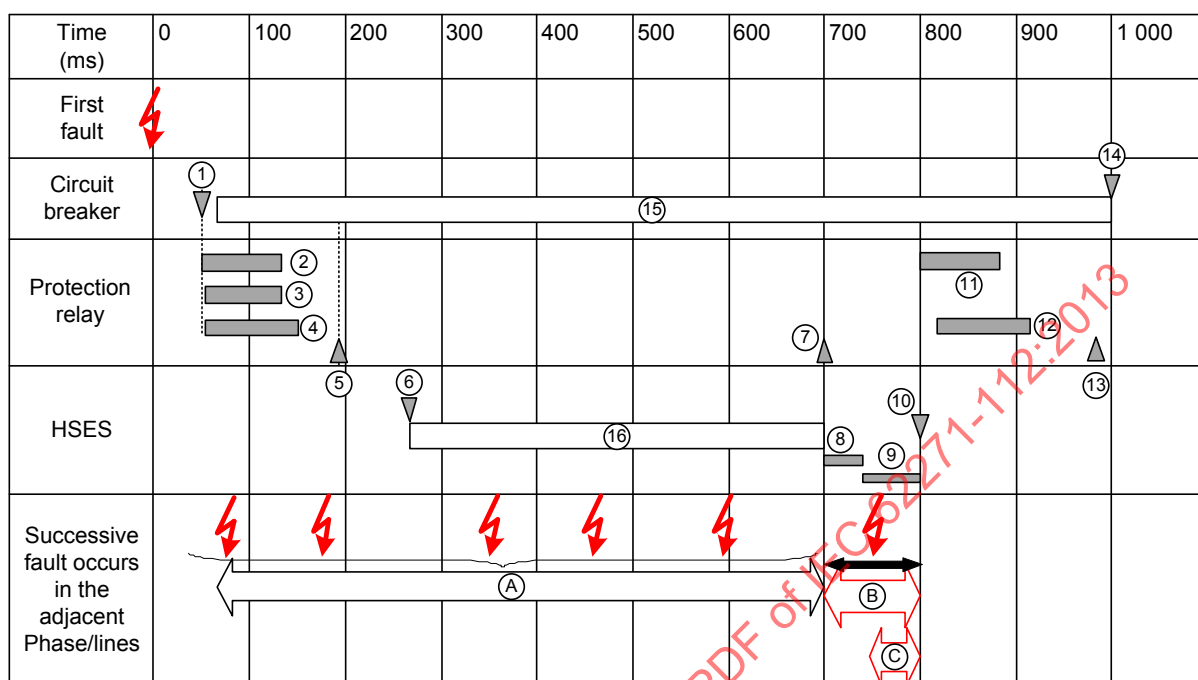


IEC 1898/13

Key

Circuit-breaker	Transmission line circuit-breakers that interrupt the fault	3	Contact touch of HSESs
HSES	High-speed earthing switches	4	Energizing of the opening release of the HSESs
1	Energizing of the closing circuit of the HSESs	5	Contact separation of HSESs
2	Current start in HSESs	6	Arc extinction in HSESs

Figure A.2 – Timing chart of the HSESs in relation to the transmission line circuit-breakers



IEC 1899/13

Key

A There may be successive faults. However these successive faults do not affect on the HSESs interruption since the successive faults on the other phases/ lines will have been cleared by CBs prior to the HSESs opening.

B Successive fault may affect on HSESs interruption. Common value of break time is up to 100 ms.

C Arcing time may be longer in case delayed current zero phenomena occurs.

1 CB₁, CB₂ open

9 HSES₁, HSES₂ arcing time

2 Confirmation of CB₁ and CB₂ in open position

10 HSES₁, HSES₂ open

3 Main relay function recovery

11 Confirmation of HSES₁, HSES₂ in open position

4 Confirmation of re-close condition

12 Confirmation of CB₁, CB₂ re-close condition

5 HSES₁, HSES₂ close command

13 CB₁, CB₂ close command

6 HSES₁, HSES₂ close

14 CB₁, CB₂ re-close at 1 s

7 HSES₁, HSES₂ open command

15 CB₁, CB₂ remain open

8 HSES₁, HSES₂ opening time

16 HSES₁, HSES₂ remain close

CB₁, CB₂, HSES₁ and HSES₂ are explained in Figure A.1.

Figure A.3 – Typical timing chart showing the time between fault initiation and a successful re-close of the transmission line circuit-breakers

Figure A.3 shows typical values of an operating sequence assuming the time interval from the initiation of a fault to the completion of reclosing of the circuit-breakers at both ends of 1 s.

The time duration between the duty cycles is specified by the user.

There are several necessary conditions which need to be fulfilled for successful application of HSES:

- the HSESs need automatic sequential control for each phase such as fault detection – circuit-breakers open – HSESs close – HSESs open – circuit-breakers close;

- the HSESs need a high reliable control system since a mal-operation will lead to an earth fault;
- the HSESs should be able to interrupt the induced current and to withstand a TRV caused by electromagnetic and/or electrostatic coupling effects;
- the fault is cleared by the circuit-breakers at both ends of lines.

A.3 Additional information about HSES

A HSES is commonly used to short-circuit, commutate and clear the induced fault current. A detailed description is provided here.

The following main differences exist between the different earthing switches.

Table A.1 indicates a typical example of earthing switches design.

Table A.1 – Comparison of earthing switches

Requirement	Earthing switch class E0	Earthing switch with short-circuit current making capability class E1 (and E2)	High speed earthing switch for secondary arc extinction (HSES)
Closing	Low speed, hand or motor operated	Fast (high-speed) closing operation	Fast (high-speed) closing operation, controlled
Opening	Low speed, hand or motor operated	Low speed, may be hand operated	Fast opening, controlled
Short circuit current carrying capability	Yes	Yes	Yes
Making capability	None	Yes	Yes
Interrupting capability	None	If specified	Shall be able to interrupt induced current and to withstand the associated TRV
Operating cycle	None	Close	Close- open
Electrical endurance	Withstand capability against full short circuit current	2 closings against full short circuit current	2 closings against full short circuit current

Summary:

The HSES needs to be operated in a well defined operating cycle. It needs a clearing capability for the defined induced currents together with a defined TRV withstand capability.

While an earthing switch as well as a fast acting earthing switch require the capability to withstand the full short circuit current, the function of a HSES is to short-circuit and thereafter to clear the induced current and to withstand the related TRV.

A.4 Comparison between the use of four-legged reactor and HSES

Table A.2 shows comparison of a four-legged reactor and HSES.

Table A.2 – Comparison of a four-legged reactor and HSES

	Four-legged reactor	HSES
Secondary arc extinction	– Effective especially for single-phase faults that hold the majority of the faults – Difficult to choose a reactance value of reactors that effectively reduce the secondary arc current for all fault modes for double circuit system	Quick extinction for all fault modes
Flexibility to the network modification	In case a substation is constructed in the middle of a line, it might be required to substitute an existing reactor	No effect on the existing substation equipment
Control Protection	Special control is not required for secondary arc extinction	Automatic sequential control such as "fault detection → CBs open → HSESs close → HSESs open → CBs close" is necessary in each phase, and it can be easily realized
Economy	A four-legged reactor is appropriate for transmission lines which require shunt reactors for voltage control, while HSES would be economical for the lines without shunt reactors	
Concern	Detailed analysis is necessary so as not to cause resonance between the shunt reactor inductance and line capacitance not only for a power frequency of 50/60 Hz but also in the high frequency band	Highly reliable control system is required since a mal-function leads to a ground fault

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-112:2013

Annex B

(informative)

Induced current and voltage conditions for other cases

B.1 General

This annex describes categories corresponding to the fault modes and the situations which are not covered by Table 1, corresponds to categories 3 and 4 introduced in this Annex.

B.2 Categories of fault conditions

B.2.1 Category 0

This is the basic category. One single-line earth fault occurs within the transmission circuits. Category 0 is covered by Table B.3.

B.2.2 Category 1

Up to one single-phase earth fault occurs within each circuit in a double-circuit system. Category 1 is covered by Table B.3.

B.2.3 Category 2

This is the case where a successive single-phase earth fault occurs on another phase during the opening operation of the HSEs at the phase where the first single-phase earth fault occurs. The successive fault may occur in the same circuit or in the adjacent circuit located in the vicinity of the circuit with a faulted line. Category 2 is covered by Table 1.

B.2.4 Category 3

This is the case where a single-phase to earth fault occurs with delayed current zero crossings in the presence of a successive single-phase earth fault. This duty is indicated in Table B.1.

During the delayed current zero period the HSEs should withstand the stress caused by the arc that is generated between the contacts of the HSEs.

B.2.5 Category 4

This covers multi-phase faults within two or more phase circuits which are located in the vicinity of each other.

At least two different phases are remaining without fault condition. This duty is indicated in Table B.2.

B.3 Delayed current zero phenomena

B.3.1 Explanation of an occurrence of delayed current zero phenomena

Delayed current zero phenomena will occur when a fault occurs on an adjacent phase at the time the current of the phase is around its peak. An example of system condition and waveforms are shown in Figure B.1 and Figure B.2, respectively.

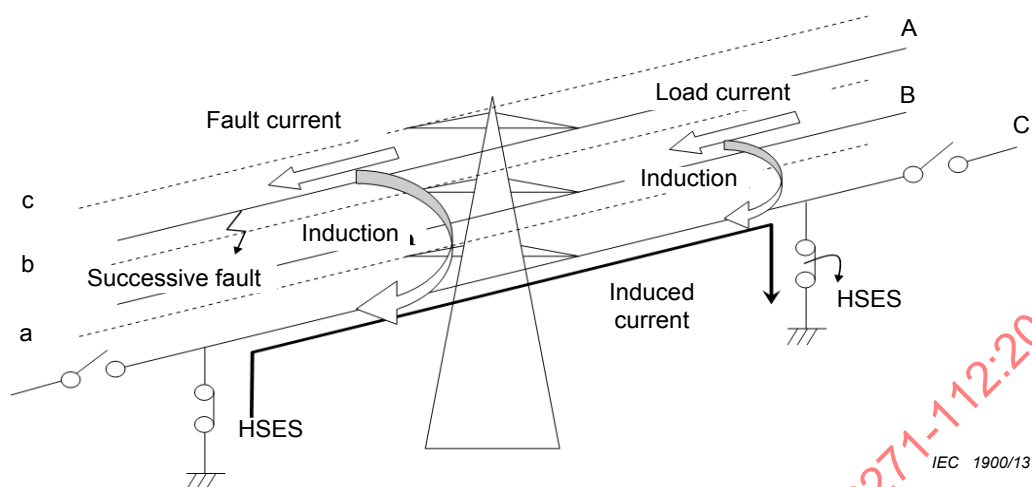
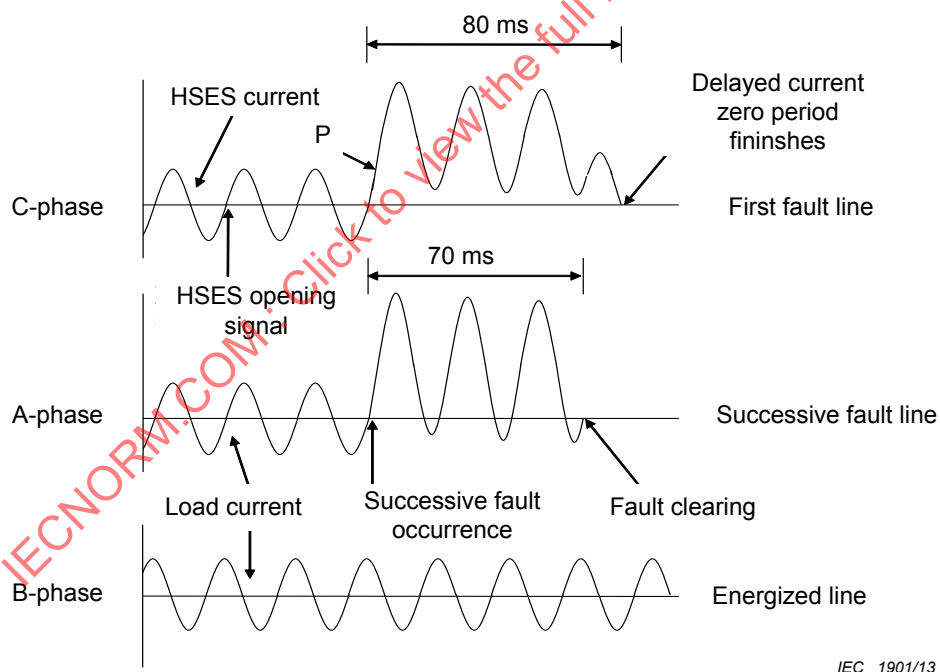


Figure B.1 – System condition to explain successive fault



Key

P is the instant when a successive fault occurs in phase A.

Figure B.2 – Example of waveforms of delayed current zero phenomena

Explanation:

- a) an earth fault occurs on phase C;
- b) the circuit-breakers at both ends of the line of phase C clear the fault;
- c) HSESs in phase C close;
- d) before opening of HSESs, a successive fault occurs in phase A;
- e) if the timing of the occurrence of the successive fault is near the peak of the current in phase C, delayed current zeros may occur;
- f) the circuit-breakers at both ends of line of phase A will clear the fault (maybe after 70 ms);
- g) HSESs will clear the induced current (for example 80 ms later);

NOTE The most severe case for HSES will be the case that the second fault follows just before HSES breaks the electromagnetic induced current at the timing of instant P because arcing time for HSES will be the longest.

B.3.2 Preferred values for single-phase earth fault with delayed current zero phenomena in the presence of a successive fault

Table B.1 – Preferred values for single-phase earth fault with delayed current zero phenomena in the presence of a successive fault

Rated voltage U_r	Electromagnetic coupling				Electrostatic coupling	
	induced current ($+10\%$ -0%)	Power frequency recovery voltage rms ($+10\%$ -0%)	First TRV peak ($+10\%$ -0%)	Time to first peak ($+10\%$ -0%)	induced current ($+10\%$ -0%)	induced voltage ($+10\%$ -0%)
kV	A (rms)	kV	kV (peak)	ms	A (rms)	kV (rms)
550	7 800	70	170	0,4	7 800	100
800	7 800	70	170	0,4	7 800	150
1 100 to 1 200	7 800	70	170	0,4	7 800	200
NOTE 1 A typical delayed current zero period is 80 ms, considering relay time, break time of the circuit-breaker and the time between current zeros.						
NOTE 2 This duty is the case considering the interruption occurs after the delayed current zero phenomena have disappeared.						
NOTE 3 Actual test may lead to modified current wave shape due to interaction between test circuit and HSES.						

This period should be specified by the users. During this period current zero should not occur.

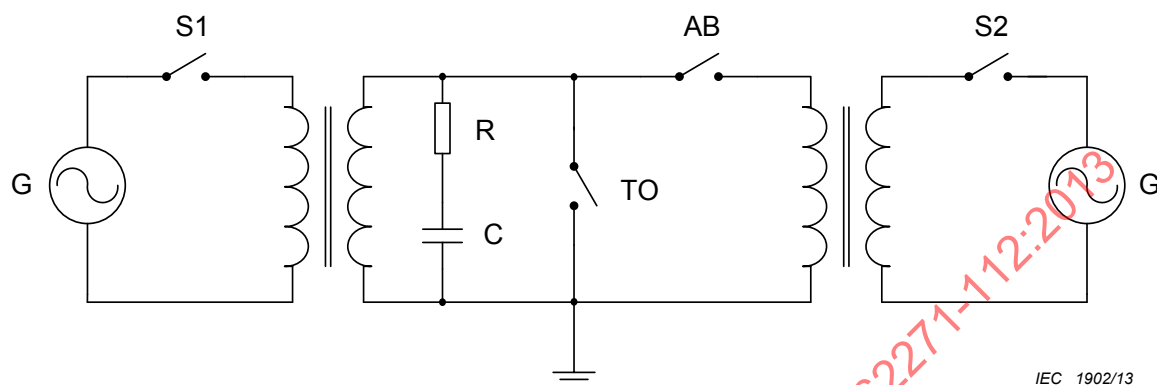
Type tests for HSES indicated in Table B.1 should be included to verify the arcing time of more than 80 ms with the condition specified in Table B.1.

Table B.1 indicates the test condition corresponding to single-phase earth fault with delayed current zero phenomena in the presence of successive single-phase earth fault. A HSES will interrupt the current at current zero. The first prospective current zero crossing should come after 80 ms, whereas the d.c. time constant of the fault current is 120 ms.

For the test with delayed current zero, the first natural current zero in the inherent condition should not be earlier than 80 ms after initiation of the short-circuit, with a time constant of 120 ms. The HSES will influence the inherent current waveform depending on its capability to force the current through zero. This phenomenon depends on the relative values of arc voltage and applied voltage. Therefore the test should be performed with the correct applied voltage. If this is not possible due to test limitations, care should be exercised in the interpretation of the test results.

The duty during the delayed current zero phenomena is to confirm that the HSES can withstand such stress during that period. Only after the delayed current zero period finishes, interruption should be conducted.

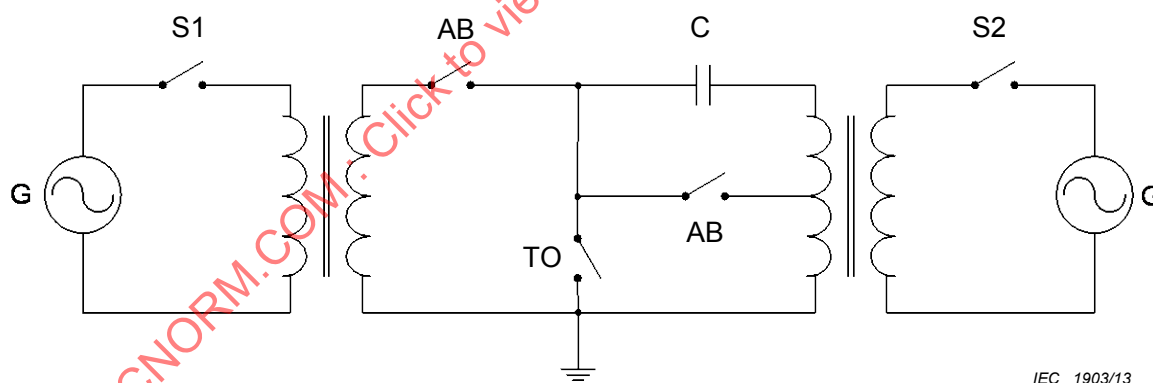
Typical test circuits to realize delayed current zero periods are shown in Figure B.3 and Figure B.4.



Key

G	Generator	R	Resistor
S1	Current making device	C	Capacitor
S2	Current making device	TO	Test object
AB	Auxiliary circuit-breaker		

Figure B.3 – Typical test circuit for electromagnetic coupling test-duty of a HSES with delayed current zero crossings



Key

G	Generator	R	Resistor
S1	Current making device	C	Capacitor
S2	Current making device	TO	Test object
AB	Auxiliary circuit-breaker		

Figure B.4 – Typical test circuit for electrostatic coupling test-duty of HSES with delayed current zero crossings

B.4 Preferred values of currents and voltages for multi-phase re-closing scheme

In case a multi-phase re-closing scheme is applied for the system, as explained in 3.1.103, auto re-closing by circuit-breakers can be conducted for continuing system operation under the condition that at least two lines in different phases remain un-faulted. In other words re-closing operation can be conducted even under up to 4 phases having earth faults in the system.

Table B.2 indicates the test condition corresponding to up to four-phase earth faults where a multi-phase auto-reclosing scheme is applied.

Table B.2 – Preferred values for multi-phase earth faults in a double-circuit system

Rated voltage U_r	Electromagnetic coupling				Electrostatic coupling	
	Induced current (+10 % -0 %)	Power frequency recovery voltage rms (+10 % -0 %)	First TRV peak (+10 % -0 %)	Time to first peak (+10 % -0 %)	Induced current (+10 % -0 %)	Induced voltage (+10 % -0 %)
kV	A (rms)	kV	kV (peak)	ms	A (rms)	kV (rms)
550	1 400	100	250	1,25	150	125
800	1 400	100	250	1,25	210	180
1 100 to 1 200	1 400	100	250	1,25	290	245

B.5 Interrupting condition to cover the cases corresponding to categories 0 and 1

Table B.3 indicates the test conditions corresponding to categories 0 and 1.

Table B.3 – Preferred values for covering the cases of categories 0 and 1

Rated voltage U_r	Electromagnetic coupling				Electrostatic coupling	
	Induced current (+10 % -0 %)	Power frequency recovery voltage (+10 % -0 %)	First TRV peak (+10 % -0 %)	Time to first peak (+10 % -0 %)	Induced current (+10 % -0 %)	Induced voltage (+10 % -0 %)
kV	A (rms)	kV (rms)	kV(peak)	ms	A (rms)	kV (rms)
550	700	80	200	1,0	120	90
800	830	80	200	1,0	170	140
1 100-1 200	830	80	200	1,0	230	200

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
1 Généralités.....	30
1.1 Domaine d'application	30
1.2 Références normatives.....	30
2 Conditions normales et spéciales de service	30
3 Termes et définitions	30
3.1 Termes généraux	30
3.2 Ensembles d'appareillages.....	33
3.3 Parties d'ensembles	33
3.4 Appareils de connexion	33
3.5 Parties d'appareillage.....	33
3.6 Fonctionnement.....	33
3.7 Grandeurs caractéristiques.....	33
4 Caractéristiques assignées.....	33
5 Conception et construction	35
6 Essais de type	37
7 Essais individuels de série	39
8 Conseil pour le choix des HSES	39
9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes.....	40
10 Règles pour le transport, le stockage, l'installation, la manœuvre et la maintenance.....	40
11 Sécurité.....	40
Annexe A (informative) Informations générales relatives à l'utilisation des HSES.....	41
Annexe B (informative) Conditions de courant et de tension induits pour les autres cas.....	47
Figure 1 – Explication d'une stratégie de refermeture automatique à plusieurs phases	32
Figure 2 – Chronogramme des HSES et des disjoncteurs	34
Figure A.1 – Schéma unifilaire d'un réseau.....	42
Figure A.2 – Chronogramme des HSES par rapport aux disjoncteurs de la ligne de transport.....	43
Figure A.3 – Chronogramme typique présentant la durée entre l'initiation du défaut et une refermeture réussie des disjoncteurs de la ligne de transport.....	44
Figure B.1 – Condition du réseau pour expliquer le défaut successif.....	48
Figure B.2 – Exemple de formes d'onde des phénomènes de courant à passages par zéro retardés	48
Figure B.3 – Circuit d'essai typique pour essais électromagnétiques d'un HSES avec des passages par zéro retardés du courant	50
Figure B.4 – Circuit d'essai typique pour essais électrostatiques d'un HSES avec des passages par zéro retardés du courant	51
Tableau 1 – Valeurs normalisées des courants et des tensions induits assignés.....	35
Tableau 2 – Éléments devant être énumérés sur la plaque signalétique d'un HSES.....	36
Tableau A.1 – Comparaison des sectionneurs de terre	45

Tableau A.2 – Comparaison d'une bobine d'inductance à quatre colonnes et d'un HSES.....	46
Tableau B.1 – Valeurs préférentielles pour des défauts à la terre sur une seule phase avec des phénomènes de courant à passages par zéro retardés en présence d'un défaut successif.....	49
Tableau B.2 – Valeurs préférentielles pour des défauts à la terre sur plusieurs phases dans un réseau à double circuit	51
Tableau B.3 – Valeurs préférentielles pour couvrir les cas des catégories 0 et 1	52

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-112:2013

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

**Partie 112: Sectionneurs de terre rapides à courant alternatif
pour l'extinction de l'arc secondaire sur les lignes de transport**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente, les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62271-112 a été établie par le sous-comité 17A: Appareillage à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17A/1042/FDIS	17A/1050/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La présente Norme doit être lue conjointement à la CEI 62271-1:2007, à laquelle elle fait référence et qui est applicable, sauf indication contraire dans la présente Norme. Pour faciliter le repérage des exigences correspondantes, cette norme utilise une numérotation identique des articles et des paragraphes à celle de la CEI 62271-1. Les modifications de ces articles et de ces paragraphes ont des références identiques; les paragraphes supplémentaires qui n'ont pas d'équivalent dans la CEI 62271-1, sont numérotés à partir de 101.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62271, publiées sous le titre général *Appareillage à haute tension*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 112: Sectionneurs de terre rapides à courant alternatif pour l'extinction de l'arc secondaire sur les lignes de transport

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 62271 s'applique aux sectionneurs de terre rapides à courant alternatif conçus pour les installations intérieures et extérieures et pour fonctionner à des fréquences utiles de 50 Hz et 60 Hz sur des réseaux de tensions supérieures ou égales à 550 kV.

Les sectionneurs de terre rapides décrits dans la présente norme sont destinés à supprimer l'arc secondaire demeurant après l'élimination des défauts sur les lignes de transport par les disjoncteurs.

1.2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 62271-1:2007, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

CEI 62271-100:2008, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

CEI 62271-102:2001, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

CEI 62271-203:2011, *Appareillage à haute tension – Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV*

2 Conditions normales et spéciales de service

L'Article 2 de la CEI 62271-1:2007 est applicable.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définition de l'Article 3 de la CEI 62271-1:2007, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 Termes généraux

3.1.101

arc secondaire

arc demeurant au point de défaut après la coupure du courant de court-circuit et alimenté par le réseau

Note 1 à l'article: Cet arc secondaire est alimenté par les phases saines par induction électrostatique ou électromagnétique.

3.1.102

stratégie de refermeture automatique monophasée

stratégie de refermeture automatique selon laquelle une phase en défaut d'un circuit est déclenchée et refermée indépendamment des autres phases

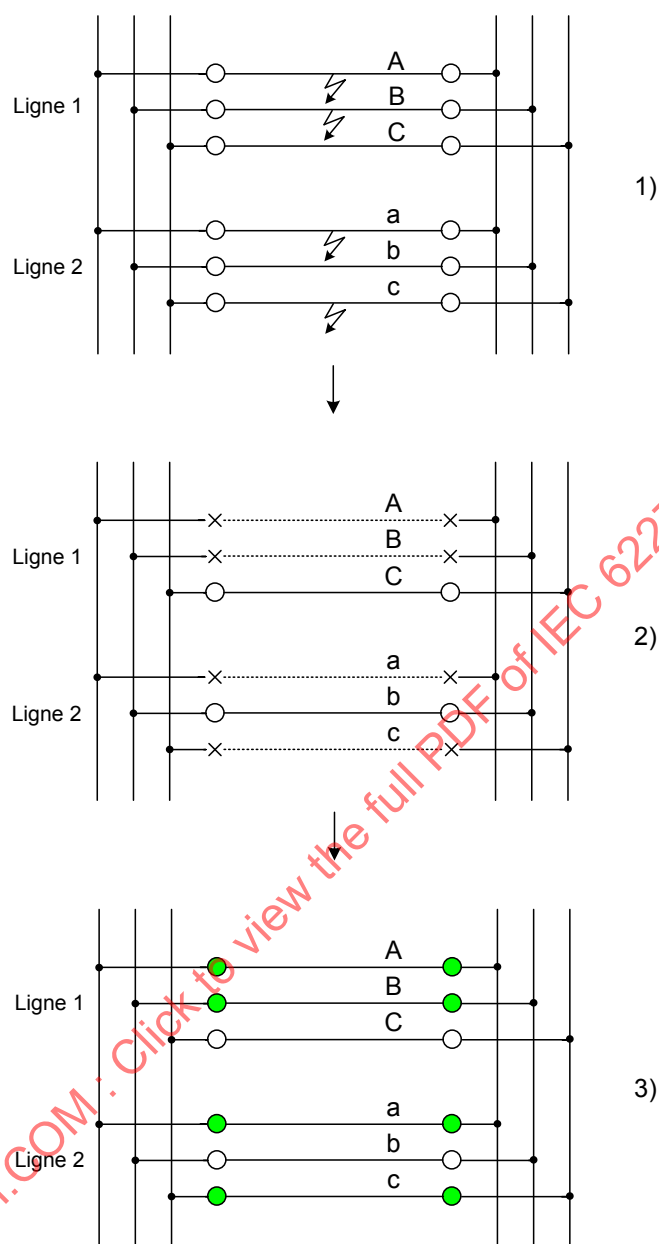
3.1.103

stratégie de refermeture automatique à plusieurs phases

stratégie de refermeture automatique appliquée aux lignes aériennes à double circuit dans laquelle toutes les phases en défaut sont déclenchées et refermées indépendamment à condition qu'au moins deux phases de circuit différents restent sans défaut

Note 1 à l'article: Un exemple de stratégie de refermeture automatique à plusieurs phases est montré par la Figure 1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-112:2013



IEC 1895/13

Légende

- | | |
|---|-----------------------|
| 1) Jusqu'à 4 phases présentent un défaut à la terre. | ○ Disjoncteur fermé |
| 2) Seules les phases en défaut ont été déclenchées. | × Disjoncteur ouvert |
| 3) Tous les disjoncteurs aux deux extrémités sont refermés. | ● Disjoncteur refermé |

Figure 1 – Explication d'une stratégie de refermeture automatique à plusieurs phases

Note 2 à l'article: Une stratégie autre que celle décrite en 3.1.102 et 3.1.103 est communément appliquée: une stratégie de refermeture automatique triphasée. Selon cette stratégie, les trois phases sont déclenchées et refermées aux deux extrémités même si un défaut ne survient que sur une phase. Pour le moment, les sectionneurs de terre rapide sont rarement appliqués avec cette stratégie.

3.1.104

défaut successif

défaut à la terre supplémentaire survenant dans un (des) circuit(s) de phase(s) adjacent(s) durant l'intervalle de temps entre un défaut monophasé à la terre et l'ouverture du (des) sectionneur(s) de terre rapide(s)

3.2 Ensembles d'appareillages

Pas de définition particulière.

3.3 Parties d'ensembles

Pas de définition particulière.

3.4 Appareils de connexion

3.4.101

sectionneur de terre rapide

HSES

sectionneur de terre capable de:

- mettre à la terre, conduire et couper le courant induit;
- supporter la tension de rétablissement générée par les couplages électromagnétique et/ou électrostatique avant la refermeture du circuit;
- établir et transporter le courant de court-circuit assigné

Note 1 à l'article: En général, le fonctionnement rapide s'applique à la fois pour la fermeture et pour l'ouverture.

Note 2 à l'article: Un sectionneur de terre rapide n'est pas prévu pour être utilisé comme sectionneur de mise à la terre lors d'une maintenance.

3.4.103.1

sectionneur de terre rapide de classe M0

sectionneur de terre rapide doté d'une endurance mécanique de 1 000 cycles de manœuvres

3.4.103.2

sectionneur de terre rapide de classe M1

sectionneur de terre rapide doté d'une endurance mécanique étendue de 2 000 cycles de manœuvres pour exigences spéciales

3.5 Parties d'appareillage

Pas de définition particulière.

3.6 Fonctionnement

Pas de définition particulière.

3.7 Grandeurs caractéristiques

Pas de définition particulière.

4 Caractéristiques assignées

L'Article 4 de la CEI 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants.

4.4 Courant assigné en service continu et échauffement

Le paragraphe 4.4 de la CEI 62271-1:2007 n'est pas applicable.

4.101 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit

Le paragraphe 4.101 de la CEI 62271-102:2001 est applicable.

4.102 Séquence de manœuvres assignée

Les caractéristiques assignées du HSES sont rattachées à la séquence de manœuvres assignée.

a) $C - t_{i1} - O$

ou

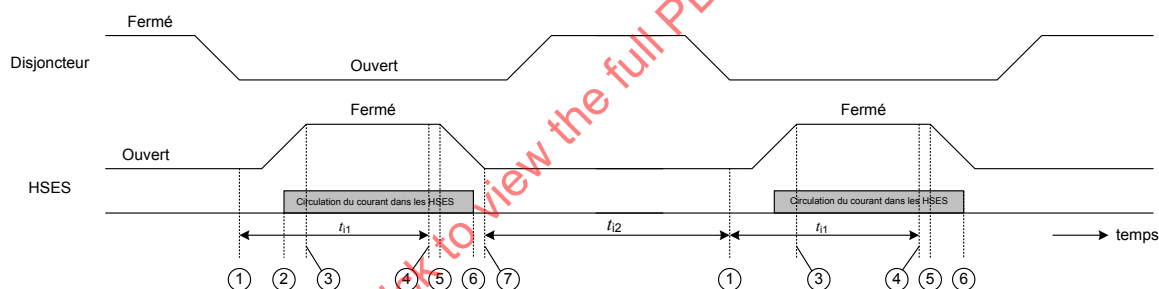
b) $C - t_{i1} - O - t_{i2} - C - t_{i1} - O$.

où

- t_{i1} est une durée supérieure à la durée requise pour l'extinction de l'arc secondaire et pour le recouvrement diélectrique de l'isolation dans l'air au point en défaut. t_{i1} est déterminé par les utilisateurs en prenant en compte la stabilité du réseau. La valeur de t_{i1} est typiquement 0,15 s;
- t_{i2} est la durée intermédiaire donnée par la protection du réseau. t_{i2} comprend la durée de fermeture des disjoncteurs après l'ouverture des HSES, la durée d'un nouveau défaut sur la ligne et la durée de coupure des disjoncteurs. Suite à cette durée t_{i2} les HSES peuvent alors être refermés. La valeur de t_{i2} est typiquement 0,5 s;

Dans ce cas, le HSES doit être capable de fonctionner sans retard intentionnel.

La Figure 2 présente le chronogramme de la séquence de manœuvres assignée de $C - t_{i1} - O - t_{i2} - C - t_{i1} - O$.



IEC 1896/13

Légende

Disjoncteur	Disjoncteurs de la ligne de transmission qui interrompent le défaut	3	Entrée en contact des HSES
HSES	Sectionneurs de terre rapide	4	Mise sous tension du déclencheur de l'ouverture des HSES
1	Mise sous tension du circuit de fermeture des HSES	5	Séparation des contacts des HSES
2	Début de la circulation du courant dans les HSES	6	Extinction de l'arc dans les HSES
t_{i1}, t_{i2}	Durées définies en 4.102	7	Position d'ouverture complète des HSES

NOTE 1 La valeur commune de la durée de refermeture est 1 s afin de garantir la stabilité du réseau.

NOTE 2 t_{i1} est normalement situé dans la plage de 0,15 s à 0,5 s.

NOTE 3 t_{i2} est normalement situé dans la plage de 0,5 s à 1 s.

NOTE 4 La séquence opératoire b) permet la stabilité de réseau dans le cas où un nouveau défaut apparaît sur la même phase.

NOTE 5 La durée de fermeture des HSES est généralement inférieure à 0,2 s.

Figure 2 – Chronogramme des HSES et des disjoncteurs

4.103 Valeurs normalisées de coupure

Les valeurs normalisées pour HSES sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Valeurs normalisées des courants et des tensions induits assignés

Tension assignée U_r	Couplage électromagnétique				Couplage électrostatique	
	Courant induit assigné (+10 % -0 %)	Tension de rétablissement à la fréquence industrielle assignée (+10 % -0 %)	Première crête de la TTR (+10 % -0 %)	Durée jusqu'à la première crête (+10 % -0 %)	Courant induit assigné (+10 % -0 %)	Tension induite assignée (+10 % -0 %)
kV	A (valeur efficace)	kV (valeur efficace)	kV	ms	A (valeur efficace)	kV (valeur efficace)
550	6 800	240	580	0,6	120	115
800	6 800	240	580	0,6	170	170
1 100 à 1 200	6 800	240	580	0,6	230	235

NOTE 1 Pour le Tableau 1, les tensions induites assignées de rétablissement électrostatique ont une forme d'onde du type $1 - \cos$.

NOTE 2 Pour les réseaux présentant au plus deux défauts (catégories 0 et 1 tels que décrits en B.2), les valeurs correspondantes sont présentées dans le Tableau B.3.

Pour les réseaux avec des passages par zéro retardés du courant (catégorie 3 tel que décrit en B.2), les valeurs correspondantes sont présentées dans le Tableau B.1.

Pour les réseaux avec des défauts sur plusieurs phases (catégorie 4 tel que décrit en B.2) les valeurs correspondantes sont présentées dans le Tableau B.2.

5 Conception et construction

L'Article 5 de la CEI 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants.

5.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 5.5 de la CEI 62271-1:2007 n'est pas applicable.

5.7 Manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure (manœuvre indépendante sans accrochage mécanique)

Le paragraphe 5.7 de la CEI 62271-1:2007 n'est pas applicable.

5.10 Plaque signalétiques

La désignation de l'équipement est spécifiée comme étant HSES.

Les éléments devant être indiqués sur la plaque signalétique sont énumérés dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Éléments devant être énumérés sur la plaque signalétique d'un HSES

Élément
Fabricant
Désignation du type
Numéro de série
Année de fabrication
Tension assignée
Tension assignée de tenue aux chocs de foudre
Tension assignée de tenue aux chocs de manœuvre
Tension assignée de tenue à fréquence industrielle
Courant assigné de courte durée admissible et valeur de crête du courant admissible
Durée de court-circuit assignée
Pression assignée de remplissage pour l'isolement et/ou la manœuvre
Tension assignée d'alimentation des circuits auxiliaires
Fréquence assignée
Classe d'endurance mécanique
Masse (liquide compris)
Séquence de manœuvres

5.11 Dispositifs de verrouillage

Le paragraphe 5.11 de la CEI 62271-1:2007 n'est pas applicable.

5.101 Dispositif d'anti-pompage

Le dispositif d'anti-pompage doit être fourni pour le mécanisme d'entraînement pneumatique et hydraulique.

5.102 Exigences particulières relatives aux HSES

Un HSES doit être capable de mettre à la terre, d'ouvrir et de rétablir sa tenue diélectrique complète dans les limites de la durée de coupure-établissement du cycle de manœuvre de refermeture automatique des disjoncteurs des lignes de transport. La durée de coupure-établissement est définie par la stabilité du réseau et est généralement fixée à environ 1 s permettant un recouvrement diélectrique de l'isolation à l'emplacement du défaut. Des manœuvres rapides sont exigées pour l'établissement et la coupure.

Le HSES doit être capable de court-circuiter l'arc secondaire dans les lignes de transport.

Le HSES doit être capable de couper le courant induit par le couplage électromagnétique et/ou électrostatique sur les lignes de transport avec une tension de rétablissement spécifiée dans le Tableau 1.

Le HSES doit être capable de supporter une tension transitoire de rétablissement après la coupure et la tension assignée à la terre ($U_T/\sqrt{3}$) à la fréquence industrielle en position d'ouverture.

Sauf spécification contraire, un HSES doit être à commande unipolaire.

6 Essais de type

L'Article 6 de la CEI 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants.

La performance diélectrique phase-terre doit être vérifiée uniquement en position ouvert conformément à la CEI 62271-1:2007.

6.1.1 Groupement des essais

Le paragraphe 6.1.1 de la CEI 62271-1:2007 n'est pas applicable.

6.3 Essai de tension de perturbation radioélectrique

Le paragraphe 6.3 de la CEI 62271-1:2007 est applicable.

Dans le cas de HSES sous enveloppe métallique, 6.3 de la CEI 62271-203:2011 est applicable.

6.5 Essais d'échauffement

Le paragraphe 6.5 de la CEI 62271-1:2007 n'est pas applicable.

6.101 Essais pour vérifier l'aptitude de fermeture en court-circuit

Le paragraphe 6.101 de la CEI 62271-102:2001 est applicable.

6.102 Essais de fonctionnement et d'endurance mécanique

Le paragraphe 6.102 de la CEI 62271-102:2001 est applicable.

La séquence de manœuvres assignée doit être vérifiée durant les manœuvres mécaniques.

La séquence de manœuvres mécanique pour la classe M0 doit être l'une des suivantes:

- a) HSES avec un cycle de manœuvre spécifié C – t_{i1} – O:
 - 1 000 manœuvres C – t_{i1} – O
- b) HSES avec un cycle de manœuvre spécifié C – t_{i1} – O – t_{i2} – C – t_{i1} – O
 - 500 manœuvres C – t_{i1} – O, plus
 - 250 manœuvres C – t_{i1} – O – t_{i2} – C – t_{i1} – O.

Pour la classe M1, le nombre de manœuvres doit être le double de celui de la séquence spécifiée.

Les caractéristiques de déplacement mécanique doivent être enregistrées et les critères d'acceptation se réfèrent au paragraphe 6.101.1.1 de la CEI 62271-100:2008 avec une modification de la tolérance de 20 % ($^{+20}_{-0}$ % ou $^{+10}_{-10}$ % ou $^{+0}_{-20}$ %).

6.103 Fonctionnement dans des conditions sévères de formation de glace

Le paragraphe 6.103 de la CEI 62271-102:2001 est applicable.

6.104 Fonctionnement aux limites de température

Le paragraphe 6.104 de la CEI 62271-102:2001 est applicable.

6.105 Essais pour prouver la performance à la fermeture et à la coupure des HSES

6.105.1 Conditions générales d'essais

Les essais doivent être effectués conformément à la condition spécifiée dans le Tableau 1.

Le paragraphe C.6.105 de la CEI 62271-102:2001 est applicable avec les compléments et les modifications suivants:

Nombre d'essais:

- 10 fois C et O

La mesure des caractéristiques de déplacement doit être effectuée selon 6.101.1.1 de la CEI 62271-100:2008.

Les circuits d'essai sont ceux présentés aux Figures C.1 et C.2 de la CEI 62271-102:2001.

Pour l'essai du courant induit électrostatique et indépendamment de la tension assignée de HSES, les paramètres du circuit d'essai doivent être:

- valeur de la capacité $C_1 = 1,56 \mu\text{F}$;
- impédance d'onde: 245Ω ;
- longueur de la ligne: 200 km.

Le HSES doit préférentiellement être soumis à l'essai à la fréquence assignée; cependant, pour la commodité des essais, ces derniers peuvent être effectués soit à 50 Hz, soit à 60 Hz et sont considérés comme équivalents.

Ces essais couvrent les classes A et B décrites à l'Annexe C de la CEI 62271-102:2001.

6.105.2 Détails relatifs à l'établissement et la coupure du courant induit

Les essais de type des HSES dotés d'un pouvoir d'établissement et de coupure de courants induits assigné doivent inclure des essais pour prouver leur capacité d'établissement et de coupure de courants induits électromagnétique et/ou électrostatique.

Les courants d'essai doivent être situés dans les limites d'une tolérance de $(^{+10}_{-0} \%)$ des courants induits assignés comme présentés dans le Tableau 1.

Pour la commodité des essais, la tension de commande du HSES peut soit être assignée, soit être la tension maximale d'alimentation auxiliaire si la tension de commande n'affecte pas le pouvoir de coupure et de fermeture du HSES. Cette condition est considérée comme étant satisfaite si les caractéristiques de déplacement de cette condition sont situées dans une plage de $(^{+5}_{-5} \%)$ de celles obtenues en condition minimale.

Les essais relatifs à l'établissement et à la coupure du courant induit doivent être conduits sans maintenance.

6.105.3 Disposition des HSES avant l'essai

Le HSES soumis à l'essai doit être complètement monté sur son propre support ou sur un support équivalent. Son dispositif de commande doit être actionné dans les conditions spécifiées et, en particulier, si le mécanisme est à commande électrique, hydraulique ou pneumatique, il doit être respectivement alimenté à la tension d'alimentation minimale ou à la pression fonctionnelle minimale pour la manœuvre.

Avant d'entreprendre les essais d'établissement et de coupure, des manœuvres à vide doivent être effectuées et des détails relatifs aux caractéristiques de fonctionnement du HSES, telles que les caractéristiques de déplacement, la durée de fermeture et la durée d'ouverture, doivent être enregistrés.

Si applicable, les essais doivent être effectués à la pression fonctionnelle minimale pour la coupure et l'isolement.

6.105.4 Comportement du HSES au cours de l'essai

Le HSES doit fonctionner correctement sans signe exagéré de fatigue mécanique ou électrique.

Pendant les essais le HSES ne doit pas

- présenter de signes de fatigue;
- nuire aux équipements adjacents du laboratoire;
- montrer un comportement qui pourrait mettre en danger un opérateur.

Les émissions extérieures de gaz, de flammes ou de particules métalliques du sectionneur lors du fonctionnement sont autorisées, si cela n'altère pas le niveau d'isolement du sectionneur de terre ou ne s'avère pas dangereux pour un opérateur ou toute autre personne à proximité.

6.105.5 Condition après l'essai

La comparaison des caractéristiques mécaniques avant et après l'essai doit être effectuée conformément au paragraphe 6.102.

Le paragraphe C.6.105.9 de la CEI 62271-102:2001 est applicable.

7 Essais individuels de série

L'Article 7 de la CEI 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants.

Les essais de fonctionnement mécanique se réfèrent au paragraphe 7.101 de la CEI 62271-100:2008.

Les caractéristiques de déplacement mécanique doivent être enregistrées et les critères d'acceptation se réfèrent au paragraphe 6.101.1.1 de la CEI 62271-100:2008 avec une modification de la tolérance de 20 % (par exemple $+20\%$ ou -0% ou $+10\%$ ou -10% ou $+0\%$ ou -20%).

Les temps d'ouverture et de fermeture dans les conditions assignées et minimales d'alimentation auxiliaire doivent être vérifiés.

8 Conseil pour le choix des HSES

Pour choisir les HSES décrits dans le Tableau 1 et également dans les Tableaux B.1 et B.2 si nécessaire, les conditions et exigences suivantes sur site doivent être prises en compte:

- conditions de défaut existantes;
- nombre de circuits;
- stratégie de refermeture automatique (stratégie de refermeture automatique d'une phase unique ou de phases multiples);
- séquence de manœuvres requise;

- prise en considération des défauts successifs et autres conditions particulières telles que les phénomènes de passages par zéro retardés du courant lors des manœuvres du HSES;
- performance opérationnelle requise (endurance mécanique);
- exigences d'établissement et de coupure (capacité d'établissement de courant de défaut).
- La classe M1 est principalement pour les applications où le HSES est manœuvré sur une ligne de transport présentant une haute probabilité de choc de foudre.

9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes

L'Article 9 de la CEI 62271-1:2007 est applicable.

10 Règles pour le transport, le stockage, l'installation, la manœuvre et la maintenance

L'Article 10 de la CEI 62271-1:2007 est applicable.

11 Sécurité

L'Article 11 de la CEI 62271-1:2007 est applicable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62271-112:2013

Annexe A (informative)

Informations générales relatives à l'utilisation des HSES

A.1 Généralités

Les stratégies de refermeture automatique monophasés ou à plusieurs phases s'appliquent généralement aux réseaux de transport haute tension afin d'améliorer leur fiabilité. Lorsqu'une ligne aérienne présente un défaut à la terre, les disjoncteurs situés aux deux extrémités de la ligne s'ouvrent afin d'éliminer le défaut. Dans le cas de lignes aériennes à haute tension (surtout pour des tensions de réseaux supérieures ou égales à 550 kV), avec les conducteurs proches les uns des autres et des réseaux de transport opérés en monophasé, un courant moins important peut demeurer au point en défaut après que le courant de court-circuit a été interrompu. Ce courant est appelé courant d'arc secondaire et est généré par le couplage électrostatique ou électromagnétique avec les autres conducteurs actifs adjacents, et ce courant d'arc secondaire est difficile à éteindre de lui-même en peu de temps. D'un point de vue de stabilité du réseau, il est préférable d'appliquer une stratégie de refermeture automatique avec une durée de refermeture d'environ 1 s maximum. Pour obtenir la refermeture automatique en temps voulu, certains moyens sont nécessaires afin d'éteindre l'arc secondaire avant la refermeture des disjoncteurs.

Cela s'applique essentiellement aux lignes à courte distance sans bobine d'inductance shunt ou aux réseaux à double circuit dotés d'une stratégie de refermeture automatique à plusieurs phases, où les bobines d'inductance à quatre colonnes ne sont pas adaptées, l'une des méthodes importantes et utiles consiste à appliquer un sectionneur de terre particulier pour éteindre l'arc secondaire. Ce sectionneur de terre est généralement conçu pour un fonctionnement rapide afin de satisfaire à la performance de manœuvre requise, et est appelé sectionneur de terre rapide (acronyme HSES).

La performance relative à l'extinction de l'arc secondaire sera influencée par la tension de recouvrement diélectrique et le courant de l'arc secondaire au point de défaut, qui seront tous les deux influencés par les éléments suivants:

- configuration du pylône, par exemple lignes à circuit unique ou à double circuit (c'est-à-dire plusieurs circuits montés sur une tour), distance entre les phases et les circuits, hauteur des lignes au-dessus du niveau du sol, etc.;
- transposition des lignes de transport (non transposées ou transposées);
- occurrence des défauts à la terre successifs sur les autres lignes lors de la manœuvre d'ouverture du HSES.

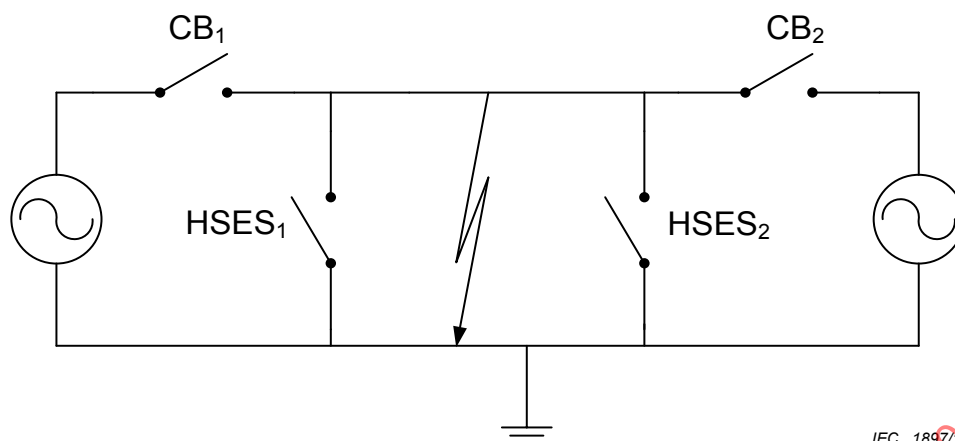
La durée entre les cycles de manœuvres des HSES doit donc être spécifiée par l'utilisateur.

NOTE Les HSES se distinguent des sectionneurs de terre à action rapide. Se référer au Tableau A.1.

La séquence de manœuvres du HSES est déterminée par la durée requise pour maintenir la stabilité du réseau, la séquence de refermeture automatique rapide du disjoncteur, les caractéristiques de recouvrement diélectrique au point de défaut sur la ligne de transport et la coordination temporelle avec les relais de protection, y compris la durée pour confirmer la condition, par exemple, la condition d'ouverture/de fermeture des disjoncteurs et des HSES.

A.2 Séquence de manœuvres typique

La Figure A.1 présente un schéma unifilaire d'un réseau. Un défaut est survenu sur une phase de la ligne de transport.



Légende

CB ₁ , CB ₂	Disjoncteurs de la ligne de transport
HSES ₁ , HSES ₂	Sectionneurs de terre rapide

Figure A.1 – Schéma unifilaire d'un réseau

Les disjoncteurs aux deux extrémités de la ligne s'ouvrent afin d'interrompre le courant de défaut. 0,2 s après la coupure par le disjoncteur, les HSES se fermeront et resteront en position de fermeture pendant plusieurs centaines de millisecondes. Durant cette période, le courant de l'arc secondaire doit être éteint et l'isolement rétabli. L'ouverture des HSES prend généralement 0,1 s après l'émission du signal d'ouverture aux HSES. Le premier HSES qui coupera, interrompra le courant induit électromagnétique et le second HSES interrompra le courant induit électrostatique. Le disjoncteur se refermera une fois la manœuvre d'ouverture des HSES effectuée.

Un chronogramme typique présentant la relation entre les disjoncteurs de la ligne de transport interrompant le défaut et les HSES apparaît à la Figure A.2. Cette figure présente la première manœuvre O – C des disjoncteurs et la première manœuvre C – O des HSES.