

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment**

**Appareillage à basse tension –
Partie 6-1: Matériels à fonctions multiples – Equipement de transfert de source**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-1:2021



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 online and once a month by email.

IEC 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: sales@iec.ch.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC 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.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment**

**Appareillage à basse tension –
Partie 6-1: Matériels à fonctions multiples – Equipement de transfert de source**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.40; 29.130.20

ISBN 978-2-8322-9448-2

**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	5
INTRODUCTION	7
1 Scope	8
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	9
3.1 General	9
3.2 Alphabetical index of terms	10
3.3 Transfer switching devices	10
3.4 Operation of TSE	12
3.5 Main contact positions	13
3.6 Symbols and abbreviated terms	14
4 Classification	14
5 Characteristics	15
5.1 Summary of characteristics	15
5.2 Type and characteristics of equipment	15
5.3 Rated and limiting values for the main circuit	16
5.3.1 General	16
5.3.2 Rated voltages	16
5.3.3 Rated operational current (I_e)	16
5.3.4 Rated frequency	16
5.3.5 Rated making and breaking capacities	16
5.3.6 Short-circuit characteristics	17
5.4 Utilization category	17
5.5 Control circuits	18
5.5.1 General	18
5.5.2 Electro-mechanical devices operating the main circuit	18
5.5.3 ATS controller	18
5.6 Auxiliary circuits	18
6 Product information	18
6.1 Nature of information	18
6.2 Marking	18
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance, decommissioning and dismantling	20
6.4 Environmental information	21
7 Normal service, mounting and transport conditions	22
8 Constructional and performance requirements	22
8.1 Constructional requirements	22
8.1.1 General	22
8.1.2 Materials	22
8.1.3 Indication of the switching position	23
8.1.4 Equipment suitable for isolation	23
8.1.5 Opening and closing of main contacts	23
8.1.6 Clearances and creepage distances	23
8.1.7 Provision for protective earthing	23
8.1.8 Stored charge energy circuit	23

8.1.9	Stored energy closing	24
8.1.10	Dedicated enclosures for TSE	24
8.2	Performance requirements	24
8.2.1	Operating conditions	24
8.2.2	Temperature-rise	25
8.2.3	Dielectric properties	25
8.2.4	Ability to make, carry, and break under no-load, normal load and overload conditions	25
8.2.5	Ability to make and break under short-circuit conditions	27
8.2.6	Critical load current performance (DC equipment)	29
8.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	29
8.3.1	General	29
8.3.2	Immunity	29
8.3.3	Emission	30
9	Tests	30
9.1	Kinds of tests	30
9.2	Type tests	30
9.2.1	General test conditions	30
9.2.2	Test sequences	30
9.2.3	Test sequence I – General performance characteristics	33
9.2.4	Test sequence II – Operational performance capability	39
9.2.5	Test sequence III – Short-circuit performance capability	44
9.2.6	Test sequence IV – Conditional short-circuit current	47
9.2.7	Test sequence V – critical load current performance of equipment with a DC rating	48
9.2.8	Test sequence VI – EMC tests	51
9.3	Routine tests	53
9.4	Environmental tests	55
Annex A (normative)	Assignment of utilization categories based on results of tests	57
Annex B (informative)	Items subject to agreement between manufacturer and user	58
Bibliography		59
Figure 1	– Example of operating sequences for TSE with three positions	21
Figure 2	– Test circuit for connection to source I and source II supplies	54
Figure 3	– Test circuit for the verification of making and breaking capacities	55
Table 1	– Utilization categories	18
Table 2	– Product information	19
Table 3	– Verification of making and breaking capacity – Conditions for making and breaking corresponding to the utilization categories	26
Table 4	– Verification of operational performance – Conditions for making and breaking corresponding to the utilization categories	27
Table 5	– Value of the test current for the verification of the ability to operate under short-circuit conditions	28
Table 6	– Value of the test current for the verification of the ability to operate under short-circuit conditions (harmonized table)	29
Table 7	– Acceptance criteria of immunity test	30
Table 8	– List of type tests (overall scheme of test sequences)	31

Table 9 – List of type tests to which a derived TSE shall be submitted	32
Table 10 – Number and duration of operating cycles for the making and breaking capacity test	41
Table 11 – Number and rate of operating cycles for the electrical and mechanical operational performance tests for type A utilization categories	42
Table 12 – Number and rate of operating cycles for the electrical and mechanical operational performance tests for type B utilization categories	42
Table 13 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts.....	43
Table 14 – Number of operating cycles corresponding to the critical load current.....	50
Table 15 – Test circuit parameters for Table 14	50
Table 16 – Test sequence V: Critical load current performance of equipment with a DC rating	51

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-1:2021

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 6-1: Multiple function equipment –
Transfer switching equipment**

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 60947-6-1 has been prepared by sub-committee 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2005, and its Amendment 1:2013. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- clarification of scope and object;
- clarification of terms and definitions;
- removal of unnecessary definitions;
- modification of characteristics;

- modification of utilization categories definitions;
- introduction of new markings requirements;
- addition of new requirements for clearances and creepage distances;
- addition of new requirements and tests for mechanical and electrical interlocks;
- clarification of transfer sequences;
- modification of requirements for rated short-time withstand currents;
- modification of new requirements for electromagnetic compatibility;
- clarification of performance requirements for CB type TSE, in alignment with requirements stated in IEC 60947-2;
- addition of new test sequence V: Critical load current performance of equipment with DC ratings.

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

FDIS	Report on voting
121A/403/FDIS	121A/411/RVD

Full information on the voting for the approval of this document 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.

A list of all the parts in the IEC 60947 series, published under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

This document shall be read in conjunction with IEC 60947-1:2020, *Low voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*.

The provisions of the general rules are applicable to IEC 60947-1 where specifically called for. General rules clauses and subclauses thus applicable as well as tables, figures and appendices are identified by reference to IEC 60947-1:2020, for example, 1.2.3, Table 4, or Annex A of IEC 60947-1:2020. The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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 document 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.

INTRODUCTION

The availability of power in low voltage electrical installations is playing an ever increasing role in modern society. In actual fact, this requirement is a fundamental characteristic for the creation of economically and functionally efficient installations. A system able to switch a load from one source to another safely and with minimum disturbance to the load reduces problems caused by faulty conditions in the normal supply to the minimum.

All these operations, commonly known as “transfer switching”, control the installations and can be done automatically, remotely or manually.

Therefore, an installation with installed “transfer switching” capability:

- ensures the continuity of production processes;
- provides a backup source of power if the main network is out of service;
- reduces the effect caused by network faults on parts of the installation;
- achieves a good compromise between reliability, simplicity and cost-effectiveness;
- provides the facility manager and managing system with a power source able to supply all or part of the installation.

Key factors motivating customers to use Transfer Switch Equipment (TSE) include:

- the continuous world growth population, the increasing number of electronic devices and the new demands of electric vehicles;
- the mediated pressure on climate change with a resulting increase in the cost of energy;
- the evolution of the electricity market with a greater number of alternate energy sources;
- the user’s expectations of better grid reliability, better economic performance, and a desire to manage their energy.

Stakeholders involved in the management of electricity also have new expectations:

- customers want to reduce the cost of their energy and to have a quality energy supply;
- suppliers want to reinforce confidence to their customers;
- producers expect to optimize their investments;
- governments and regulators are willing to create a competitive and sustainable energy market.

Today, the performance of Transfer Switching Equipment is defined by TSE manufacturers and also by this document. Consultants, integrators, facility managers and end users rely on this document for their power availability needs.

Transfer switching are often realised by implementing a transfer function within the electrical installation, but this critical function can be inappropriately designed. Using a TSE following the requirements of this document ensures the safety and the performance of the transfer function which are necessary for reaching the objectives listed above.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 6-1: Multiple function equipment – Transfer switching equipment

1 Scope

This document applies to transfer switching equipment (TSE), to be used in power systems for ensuring the continuity of the supply and allowing the energy management of the installation, by transferring a load between power supply sources, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V AC or 1 500 V DC.

It covers:

- manually operated transfer switching equipment (MTSE);
- remotely operated transfer switching equipment (RTSE);
- automatic transfer switching equipment (ATSE), including the controller.

It does not cover:

- 1) TSE configurations that are either not manufacturer tested and/or not marked according to this document as a complete transfer switch;
- 2) auxiliary contacts (for guidance, see IEC 60947-5-1);
- 3) transfer switches used in explosive atmospheres (for guidance, see IEC 60079 (all parts));
- 4) embedded software design (for guidance, see IEC TR 63201);
- 5) cybersecurity aspects (for guidance, see IEC TS 63208);
- 6) TSE rated for direct-on-line starting asynchronous motor of design NE and HE, according to IEC 60034-12:2016 (for guidance, see AC-3e utilisation category according IEC 60947-4-1:2018);
- 7) other types of TSE under consideration including closed transition TSE, overlapping neutral TSE, multi-source TSE (i.e. TSE with more than two sources of supply), stand-alone ATS controllers, bypass isolation TSE, TSE with load-shedding functions and bus-tie TSE.

NOTE TSE used for safety services and for emergency escape lighting systems as described in IEC 60364-5-56 are subject to specific rules and/or legal requirements.

The object of this document is to state:

- 1) the characteristics of the equipment;
- 2) the conditions of the equipment with respect to:
 - a) operation for which the equipment is intended;
 - b) operation and behaviour in case of specified abnormal conditions, for example, short-circuit;
 - c) dielectric properties;
- 3) the tests intended to confirm that these conditions have been met and the methods for performing these tests;
- 4) the product information to be provided by the manufacturer.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60715:2017, *Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear – Standardized mounting on rails for mechanical support of switchgear, controlgear and accessories*

IEC 60812, *Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)*

IEC 60947 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear*

IEC 60947-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-2:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-3:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

IEC 60947-4-1:2018, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests*

IEC 61000-4-13:2002/AMD1:2009

IEC 61000-4-13:2002/AMD2:2015

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 11:2015/AMD1:2016

3 Terms and definitions

3.1 General

For the purposes of this document, the terms and definitions given in Clause 3 of IEC 60947-1:2020, and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

3.2 Alphabetical index of terms

	Reference
A	
ATS controller.....	3.3.9
Automatic transfer switching equipment (ATSE).....	3.3.4
C	
Contact transfer time	3.4.5
Class CB TSE.....	3.3.7
Class CC TSE.....	3.3.8
Class PC TSE.....	3.3.6
Closed transition.....	3.4.9
D	
Derived transfer switching equipment (derived TSE)	3.3.5
Dedicated wiring accessories.....	3.3.10
F	
Frequency supply deviation	3.4.4
I	
Interlocking.....	3.4.10
In-phase transfer	3.4.8
M	
Manually operated transfer switching equipment (MTSE)	3.3.2
Monitored supply deviation	3.4.2
O	
OFF position	3.5.4
Open transition	3.4.7
Operating sequence.....	3.4.1
Operating transfer time	3.4.6
P	
Position I.....	3.5.2
Position II	3.5.3
R	
Remotely operated transfer switching equipment (RTSE).....	3.3.3
S	
Switching position.....	3.5.1
T	
Transfer switching equipment (TSE)	3.3.1
V	
Voltage supply deviation	3.4.3

3.3 Transfer switching devices

3.3.1

transfer switching equipment

TSE

equipment containing one or more switching devices and associated operating mechanism for disconnecting load circuits from one supply and connecting to another supply

3.3.2**manually operated transfer switching equipment****MTSE**

transfer switching equipment operated manually and non-electrically

3.3.3**remotely operated transfer switching equipment****RTSE**

transfer switching equipment that is electrically operated and not self-acting

Note 1 to entry: RTSE can have a feature for local and/or manual operation.

3.3.4**automatic transfer switching equipment****ATSE**

self-acting transfer switching equipment, including all necessary sensing inputs, monitoring, and control logic for transferring operations

Note 1 to entry: ATSE can have a feature for local and/or remote and/or manual operation.

3.3.5**derived transfer switching equipment****derived TSE**

TSE based on switching devices that have certain tests required for compliance with IEC 60947-6-1 as defined in Table 9, covered by IEC 60947-3 for Class PC, IEC 60947-2 or IEC 60947-6-2 for Class CB, or IEC 60947-4-1 for Class CC

Note 1 to entry: It is not necessary to repeat tests fully covered in the switching devices product standards.

3.3.6**Class PC TSE**

transfer switch equipment based on mechanical switching devices, that do not need electrical power to hold the main contacts open or closed and capable of making, carrying, and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions, and making and withstanding short-circuit currents

Note 1 to entry: For the purposes of this document, a fuse-combination unit is considered a Class PC device capable of breaking short-circuit current.

Note 2 to entry: Class PC TSE are also capable of withstanding conditional short-circuit currents.

3.3.7**Class CB TSE**

transfer switch equipment based on mechanical switching devices and capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions, and making and breaking short-circuit currents

Note 1 to entry: Class CB TSE for which the manufacturer has assigned a short-time withstand current are also capable of withstanding short-circuit currents.

3.3.8**Class CC TSE**

transfer switch equipment based on mechanical switching devices having only one position of rest, operating otherwise than by hand, and capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions

Note 1 to entry: Class CC TSE are not capable of making or breaking short-circuit currents. They are only capable of withstanding conditional short-circuit currents.

Note 2 to entry: Class CC TSE is not suitable for isolation.

3.3.9

ATS controller

device intended for sensing and monitoring the power supply sources, and controlling the automatic transfer sequence

Note 1 to entry: ATS controller can be either integral to the ATSE or stand-alone to be associated with an RTSE.

3.3.10

dedicated wiring accessory

prefabricated connection wiring system specifically intended for identified switchgear or controlgear

Note 1 to entry: A dedicated wiring accessory can be integrated in the switchgear or controlgear or delivered separately.

Note 2 to entry: A typical dedicated wiring accessory is for example a connection link.

3.4 Operation of TSE

3.4.1

operating sequence

automatic transfer of a load from one supply to another in the event of a monitored supply deviation and/or other predefined conditions

Note 1 to entry: This definition applies only for ATSE.

3.4.2

monitored supply deviation

variation in the measured power supply characteristics that exceeds predetermined limits

EXAMPLE Abnormal changes in voltage or frequency of the supply are supply deviations.

Note 1 to entry: This definition applies only for ATSE.

3.4.3

voltage supply deviation

change in voltage level from the nominal voltage of the monitored supply

3.4.4

frequency supply deviation

change in frequency from the nominal operating frequency of the monitored supply

3.4.5

contact transfer time

time measured from the mechanical opening of all poles from one set of main contacts of one power supply to the mechanical closing of any pole of a second set of main contacts on another power supply, with any adjustable time-delay set to the minimum value

Note 1 to entry: Contact transfer time does not apply to three-position MTSE.

3.4.6

operating transfer time

time measured from the instant when the transfer conditions are fulfilled to the closing of the main contacts on the other source, with any adjustable time delay set to the minimum value, transfer condition being typically supply deviations and programmed conditions for ATSE or remote control commands for RTSE

Note 1 to entry: Operating transfer times from source I to source II and from source II to source I can be different, and can vary depending on the monitored supply deviation.

Note 2 to entry: Operating transfer time does not apply to MTSE.

3.4.7**open transition**

a break before make transfer operation that intentionally breaks the load current from one source for a period of time prior to making it to the other source

3.4.8**in-phase transfer**

control function of an ATSE to only allow an open transition transfer when the two sources are considered in phase, at the same voltage and frequency

3.4.9**closed transition**

a make before break transfer operation that intentionally makes the load current of a second synchronized source for a short period of time before breaking it from the first source

3.4.10**interlocking**

<TSE> feature(s) that make(s) the state of two mechanisms mutually exclusive, preventing any of the phases of source I and source II from being connected together

Note 1 to entry: Interlocking prevents the closed position of switching devices to be simultaneously achieved under all conditions. The state of two mechanisms mutually dependent prevents the change of position of operation of one mechanism depending on the position of operation of the other.

3.5 Main contact positions**3.5.1****switching position**

position of the main contacts defining whether the load terminals are connected to source I or source II terminals, or not connected

3.5.2**position I**

contact position of the equipment when the load terminals are connected to source I terminals

3.5.3**position II**

contact position of the equipment when the load terminals are connected to source II terminals

3.5.4**OFF position**

stable contact position of rest of the equipment when the load terminals are connected to neither source I nor source II terminals

Note 1 to entry: The OFF position may also be marked as the O position.

3.6 Symbols and abbreviated terms

EMC	Electromagnetic compatibility	
FMEA	Failure mode effects analysis	9.2.3.2.4
I_c	Current made and broken	Table 3
I_{cm}	Rated short-circuit making capacity	5.3.6.3
I_{cn}	Rated short-circuit breaking capacity	5.3.6.4
I_{cw}	Rated short-time withstand current	5.3.6.2
I_e	Rated operational current	5.3.3
I_q or I_{cc}	Rated conditional short-circuit current	5.3.6.5
SCPD	Short-circuit protective device	
U_e	Rated operational voltage	5.3.2.1
U_i	Rated insulation voltage	5.3.2.2
U_{imp}	Rated impulse withstand voltage	5.3.2.3
U_r	Power frequency or DC steady-state recovery voltage	Table 3

4 Classification

Transfer switching equipment is classified according to:

- a) their characteristics:
 - Class PC;
 - Class CB;
 - Class CC;
- b) the method of controlling the transfer:
 - manually operated switching equipment (MTSE);
 - remotely operated switching equipment (RTSE);
 - automatic transfer switching equipment (ATSE);
- c) the number of main contact positions:
 - TSE with two positions (I – II);
 - TSE with three positions (I – O – II);
- d) their suitability for isolation:
 - TSE suitable for isolation in the OFF position;
 - TSE not suitable for isolation;

NOTE TSE having only two positions (I – II) and all Class CC TSE are not suitable for isolation.

- e) the transition type:
 - open transition;
 - closed transition (under consideration).

5 Characteristics

5.1 Summary of characteristics

Wherever applicable, the characteristics of the TSE shall be stated as follows:

- type and characteristics of equipment (5.2);
- rated and limiting values for the main circuit (5.3);
- utilization category (5.4);
- control circuits (5.5);
- auxiliary circuits (5.6).

Where the TSE uses IEC 60947 products, the relevant characteristics from those standards may also be additionally stated.

Specific characteristics subject to agreement between manufacturer and user are listed in Annex B.

5.2 Type and characteristics of equipment

The following shall be stated:

- a) class and transfer control method of the equipment (see Clause 4);
- b) number of poles;
- c) neutral pole terminal, if applicable, by the letter “N” (see 8.1.8.4 of IEC 60947-1:2020);
- d) kind of current (alternating current or direct current or both);
- e) in case of alternating current, the number of phases and the rated frequency;
- f) number of main contact positions;
- g) suitability for isolation;
- h) transition type;
- i) type of interlock (mechanical, electrical, or electrical-and-mechanical);

NOTE In Canada, Mexico and United States of America open transition transfer switching equipment is required to use mechanical interlocking.

- j) control functions (such as in-phase transfer);
- k) contact transfer time;
- l) in case of RTSE or ATSE, operating transfer time;
- m) in case of ATSE, operating sequences;
- n) the minimum mandatory components needed to achieve compliance as a complete TSE, including:
 - switching device(s);
 - switching mechanism, where applicable;
 - mechanical and/or electrical interlock for use with separate switching devices;
 - actuator, manual (for MTSE);
 - actuator, remote (for RTSE and ATSE);
 - ATS controller for ATSE;
 - signal terminals for input signals (for RTSE and ATSE);
 - source I and source II terminals;
 - load terminals;

- where applicable, bridging conductors or instructions on how to fabricate them;
 - sensing cables or instructions on how to fabricate them (for ATSE).
- o) wiring diagram;
- p) dedicated wiring accessories.

5.3 Rated and limiting values for the main circuit

5.3.1 General

Subclause 5.3 of IEC 60947-1:2020 applies. Rated values may be different between position I and position II.

5.3.2 Rated voltages

5.3.2.1 Rated operational voltage (U_e)

Subclause 5.3.1.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.2.2 Rated insulation voltage (U_i)

Subclause 5.3.1.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.2.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Subclause 5.3.1.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition:

When different values of U_{imp} are declared for circuits others than the mains, the instruction for installation shall provide specific instruction for ensuring the insulation coordination of the installation as stated by Annex H of IEC 60947-1:2020.

5.3.3 Rated operational current (I_e)

The rated operational current of TSE is stated by the manufacturer according to subclause 5.3.2.3 of IEC 60947-1:2020 for uninterrupted duty. It is possible for a device to have several I_e , depending on utilization category and operational voltages U_e .

5.3.4 Rated frequency

Subclause 5.3.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

5.3.5 Rated making and breaking capacities

Subclauses 5.3.5.2 and 5.3.5.3 of IEC 60947-1:2020 apply.

The rated making and breaking capacities are the values of current, stated by the manufacturer, which the transfer equipment can satisfactorily make and break under specified conditions. Unless stated otherwise, they are given in terms of a steady state current value. During the making operation, the peak value of the current on contact closing may be higher than the peak value of the steady state current depending on the characteristics of the test circuit (load) and the instant of closing on the voltage wave.

The rated making and breaking capacities are stated with reference to the rated operational voltage, the rated operational current and the utilization category according to Table 3.

For alternating current, the rated making and breaking capacities are expressed by the RMS value of the AC component of the current.

5.3.6 Short-circuit characteristics

5.3.6.1 General

Class PC TSE shall have either a rated short-time withstand current or a rated conditional short-circuit current but may have both.

Class CB TSE shall have a rated short-circuit breaking capacity and a rated short-circuit making capacity and may have a rated short-time withstand current.

Class CC TSE shall have a rated conditional short-circuit current.

5.3.6.2 Rated short-time withstand current (I_{cw})

Subclause 5.3.6.1 of IEC 60947-1:2020 applies under the test conditions specified in 9.2.5.2 and the minimum value of rated short-time withstand current is given in Table 5.

5.3.6.3 Rated short-circuit making capacity (I_{cm})

Subclause 5.3.6.2 of IEC 60947-1:2020 applies under the test conditions specified in 9.2.5.3.

The rated short-circuit making capacity is the value of short-circuit making capacity assigned by the manufacturer for the rated operational voltage at rated frequency and at a specified power-factor (or time-constant). It is expressed as the maximum prospective peak current. For alternating current, the rated short-circuit making capacity shall be not less than the highest value of short-circuit breaking capacity or short-time withstand current, as applicable, multiplied by the ratio n of Table 16 of IEC 60947-1:2020. For direct current, the rated short-circuit making capacity shall be not less than the highest value of short-circuit breaking capacity or short-time withstand current, as applicable. The manufacturer may assign a higher value of short-circuit making capacity.

5.3.6.4 Rated short-circuit breaking capacity (I_{cn})

This characteristic applies only to Class CB.

Subclause 5.3.6.3 of IEC 60947-1:2020 applies under the test conditions specified in 9.2.5.4.

The rated short-circuit breaking capacity for a Class CB TSE is equivalent to the rated ultimate short-circuit breaking capacity of a circuit breaker according to IEC 60947-2.

5.3.6.5 Rated conditional short-circuit current (I_q or alternatively I_{cc})

Subclause 5.3.6.4 of IEC 60947-1:2020 applies under the test conditions specified in 9.2.6.

The minimum value of the prospective current is given in Table 5 or Table 6 at the discretion of the manufacturer.

5.4 Utilization category

TSE may be assigned to one or more of the standard utilization categories given in Table 1 at one or more rated operational voltages.

The designation of TSE utilization categories is completed by the suffix A or B, according to the type and number of operations (see 3.3.18 of IEC 60947-1:2020, Table 10, Table 11 and Table 12) required by the application.

TSE assigned any TSE utilization category shall comply with the rated making and breaking capacity (see Table 3) and the electrical and mechanical operational performance requirements (see Table 4) corresponding to the assigned utilization category.

Table 1 – Utilization categories

Nature of current	TSE Utilization category		Typical switching load
	Type A	Type B	
Alternating current	AC-31A	AC-31B	Non-inductive or slightly inductive loads
	AC-32A	AC-32B	Switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads
	AC-33A	AC-33B	Squirrel-cage motors
	AC-35A	AC-35B	Discharge lamp loads
	AC-36A	AC-36B	Incandescent lamp loads
Direct current	DC-31A	DC-31B	Non-inductive or slightly inductive loads
	DC-33A	DC-33B	Shunt-motors
	DC-36A	DC-36B	Incandescent lamp load

5.5 Control circuits

5.5.1 General

Subclause 5.5 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions for monitored supply (see 3.4.2).

5.5.2 Electro-mechanical devices operating the main circuit

The minimum and maximum values of voltage or voltage and frequency operating limits shall be stated by the manufacturer. The characteristics of the control circuit shall be stated as the minimum and maximum values of the rated control circuit supply voltage.

5.5.3 ATS controller

The manufacturer shall state the following:

- the voltage supply deviations and, if applicable, the frequency supply deviations at which transfer should be initiated;
- the tolerance of the voltage deviations, frequency deviations (where applicable), and anytime delays shall be specified by the manufacturer, but shall not exceed $\pm 10\%$.

Stand-alone TSE controllers are under consideration.

5.6 Auxiliary circuits

Subclause 5.6 of IEC 60947-1:2020 applies.

6 Product information

6.1 Nature of information

All information of Table 2 below shall be given by the manufacturer.

6.2 Marking

Subclause 6.2 of IEC 60947-1:2020 applies, where applicable, and according to Table 2 below.

In addition to Table 2, all controls accessible to the operator shall be marked to indicate their function.

NOTE TSE composed of several components can be delivered with a separate nameplate to be attached to the equipment according to the instructions of the manufacturer.

Table 2 – Product information

Reference	Required marking	Marking location
1.1	Switching position I – II or I – O – II, as applicable, as follows: I (IEC 60417-5007:2002-10) for ON (source I) O (IEC 60417-5008:2002-10) for power OFF II (IEC 60417-6176:2012-11) for ON (source II)	Visible
1.2	Suitability for isolation, where applicable, with the isolation function symbol according to IEC 60417-6169-1:2012-08	Visible
1.3	For RTSE or ATSE with off-load manual operations for maintenance purposes: "OFF-LOAD OPERATION ONLY, switch off all supply sources before operating manually"	Visible
2.1	Manufacturer's name or trade mark	Marked
2.2	Type designation or serial number	Marked
2.3	"IEC 60947-6-1", indicating the product complies with this document	Marked
2.4	Class of equipment (PC, CC, CB), method of controlling (MTSE, RTSE, ATSE) and transition type (open transition, closed transition) according to Clause 4 ^c	Marked
2.5	Rated operational voltage(s) (U_e) as defined in 5.3.2.1 ^d	Marked
2.6	Utilization categories as defined in 5.4 and corresponding operational current(s) as defined in 5.3.3 and 5.3.5 at the rated operational voltage as defined in 5.3.2.1 ^d	Marked
2.7	Value of the rated frequency as defined in 5.3.4, or the indication "DC" or the symbol $\overline{\text{— — —}}$ (IEC 60417-5031:2002-10) ^d	Marked
2.8	Rated short-time withstand current (I_{cw}) as defined in 5.3.6.2, if applicable ^d	Marked
2.9	Rated short-circuit breaking capacities (I_{cn}) as defined in 5.3.6.4, if applicable ^d	Marked
2.10	For ATSE and RTSE, rated control circuit supply voltage and frequency as defined in 5.5.1 ^d	Marked
2.11	Rated impulse withstand voltage (U_{imp}) as defined in 5.3.2.3 ^d	Marked
2.12	Terminal designations and markings ^d	Marked
2.13	Degree of protection of enclosed equipment according to Annex C of IEC 60947-1:2020 if the degree of protection is different than IP00	Marked ^e
2.14	Identification of neutral pole terminals, if applicable	Marked
2.15	For TSE including parts with stored charge components according to 8.1.8, a warning notice shall be provided on the product	Marked
2.16	For TSE Class CB, reference temperature for non-compensated thermal releases, if different than 30 °C	Marked
2.17	For TSE Class CB, range of the current settings (I_r) of the adjustable overload releases	Marked
2.18	For TSE Class CB, range of the rated instantaneous short-circuit current setting (I_i), for adjustable releases	Marked
3.1	Type of interlock as defined in 5.2 item i)	Literature
3.2	Number of poles	Literature
3.3	Rated short-circuit making capacities (I_{cm}) for Class PC and Class CB if higher than the minimum value as defined in 5.3.6.3 ^d	Literature
3.4	Rated conditional short-circuit current (I_q or alternatively I_{cc}) as defined in 5.3.6.5 and associated SCPD if applicable ^d	Literature
3.5	Rated insulation voltage (U_i) as defined in 5.3.2.2 ^d	Literature
3.6	Number of main contact positions ^d	Literature

Reference	Required marking	Marking location
3.7	For RTSE and ATSE, operating limits of electromechanical devices operating the main circuit, as defined in 5.5.2 ^d	Literature
3.8	For ATSE, monitored supply deviations and operating limits as defined in 5.5.3 ^d	Literature
3.9	Auxiliary circuits characteristics as defined in 5.6 ^d	Literature
3.10	For ATSE, operating sequence ^d	Literature
3.11	Contact transfer time ^{a, d} and operating transfer time ^{b, d} and additional information including time delays with their position in the operating sequence, if any	Literature
3.12	EMC Environment A or B as defined in 8.3.1 of IEC 60947-1:2020	Literature
3.13	Conductor strip length ^d	Literature
3.14	Maximum number of conductors which may be clamped ^d	Literature
3.15	Conductor designation for non-universal screwless terminals ^d : - “s” or “sol” for rigid-solid conductors - “r” for rigid (solid and stranded) conductors - “f” for flexible conductors	Literature
3.16	References of minimum mandatory component of the complete unit which are required for the TSE (refer to 5.2 item n))	Literature
3.17	Control functions ^d such as in-phase transfer	Literature
3.18	Wiring diagram	Literature
3.19	Dedicated wiring accessories (if applicable)	Literature
3.20	For TSE Class CB only (see 9.2.5.4.3) – tripping/time characteristic – temperature/current characteristic, if applicable	Literature
Key Visible The marking on the product shall be visible to the operator after the product is installed. Marked On equipment or nameplate Literature In provided literature		
NOTE In the case of electronically controlled electromagnets, other information can also be considered for example the control circuit configuration (see 5.5 and Annex U of IEC 60947-1:2020).		
^a Not required for three-position MTSE. ^b Not required for MTSE. ^c Closed transition is under consideration. ^d Where the characteristic is different for position I versus position II, the manufacturer shall state both. ^e Several degrees of protections may be given in the literature for different types of access such as front face, terminals, etc.		

6.3 Instructions for installation, operation and maintenance, decommissioning and dismantling

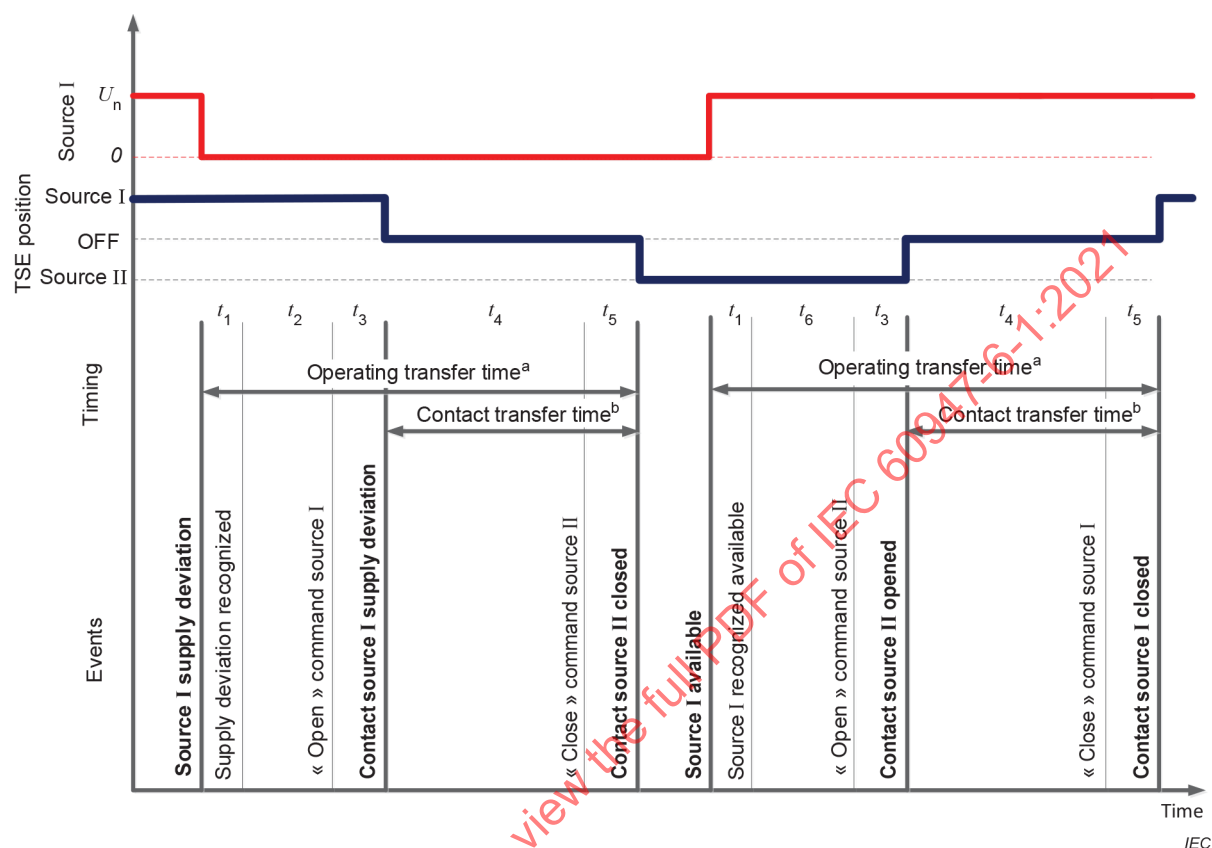
Subclause 6.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The instructions shall also cover the dedicated wiring accessories, if applicable.

For TSE tested according to this document and delivered to the customer unassembled or partially assembled, the TSE manufacturer shall provide instructions for proper assembly, wiring, marking, any remaining routine tests as defined in 9.3, commissioning, operation and maintenance of the TSE. For sensing cables and bridging conductors not supplied with the TSE or not made available as a type tested accessory, the manufacturer shall provide instructions on how to fabricate.

NOTE The instruction can include appropriate references to IEC 61439 (all parts) for the integration of the TSE into an assembly.

The operation manual of the TSE shall include the description of the operating sequences. An example is shown in Figure 1.



Key

- t_1 time to detect source I supply deviation
- t_2 purposely introduced adjustable transfer time delay
- t_3 system induced time delay
- t_4 purposely introduced adjustable OFF position time delay
- t_5 system induced time delay
- t_6 purposely introduced adjustable return time delay

NOTE This figure assumes source II is available.

^a equal to operating transfer time when all purposely introduced time delays (t_2 , respectively t_6 , t_4) are set to a minimum value.

^b equal to contacts transfer time when all purposely introduced time delays (t_4) are set to a minimum value.

Figure 1 – Example of operating sequences for TSE with three positions

6.4 Environmental information

When required, material declarations shall be established according to Annex W of IEC 60947-1:2020.

NOTE IEC TS 63058 gives the method for assessing the environmental impact of switchgear and controlgear.

7 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 7 of IEC 60947-1:2020 applies.

Standard conditions of vibration are defined in footnote b of Table Q.1 of IEC 60947-1:2020.

Rail mounting shall be specified according to IEC 60715:2017, when relevant.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

8.1.1 General

Subclause 8.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

Subclauses 8.1.1 through 8.1.10 of this document apply.

Measures shall be provided to reduce the likelihood of injury and property damage, under installation, maintenance, normal operation conditions, abnormal operation conditions and reasonably foreseeable misuses. The requirements of this document are generically providing these measures.

Where the product is intended to be used together with specific auxiliary equipment and dedicated wiring accessories, the safety evaluation and test shall include this auxiliary equipment and accessories unless it can be shown that it does not affect the safety of any equipment.

The accessible part of the device and especially the operating means shall not present sharp edges and corners which can injure the operator.

The minimum components which shall be verified by the manufacturer as a complete unit to achieve compliance as a TSE are defined in 5.2 item n):

For sensing cables and bridging conductors not supplied with the TSE or not made available as a type tested accessory, the manufacturer shall provide instructions on how to fabricate.

Where different ratings are declared for position I and position II, each position shall be tested.

For CC class TSE, standard conditions of vibration are defined in footnote b of Table Q.1 of IEC 60947-1:2020.

NOTE Refer to Annex O of IEC 60947-1:2020 for considerations for substitution or reduction in use of hazardous substances.

8.1.2 Materials

Subclause 8.1.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

When tests on the equipment or on sections taken from the equipment are used, parts of insulating materials necessary to retain current-carrying parts of power circuits in position shall conform to the glow wire test of 9.2.2.1 of IEC 60947-1:2020 with a test temperature of:

- 850 °C for Class CC TSE, or
- 960 °C for Class CB and Class PC TSE.

NOTE Fire risk analysis and risk reduction measures of switchgear and controlgear are given by IEC TR 63054.

8.1.3 Indication of the switching position

The indicating means of TSE shall indicate the source I position, source II position, and if any, the OFF position.

8.1.4 Equipment suitable for isolation

Subclause 8.1.7 and 8.2.7 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.1.5 Opening and closing of main contacts

The main moving contacts of all phase poles of the switching device of a multipole TSE shall be so mechanically coupled that they make and break substantially together, whether operated manually, remotely, or automatically.

The manual actuator of the TSE shall be insulated. The requirements of 8.1.5.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

There shall be no path or opening which allows incandescent particles to be discharged from the area of the manual operating means.

For TSE equipped with neutral poles, 8.1.9 of IEC 60947-1:2020 applies.

For any TSE with manual operating means intended for on-load use, opening and closing of the main contacts shall be independent of the speed with which the manual operating means is operated.

If the manual means is intended only for off-load use with all sources de-energized and is so marked according to Table 2 item 1.3, this requirement does not apply.

8.1.6 Clearances and creepage distances

Subclause 8.1.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

Where SELV and PELV circuits of the complete TSE are accessible, they shall be separated from other hazardous live-part according to the requirements of Annex N of IEC 60947-1:2020.

NOTE If some circuits are only accessible under maintenance or similar conditions, they can, depending on the risk level (severity of harm and the probability of occurrence), be considered under normal service conditions, and use only basic insulation.

8.1.7 Provision for protective earthing

Subclause 8.1.10 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

8.1.8 Stored charge energy circuit

Parts including stored charge (capacitors) that are removable for servicing (such as coil replacement), installation, or disconnection shall present no risk of electric energy hazard after disconnection.

Capacitors connected to accessible hazardous live parts shall be discharged to an energy level less than 0,5 mJ within 5 s after the removal of power. Otherwise, a readily visible warning notice shall be provided on the product, indicating the time of discharge to the limit values or a preferable method how to discharge the capacitor before touching the connecting parts.

8.1.9 Stored energy closing

The stored energy closing mechanism shall be capable of ensuring the operation of TSE in any condition between no-load and its rated making capacity.

When the stored energy is retained within the TSE, a device shall be provided which indicates when the storing mechanism is fully charged. A device shall also be provided to indicate when the storing mechanism is not charged sufficiently to allow operation. These charge indications shall be operational with and without the availability of electrical power.

Means for charging the operating mechanism, as well as the closing control components, shall be capable of operating when the auxiliary supply voltage is between 85 % and 110 % of the rated control supply voltage.

It shall not be possible for the moving contacts to move from the open position unless the charge is sufficient for satisfactory completion of the closing operation.

When the energy storing mechanism is manually operated, the direction of operation shall be indicated. This last requirement does not apply to TSE with an independent manual closing operation.

8.1.10 Dedicated enclosures for TSE

Subclause 8.1.11 of IEC 60947-1:2020 applies.

NOTE For TSE incorporated into non-dedicated enclosure, refer to IEC 61439 (all parts).

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

8.2.1.1 General

Subclause 8.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

Subclauses 8.2.1.2 and 8.2.1.3 of this document apply.

Type tests shall be performed with and without the dedicated wiring accessories, if relevant.

8.2.1.2 Operating mechanism

A TSE shall comply with the following requirements:

- a) TSE shall be capable of operating for all conditions of their marked intended performance.
- b) switching devices used in CC class TSE shall be only of the normally-open type, except if a mechanical interlock is provided.
- c) the operating mechanism shall be mechanically and/or electrically interlocked to prevent simultaneous connection to both source I and source II supplies under all conditions, including any individual failure, such as but not limited to an open control circuit, any single welded auxiliary or main contact, or failure of the controller. Removal of doors or access panels shall not result in defeating the interlocking feature.
- d) any unintentional overriding of the interlock shall not be possible.
- e) interlocking feature shall remain fully functional in case of any power loss.
- f) for class CC, mirror contacts according to Annex F of IEC 60947-4-1:2018 shall be used in electrical interlock, when applicable.
- g) specification of reliability and strength of the interlocking feature is dependent on risk analysis.

Verification of the operation and the robustness of the interlock according to upper items a), c), d), e) and g) shall be made in compliance with 9.2.3.2.2, 9.2.3.2.3 and 9.2.3.2.4.

For CB class TSE, the requirement of 8.3.2.6.1 b) of IEC 60947-2:2016 shall be fulfilled.

8.2.1.3 Controls, sequence and limits of operation

a) Voltage limits of control circuits

Subclause 8.2.1.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

b) Operation on loss of supply voltage

As a minimum requirement, the ATSE shall be able to transfer the load from source I supply to source II upon the interruption for a predetermined period of any or all of the monitored phases of the source I supply and return to the source I supply when it is restored. The ATSE may include additional logic sequences, such as delayed or non-automatic return.

c) Operation on source I supply deviation conditions

If the TSE is provided with means to initiate transfer from source I to source II upon supply deviation of the main supply, the transfer shall be initiated within the limits stated by the manufacturer.

d) Transfer condition on source supply with in-phase transfer function

Transfer shall be allowed within the limits for voltage, frequency and phase angle as specified by the manufacturer.

EXAMPLE Limits with a tolerance of $\pm 10^\circ$ on phase angle and $\pm 5\%$ on voltage and ± 1 Hz on frequency.

e) Transfer condition on source II supply deviation conditions

Transfer shall be effected within the limits specified by the manufacturer.

f) Any time delay and operating transfer time to transfer from one source to the other source shall be within the limits specified by the manufacturer.

g) Contact transfer time shall be within the limits specified by the manufacturer and verified in accordance with 9.2.3.2.4. For Class CC TSE, the minimum contact transfer time value shall not be less than 50 ms.

Compliance with the above requirements and the requirements of 5.5.3 is verified by the tests of 9.2.3.3.

8.2.2 Temperature rise

When tested at the highest rated operational current under the conditions described in 9.2.3.5, TSE shall not attain a temperature at any point to constitute a fire hazard or to damage any materials employed in the device and shall not exceed the temperature-rise values stated in 8.2.2 of IEC 60947-1:2020.

8.2.3 Dielectric properties

Subclause 8.2.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.4 Ability to make, carry, and break under no-load, normal load and overload conditions

8.2.4.1 Making and breaking capacities

Subclause 8.2.4.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

TSE shall make and break currents without failure under the conditions stated in Table 3 for the required utilization categories when tested as specified in 9.2.4.1. See also Annex A.

**Table 3 – Verification of making and breaking capacity –
Conditions for making and breaking corresponding to the utilization categories**

	Utilization category	Make and break conditions					
		I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^a$	ON-time minimum (s)	Cycle time min	Number of operating cycles
AC	AC-31A, AC-31B	1,5	1,05	0,80	0,05	b	b
	AC-32A, AC-32B	3,0	1,05	0,65	0,05	b	b
	AC-33A, AC-33B	10 ^h	1,05	^g	0,05	b	b
	AC-35A, AC-35B	3,0	1,05	0,50	0,05	b	b
	AC-36A, AC-36B	1,5 ^c	1,05	^c	0,05		
				L/R^d ms			
DC	DC-31A, DC-31B	1,5	1,05	^f	0,05	b	b, e
	DC-33A, DC-33B	4,0	1,05	2,5	0,05	b	b, e
	DC-36A, DC-36B	1,5 ^c	1,05	^c	0,05	b	b, e
I_c = Current made and broken. The making current is expressed in DC or AC RMS symmetrical values but it is understood that, for AC-36A, AC-36B, DC-36A and DC-36B categories, the actual peak value during the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value. I_e = Rated operational current. U_r = Power frequency or DC steady-state recovery voltage. U_e = Rated operational voltage. ^a Tolerance for $\cos \varphi$ is $\pm 0,05$. ^b See Table 10. ^c Tests shall be carried out with an incandescent light load in accordance with the general test conditions as specified in 9.2.4.1.2. ^d Tolerance for L/R is $\pm 15\%$. ^e If the polarity is not marked, half the number of operating cycles is effected with one polarity and half with reverse polarity. ^f No intentional time constant. ^g $\cos \varphi = 0,45$ for $I_e \leq 100$ A and $\cos \varphi = 0,35$ for $I_e > 100$ A. ^h Breaking current may be 8 times I_e.							

8.2.4.2 Operational performance

8.2.4.2.1 General

Subclause 8.2.4.2 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.4.2.2 Electrical operational performance

Following the making and breaking capacity test, TSE shall make and break current without failure under the test conditions stated in Table 4 for the required utilization categories when tested according to 9.2.4.2.2. See also Annex A.

8.2.4.2.3 Mechanical operational performance

Following the electrical operational performance test, TSE shall perform, without failure, the number of no-load operations given in Table 11 and Table 12 when tested as specified in 9.2.4.2.3. See also Annex A.

**Table 4 – Verification of operational performance –
Conditions for making and breaking corresponding to the utilization categories**

	Utilization category	Make and break conditions					
		I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^a$	ON-time minimum (s)	Cycle time min	Number of operating cycles
AC	AC-31A, AC-31B	1,0	1,05	1,0	0,05	b	b
	AC-32A, AC-32B	1,0	1,05	0,8	0,05	b	b
	AC-33A, AC-33B	2,0 ^g	1,05	0,8	0,05	b	b
	AC-35A, AC-35B	2,0 ^g	1,05	0,8	0,05	b	b
	AC-36A, AC-36B	1,0 ^c	1,05	c	0,05		
				L/R^d ms			
DC	DC-31A, DC-31B	1,0	1,05	f	0,05	b	b, e
	DC-33A, DC-33B	2,5 ^h	1,05	2,5	0,05	b	b, e
	DC-36A, DC-36B	1,0 ^c	1,05	c	0,05	b	b, e
I_c = Current made and broken. The making current is expressed in DC or AC RMS symmetrical values but it is understood that, for AC-36A, AC-36B, DC-36A and DC-36B categories, the actual peak value during the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value. I_e = Rated operational current. U_r = Power frequency or DC recovery voltage. U_e = Rated operational voltage. ^a Tolerance for $\cos \varphi$ is $\pm 0,05$. ^b See Table 11 and Table 12. ^c Tests shall be carried out with an incandescent light load in accordance with the general test conditions as specified in 9.2.4.1.2. ^d Tolerance for L/R is $\pm 15\%$. ^e If the polarity is not marked, half the number of operating cycles is effected with one polarity and half with reverse polarity. ^f No intentional time constant. ^g One-half of the operating cycles shall be done at $I_c/I_e = 1$, except for AC-33B and AC-35B where all operating cycles shall be done at $I_c/I_e = 1$. ^h One-half of the operating cycles shall be done at $I_c/I_e = 1$, except for DC-33B where all operating cycles shall be at $I_c/I_e = 1$.							

8.2.4.3 Durability

Subclause 8.2.4.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

8.2.5 Ability to make and break under short-circuit conditions

8.2.5.1 Rated short-time withstand current

TSE for which the manufacturer has assigned a rated short-time withstand current shall withstand the test given in 9.2.5.2.

The minimum value of the short-time withstand current shall be as listed in Table 5.

The minimum durations are:

- 3 half-cycles of the rated frequency or 0,025 s for direct current for rated operational currents up to and including 400 A;

- 3 cycles of the rated frequency or 0,05 s for direct current for rated operational currents higher than 400 A.

Additional values of short-time withstand current for other durations may be stated by the manufacturer.

8.2.5.2 Rated short-circuit making capacity

TSE Class CB and PC for which the manufacturer has assigned a rated short-time withstand current shall make the test currents in accordance with the value stated by the manufacturer.

The rated short-circuit making capacity shall be in accordance with 5.3.6.3.

8.2.5.3 Rated short-circuit breaking capacity

Subclause 8.2.5 of IEC 60947-1:2020 applies with the following amplification.

For Class CB TSE, the rated short-circuit breaking capacity shall be in accordance with 5.3.6.4 and shall break the test currents given in Table 5 or Table 6, at the discretion of the manufacturer. If the manufacturer assigns a short-circuit breaking capacity greater than the test current given in Table 5 or Table 6, the TSE shall also break this assigned value of current.

8.2.5.4 Rated conditional short-circuit current

Class CC TSE shall have a conditional short-circuit current with a minimum value according to Table 5 or Table 6, at the discretion of the manufacturer. Class PC TSE may have conditional short-circuit current in which case the minimum value shall comply with Table 5 or Table 6.

SCPD used shall comply with its product standard at ratings not lower than those assigned in this document.

Table 5 – Value of the test current for the verification of the ability to operate under short-circuit conditions

Rated operational current I_e (RMS) A	Test current (RMS) ^a
$I_e \leq 100$	5 kA
$100 < I_e \leq 500$	10 kA
$500 < I_e \leq 1\,000$	$20 \times I_e$
$1\,000 < I_e$	$20 \times I_e$ or 50 kA, whichever is the lower
^a The power factors, time constants and ratio between peak and RMS values of current shall be as given in Table 16 of IEC 60947-1:2020.	

Table 6 – Value of the test current for the verification of the ability to operate under short-circuit conditions (harmonized table)

Rated operational current I_e ^c A	Test current kA ^d (RMS)	Power factor
$I_e \leq 100$ ^a	5	0,7 through 0,8
$100 < I_e \leq 250$ ^b	10	0,5 through 0,7
$250 < I_e \leq 500$	18	0,2 through 0,3
$500 < I_e \leq 800$	30	0,2 through 0,3
$800 < I_e \leq 1\,300$	42	0,2 through 0,3
$1\,300 < I_e$	Subject to agreement between manufacturer and user.	0,2 through 0,3
NOTE Table 6 has been introduced for harmonization purpose with CSA-C22.2 No.60947-4-1-14 and UL 60947-4-1.		
^a At 690 V and above: $I_e \leq 125$ A. ^b At 690 V and above: $125 < I_e$ (A) ≤ 250 . ^c Rated operational current may be marked "current rating" in North America. ^d Test current may be called "fault current rating" in North America.		

8.2.6 Critical load current performance (DC equipment)

The main circuits of equipment shall be capable of making and breaking its critical load current according to 9.2.7 and as verified by test sequence V.

8.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

8.3.1 General

Subclause 8.3.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

Power-frequency magnetic field tests are not required because the devices are naturally submitted to such fields. Immunity is demonstrated by the successful completion of the operational performance capability tests (see 9.2.4.1 and 9.2.4.2).

8.3.2 Immunity

Subclause 8.3.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

The procedures are given in 9.2.8.

The test results are specified using the performance criteria given in Table 7.

Table 7 – Acceptance criteria of immunity test

Item	Acceptance criteria (performance criteria during tests)		
	A	B	C
Overall performance	Normal TSE operations without noticeable changes of the operating characteristic.	Temporary degradation or loss of performance which is self-recoverable	Temporary degradation or loss of performance which, after the test, requires operator intervention or system reset. There shall not be any damaged component.
Power switching operation, auxiliary contacts, interlocking and controller functions	No unwanted operation of the TSE, no change of state of the controller. No change of the auxiliary contacts. TSE fully operational.	Temporary degradation mode of the controller which is self-recoverable. No unwanted operation of the TSE. No change of the auxiliary contacts.	Temporary or loss of the transfer function availability, which, after the test, is recoverable by operator intervention or the reset of the controller or any electronics. No unwanted operation of the TSE. No change of the auxiliary contacts.
Operation of displays, and control panels	No changes to visible display information. Only slight light intensity fluctuation, or slight movement of displayed information.	Temporary visible changes on the display (flickering). Undesired display illumination No change of the operating mode.	Shutdown or permanent loss of display. Recoverable after the test by operator intervention or the controller reset.
Information processing, communication, and sensing functions	Undisturbed communication, sensing functions and information exchange to external devices.	Temporarily variation of analogic values, disturbed communication, possible error reports of the internal and external devices. No irreversible loss of data.	Loss of data and/or information. Erroneous processing of information, errors in communication recoverable, after the test, by operator intervention or the controller reset.

8.3.3 Emission

Subclause 8.3.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the following addition.

The test values and procedures are given in 9.2.8.

9 Tests

9.1 Kinds of tests

Subclause 9.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

9.2 Type tests

9.2.1 General test conditions

The condition of the equipment for the tests shall be as stated in 9.3.2 of IEC 60947-1:2020.

NOTE It is not necessary to test values for all test values corresponding to assigned utilization categories. See Annex A.

9.2.2 Test sequences

Type tests are grouped together in a number of sequences as shown in Table 8 for TSE other than derived TSE, or Table 9 for derived TSE.

For each sequence, tests shall be made in the order listed, unless otherwise indicated.

Table 8 – List of type tests (overall scheme of test sequences)

Test sequence	Tests	Ref.	Applicable to class of TSE			N° sample ^a
			PC	CB	CC	
I General performance characteristics	Constructional requirements	9.2.3.1	X	X	X	1
	Operation ^f	9.2.3.2	X	X	X	
	Controls, sequence and limits of operation ^f	9.2.3.3	X	X	X	
	Tripping limits and characteristics ^f	9.2.3.4		X		
	Temperature-rise	9.2.3.5	X	X	X	
	Dielectric properties ^f	9.2.3.6	X	X	X	
II Operating performance capability	Making and breaking capacities	9.2.4.1	X	X	X	1
	Operational performance capability ^e	9.2.4.2	X	X	X	
	Verification of dielectric withstand	9.2.4.3	X	X	X	
	Verification of temperature-rise	9.2.4.4	X	X	X	
	Verification of overload releases	9.2.4.5		X		
	Verification of main contact position ^{b, f}	9.2.4.6	X	X		
III Short-circuit performance capability	General requirements	9.2.5.1	X	X	X	1
	Short-time withstand current	9.2.5.2	X ^c	X ^c		
	Short-circuit making capacity	9.2.5.3	X ^c	X ^c		
	Short-circuit breaking capacity	9.2.5.4		X		
	Verification of dielectric withstand	9.2.5.5	X ^c	X		
	Verification of temperature-rise	9.2.5.6	X ^c	X		
IV Conditional short-circuit current	Conditional short-circuit current	9.2.6.3	X ^d		X	1
	Dielectric withstand verification	9.2.6.4	X ^d		X	
	Temperature-rise verification	9.2.6.5	X ^d		X	
V Critical load current performance of equipment with a DC rating	Determination of critical load current	9.2.7.2	X	X	X	1
	Critical load current performance	9.2.7.3	X	X	X	
VI EMC tests	Electromagnetic compatibility	9.2.8	X	X	X	1

^a Multiple test sequences can be performed on the same sample at the manufacturer's discretion.

^b This test is only required if the TSE is declared suitable for isolation.

^c This test is only required if the manufacturer has assigned a short-time withstand current.

^d This test is only required for fuse combination units, or if the manufacturer has assigned a conditional short-circuit current.

^e Covers both mechanical and electrical.

^f May be omitted from the sequence and made on separate samples.

Table 9 – List of type tests to which a derived TSE shall be submitted

Test sequence	Tests	Ref.	Applicable to class of TSE			N° sample ^a
			PC	CB	CC	
I General performance characteristics	Constructional requirements	9.2.3.1	X ^b	X ^b	X ^b	1
	Operation ^j	9.2.3.2	X	X	X	
	Controls, sequence and limits of operation ^j	9.2.3.3	X	X	X	
	Tripping limits and characteristics	9.2.3.4				
	Temperature-rise	9.2.3.5	X ^c	X ^c	X ^c	
	Dielectric properties ^j	9.2.3.6	X	X	X	
II Operating performance capability	Making and breaking capacities Class PC ^d Class CB ^d	9.2.4.1	X ^d	X ^d	X ^d	1
	Operational performance capability Class PC ^d Class CB ^d	9.2.4.2	X ^d	X ^d	X	
	Verification of dielectric withstand	9.2.4.3	X	X	X	
	Verification of temperature-rise	9.2.4.4	X	X	X	
	Verification of overload releases	9.2.4.5		X		
	Verification of main contact position ^{e, i}	9.2.4.6	X	X		
III Short-circuit performance capability	General requirements	9.2.5.1	X	X	X	1
	Short-time withstand current	9.2.5.2	X ^f	X ^f		
	Short-circuit making capacity	9.2.5.3	X ^f	X ^f		
	Short-circuit breaking capacity	9.2.5.4		X ^g		
	Verification of dielectric withstand	9.2.5.5	X ^f	X ^g		
	Verification of temperature-rise	9.2.5.6	X ^f	X ^g		
IV Conditional short-circuit current	Conditional short-circuit current	9.2.6.3	X ^h		X ^h	1
	Dielectric withstand verification	9.2.6.4	X ^h		X ^h	
	Temperature-rise verification	9.2.6.5	X ^h		X ^h	
V Critical load current performance of equipment with a DC rating	Determination of critical load current	9.2.7.2	X	X	X	1
	Critical load current performance	9.2.7.3	X	X	X	
VI EMC tests	Electromagnetic compatibility	9.2.8	X	X	X	1

^a Multiple test sequences can be performed on the same sample at the manufacturer's discretion.

^b See 9.2.3.1.1.

^c If applicable (see 9.2.3.5).

^d If applicable (see 9.2.4.1.1 or 9.2.4.2.1).

^e This test is only required when the TSE is declared suitable for isolation.

^f If applicable (see 9.2.5.2.1 and 9.2.5.3.1).

^g If applicable (see 9.2.5.4.1).

^h If applicable (see 9.2.6.1).

ⁱ May be omitted from the sequence and made on separate samples.

9.2.3 Test sequence I – General performance characteristics

9.2.3.1 Compliance with constructional requirements

9.2.3.1.1 General

Subclauses 9.2.1, 9.2.2, 9.2.3, 9.2.5, 9.2.8 and 9.2.9 of IEC 60947-1:2020 applies with the following exceptions.

For derived TSE, constructional requirement tests covered by the relevant IEC 60947 product standard are not required to be repeated on the switching devices, but all other components forming parts of the TSE shall be tested.

9.2.3.1.2 Electrical performance of screwless-type clamping units

Subclause 9.2.5.7 of IEC 60947-1:2020 applies with following additions:

The insertion and disconnection of the conductors shall be made in accordance with the manufacturer's instructions.

The measurement methods and the results shall be documented in the test report. The test current shall be the maximum I_e .

9.2.3.1.3 Ageing test for screwless-type clamping units

Subclause 9.2.5.8 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions:

The test shall be done on the device equipped with the clamping units.

The test current shall be the maximum I_e . The air temperature in the cabinet is raised in approximately 20 min to 40 °C or the highest temperature for service conditions as declared by the manufacturer.

9.2.3.2 Operation

9.2.3.2.1 General

It shall be verified that the TSE operates without malfunction of the transfer switch as stated in 8.2.1.2 c) and at the limits given in 8.2.1.3 a). The TSE shall be operated in each position (I, II and O if applicable) and each position of the switching device contacts shall be verified by electrical continuity test.

For Class CC TSE, the drop-out test requirements of 9.3.3.2.1 of IEC 60947-1:2020 shall be verified.

Compliance to 8.1.5 is checked by inspection and by manual test, using any appropriate means (e.g. indicator lights, oscilloscope).

9.2.3.2.2 Interlocking function verification

9.2.3.2.2.1 General

The following tests shall be applied to all possible combinations of manual, remote and automatic operated transfer switches respectively.

9.2.3.2.2.2 Manual operation

The test shall be performed without any electrical power available.

For TSE equipped with a single manual actuator, when the actuator is moved from position I to position II, it shall be verified that the terminals of source I are disconnected from the load terminals before the source II terminals are connected to the load terminals. The test shall be repeated from position II to position I.

For TSE equipped with distinct manual actuators for each source switching device, the following sequence shall be verified:

- a) With source I switching device in closed position, it shall be verified that source II switching device cannot be manually switched to closed position;
- b) With source II switching device in closed position, it shall be verified that source I switching device cannot be manually switched to closed position;
- c) With source I and source II switching devices both in open position, it shall be verified that simultaneous closing operations do not result in the closure of both switching devices at any time.

9.2.3.2.2.3 Electrically controlled operation

The following tests shall be performed with the control circuit supply voltage at 85 % and 110 % of rated value. If the interlock of the TSE requires electrical power, the test shall be conducted with this power supply connected and disconnected.

- 1) for TSE equipped of a single remote actuator, when a remote order to transfer from position I to position II is applied, it shall be verified that the load terminals are disconnected from source I terminals before being connected to source II terminals. The test shall be repeated from position II to position I.
- 2) for TSE equipped of distinct remote actuators for each switching device, the following sequence shall be verified:
 - a) With source I and source II switching devices in the open position, it shall be verified that giving the order to switch both switching devices to close simultaneously for 5 s does not result in the closure of both devices. This test is applicable only to RTSE and ATSE allowing to send simultaneous transfer orders to position I and position II.
 - b) With source I switching device in closed position, it shall be verified that sending a remote closing order on source II switching device for 5 s does not result in the closure of both switching devices at any time.
 - c) With source II switching device in closed position, it shall be verified that sending a remote closing order on source I switching device for 5 s does not result in the closure of both switching devices at any time.

9.2.3.2.3 Verification of the robustness of the interlock

9.2.3.2.3.1 General

This test is intended to verify that the interlocking function remains operational when the main contacts of one source are unable to open (welded or jammed, for example).

The test shall be conducted in both position I and position II of the TSE. If the construction of the TSE is such that there is no significant physical difference between position I and position II that would influence the test results, the tests can be done in either position I or II. If it can be determined that one position represents a more difficult case, the tests are only required to be done in that position.

MTSE shall be tested using manual operation means. RTSE and ATSE shall be tested using remote operation means, and manual operation means if applicable.

In the case of multiple tip contact TSE, the least number of parallel contact tips shall be fixed together as necessary to hold the contact closed in order to allow the test force to be applied without the contacts separating.

To simulate the occurrence of welding on one main pole, one main contact shall be maintained in the closed position, e.g. by welding or gluing each point of contact (e.g. for double breaking contact, welding is carried out at the two contact points). The thickness of welding or gluing shall be such that the distance between contacts is not modified significantly and the method used shall be described in the test report.

Verification shall be made according to 9.2.3.2.3.5.

9.2.3.2.3.2 Manual operation

The test shall be performed without any electrical power available.

For any TSE that includes manual operation, the force necessary to operate the device from one position to another shall be measured at the extremity of the actuator. The measured force F shall be equal to the average value of the maximum force obtained from three consecutive operations including all interlocks with the TSE in a clean and new condition. This force F shall then be used for the establishment of the test force in Table 17 of IEC 60947-1:2020.

With the TSE closed in position I, the fixed and moving contacts of one pole for which the test is deemed to be the most severe shall be fixed together, for example, by welding.

The actuator(s) shall attempt to switch to position II by being submitted to a test force of $3 \times F$ but not less than the minimum values nor more than the maximum values given in Table 17 of IEC 60947-1:2020, corresponding to the type of actuator.

For TSE equipped with a single manual actuator, the test force shall be applied without shock to the extremity of the actuator, for a duration of 10 s, in the direction to open the contacts previously fixed together and close the other source switching device.

For TSE equipped with distinct manual actuators for each switching device, the following sequence shall be performed:

- the test force shall be applied without shock to the extremity of the actuator, for a duration of 10 s, in the direction to open the contacts previously fixed together;
- as a second step, it shall be verified that the other source switching device cannot be manually switched to the closed position.

9.2.3.2.3.3 Dependent power operation

For RTSE and ATSE with dependent power operation the TSE shall be closed in position I whilst the fixed and moving contacts of one pole for which the test is deemed to be the most severe shall be fixed together, for example, by welding.

The supply voltage to the power operator shall be applied at 110 % of its normal rated value to attempt to reach position II. If the interlock of the TSE requires electrical power, this power supply shall be disconnected.

Three attempts to operate the equipment by the power operator in the direction to reach position II shall be made at 5 min intervals, each for a duration of 5 s, unless an associated protective device of the power operator limits the time to a shorter duration.

9.2.3.2.3.4 Independent power operation

For RTSE and ATSE with independent power operation the TSE shall be closed in position I whilst the fixed and moving contacts of one pole for which the test is deemed to be the most severe shall be fixed together, for example, by welding.

If the interlock of the TSE requires electrical power, this power supply shall be disconnected.

The stored energy of the power operator shall be released to attempt to reach position II.

Three attempts to operate the equipment by releasing the stored energy shall be made.

9.2.3.2.3.5 Condition of equipment during and after test

During and after the test, none of the main contacts of the other source switching device shall close whether temporarily or definitely using suitable measurement equipment for temporary events, e.g. an oscilloscope.

9.2.3.2.4 Verification of electrical interlock in case of individual failure

This subclause applies when the equipment is equipped with only electrical interlock, or with only electrically driven mechanical interlock, and no mechanical interlock. Verification of 8.2.1.2 item c) shall be performed using either a FMEA according to IEC 60812, or by simulating any possible individual failure (including but not limited to welded main contacts, welded auxiliary contacts, open-wiring and controller failure).

9.2.3.2.5 Verification of the contact transfer time

The TSE contact transfer time shall be verified by test for each mode of operation (mechanical and electrical) as applicable.

For TSE having a single mechanical operating handle, the handle shall be operated with an operating speed during actuation of $1 \text{ m/s} \pm 25\%$, this speed being measured where the operating means of the test apparatus touches the actuating means of the TSE under test. For rotary handles, the angular velocity shall correspond substantially to the above conditions, referred to the speed of the operating means (at its extremities) of the TSE under test.

For TSE having mechanical operating means requiring multiple motions to complete the transfer, each portion of the transfer operation shall be performed as simultaneously as possible taking into account the operation of the mechanical interlock, with an operating speed as specified above.

For ATSE or RTSE, the contact transfer time shall be measured under electrical operation, with the control circuit supply voltage at 100 % of rated value.

9.2.3.3 Controls, sequence and limits of operation

9.2.3.3.1 General

The TSE shall be tested to verify its performance according to the requirements given in 8.2.1.3. Test details are given in the following subclauses.

9.2.3.3.2 Operation on loss of supply voltage

This test only applies to ATSE.

If the ATSE is provided with adjustable time delay(s), the test shall be made once with the time delay(s) set to the minimum value, and once with the time delay(s) set to the maximum value.

The ATSE shall be set in position I, and both source terminals supplied with the rated voltage and frequency as shown in Figure 2.

With one of the monitored phases of source I disconnected, for a duration shorter than the corresponding time-delay, the ATSE shall not transfer.

With one of the monitored phases of source I disconnected, for a duration longer than the corresponding time-delay if applicable, the ATSE shall transfer to position II. Transfer time shall be within the limits specified by the manufacturer.

With the source I phase reconnected, the ATSE shall either return to position I, if set to “automatic return” mode, or stay in position II if set to “non-automatic return” mode.

This test shall be repeated for each monitored source supply with each of the monitored source conductors disconnected in turn.

9.2.3.3.3 Operation on deviation of source I supply characteristics

If the ATSE is provided with adjustable time delay(s), the test shall be made with the time delay(s) set to the minimum value.

If the ATSE is provided with adjustable deviation limits, the test shall be made once with the limit set to the minimum value, and once with the limit set to the maximum value.

For each of the declared monitored supply characteristics, the ATSE shall be connected as in 9.2.3.3.4. The declared supply characteristic monitored on each terminal of source I shall be altered in turn to the values and tolerances as stated by the manufacturer and then restored to the original value. This test shall be repeated:

- for voltage and, if applicable, frequency limits separately;
- by altering the supply characteristic on all the phases simultaneously and by restoring it to its original value.

In each of the tests, the ATSE:

- shall not transfer to position II when the supply characteristic is reduced or increased, if applicable, to a value within the deviation limits;
- shall transfer to position II when the supply characteristic is reduced or increased, if applicable, to a value outside of the deviation limits;
- shall either return to position I when the supply characteristic is restored, if set to “automatic return” mode, or stay in position II if set to “non-automatic return” mode.

9.2.3.3.4 Operation on deviation of source II supply characteristics

The TSE shall be connected as in Figure 2. The operating values of voltage and frequency at which the transfer from position I to position II occurs shall be verified in accordance with item a) or b) below as applicable.

a) For voltage supply deviation monitoring:

With source II supply voltage below the value stated by the manufacturer and source I supply voltage at the rated value, disconnect one of the lines of source I and then gradually increase the voltage of source II. Transfer shall occur within the source II voltage limits stated by the manufacturer.

If overvoltage monitoring is provided, the test shall be repeated by starting with source II supply voltage above the value stated by the manufacturer and then by decreasing this voltage.

b) For voltage and frequency deviation monitoring:

With source I supply voltage at the rated value, and one of its supply lines disconnected:

- 1) starting with source II frequency below the pickup value, maintain its voltage at the minimum specified value and gradually increase its frequency. Transfer shall occur within the frequency limits stated by the manufacturer.
- 2) starting with source II voltage below the pickup value, maintain its frequency at the minimum specified value and gradually increase its voltage. Transfer shall occur within the voltage limits stated by the manufacturer.
- 3) if overfrequency monitoring is provided: starting with source II frequency above the pickup value, maintain its voltage at the maximum specified value and gradually decrease its frequency. Transfer shall occur within the frequency limits stated by the manufacturer.
- 4) if overvoltage monitoring is provided: starting with source II voltage above the pickup value, maintain its frequency at the maximum specified value and gradually decrease its voltage. Transfer shall occur within the voltage limits stated by the manufacturer.

9.2.3.3.5 Operation with in-phase transfer control function

If the ATSE is provided with deviation limits for in-phase voltage, frequency and phase angle, the test shall be made once with the limit set to the minimum value, and once with the limit set to the maximum value for adjustable units. When deviation limits are fixed, same tests shall be done within the specified limits.

The ATSE shall be connected as in Figure 2 except that it may be operated without load. The operating values of sets (voltage, frequency, phase angle) at which the transfer from one position to another occurs shall be verified in accordance with the procedure below.

For each of the following parameters: voltage, frequency and phase angle:

- fix one parameter on one source (i.e. voltage or frequency or phase angle) below the configured pickup value;
- maintain other parameters within limits that authorize transfer;
- increase gradually the parameter under test;
- transfer shall only occur within the limits stated by the manufacturer.

Repeat the test for all other parameters.

9.2.3.4 Tripping limits and characteristics

The tripping limits and characteristics of CB type TSE shall be verified according to 8.3.3.2 of IEC 60947-2:2016, IEC 60947-2:2016/AMD1:2019.

9.2.3.5 Temperature-rise

The temperature rise test shall be done as stated in 9.3.3.3 of IEC 60947-1:2020 and shall comply with the requirements stated in 8.2.2, with the following additions:

The test shall be made at the highest rated operational current value stated by the manufacturer.

The control circuit supply voltage shall be 110 % of the highest rated value.

The tests shall be conducted in both position I and position II of the TSE. If the construction of the TSE is such that there is no significant physical difference between position I and position II (e.g. contact size and force, opening, bus bar size and length, clearance to enclosure, operating means and speed) that would influence the test results, the tests can be done in either position I or II. If it can be determined that one position represents a more difficult case, the tests are only required to be done in that position.

For derived TSE, this test is required only if the TSE is provided with bridging conductors whose cross-section is less than that required by Tables 9, 10 and 11 of IEC 60947-1:2020.

9.2.3.6 Dielectric properties

Subclause 9.3.3.4.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions:

- a) with reference to 9.3.3.4.1, item 2) c) i) and ii), of IEC 60947-1:2020, the normal positions of operation are position I and position II, plus the “OFF” position, if applicable;
- b) TSEs shall be additionally tested with the test voltage applied between all terminals of source I connected together, and all terminals of source II connected together; this test shall be made once with the TSE in position I and once with the TSE in position II;
- c) TSEs provided with an “OFF” position shall be additionally tested in the “OFF” position, with the test voltage applied across the poles of the main circuit, the line terminals of source I and source II being connected together and the load terminals being connected together;
- d) for TSEs suitable for isolation the leakage current, measured through each pole with the TSE in the “OFF” position, at a test voltage of $1,1 \times U_e$, shall not exceed 0,5 mA. This test shall be made with the corresponding phase terminals of source I and source II connected together;
- e) when conducting dielectric tests between each pole of the main circuit and between sources, the control circuits between phases may be disconnected.

9.2.4 Test sequence II – Operational performance capability

9.2.4.1 Making and breaking capacities

9.2.4.1.1 Derived TSE

The verification of making and breaking capacities are not required to be made where switching devices with independent manual or independent power operation have already fulfilled the requirements of relevant IEC 60947 product standards for utilization categories corresponding to equivalent or more severe tests (see Annex A), except when the minimum contact transfer time, as measured in 9.2.3.2, is shorter than 200 ms for alternating current or 1 000 ms for direct current. This test is always required for Class CC.

9.2.4.1.2 General test conditions

Subclause 9.3.3.5.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

TSE shall be submitted to the test conducted with both supply circuit parts energized and operated, with phases of voltage in opposition.

Exception: If the manual means is intended only for off-load use with all sources de-energized, all test operations may be conducted electrically. Refer to Table 2 item 1.3 for marking.

For PC Type TSE incorporating fuse protection, fuse-links may be replaced by suitable copper links of dimensions and mass electrically equivalent to that of the fuse-links recommended by the manufacturer.

9.2.4.1.3 Test circuit

Subclause 9.3.3.5.2 of IEC 60947-1:2020 applies, except that the connection of TSE shall be as shown in Figure 3.

NOTE Supply connections in Figure 3 are arranged to provide 120° or 180° phase difference between source I and source II connections.

For utilization categories AC-36A or AC-36B and DC-36A or DC-36B the load shall be such that a rated operational current is obtained together with a short duration transient current during making, as given in Table 3. The transient making current shall attain its peak value within 5 ms after the circuit is closed. Any suitable load may be used such as:

- a) incandescent lamps;
- b) non-inductive resistor, or resistors connected in parallel with a capacitor or,
- c) resistive load with part of the resistance short-circuited for a short duration in order to produce the transient peak current.

Tests shall be sequenced by external controls independent of monitored supply deviations.

9.2.4.1.4 Verification of making and breaking capacities

TSE shall make and break the test current at the voltage and power factor or at the time constant corresponding to its utilization category as given in Table 3.

The number of operating cycles and the cycle time shall be as given in Table 10.

The characteristic of the transient recovery voltage shall be as stated in 9.3.3.5.3 of IEC 60947-1:2020.

An operating cycle consists of making and breaking the test current on both source I and source II contacts.

The test current shall be not less than the value indicated in Table 3.

During each make-break operating cycle, equipment needs to stay in the closed position for a period long enough to allow the switching operation to be completed and to enable the current value to be established and the moving parts of the equipment to come to rest. After each operating cycle, the recovery voltage shall be maintained for at least 0,05 s.

For RTSE and ATSE, 20 % of the operations of the making and breaking capacity test (see Table 10) rounded up to the next integer value shall be performed using the manual operating means, if applicable, under the conditions resulting in the minimum transfer time. For MTSE, 100 % of the operations shall be performed under the operating conditions resulting in the minimum transfer time (see 9.2.3.2.5).

All sensing and control relays shall be energized at their rated voltage(s) and the relay contacts shall make and break their normal load(s).

Time-delay, undervoltage and frequency sensing relays may be bypassed to facilitate testing of the main circuit contacts.

During the test, there shall be no failure, and the fuse specified in 9.3.3.5.2 of IEC 60947-1:2020 shall not have opened.

After the test, the TSE shall operate in the intended normal manner as specified in 9.2.3.2.1.

**Table 10 – Number and duration of operating cycles
for the making and breaking capacity test**

Rated operational current I_e A	Number of operating cycles			Duration of operating cycle min ^a
	Type A utilization categories	Type B utilization categories		
	AC-31A, AC-32A, AC-33A, AC-35A, AC-36A DC-31A, DC-33A, DC-36A	AC-31B, AC-35B, AC-36B DC-31B, DC-36B	AC-32B, AC-33B DC-33B	
$0 < I_e \leq 300$	50	12	5	1
$300 < I_e \leq 400$	50	12	5	2
$400 < I_e \leq 630$	50	12	5	3
$630 < I_e \leq 800$	50	12	5	4
$800 < I_e \leq 1\,600$	50	12	5	5
$1\,600 < I_e \leq 2\,500$	25	6	5	5
$2\,500 < I_e$	12	3	3	5
^a The duration of operating cycle may be reduced with the consent of the manufacturer. If an automatic tripping of the overload protection function of the TSE occurs, the duration of the operating cycle may be increased as necessary to allow the resetting of the TSE. The actual duration of the operating cycle shall be stated in the test report.				

9.2.4.2 Operational performance capability

9.2.4.2.1 Derived TSE

The verification of electrical operational performance are not required to be made where the TSE already fulfilled the requirements of the relevant IEC 60947 product standard for utilization categories corresponding to equivalent or more severe tests (see Annex A). In this case, the mechanical operational performance test shall be made with the total number of operating cycles stated in Table 11 or Table 12 as applicable. This test is always required for Class CC.

Derived TSE shall be equipped with their interlocks during all operational performance capability tests.

9.2.4.2.2 Electrical operational performance

The TSE shall make and break the test current at the voltage and power factor or the time constant corresponding to its utilization category as given in Table 4. No maintenance or replacement of parts is permitted. The number of operating cycles and their duration shall be as given in Table 11 and Table 12.

An operating cycle consists of making and breaking the test current on both source I and source II contacts.

The test circuit and operation requirements given in 9.2.4.1.3 and 9.2.4.1.4 apply.

The test current shall not be less than the value indicated in Table 4.

Table 11 – Number and rate of operating cycles for the electrical and mechanical operational performance tests for type A utilization categories

Rated operational current I_e A	Number of operating cycles per hour ^a	Number of operating cycles		
		Without current	With current	Total
$0 < I_e \leq 100$	60	–	6 000	6 000
$100 < I_e \leq 300$	60	–	6 000	6 000
$300 < I_e \leq 400$	60	–	4 000	4 000
$400 < I_e \leq 630$	60	1 000	2 000	3 000
$630 < I_e \leq 800$	60	1 000	2 000	3 000
$800 < I_e \leq 1\,600$	30	1 500	1 500	3 000
$1\,600 < I_e \leq 2\,500$	15	2 000	1 000	3 000
$2\,500 < I_e$	15	2 000	1 000	3 000

^a The number of operating cycles per hour may be increased with the consent of the manufacturer.

Table 12 – Number and rate of operating cycles for the electrical and mechanical operational performance tests for type B utilization categories

Rated operational current I_e A	Number of operating cycles per hour ^a	Number of operating cycles		
		Without current	With current	Total
$0 < I_e \leq 100$	60	4 500	1 500	6 000
$100 < I_e \leq 300$	60	5 000	1 000	6 000
$300 < I_e \leq 400$	60	3 000	1 000	4 000
$400 < I_e \leq 630$	60	2 000	1 000	3 000
$630 < I_e \leq 800$	20	2 500	500	3 000
$800 < I_e \leq 1\,600$	20	2 500	500	3 000
$1\,600 < I_e \leq 2\,500$	10	1 500	500	2 000
$2\,500 < I_e$	10	1 500	500	2 000

^a The number of operating cycles per hour may be increased with the consent of the manufacturer.

9.2.4.2.3 Mechanical operational performance

TSE shall perform, without maintenance or replacement of parts, the number of cycles of operation without current given in Table 11 or Table 12, as applicable.

For derived TSE not submitted to the electrical operational performance (see 9.2.4.2.1), the test shall be made with the total number of operating cycles stated in Table 11 or Table 12 as applicable.

For the test, the sensing and control relays required to be energized shall be energized at their rated quantities. Time delay, undervoltage and frequency sensing relays may be bypassed to facilitate testing.

After the test, the TSE shall pass the test of 9.2.3.2.1 and 9.2.3.2.2.

If the minimum contact transfer time is lower than 75 % of the initial value and is lower than 200 ms for alternating current or 1 000 ms for direct current, the TSE shall be subjected to a making and breaking capacity test according to 9.2.4.1, except that only three operations are required. Alternatively, at the discretion of the manufacturer, the making and breaking test of 9.2.4.1 may be made after the electrical and mechanical operational performance tests.

9.2.4.3 Verification of dielectric withstand

Subclause 9.3.3.4.1 item 4) of IEC 60947-1:2020 applies, with the following additions.

- a) the normal positions of operation are position I and position II, plus the “OFF” position, if applicable;
- b) TSEs shall be additionally tested with the test voltage applied between all terminals of source I connected together, and all terminals of source II connected together; this test shall be made once with the TSE in position I and once with the TSE in position II;
- c) TSEs provided with an “OFF” position shall be additionally tested in the “OFF” position, with the test voltage applied across the poles of the main circuit, the line terminals of source I and source II being connected together and the load terminals being connected together;
- d) for TSEs suitable for isolation, the leakage current, measured through each pole with the TSE in the “OFF” position, at a test voltage of $1,1 U_e$, shall not exceed 2 mA. This test shall be made with the corresponding phase terminals of source I and source II connected together. For derived TSE, this test is only required when the TSE has been subjected to either the test of making and breaking capacity or the test of electrical operational performance.

9.2.4.4 Verification of temperature-rise

The temperature-rise of the terminals and accessible parts shall be checked according to 9.2.3.5 at the rated operational current I_e corresponding to the utilization category for which the equipment is tested, except that the terminals and accessible parts shall not exceed the limiting values stated in Table 13.

For derived TSE, this test is only required when the TSE has been subjected to either the test of making and breaking capacity or the test of electrical operational performance.

Table 13 – Temperature-rise limits for terminals and accessible parts

Description of part ^a	Temperature-rise limits K
– Terminals for external connections	80
– Manual operating means:	
Metallic	25
non-metallic	35
– Parts intended to be touched but not hand-held:	
Metallic	40
non-metallic	50
– Parts which need not be touched for normal operation:	
Metallic	50
non-metallic	60
^a No value is specified for parts other than those listed but no damage should be caused to adjacent parts of insulating materials.	

9.2.4.5 Verification of overload releases

This verification applies to Class CB TSE only.

For derived TSE, this test is only required when the TSE has been subjected to either the test of making and breaking capacity or the test of electrical operational performance.

Immediately following the test according to 9.2.4.4, the operation of overload releases shall be verified at 1,45 times the value of their current setting at the reference temperature.

For this test, all poles shall be connected in series. Alternatively, this test may be made using a three-phase supply.

This test may be made at any convenient voltage.

The operating time shall not exceed 2 h for ratings higher than 63 A, and 1 h for the other ratings.

With the manufacturer's consent, a time interval between the tests of 9.2.4.4 and 9.2.4.5 may occur.

The test may, alternatively, be made at the ambient air temperature at a test current corrected in accordance with the manufacturer's temperature/current data, for releases dependent on ambient temperature.

9.2.4.6 Verification of the effectiveness of indication of the main contact position of equipment suitable for isolation

Subclause 9.2.6 of IEC 60947-1:2020 applies for Class PC and Class CB devices declared suitable for isolation.

9.2.5 Test sequence III – Short-circuit performance capability

9.2.5.1 General requirements for short-circuit tests

Subclause 9.3.4.1 of IEC 60947-1:2020 applies.

If devices tested in free air may also be used in individual enclosures, they shall be additionally tested in the smallest of such enclosures stated by the manufacturer. For devices tested only in free air, information shall be provided to indicate as not evaluated for use in an individual enclosure.

The tests shall be conducted in both position I and position II of the TSE. If the construction of the TSE is such that there is no significant physical difference between position I and position II (e.g. contact size and force, opening, bus bar size and length, clearance to enclosure, operating means and speed) that would influence the test results, the tests can be done in either position I or II. If it can be determined that one position represents a more difficult case, the tests are only required to be done in that position.

9.2.5.2 Short-time withstand current

9.2.5.2.1 Application

This test only applies to Class PC TSE and Class CB TSE for which the manufacturer has assigned a short-time withstand current.

Derived Class PC TSE and derived Class CB TSE having a rated short-time withstand current I_{cw} meeting the requirements of 8.2.5.1 are not required to be submitted to this test.

9.2.5.2.2 Test procedure

Subclause 9.3.4.3 of IEC 60947-1:2020 applies, with the following additions.

In case of multiple I_{cw} values, the TSE shall be tested at the maximum current value and corresponding duration, and a further test shall be made at the current-time combination resulting in the maximum $I_{cw}^2 t$.

- a) With the TSE closed in the appropriate position, the current shall be applied by a separate switching device, the current maintained for the specified time duration and interrupted by the separate switching device.
- b) After the test, the following conditions shall be met:
 - 1) the TSE contacts shall close and open by their normal means. Contact welding is not permitted;
 - 2) the fuse connected to the enclosure or the wire mesh shall not be opened;
 - 3) there shall be no breakage of the TSE to the extent that the integrity of the mounting of live parts is impaired;
 - 4) for enclosed TSE, the door shall be prevented by its latching means, without additional locking means, from being blown open, but deformation of the door alone is not considered to constitute a failure, provided the requirements of degree of protection IP2X are met (see Annex C of IEC 60947-1:2020).

9.2.5.3 Short-circuit making capacity

9.2.5.3.1 Application

This test only applies to Class PC TSE and Class CB TSE for which the manufacturer has assigned a short-time withstand current.

Derived Class PC TSE and derived Class CB TSE having a short-circuit making capacity I_{cm} higher than or equal to the making capacity of TSE specified in 8.2.5.2 and 5.3.6.3 are not required to be submitted to this test.

9.2.5.3.2 Test procedure

The following procedure shall be applied:

- a) the prospective test current(s) shall be as specified in 8.2.5.2;
- b) the device operating the main contacts shall be energized in the normal manner;
- c) tests shall be sequenced by external controls independent of monitored supply deviations;
- d) the current shall be made by closing the TSE. The current or voltage shall be maintained for a minimum duration of:
 - 3 half-cycles of the rated frequency or 0,025 s for direct current for rated operational currents up to and including 400 A;
 - 3 cycles of the rated frequency or 0,05 s for direct current for rated operational currents higher than 400 A.
- e) after the test the TSE shall meet the requirements of 9.2.5.2.2, item b).

9.2.5.4 Short-circuit breaking capacity

9.2.5.4.1 Application

This test only applies to Class CB TSE.

Derived Class CB TSE having a short-circuit breaking capacity I_{cu} higher than or equal to I_{cn} as specified in 8.2.5.3 and 5.3.6.4 are not required to be submitted to this test.

Class CB TSE derived from products compliant with IEC 60947-6-2 and having a short-circuit breaking capacity I_{cs} (as per IEC 60947-2) higher than or equal to I_{cn} as specified in 8.2.5.3 and 5.3.6.4 are not required to be submitted to this test.

9.2.5.4.2 Test conditions

Subclause 9.3.4.1 of IEC 60947-1:2020 applies. Short-circuit releases shall be set at maximum (time and current).

For Class CB TSE having a rated current up to and including 630 A, a cable of maximum length 75 cm, having a cross-section corresponding to the conventional thermal current (see 9.3.3.3.4, Tables 9 and 10 of IEC 60947-1:2020) shall be included as follows:

- approximately 50 cm on the supply side;
- approximately 25 cm on the load side.

9.2.5.4.3 Verification of overload releases

The operation of overload releases shall be verified at twice the value of their current setting on each pole separately. This test may be made at any convenient voltage.

If the ambient temperature differs from the reference temperature, the test current shall be corrected in accordance with the manufacturer's temperature/current data, for releases dependent on ambient temperature.

For tests for which the tripping characteristic is independent of the temperature of the terminals (e.g. electronic overload releases, magnetic releases), connection data (type, cross-section, length) may be different from those required in 9.3.3.3.4 of IEC 60947-1:2020. The connections should be compatible with the test current and induced thermal stresses.

The operating time shall not exceed the maximum value stated by the manufacturer for twice the current setting at the reference temperature, on a pole singly.

9.2.5.4.4 Test of rated short-circuit breaking capacity

Following the verification of overload releases, a short-circuit breaking capacity test is made with a value of prospective current equal to the rated short-circuit breaking capacity as declared by the manufacturer.

The sequence of operations shall be: O – t – CO, where

- O represents a breaking operation;
- CO represents a making operation followed, after the appropriate opening time, by a breaking operation;
- t represents the time interval between two successive short-circuit operations which shall be as short as possible, allowing for the resetting time of the TSE, but not less than 3 min. The actual value of t shall be stated in the test report.

The maximum value of I^2t (see 3.7.18 of IEC 60947-1:2020) during these tests may be recorded in the test report.

For CB Class TSE, the requirement of 8.3.2.6.1 item b) of IEC 60947-2:2016 shall also be fulfilled.

After the test, the TSE shall meet the requirements of 9.2.5.2.2, item b).

9.2.5.4.5 Verification of overload releases

Following the test according to 9.2.5.4.4, the operation of overload releases shall be verified in accordance with 9.2.5.4.3, except that the test current shall be 2,5 times the value of their current setting.

The operating time shall not exceed the maximum value stated by the manufacturer for twice the value of the current setting, at the reference temperature, on a pole singly.

9.2.5.5 Verification of dielectric withstand

Subclause 9.2.4.3 applies.

9.2.5.6 Verification of temperature-rise

Subclause 9.2.4.4 applies, except that the test shall be run at the maximum I_e depending on the utilization categories.

9.2.6 Test sequence IV – Conditional short-circuit current

9.2.6.1 Application

This test shall be made on Class CC TSE and Class PC TSE only.

Derived Class CC TSE using contactors compliant with Type 2 coordination according to IEC 60947-4-1 with a conditional short-circuit current I_q greater than or equal to the prospective current specified in 8.2.5.4 are not required to be submitted to this test.

Derived Class PC TSE using switches compliant with IEC 60947-3 with a conditional short-circuit current greater than or equal to the prospective current specified in 8.2.5.4 are not required to be submitted to this test.

9.2.6.2 Test conditions

TSE shall be tested in series with a short-circuit protective device (SCPD) indicated by the manufacturer (see 5.3.6.5). The SCPD may be a circuit-breaker or a fuse and shall be installed on the line side of the TSE, except for fuse-combination units where the SCPD is a set of fuses installed inside the TSE.

SCPD used for the test shall be selected to ensure the maximum values of I_p and I^2t for the type, rating and characteristics of the SCPD specified. To obtain these maximum values, an SCPD of rating larger than specified can be used. If fuses of the same interchangeable size and rating have several characteristics with different maximum I_p and I^2t values, fuses having the highest I_p and I^2t values shall be used.

Where it is physically impossible to install a larger SCPD in the space normally occupied by the stated SCPD, this larger SCPD shall be connected in the same position in the circuit, with a link of negligible impedance by-passing the specified SCPD.

Details of the protective device used for the test i.e. manufacturer's name, type designation, rated voltage, current and short-circuit breaking capacity shall be given in the test report.

The prospective test current(s) shall be as specified in 8.2.5.4. In case of more than one value of short-circuit current, a new sample may be used for each current value.

The tests shall be conducted in both position I and position II of the TSE. If the construction of the TSE is such that there is no significant physical difference between position I and position II (e.g., contact size and force, opening, bus bar size and length, clearance to enclosure, operating means and speed, etc.) that would influence the test results, the tests can be done in either position I or II. If it can be determined that one position represents a more difficult case, the tests are only required to be done in that position. Tests shall be sequenced by external controls independent of monitored supply deviations.

For the test condition of TSE, see 9.2.1.

9.2.6.3 Test of conditional short-circuit current

With the TSE and the SCPD closed, the current shall be applied by a separate switching device and the current maintained until the SCPD has opened the circuit. The operating device may be energized from a separate source.

If the SCPD is a circuit-breaker, it shall be reset and reclosed; if the SCPD is a set of fuses, they shall be replaced by new ones.

The same TSE sample is then subjected to a closing operation, the current being made by closing the TSE, and maintained until the SCPD has opened the circuit.

After the test, the conditions specified in 9.2.5.2.2, item b) shall be met.

9.2.6.4 Verification of dielectric withstand

Subclause 9.2.4.3 applies.

9.2.6.5 Verification of temperature-rise

Subclause 9.2.4.4 applies, except that the test shall be run at the maximum I_e depending on the utilization categories.

9.2.7 Test sequence V – critical load current performance of equipment with a DC rating

9.2.7.1 General

This test sequence applies to the equipment listed in Table 16 and comprises the tests according to Table 16.

Derived TSE having DC ratings and having successfully performed critical current test sequences of their relevant product standard is not required to be subjected to this test sequence.

9.2.7.2 Determination of critical load current

9.2.7.2.1 Test values and conditions

The test to determine the critical load current is not required to be repeated if it has been determined at the higher time constant.

The test shall be made at the maximum operational DC voltage U_e assigned by the manufacturer.

The time constant of the test circuit shall be as given in Table 15.

At the discretion of the manufacturer, a higher value of time constant may be used. The same value of time constant should be used for all tests carried out to determine the critical load current. When a higher value of time constant is used it shall be stated in the report.

The test current values shall be 1 A, 2 A, 4 A, 8 A, 16 A, 32 A, 63 A DC, with a $\pm 10\%$ tolerance, but not higher than the rated operational current at the highest rated operational voltage. If necessary, to find the critical value, the range of test currents shall be extended higher and lower by applying a 2 times ratio as many times as necessary, up to but not exceeding the rated current.

The device under test shall be opened seven times, manually or mechanically at the manufacturer's discretion. During each cycle, the device shall remain closed for a time sufficient to ensure that the full current is established, but not exceeding 2 s.

The number of operating cycles per hour shall be in accordance with Table 14.

In the case of a device where the line and load terminals are identified, all the operations shall be with the supply connected in accordance with the line and load markings. Tests on equipment where the line and load terminals are not marked shall be carried out as follows:

- a) with the supply connected to the terminals as determined by the manufacturer, when the manufacturer demonstrates the equipment has a symmetrical contact system and arc control arrangement in respect of the current flow in each pole; or
- b) with the first four operations with the supply connected in one direction followed by three operations in the opposite direction on the same sample, when the equipment does not have symmetrical contacts system and arc control arrangement in respect of current flow in each pole.

For each test current the average arcing time is calculated. If two current flow directions are permitted, the maximum of the two values for this test current is used for further evaluation. If an average arcing time exceeds 130 % of the value of the average at the rated operational current at the highest rated operational voltage, this is considered a critical current.

If several critical currents were found in this manner, the one with the highest arcing time shall be tested only.

If several rated operational currents at the highest operational voltage exist, the one with the highest time constant is tested only with the least number of poles rated.

If no critical value of current is found within these criteria, no further test according to this subclause is required. At the manufacturer's discretion, the test at each value of current may be carried out on a new sample.

NOTE When searching for the critical current, if the value of test current is lower than the previous value of current, a new sample can be used to avoid the effects of remnant magnetism.

The test is made on the single devices built in the TSE system. This means at first on the device of source I, then on the device of source II. If the devices are of the same manufacturer, same reference (catalogue number) and declared for the same performances used, the test is required to be made on only one device.

9.2.7.2.2 Test circuit

Subclause 9.2.4.1.3 applies.

9.2.7.2.3 Value of critical load current

The time of the arc extinction during the test shall be recorded and it shall not exceed 1 s.

When all operations are carried out with the current flow in the same direction, for each value of test current, the average extinction time for the last six operations is calculated. When the operations are carried out with current flow in both directions, the average of the last three operations in each direction shall be calculated. I_{crit} is the current corresponding to the maximum average extinction time. If no critical load current is identified below the rated operational current, the remaining tests in this sequence shall not be carried out.

9.2.7.3 Critical load current performance

The test may be carried out on a new sample. This test sequence is test sequence V (Table 16), except existing Table 11 and Table 12 are replaced (respectively) by Table 14 and Table 15. The test supply shall be connected in accordance with the line – load and polarity markings where applicable. For devices of TSE system capable of current flow in both directions, the supply shall be connected so as to provide the longest arc duration at the critical load current, as determined in 9.2.7.2.3.

The arcing time during each breaking operation shall not exceed 1 s.

Table 14 – Number of operating cycles corresponding to the critical load current

Utilization category	Rating of the product I_e ^b A	Number of operating cycles per hour ^a	Number of operating cycles at I_{crit}
DC-31, DC-33 and DC-36	$I_e \leq 315$	120	100
	$315 < I_e \leq 630$	60	100
	$630 < I_e \leq 2\,500$	20	100
	$I_e > 2\,500$	10	100
^a With the agreement of the manufacturer, the number of operating cycles per hour can be increased.			
^b In the case of Class CB (circuit-breakers), I_e is intended as I_n (4.3.3.3 of IEC 60947-2:2016).			

Table 15 – Test circuit parameters for Table 14

Utilization category	Rated operational current	Making and breaking		
		I	UIU_e	L/R ms
DC-31A, DC-31B	All values	I_{crit}	1	1
DC-33A, DC-33B	All values	I_{crit}	1	2
DC-36A, DC-36B	All values	I_{crit}	1	7,5

**Table 16 – Test sequence V:
Critical load current performance of equipment with a DC rating**

Tests	Subclause No.	Samples ^b	Types of equipment and order of tests
			TSE
Determination of critical load current	9.2.7.2	A, B	1
Critical load current performance	9.2.7.3	C, D	2
Dielectric verification	9.2.4.3	C, D	3
Verification of the isolation ^a	9.2.4.6	C, D	4
Temperature-rise verification	9.2.4.4	C, D	5
^a Test required only for U_e greater than 50 V. ^b "A" and "C" is a sample from each fundamental design, chosen from the highest rated current I_e , and if applicable, having the maximum temperature-rise; "B" and "D", if applicable, are samples to verify as many combinations of U_e , I_e , DC voltage ratings, to be tested.			

9.2.8 Test sequence VI – EMC tests

9.2.8.1 General

All emission and immunity tests are type tests, and shall be carried out under representative conditions, both operational and environmental, using the manufacturer's recommended wiring practices, and including any enclosures specified by the manufacturer.

Subclause 9.4.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

The test report shall include any special measures that have been taken to achieve compliance, for example the use of shielded or special cables. If auxiliary equipment is used with the device in order to comply with immunity or emission requirements, it shall be included in the report.

The test sample shall be in the open or closed position, whichever is worse, and shall be operated with the rated control circuit supply voltage.

For derived TSE, parts such as trip units, accessories, auxiliaries, not specific for TSE and already tested according to their relevant product standard(s) shall not be re-tested.

9.2.8.2 Immunity

9.2.8.2.1 General

Subclause 9.4.2.1 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

Special requirements are specified from 9.2.8.2.2 to 9.2.8.2.8. If during the EMC tests, conductors are to be connected to the test sample, the cross-section and the type of the conductors is optional but shall be in accordance with the manufacturer's literature.

Disturbances should be applied at all the power sources of the controller.

Higher immunity test levels may be required for more severe environments.

9.2.8.2.2 Electrostatic discharges

Subclause 9.4.2.2 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

The tests are made only on the parts of the equipment which are normally accessible to the operator in normal service.

The equipment shall comply with performance criterion B given in Table 7.

9.2.8.2.3 Conducted and radiated disturbances induced by radio-frequency fields

For conducted immunity tests, subclause 9.4.2.4 of IEC 60947-1:2020 applies with the performance criterion A given in Table 7.

For radiated radio-frequency electromagnetic field immunity tests, subclause 9.4.2.3 of IEC 60947-1:2020 applies with the performance criterion A given in Table 7.

9.2.8.2.4 Fast transient bursts

Subclause 9.4.2.5 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

Terminals for control and auxiliary circuits intended for the connection of conductors which extend more than 3 m shall be tested.

The device shall comply with performance criterion B given in Table 7.

9.2.8.2.5 Surges

Subclause 9.4.2.6 of IEC 60947-1:2020 applies.

The device shall comply with performance criterion B given in Table 7.

9.2.8.2.6 Power frequency magnetic fields

Subclause 9.4.2.7 of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

The device shall comply with performance criterion A of Table 7.

9.2.8.2.7 Harmonics

The harmonic voltage immunity test shall follow the requirements of IEC 61000-4-13:2002, IEC 61000-4-13:2002/AMD1:2009, IEC 61000-4-13:2002/AMD2:2015 Class 3 with the performance criterion A defined in Table 7 for operation of power and control circuits, and performance criterion B for the other functions.

9.2.8.2.8 Voltage dips and short-time interruptions

Subclause 9.4.2.8 and Table 23 of IEC 60947-1:2020 apply with the performance criterion C defined in Table 7, except for 1 cycle for which the performance criterion B of Table 7 applies.

9.2.8.2.9 Performance of the test sample during and after the test

Unless otherwise specified in the relevant subclause, after the test, the operating limits of 9.2.3.3 shall be verified.

9.2.8.3 Emission

9.2.8.3.1 General

For equipment designed for environment A, a suitable warning shall be given to the user (for example in the manufacturer's published literature) stipulating that the use of this equipment in environment B may cause radio interference, in which case the user may be required to apply additional mitigation methods.

9.2.8.3.2 Conducted radio-frequency emission tests

A description of the test, the test method and the test set-up are given in Clause 7 of CISPR 11:2015 and CISPR 11:2015/AMD1:2016.

To pass, the equipment shall not exceed the levels given in CISPR 11 for equipment Class B, group 1, or for equipment Class A, group 1, as appropriate.

9.2.8.3.3 Radiated radio-frequency emission tests

A description of the test, the test method and the test set-up is given in Clause 7 of CISPR 11:2015 and CISPR 11:2015/AMD1:2016.

To pass, the equipment shall not exceed the levels given in CISPR 11 for equipment Class B, group 1, or for equipment Class A, group 1, as appropriate.

9.3 Routine tests

Subclause 9.1.3 of IEC 60947-1:2020 applies.

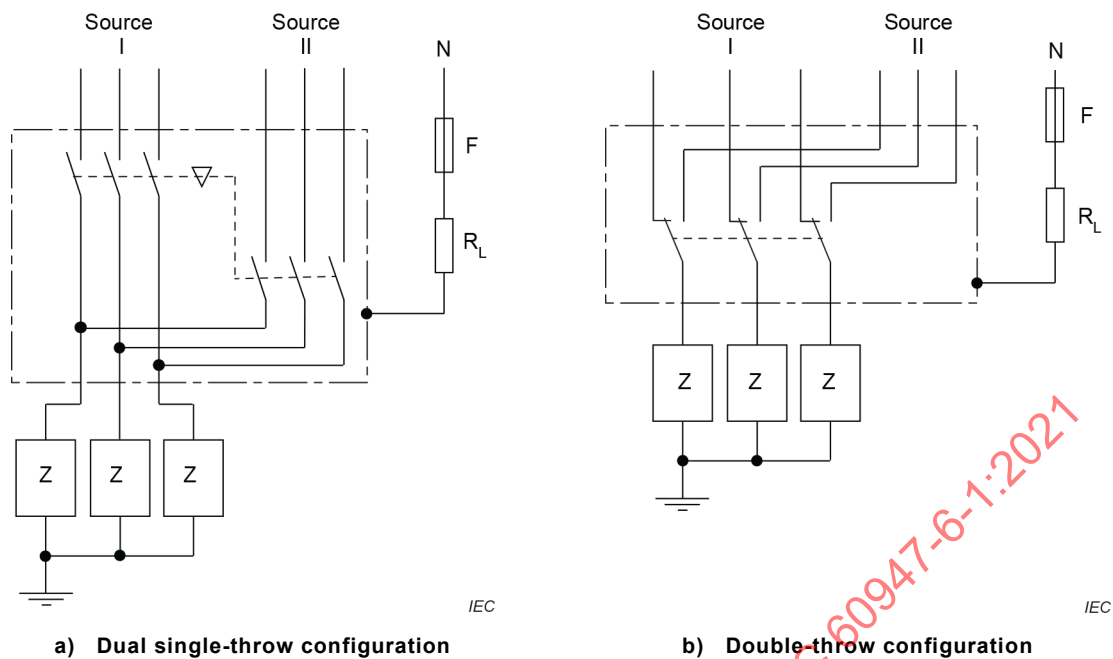
Routine tests shall be made on new TSE and shall consist of:

- a) verification of the operating mechanism as stated in 9.2.3.2.1, except that the test is done at the minimum voltage limit given by the manufacturer.
- b) verification of the interlock as stated in 9.2.3.2.2, with the following additions:
 - the tests described in 9.2.3.2.2.2 item c) and 9.2.3.2.2.3 item 2) a) are omitted;
 - the test described in 9.2.3.2.2.3 shall be performed with the electrical interlock power supply(ies) connected at any convenient voltage within the manufacturer's specified operating limits.
- c) for ATSE, verification of the controls and sequence, as stated in 9.2.3.3.2 with the following addition: the test circuit shall comply with Figure 2, except that source I and source II can be derived from the same source.

NOTE If source I and source II are derived from the same source, additional switches can be used during the test to simulate presence or absence of voltage on each source.

- d) verification of dielectric withstand according to 9.3.3.4.2 of IEC 60947-1:2020. The combined test of 9.3.3.4.2 of IEC 60947-1:2020 is permitted. When conducting dielectric tests between each pole of the main circuit and between sources, the control circuits between phases may be disconnected.

For TSE delivered to the customer unassembled or partially assembled, if some of the above routine tests can only be done after final assembly, the manufacturer shall provide instructions on which tests shall be performed and how to perform these tests.



Key

F fusible element

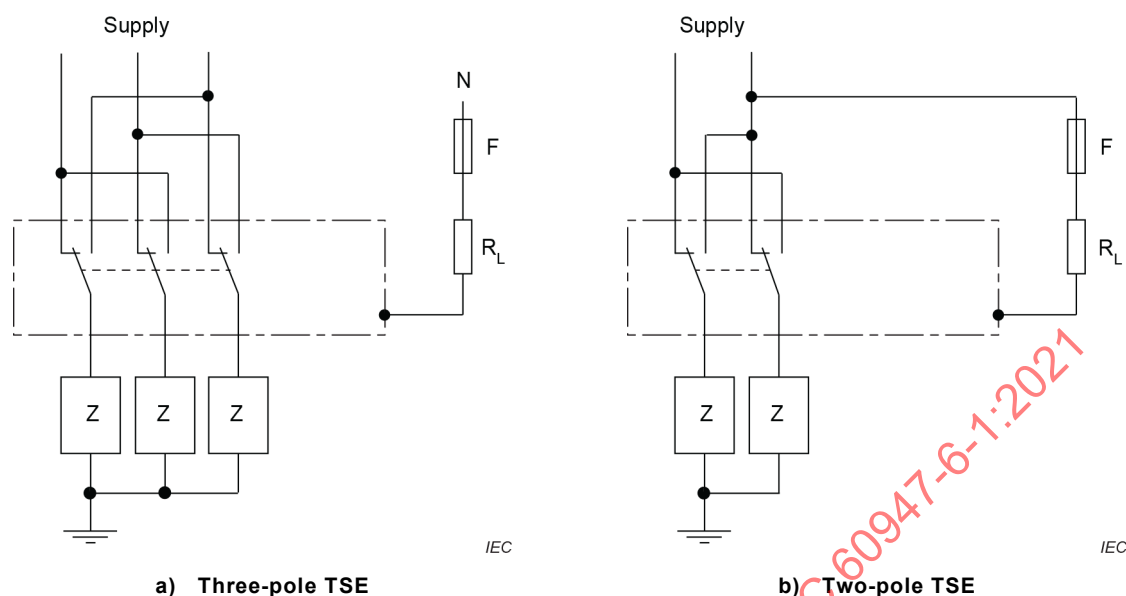
Z test circuit load

R_L fault current limiting resistor

NOTE 1 The above circuit diagram is representative of the electrical conditions but does not completely represent the mechanical conditions.

NOTE 2 Connections are as stated in 9.3.3.5.2 of IEC 60947-1:2020.

Figure 2 – Test circuit for connection to source I and source II supplies

**Key**

F fusible element

Z test circuit load

 R_L fault current limiting resistor

NOTE 1 The above circuit diagrams are representative of the electrical conditions but does not completely represent the mechanical conditions.

NOTE 2 Connections are as stated in 9.3.3.5.2 of IEC 60947-1:2020.

Figure 3 – Test circuit for the verification of making and breaking capacities

9.4 Environmental tests

For these special tests, Annex Q of IEC 60947-1:2020 applies with the following additions.

During the test sequences according to Table Q.1 of IEC 60947-1:2020, only the final verification of operational performance capability is required. It shall be made by carrying out the routine tests of 9.3 of this document, except for the dielectric tests which are covered by the tests of Table Q.1 of IEC 60947-1:2020.

The vibration tests shall be done on the equipment in all TSE switching positions. To check the behavior of main and auxiliary contacts, tests can be done under any current and voltage value. No change of state of main and auxiliary contacts is allowed during the test.

The shock test on the equipment shall be done in all positions.

For the other tests, the test conditions shall follow requirements of IEC 60947-3:2020 for class PC, 8.5 of IEC 60947-2:2016 for class CB, or 9.1.5.2 of IEC 60947-4-1:2018 for class CC, with the following additions:

- for the low temperature test, the equipment shall be in position I during the cooling period. It shall then be transferred to position II for the last hour;
- for the damp heat test, 5 operating cycles shall be performed during the first 2 h of the first heat cycle and during the last 2 h of the second heat cycle;
- for the dry heat test, the equipment shall be in either position I or position II during the conditioning period (5.3.3 of IEC 60068-2-2:2007 applies).

With the agreement of the manufacturer, the duration of the recovery periods may be reduced.

After the salt mist test, the product may be washed where agreed by the manufacturer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-1:2021

Annex A (normative)

Assignment of utilization categories based on results of tests

A TSE which has been tested for a single utilization category or at any combination of parameters (such as maximum operational voltage and current, etc.) can be assigned other utilization categories without further testing provided the test currents, voltages, power factors or time constants, number of operating cycles, the on and off times and the test circuit for the assigned utilization categories are not more severe than those at which the TSE has been tested and the temperature-rise has been verified at a current not less than the highest assigned rated operational current.

For example, when tested for utilization category AC-35A, a TSE may be assigned utilization category AC-31A, provided I_e for AC-31A is not higher than $2 I_e$ for AC-35A at the same rated operational voltage.

DC-33A and DC-33B TSE are assumed to be capable of opening and closing loads other than that on which they were tested provided that:

- the voltage and current do not exceed the specified values of U_e and I_e ;
- the energy J stored in the actual load is equal to or less than the energy J_c stored in the load with which it was tested.

The values of the energy stored in the test circuit are as follows:

Utilization category	Stored energy J_c
DC-33A and B	$0,005 \times U_e \times I_e$

The value of the constant 0,005 is derived from: $J_c = 1/2 \times L \times I^2$

where the time constant has been replaced by $2,5 \times 10^{-3}$ s and where $U = U_e$ and $I = 4 \times I_e$.

Annex B

(informative)

Items subject to agreement between manufacturer and user

NOTE For the purpose of this annex:

- "agreement" is used in a very wide sense (for example, information given in manufacturer's catalogue is a form of agreement);
- "user" includes testing stations.

Annex J of IEC 60947-1:2020 applies, as far as covered by clauses and subclauses of this document, with the following additions:

Clause or subclause number of this document	Item
Table 6	Test current when rated operational current greater than 1 300 A
Table 8, Table 9	To make all test sequences on one sample (if requested or agreed by the manufacturer)
Table 10, Table 11 and Table 12	Reduction of the time of cycles of operations for the tests of making and breaking capacity and for those of operational performance (manufacturer's agreement)

Bibliography

IEC 60034-12:2016, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-5-56, *Low-voltage electrical installations – Part 5-56: Selection and erection of electrical equipment – Safety services*

IEC 60947-5-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 60947-6-2:—1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices (or equipment) (CPS)*

IEC 61439 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 62443 (all parts), *Industrial communication networks – Network and system security*

IEC TR 63054, *Low-voltage switchgear and controlgear – Fire risk analysis and risk reduction measures*

IEC TS 63058:—2, *Environmental aspects for low-voltage switchgear and controlgear and their assemblies*

IEC TR 63201, *Low-voltage switchgear and controlgear – Guidance for the development of embedded software*

IEC TS 63208, *Low-voltage switchgear and controlgear – Security aspects*

CSA-C22.2 No.60947-4-1-14, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

UL 60947-4-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC PRVD 60947-6-2:2020

² Under preparation. Stage at the time of publication: IEC DECPUB 63058:2020.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	63
INTRODUCTION	65
1 Domaine d'application	66
2 Références normatives	67
3 Termes et définitions	67
3.1 Généralités	67
3.2 Index alphabétique des termes	68
3.3 Appareils de transfert de source	68
3.4 Manœuvre des TSE	70
3.5 Positions des contacts principaux	71
3.6 Symboles et termes abrégés	72
4 Classification	72
5 Caractéristiques	73
5.1 Récapitulation des caractéristiques	73
5.2 Type et caractéristiques du matériel	73
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal	74
5.3.1 Généralités	74
5.3.2 Tensions assignées	74
5.3.3 Courant assigné d'emploi (I_e)	74
5.3.4 Fréquence assignée	74
5.3.5 Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure	74
5.3.6 Caractéristiques de court-circuit	75
5.4 Catégorie d'emploi	76
5.5 Circuits de commande	76
5.5.1 Généralités	76
5.5.2 Dispositifs électromécaniques de commande du circuit principal	76
5.5.3 Contrôleur ATS	76
5.6 Circuits auxiliaires	77
6 Informations sur le matériel	77
6.1 Nature des informations	77
6.2 Marquage	77
6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement, de maintenance, de mise hors service et de démontage	79
6.4 Informations relatives à l'environnement	80
7 Conditions normales de service, de montage et de transport	81
8 Exigences relatives à la construction et aux performances	81
8.1 Exigences relatives à la construction	81
8.1.1 Généralités	81
8.1.2 Matériaux	81
8.1.3 Indication de la position des contacts principaux	82
8.1.4 Matériels aptes au sectionnement	82
8.1.5 Ouverture et fermeture des contacts principaux	82
8.1.6 Distances d'isolement et lignes de fuite	82
8.1.7 Dispositions pour assurer la mise à la terre	82
8.1.8 Circuit avec stockage d'énergie	82

8.1.9	Fermeture par accumulation d'énergie	83
8.1.10	Enveloppes dédiées pour le TSE	83
8.2	Exigences relatives aux performances	83
8.2.1	Conditions de fonctionnement.....	83
8.2.2	Echauffement	85
8.2.3	Propriétés diélectriques	85
8.2.4	Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge.....	85
8.2.5	Aptitude à l'établissement et à la coupure en condition de court-circuit.....	88
8.2.6	Fonctionnement au courant critique de charge (matériel à courant continu)	89
8.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	89
8.3.1	Généralités	89
8.3.2	Immunité	89
8.3.3	Emissions	90
9	Essais	90
9.1	Nature des essais	90
9.2	Essais de type	91
9.2.1	Conditions générales pour les essais	91
9.2.2	Séquences d'essais	91
9.2.3	Séquence d'essais I – Caractéristiques générales de fonctionnement.....	93
9.2.4	Séquence d'essais II – aptitude au fonctionnement en service.....	100
9.2.5	Séquence d'essais III – Aptitude au fonctionnement en court-circuit	106
9.2.6	Séquence d'essais IV – Courant de court-circuit conditionnel	109
9.2.7	Séquence d'essais V – Fonctionnement au courant critique de charge du matériel avec une caractéristique en courant continu	110
9.2.8	Séquence d'essais VI – Essais CEM.....	113
9.3	Essais individuels	115
9.4	Essais d'environnement	117
Annexe A (normative)	Attribution des catégories d'emploi suivant les résultats des essais	119
Annexe B (informative)	Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur	120
Bibliographie.....		121
Figure 1	Exemple de séquences de manœuvres pour un TSE à trois positions	80
Figure 2	Circuit d'essai pour le raccordement aux alimentations des sources I et II	116
Figure 3	Circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure	117
Tableau 1	Catégories d'emploi.....	76
Tableau 2	Informations sur le matériel	77
Tableau 3	Vérifications des pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions de fermeture et de coupure suivant les catégories d'emploi	86
Tableau 4	Vérification du fonctionnement en service – Conditions de fermeture et de coupure suivant les catégories d'emploi.....	87
Tableau 5	Valeur du courant d'essai pour la vérification de l'aptitude au fonctionnement en condition de court-circuit	89
Tableau 6	Valeur du courant d'essai pour la vérification de l'aptitude au fonctionnement en condition de court-circuit (tableau harmonisé)	89

Tableau 7 – Critères d'acceptation de l'essai d'immunité	90
Tableau 8 – Liste des essais de type (plan général des séquences d'essais).....	91
Tableau 9 – Liste des essais de type auxquels doit être soumis un TSE dérivé.....	92
Tableau 10 – Nombre et durée des cycles de manœuvres pour l'essai des pouvoirs de fermeture et de coupure.....	102
Tableau 11 – Nombres et vitesses des cycles de manœuvres pour les essais de fonctionnement électrique et mécanique en service pour les catégories d'emploi de type A	103
Tableau 12 – Nombres et vitesses des cycles de manœuvres pour les essais de fonctionnement électrique et mécanique en service pour les catégories d'emploi de type B	103
Tableau 13 – Limites d'échauffement des bornes et des parties accessibles.....	105
Tableau 14 – Nombre de cycles de manœuvres correspondant au courant critique de charge	112
Tableau 15 – Paramètres du circuit d'essai pour le Tableau 14.....	112
Tableau 16 – Séquence d'essais V: fonctionnement au courant critique de charge du matériel avec une caractéristique en courant continu	113

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-1:2021

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

**Partie 6-1: Matériels à fonctions multiples –
Équipement de transfert de source**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 60947-6-1 a été établie par le sous-comité 121A: Appareillage à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2005, et l'Amendement 1:2013. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- clarification du domaine d'application et de l'objet;
- clarification des termes et définitions;
- retrait des définitions non nécessaires;

- modification des caractéristiques;
- modification des définitions de catégorie d'emploi;
- introduction de nouvelles exigences de marquage;
- ajout de nouvelles exigences relatives aux distances d'isolement et lignes de fuite;
- ajout de nouvelles exigences et de nouveaux essais relatifs aux interverrouillages mécaniques et électriques;
- clarification des séquences de transfert;
- modification des exigences relatives aux courants assignés de courte durée admissibles;
- modification des nouvelles exigences relatives à la compatibilité électromagnétique;
- clarification des exigences relatives aux performances d'un TSE de type CB, en conformité avec les exigences contenues dans l'IEC 60947-2;
- ajout d'une nouvelle séquence d'essais V: fonctionnement au courant critique du matériel ayant des caractéristiques en courant continu.

Le texte du présent document est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
121A/403/FDIS	121A/411/RVD

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

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, publiées sous le titre général *Appareillage à basse tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le présent document doit être lu conjointement avec l'IEC 60947-1:2020, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*.

Les dispositions des règles générales s'appliquent à l'IEC 60947-1 lorsque celle-ci le précise. Les articles et paragraphes des règles générales ainsi rendues applicables, ainsi que les tableaux, figures et annexes, sont identifiés par référence à l'IEC 60947-1:2020, par exemple 1.2.3, Tableau 4 ou Annexe A de l'IEC 60947-1:2020. 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 l'IEC 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 ce document indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La disponibilité de l'alimentation au sein des installations électriques à basse tension joue un rôle de plus en plus important dans la société moderne. En réalité, cette exigence est une caractéristique fondamentale pour la création d'installations efficaces, aussi bien du point de vue fonctionnel qu'économique. Un système capable de transférer une charge d'une source à une autre de façon sécurisée et avec un minimum de perturbations pour la charge réduit au minimum les problèmes engendrés par des conditions de défaillance dans l'alimentation normale.

Toutes ces manœuvres, communément appelées "transferts de source", pilotent les installations et peuvent être effectuées automatiquement, à distance ou manuellement.

Par conséquent, une installation disposant d'une fonctionnalité de "transfert de source":

- assure la continuité des processus de production;
- offre une source d'alimentation de secours si le réseau électrique est hors service;
- réduit les effets engendrés par des dysfonctionnements du réseau sur des parties de l'installation;
- offre un bon compromis entre fiabilité, simplicité et rentabilité;
- fournit au gestionnaire de site et au système de gestion une source d'alimentation capable d'alimenter tout ou partie des installations.

Les principaux facteurs incitant les clients à utiliser un équipement de transfert de source (TSE) incluent:

- une population mondiale en croissance constante, le nombre croissant d'appareils électroniques et les nouvelles demandes en véhicules électriques;
- la pression médiatique relative aux changements climatiques, avec l'augmentation du coût de l'énergie qui en résulte;
- l'évolution du marché de l'électricité avec un nombre croissant de sources d'énergie alternatives;
- les attentes des utilisateurs pour une plus grande fiabilité du réseau, des performances plus économiques, et le souhait de gérer leur énergie.

Les parties prenantes dans la gestion de l'électricité ont également de nouvelles attentes:

- les clients souhaitent réduire le coût de leur énergie et disposer d'une alimentation en énergie de qualité;
- les fournisseurs souhaitent renforcer la confiance de leurs clients;
- les producteurs s'attendent à optimiser leurs investissements;
- les gouvernements et les organismes de réglementation sont disposés à créer un marché énergétique compétitif et durable.

Aujourd'hui, la performance des équipements de transfert de source est définie par les fabricants de TSE ainsi que par le présent document. Les consultants, les intégrateurs, les gestionnaires d'installations et les utilisateurs finaux s'appuient sur le présent document pour leurs besoins en ce qui concerne la disponibilité énergétique.

Les transferts de source sont souvent réalisés en mettant en œuvre une fonction de transfert dans l'installation électrique, mais cette fonction critique peut être conçue de façon inappropriée. L'utilisation d'un TSE conforme aux exigences du présent document assure la sécurité et les performances de la fonction de transfert qui sont nécessaires pour atteindre les objectifs énumérés ci-dessus.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 6-1: Matériels à fonctions multiples – Équipement de transfert de source

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux équipements de transfert de source (TSE) destinés à des installations qui assurent la continuité de l'alimentation et permettent la gestion de l'énergie de l'installation, en transférant une charge entre des sources d'alimentation dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

Le présent document couvre:

- les équipements de transfert de source manœuvrés manuellement (MTSE);
- les équipements de transfert de source manœuvrés à distance (RTSE);
- les équipements de transfert de source automatiques (ATSE), incluant le contrôleur.

Le présent document ne concerne pas:

- 1) les configurations de TSE qui ne sont pas soumises à essai et/ou marquées par le fabricant conformément au présent document en tant que transfert de source complet;
- 2) les contacts auxiliaires (voir les recommandations de l'IEC 60947-5-1);
- 3) les transferts de source utilisés en atmosphères explosives (voir les recommandations de l'IEC 60079 (toutes les parties));
- 4) la conception des logiciels embarqués (voir les recommandations de l'IEC TR 63201);
- 5) les aspects de cybersécurité (voir les recommandations de l'IEC TS 63208);
- 6) les TSE assignés pour un moteur asynchrone à démarrage direct de type NE et HE, conformément à l'IEC 60034-12:2016 (voir les recommandations pour la catégorie d'emploi AC-3e de l'IEC 60947-4-1:2018);
- 7) les autres types de TSE à l'étude, notamment les TSE à transition sans coupure, les TSE à transition avec recouvrement du neutre, les TSE multisources (des TSE ayant plus de deux sources d'alimentation), les contrôleurs ATS séparés, les TSE pourvus d'une dérivation (bypass), les TSE pourvus de fonctions de délestage et les TSE avec un jeu de barres de couplage.

NOTE Les TSE utilisés pour les services de sécurité et les systèmes d'éclairage d'évacuation tels que ceux décrits dans l'IEC 60364-5-56 sont soumis à des règles et/ou exigences légales spécifiques.

Le présent document a pour objet de fixer:

- 1) les caractéristiques du matériel;
- 2) les conditions du matériel en ce qui concerne:
 - a) le fonctionnement auquel il est destiné;
 - b) le fonctionnement et le comportement en cas de conditions anormales spécifiées, telles qu'un court-circuit;
 - c) les propriétés diélectriques;
- 3) les essais destinés à confirmer que ces conditions ont été satisfaites et les méthodes pour réaliser ces essais;
- 4) les informations générales à fournir par le fabricant.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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).

IEC 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60715:2017, *Dimensions de l'appareillage à basse tension – Montage normalisé sur profilés-supports pour le support mécanique des appareillages et de leurs accessoires*

IEC 60812, *Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE et AMDEC)*

IEC 60947 (toutes les parties), *Appareillage à basse tension*

IEC 60947-1:2020, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 60947-2:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 60947-3:2020, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

IEC 60947-4-1:2018, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*

IEC 61000-4-13:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif*
IEC 61000-4-13:2002/AMD1:2009
IEC 61000-4-13:2002/AMD2:2015

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*
CISPR 11:2015/AMD1:2016

3 Termes et définitions

3.1 Généralités

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés à l'Article 3 de l'IEC 60947-1:2020, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.2 Index alphabétique des termes

	Référence
A	
Accessoire de câblage dédié.....	3.3.10
C	
Contrôleur ATS.....	3.3.9
D	
Durée de manœuvre de transfert.....	3.4.6
Durée de transfert des contacts.....	3.4.5
E	
Écart de la fréquence d'alimentation.....	3.4.4
Écart de la mesure de l'alimentation.....	3.4.2
Écart de la tension d'alimentation.....	3.4.3
Équipement de transfert de source (TSE).....	3.3.1
Équipement de transfert de source automatique (ATSE).....	3.3.4
Équipement de transfert de source dérivé (TSE dérivé).....	3.3.5
Équipement de transfert de source manœuvré à distance (RTSE).....	3.3.3
Équipement de transfert de source manœuvré manuellement (MTSE).....	3.3.2
I	
Interverrouillage.....	3.4.10
P	
Position I.....	3.5.2
Position II.....	3.5.3
Position de connexion.....	3.5.1
Position OFF.....	3.5.4
S	
Séquence de manœuvres.....	3.4.1
T	
Transfert en phase.....	3.4.8
Transition avec coupure.....	3.4.7
Transition sans coupure.....	3.4.9
TSE de classe CB.....	3.3.7
TSE de classe CC.....	3.3.8
TSE de classe PC.....	3.3.6

3.3 Appareils de transfert de source

3.3.1

équipement de transfert de source

TSE

matériel contenant un ou plusieurs appareils de connexion et un mécanisme de manœuvre associé destiné à la déconnexion de circuits de charge d'une alimentation et à la connexion de ces circuits à une autre alimentation

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "TSE" est dérivé du terme anglais développé correspondant "Transfer Switching Equipment".

3.3.2**équipement de transfert de source manœuvré manuellement****MTSE**

équipement de transfert de source manœuvré manuellement et non électriquement

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "MTSE" est dérivé du terme anglais développé correspondant "Manually Operated Transfer Switching Equipment".

3.3.3**équipement de transfert de source manœuvré à distance****RTSE**

équipement de transfert de source manœuvré électriquement et sans action automatique

Note 1 à l'article: Un RTSE peut disposer d'une fonctionnalité permettant une manœuvre locale et/ou manuelle.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "RTSE" est dérivé du terme anglais développé correspondant "Remotely operated Transfer Switching Equipment".

3.3.4**équipement de transfert de source automatique****ATSE**

équipement de transfert de source à action automatique, comprenant toutes les entrées de mesure nécessaires, la surveillance et la logique de commande pour des manœuvres de transfert

Note 1 à l'article: Un ATSE peut disposer d'une fonctionnalité permettant une manœuvre locale et/ou à distance et/ou manuelle.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "ATSE" est dérivé du terme anglais développé correspondant "Automatic Transfer Switching Equipment".

3.3.5**équipement de transfert de source dérivé****TSE dérivé**

TSE basé sur des appareils de connexion dont certains essais exigés pour la conformité à l'IEC 60947-6-1 définis dans le Tableau 9, sont couverts par l'IEC 60947-3 pour la classe PC, l'IEC 60947-2 ou l'IEC 60947-6-2 pour la classe CB, ou l'IEC 60947-4-1 pour la classe CC

Note 1 à l'article: Il n'est pas nécessaire de répéter les essais qui sont entièrement couverts par les normes produits.

3.3.6**TSE de classe PC**

équipement de transfert de source basé sur des appareils mécaniques de connexion, ne nécessitant pas d'alimentation électrique pour maintenir les contacts principaux ouverts ou fermés, capable d'établir, de transporter et de couper des courants dans les conditions normales, y compris les conditions de surcharge, et établissant et supportant les courants de court-circuit

Note 1 à l'article: Pour les besoins du présent document, un combiné-fusibles est considéré comme un appareil de classe PC capable de couper les courants de court-circuit.

Note 2 à l'article: Les TSE de classe PC sont également capables de supporter les courants de court-circuit conditionnels.

3.3.7**TSE de classe CB**

équipement de transfert de source basé sur des appareils mécaniques de connexion, capable d'établir, de transporter et de couper des courants dans les conditions normales, y compris les conditions de surcharge, et établissant et coupant les courants de court-circuit

Note 1 à l'article: Les TSE de classe CB pour lesquels le fabricant a attribué un courant de courte durée admissible sont également capables de supporter les courants de court-circuit.

3.3.8

TSE de classe CC

équipement de transfert de source basé sur des appareils mécaniques de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, et capable d'établir, de transporter et de couper des courants dans les conditions normales, y compris les conditions de surcharge

Note 1 à l'article: Les TSE de classe CC ne sont pas capables d'établir ou de couper les courants de court-circuit. Ils sont seulement capables de supporter les courants de court-circuit conditionnels.

Note 2 à l'article: Les TSE de classe CC ne sont pas aptes au sectionnement.

3.3.9

contrôleur ATS

appareil destiné à mesurer et surveiller les sources d'alimentation, et à contrôler la séquence de transfert automatique

Note 1 à l'article: Un contrôleur ATS peut faire partie intégrante de l'ATSE ou être séparé pour être associé avec un RTSE.

3.3.10

accessoire de câblage dédié

système de câblage des connexions préfabriqué et spécifiquement destiné à un appareillage identifié

Note 1 à l'article: Un accessoire de câblage dédié peut être intégré dans l'appareillage ou fourni séparément.

Note 2 à l'article: Un accessoire de câblage dédié type est par exemple une liaison de connexion.

3.4 Manœuvre des TSE

3.4.1

séquence de manœuvres

transfert automatique d'une charge d'une alimentation à une autre dans le cas d'un écart de la mesure de l'alimentation et/ou d'autres conditions prédéfinies

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique uniquement aux ATSE.

3.4.2

écart de la mesure de l'alimentation

variation des caractéristiques mesurées de l'alimentation, qui dépasse des limites prédéterminées

EXEMPLE Des variations anormales de la tension ou de la fréquence de l'alimentation sont des écarts de l'alimentation.

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique uniquement aux ATSE.

3.4.3

écart de la tension d'alimentation

variation du niveau de tension par rapport à la tension nominale de l'alimentation surveillée

3.4.4

écart de la fréquence d'alimentation

variation de fréquence par rapport à la fréquence nominale de fonctionnement de l'alimentation surveillée

3.4.5

durée de transfert des contacts

temps mesuré entre l'ouverture mécanique de tous les pôles d'un jeu de contacts principaux d'une alimentation et la fermeture mécanique d'un pôle d'un second jeu de contacts principaux sur une autre alimentation avec toute temporisation réglable fixée à la valeur minimale

Note 1 à l'article: La durée de transfert des contacts ne s'applique pas aux MTSE à trois positions.

3.4.6

durée de manœuvre de transfert

temps mesuré entre l'instant où les conditions de transfert sont remplies et la fermeture des contacts principaux sur l'autre source avec toute temporisation réglable fixée à la valeur minimale, les conditions de transfert étant habituellement des écarts des mesures de l'alimentation et des conditions programmées pour l'ATSE ou des commandes de contrôle à distance pour le RTSE

Note 1 à l'article: Les durées de manœuvre de transfert d'une source I vers une source II et d'une source II vers une source I peuvent être différentes et peuvent varier selon l'écart de la mesure de l'alimentation.

Note 2 à l'article: La durée de manœuvre de transfert ne s'applique pas aux MTSE.

3.4.7

transition avec coupure

manœuvre de transfert sans chevauchement qui coupe intentionnellement le courant de charge d'une source pendant un certain laps de temps avant de l'établir sur l'autre source

3.4.8

transfert en phase

fonction de commande d'un ATSE permettant un transfert de transition avec coupure uniquement lorsque les deux sources sont considérées en phase, à tension et fréquence identiques

3.4.9

transition sans coupure

manœuvre de transfert avec chevauchement qui établit intentionnellement le courant de charge d'une seconde source synchronisée pendant un court laps de temps avant de le couper sur la première source

3.4.10

interverrouillage

<TSE> fonctionnalité(s) permettant de rendre les états de deux mécanismes mutuellement exclusifs, en empêchant toute interconnexion des phases des sources I et II

Note 1 à l'article: L'interverrouillage empêche que les appareils de connexion soient simultanément en position de fermeture dans toutes les conditions. L'état de deux mécanismes mutuellement dépendants empêche la modification de position de manœuvre d'un mécanisme en fonction de celle de l'autre.

3.5 Positions des contacts principaux

3.5.1

position de connexion

position des contacts principaux définissant si les bornes de la charge sont raccordées aux bornes d'une source I ou II, ou si elles ne le sont pas

3.5.2

position I

position de contact du matériel où les bornes de la charge sont raccordées aux bornes de la source I

3.5.3

position II

position de contact du matériel où les bornes de la charge sont raccordées aux bornes de la source II

3.5.4**position OFF**

position de contact stable du matériel où les bornes de la charge ne sont ni raccordées aux bornes de la source I, ni aux bornes de la source II

Note 1 à l'article: La position OFF peut également être marquée comme étant la position O.

3.6 Symboles et termes abrégés

CEM	Compatibilité électromagnétique	
AMDE	Analyse des modes de défaillance et de leurs effets	9.2.3.2.4
I_c	Courant établi et coupé	Tableau 3
I_{cm}	Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit	5.3.6.3
I_{cn}	Pouvoir assigné de coupure en court-circuit	5.3.6.4
I_{cw}	Courant assigné de courte durée admissible	5.3.6.2
I_e	Courant assigné d'emploi	5.3.3
I_q ou I_{cc}	Courant assigné de court-circuit conditionnel	5.3.6.5
DPCC	Dispositif de protection contre les courts-circuits	
U_e	Tension assignée d'emploi	5.3.2.1
U_i	Tension assignée d'isolement	5.3.2.2
U_{imp}	Tension assignée de tenue aux chocs	5.3.2.3
U_r	Fréquence d'alimentation ou tension de rétablissement en courant continu en régime établi	Tableau 3

4 Classification

Les équipements de transfert de source sont classés selon:

- a) leurs caractéristiques:
 - Classe PC;
 - Classe CB;
 - Classe CC;
- b) la méthode de commande du transfert:
 - matériels de connexion manœuvrés manuellement (MTSE);
 - matériels de connexion manœuvrés à distance (RTSE);
 - équipements de transfert de source automatiques (ATSE);
- c) le nombre de positions des contacts principaux:
 - TSE à deux positions (I – II);
 - TSE à trois positions (I – O – II);
- d) leur aptitude au sectionnement:
 - TSE apte au sectionnement dans la position OFF;
 - TSE inapte au sectionnement;

NOTE Les TSE n'ayant que deux positions (I – II) et tous les TSE de classe CC sont inaptes au sectionnement.

- e) le type de transition:
 - transition avec coupure;
 - transition sans coupure (à l'étude).

5 Caractéristiques

5.1 Récapitulation des caractéristiques

Les caractéristiques du TSE doivent, chaque fois que cela est possible, être indiquées de la façon suivante:

- type et caractéristiques du matériel (5.2);
- valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal (5.3);
- catégorie d'emploi (5.4);
- circuits de commande 5.5);
- circuits auxiliaires (5.6).

Lorsque le TSE utilise des produits couverts par l'IEC 60947, les caractéristiques pertinentes provenant de ces normes peuvent aussi être déclarées en complément.

Les caractéristiques spécifiques soumises à un accord entre le fabricant et l'utilisateur sont énumérées à l'Annexe B.

5.2 Type et caractéristiques du matériel

Les éléments suivants doivent être indiqués:

- a) la classe et la méthode de commande du transfert du matériel (voir Article 4);
- b) le nombre de pôles;
- c) la borne du pôle neutre, s'il y a lieu, indiquée par la lettre "N" (voir 8.1.8.4 de l'IEC 60947-1:2020);
- d) la nature du courant (courant alternatif et/ou continu);
- e) dans le cas du courant alternatif, le nombre de phases et la fréquence assignée;
- f) le nombre de positions des contacts principaux;
- g) l'aptitude au sectionnement;
- h) le type de transition;
- i) le type d'interverrouillage (mécanique, électrique ou les deux);

NOTE Au Canada, au Mexique et aux Etats-Unis, il est exigé que les équipements de transfert de source à transition avec coupure utilisent un interverrouillage mécanique.

- j) les fonctions de commande (transfert en phase, par exemple);
- k) la durée de transfert des contacts;
- l) dans le cas d'un RTSE ou d'un ATSE, la durée de manœuvre de transfert;
- m) dans le cas d'un ATSE, les séquences de manœuvres;
- n) les composants obligatoires minimaux nécessaires pour obtenir la conformité en tant que TSE complet, incluant:
 - l'appareil ou les appareils de connexion;
 - le mécanisme de connexion, le cas échéant;
 - l'interverrouillage mécanique et/ou électrique pour une utilisation avec des appareils de connexion séparés;
 - l'organe de commande, manuel (pour un MTSE);

- l'organe de commande, à distance (pour un RTSE et un ATSE);
 - le contrôleur ATS pour l'ATSE;
 - les borniers pour les signaux d'entrée (pour un RTSE et un ATSE);
 - les bornes de la source I et de la source II;
 - les bornes de la charge;
 - le cas échéant, les conducteurs de pontage ou les instructions concernant leur fabrication;
 - les câbles de mesure ou les instructions concernant leur fabrication (pour un ATSE).
- o) le schéma de câblage;
- p) les accessoires de câblage dédiés.

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour le circuit principal

5.3.1 Généralités

Le paragraphe 5.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique. Les valeurs assignées peuvent différer entre les positions I et II.

5.3.2 Tensions assignées

5.3.2.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

Le paragraphe 5.3.1.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.2.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

Le paragraphe 5.3.1.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.2.3 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Le paragraphe 5.3.1.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

Lorsque des valeurs différentes de U_{imp} sont déclarées pour des circuits autres que le réseau principal, les instructions d'installation doivent fournir des instructions spécifiques visant à assurer la coordination de l'isolement de l'installation conformément à l'Annexe H de l'IEC 60947-1:2020.

5.3.3 Courant assigné d'emploi (I_e)

Le courant assigné d'emploi du TSE est déclaré par le fabricant conformément au paragraphe 5.3.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 pour un service ininterrompu. Selon sa catégorie d'emploi et ses tensions d'emploi U_e , un appareil peut avoir plusieurs I_e .

5.3.4 Fréquence assignée

Le paragraphe 5.3.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

5.3.5 Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Les paragraphes 5.3.5.2 et 5.3.5.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent.

Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure sont les valeurs de courant, fixées par le fabricant, que le matériel de transfert peut établir et couper de manière satisfaisante dans des conditions spécifiées. Sauf exigence contraire, ils sont exprimés en valeur de courant

permanent. Au cours de la manœuvre de fermeture, la valeur de crête du courant lors de la fermeture des contacts peut être supérieure à la valeur de crête du courant permanent, suivant les caractéristiques du circuit d'essai (charge) et l'instant de fermeture sur la composante de la tension.

Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure sont exprimés en fonction de la tension assignée d'emploi, du courant assigné d'emploi et de la catégorie d'emploi, conformément au Tableau 3.

En courant alternatif, les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure sont exprimés par la valeur efficace de la composante alternative du courant.

5.3.6 Caractéristiques de court-circuit

5.3.6.1 Généralités

Un TSE de classe PC doit avoir un courant assigné de courte durée admissible ou un courant assigné de court-circuit conditionnel, ou il peut avoir les deux.

Un TSE de classe CB doit avoir un pouvoir assigné de coupure en court-circuit et un pouvoir assigné de fermeture en court-circuit et peut avoir aussi un courant assigné de courte durée admissible.

Un TSE de classe CC doit avoir un courant assigné de court-circuit conditionnel.

5.3.6.2 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw})

Le paragraphe 5.3.6.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique dans les conditions d'essai spécifiées en 9.2.5.2 et la valeur minimale du courant assigné de courte durée admissible est donnée dans le Tableau 5.

5.3.6.3 Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit (I_{cm})

Le paragraphe 5.3.6.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique dans les conditions d'essai spécifiées en 9.2.5.3.

Le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit est la valeur du pouvoir de fermeture en court-circuit assignée par le fabricant, pour la tension assignée d'emploi à la fréquence assignée et à un facteur de puissance (ou une constante de temps) spécifié(e). Il s'exprime par la valeur de crête maximale de courant présumé. En courant alternatif, le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit ne doit pas être inférieur à la valeur maximale du pouvoir de coupure en court-circuit ou du courant de courte durée admissible, le cas échéant, multipliée par le rapport n du Tableau 16 de l'IEC 60947-1:2020. En courant continu, le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit ne doit pas être inférieur à la valeur maximale du pouvoir de coupure en court-circuit ou du courant de courte durée admissible, le cas échéant. Le fabricant peut attribuer une valeur plus élevée au pouvoir de fermeture en court-circuit.

5.3.6.4 Pouvoir assigné de coupure en court-circuit (I_{cn})

Cette caractéristique s'applique uniquement à la classe CB.

Le paragraphe 5.3.6.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique dans les conditions d'essai spécifiées en 9.2.5.4.

Le pouvoir assigné de coupure en court-circuit pour un TSE de classe CB est équivalent au pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit d'un disjoncteur conformément à l'IEC 60947-2.

5.3.6.5 Courant assigné de court-circuit conditionnel (I_q ou en variante I_{cc})

Le paragraphe 5.3.6.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique dans les conditions d'essai spécifiées en 9.2.6.

La valeur minimale du courant présumé est donnée dans le Tableau 5 ou le Tableau 6 à la discrétion du fabricant.

5.4 Catégorie d'emploi

Une ou plusieurs des catégories d'emploi normalisées figurant dans le Tableau 1 peuvent être attribuées à un TSE, pour une ou plusieurs tensions assignées d'emploi.

La désignation des catégories d'emploi du TSE est complétée par le suffixe A ou B, selon le type et le nombre de manœuvres (voir 3.3.18 de l'IEC 60947-1:2020, Tableau 10, Tableau 11 et Tableau 12) exigées par l'application.

Un TSE de catégorie d'emploi déterminée doit satisfaire aux exigences correspondant à cette catégorie d'emploi concernant les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure (voir Tableau 3) et les exigences de fonctionnement mécanique et électrique en service (voir Tableau 4).

Tableau 1 – Catégories d'emploi

Nature du courant	Catégorie d'emploi du TSE		Charge de connexion classique
	Type A	Type B	
Courant alternatif	AC-31A	AC-31B	Charges non inductives ou faiblement inductives
	AC-32A	AC-32B	Connexion de charges diverses résistives et inductives, y compris des surcharges modérées
	AC-33A	AC-33B	Moteurs à cage d'écureuil
	AC-35A	AC-35B	Lampes à décharge
	AC-36A	AC-36B	Lampes à incandescence
Courant continu	DC-31A	DC-31B	Charges non inductives ou faiblement inductives
	DC-33A	DC-33B	Moteurs shunt
	DC-36A	DC-36B	Lampes à incandescence

5.5 Circuits de commande

5.5.1 Généralités

Le paragraphe 5.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique, avec les ajouts suivants pour l'alimentation surveillée (voir 3.4.2).

5.5.2 Dispositifs électromécaniques de commande du circuit principal

Le fabricant doit préciser les valeurs minimale et maximale de la tension ou les limites de tension et de fréquence. Les caractéristiques du circuit de commande doivent être consignées sous forme de valeurs minimale et maximale de la tension assignée d'alimentation du circuit de commande.

5.5.3 Contrôleur ATS

Le fabricant doit préciser ce qui suit:

- a) les écarts de la tension d'alimentation et, le cas échéant, les écarts de la fréquence d'alimentation auxquels il convient de déclencher le transfert;
- b) les tolérances des écarts de la tension, des écarts de la fréquence (le cas échéant) et les temporisations doivent être spécifiées par le fabricant, mais ne doivent pas dépasser $\pm 10\%$.

Des contrôleurs TSE séparés sont à l'étude.

5.6 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 5.6 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

6 Informations sur le matériel

6.1 Nature des informations

Toutes les informations du Tableau 2 ci-dessous doivent être données par le fabricant.

6.2 Marquage

Le paragraphe 6.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique, le cas échéant, et conformément au Tableau 2 ci-dessous.

En plus du Tableau 2, toutes les commandes accessibles à l'opérateur doivent être marquées pour indiquer leur fonction.

NOTE Un TSE constitué de plusieurs composants peut être fourni avec une plaque signalétique séparée à fixer sur le matériel conformément aux instructions du fabricant.

Tableau 2 – Informations sur le matériel

Référence	Marquage exigé	Emplacement du marquage
1.1	Position de connexion I – II ou I – O – II, le cas échéant, comme suit: I (IEC 60417-5007:2002-10) pour la mise en marche (source I) O (IEC 60417-5008:2002-10) pour l'arrêt II (IEC 60417-6176:2012-11) pour la mise en marche (source II)	Visible
1.2	Aptitude au sectionnement, le cas échéant, avec le symbole de la fonction de sectionnement conformément à l'IEC 60417-6169-1:2012-08	Visible
1.3	Pour un RTSE ou un ATSE avec des manœuvres manuelles à vide, à des fins de maintenance: "MANŒUVRE A VIDE UNIQUEMENT, isoler toutes les sources d'alimentation avant toute manœuvre manuelle"	Visible
2.1	Nom du fabricant ou marque de fabrique	Marqué
2.2	Désignation du type ou numéro de série	Marqué
2.3	"IEC 60947-6-1", indiquant que le matériel est conforme au présent document	Marqué
2.4	Classe du matériel (PC, CC, CB), méthode de commande (MTSE, RTSE, ATSE) et type de transition (sans/avec coupure) conformément à l'Article 4 ^c	Marqué
2.5	La ou les tensions assignées d'emploi (U_e) telles que définies en 5.3.2.1 ^d	Marqué
2.6	Catégories d'emploi telles que définies en 5.4 et le ou les courants d'emploi correspondants tels que définis en 5.3.3 et 5.3.5 à la tension assignée d'emploi telle que définie en 5.3.2.1 ^d	Marqué
2.7	Valeur de la fréquence assignée telle que définie en 5.3.4, ou l'indication "CC" ou le symbole — — — (IEC 60417-5031:2002-10) ^d	Marqué
2.8	Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw}) tel que défini en 5.3.6.2, le cas échéant ^d	Marqué

Référence	Marquage exigé	Emplacement du marquage
2.9	Pouvoirs assignés de coupure en court-circuit (I_{cn}) tels que définis en 5.3.6.4, le cas échéant ^d	Marqué
2.10	Pour un ATSE et un RTSE, la fréquence et la tension assignée d'alimentation du circuit de commande telles que définies en 5.5.1 ^d	Marqué
2.11	Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}) telle que définie en 5.3.2.3 ^d	Marqué
2.12	Désignations et marquages des bornes ^d	Marqué
2.13	Degré de protection du matériel sous enveloppe conformément à l'Annexe C de l'IEC 60947-1:2020 si le degré de protection diffère de IP00	Marqué ^e
2.14	Identification des bornes du pôle neutre, le cas échéant	Marqué
2.15	Pour un TSE comprenant des parties avec des composants avec stockage d'énergie conformément au 8.1.8, un avertissement doit être placé sur le produit	Marqué
2.16	Pour un TSE de classe CB, température de référence pour les déclencheurs thermiques non compensés, si elle est différente de 30 °C	Marqué
2.17	Pour un TSE de classe CB, plage des réglages de courant (I_r) des déclencheurs de surcharge réglables	Marqué
2.18	Pour un TSE de classe CB, plage des réglages du courant assigné de court-circuit instantané (I_i), pour les déclencheurs réglables	Marqué
3.1	Type d'interverrouillage tel que défini en 5.2 point i)	Documentation
3.2	Nombre de pôles	Documentation
3.3	Pouvoirs assignés de fermeture en court-circuit (I_{cm}) pour les classes PC et CB si supérieurs à la valeur minimale telle que définie en 5.3.6.3 ^d	Documentation
3.4	Courant assigné de court-circuit conditionnel (I_q ou en variante I_{cc}) tel que défini en 5.3.6.5 et le DPCC associé le cas échéant ^d	Documentation
3.5	Tension assignée d'isolement (U_i) telle que définie en 5.3.2.2 ^d	Documentation
3.6	Nombre de positions des contacts principaux ^d	Documentation
3.7	Pour un RTSE et un ATSE, limites de fonctionnement des dispositifs électromécaniques de commande du circuit principal, telles que définies en 5.5.2 ^d	Documentation
3.8	Pour un ATSE, écart de la mesure de l'alimentation et limites de fonctionnement tels que définis en 5.5.3 ^d	Documentation
3.9	Caractéristiques des circuits auxiliaires telles que définies en 5.6 ^d	Documentation
3.10	Pour un ATSE, séquence de manœuvres ^d	Documentation
3.11	Durée de transfert des contacts ^{a, d} et durée de manœuvre de transfert ^{b, d} et informations supplémentaires comprenant des temporisations avec leur position dans la séquence de manœuvres, le cas échéant	Documentation
3.12	Environnement A ou B de CEM tel que défini en 8.3.1 de l'IEC 60947-1:2020	Documentation
3.13	Longueur de dénudage du conducteur ^d	Documentation
3.14	Nombre maximal de conducteurs pouvant être serrés ^d	Documentation
3.15	Désignation du conducteur pour les bornes sans vis non universelles ^d : - "s" ou "sol" pour les conducteurs rigides-massifs; - "r" pour les conducteurs rigides (massifs et toronnés); - "f" pour les conducteurs souples.	Documentation
3.16	Références des composants obligatoires minimaux de l'ensemble complet exigés pour le TSE (voir 5.2 point n))	Documentation
3.17	Fonctions de commande ^d telles que le transfert en phase	Documentation

Référence	Marquage exigé	Emplacement du marquage
3.18	Schéma de câblage	Documentation
3.19	Accessoires de câblage dédiés (le cas échéant)	Documentation
3.20	Pour un TSE de classe CB uniquement (voir 9.2.5.4.3) – Caractéristique de déclenchement/temps. – Caractéristique de température/courant, le cas échéant.	Documentation
Légende Visible Le marquage sur le matériel doit être visible par l'opérateur une fois le matériel installé. Marqué Sur le matériel ou une plaque signalétique Documentation Dans la documentation fournie		
NOTE Dans le cas d'électro-aimants commandés électroniquement, d'autres informations peuvent également être envisagées, comme la configuration du circuit de commande (voir 5.5 et l'Annexe U de l'IEC 60947-1:2020).		
^a Non exigé pour un MTSE à trois positions. ^b Non exigé pour un MTSE. ^c Transition sans coupure (à l'étude). ^d Lorsque la caractéristique n'est pas la même pour la position I et la position II, le fabricant doit préciser les deux. ^e Plusieurs degrés de protection peuvent être donnés dans la documentation pour différents types d'accès comme la face avant, les bornes, etc.		

6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement, de maintenance, de mise hors service et de démontage

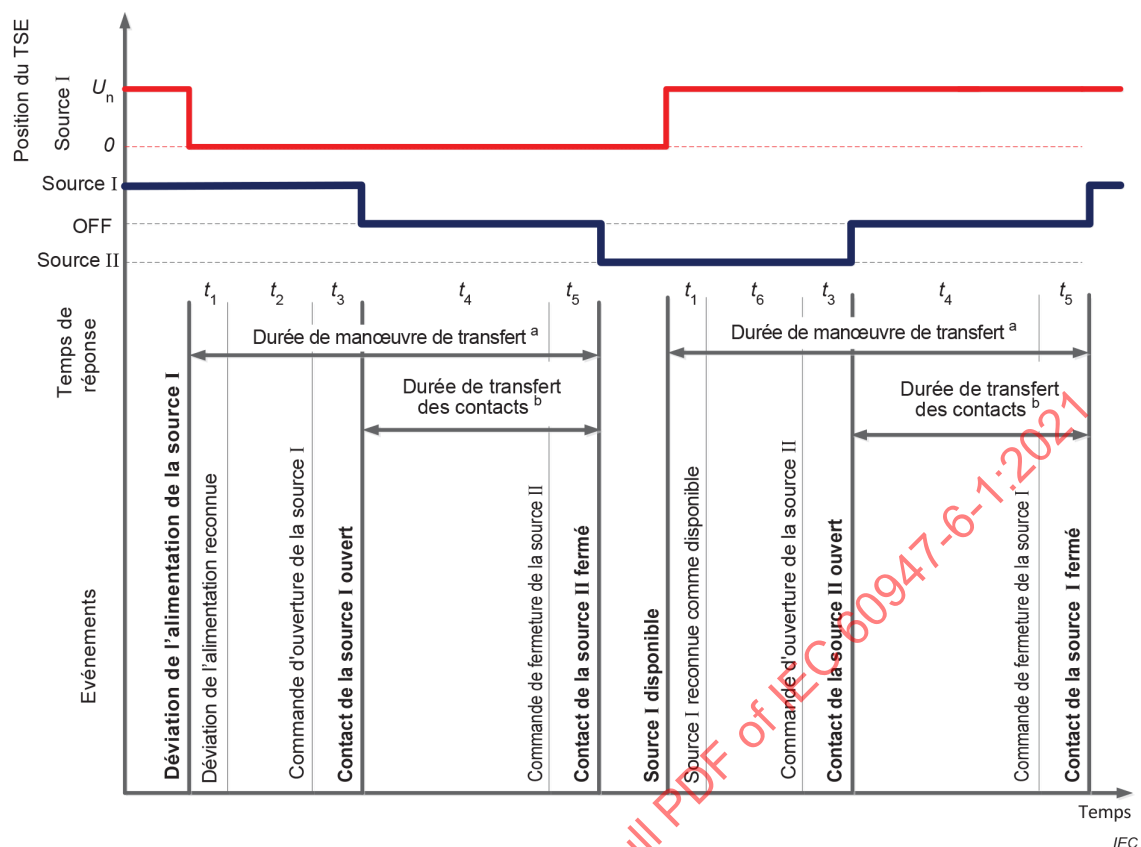
Le paragraphe 6.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec l'ajout suivant:

Ces instructions doivent également couvrir tous les accessoires de câblage dédiés, le cas échéant.

Pour un TSE soumis à l'essai conformément au présent document et fourni au client non assemblé ou partiellement assemblé, son fabricant doit fournir des instructions permettant un assemblage, un câblage, un marquage, tous les essais individuels de série restants définis en 9.3, une mise en service, un fonctionnement et un entretien convenables. Pour les câbles de mesure et les conducteurs de pontage non fournis avec le TSE ou non disponibles sous forme d'accessoire soumis à des essais de type, le fabricant doit fournir des instructions sur leur fabrication.

NOTE Les instructions peuvent comprendre des références appropriées à l'IEC 61439 (toutes les parties) pour l'intégration du TSE dans un ensemble.

Le mode d'emploi du TSE doit inclure la description des séquences de manœuvres. Un exemple est représenté à la Figure 1.



Légende

t_1 temps pour détecter un écart de la mesure de l'alimentation de la source I

t_2 temporisation de transfert réglable et introduite délibérément

t_3 temporisation induite par le système

t_4 temporisation de position OFF réglable et introduite délibérément

t_5 temporisation induite par le système

t_6 temporisation de retour réglable et introduite délibérément

NOTE Cette figure présume que la source II est disponible.

^a égal à la durée de manœuvre de transfert lorsque toutes les temporisations délibérément introduites (t_2 , respectivement t_6 , t_4) sont fixées à une valeur minimale.

^b égal à la durée de transfert des contacts lorsque toutes les temporisations délibérément introduites (t_4) sont fixées à une valeur minimale.

Figure 1 – Exemple de séquences de manœuvres pour un TSE à trois positions

6.4 Informations relatives à l'environnement

Si cela est exigé, les déclarations de matière doivent être établies conformément à l'Annexe W de l'IEC 60947-1:2020.

NOTE L'IEC TS 63058 donne la méthode permettant d'évaluer l'impact environnemental de l'appareillage.

7 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'Article 7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

Les conditions normalisées de vibrations sont définies dans la note b figurant en bas du Tableau Q.1 de l'IEC 60947-1:2020.

Le montage sur profilés-supports doit être spécifié conformément à l'IEC 60715:2017, s'il y a lieu.

8 Exigences relatives à la construction et aux performances

8.1 Exigences relatives à la construction

8.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants:

Les paragraphes 8.1.1 à 8.1.10 du présent document s'appliquent.

Des mesures doivent être fournies pour réduire les possibilités de blessure et de dommages matériels lors de l'installation, d'une maintenance, dans des conditions de fonctionnement normales et anormales, et pour les mauvais usages raisonnablement prévisibles. Les exigences du présent document précisent en général ces mesures.

Lorsque le produit est destiné à être utilisé avec des auxiliaires spécifiques et des accessoires de câblage dédiés, l'évaluation de la sécurité et l'essai doivent les inclure, sauf s'il peut être démontré qu'ils ne compromettent pas la sécurité du matériel.

Les parties accessibles de l'appareil, notamment les organes de manœuvre, ne doivent pas présenter d'arêtes vives ni d'angles susceptibles de blesser l'opérateur.

Le minimum de composants devant être vérifiés par le fabricant en tant qu'ensemble complet pour obtenir une conformité en tant que TSE est défini en 5.2 point n):

Pour les câbles de mesure et les conducteurs de pontage non fournis avec le TSE ou non disponibles sous forme d'accessoire soumis à des essais de type, le fabricant doit fournir des instructions permettant leur fabrication.

Lorsque différentes caractéristiques sont déclarées pour la position I et la position II, chacune des deux positions doit être soumise à essai.

Pour un TSE de classe CC, les conditions normalisées de vibrations sont définies dans la note b figurant au bas du Tableau Q.1 de l'IEC 60947-1:2020.

NOTE Voir l'Annexe O de l'IEC 60947-1:2020 pour connaître les facteurs à considérer pour la substitution ou la réduction de l'utilisation de substances dangereuses.

8.1.2 Matériaux

Le paragraphe 8.1.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

Lorsque les essais sur le matériel ou sur des parties issues du matériel sont utilisés, les pièces en matériau isolant nécessaires au maintien en position des parties conductrices des circuits d'alimentation doivent satisfaire à l'essai au fil incandescent de 9.2.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 avec une température d'essai de:

- 850 °C pour les TSE de classe CC, ou
- 960 °C pour les TSE de classes CB et PC.

NOTE L'analyse du risque d'incendie et les mesures de réduction des risques des appareillages sont données par l'IEC TR 63054.

8.1.3 Indication de la position des contacts principaux

Les dispositifs indicateurs des TSE doivent indiquer la position de la source I, la position de la source II, et le cas échéant, la position OFF.

8.1.4 Matériels aptes au sectionnement

Les paragraphes 8.1.7 et 8.2.7 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent.

8.1.5 Ouverture et fermeture des contacts principaux

Les contacts mobiles principaux de tous les pôles de phase de l'appareil de connexion d'un TSE multipôle doivent être couplés mécaniquement de sorte qu'ils ferment et ouvrent sensiblement ensemble, que ce soit par une manœuvre manuelle, à distance ou automatique.

L'organe de commande manuel du TSE doit être isolé. Les exigences de 8.1.5.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent.

Aucun accès ni aucune ouverture ne doivent permettre la libération de particules incandescentes sur la zone des organes de manœuvre manuelle.

Pour un TSE équipé de pôles neutres, le paragraphe 8.1.9 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

Pour tout TSE avec un organe de manœuvre manuel destiné à une utilisation en charge, l'ouverture et la fermeture des contacts principaux doivent être indépendantes de la vitesse à laquelle l'organe de commande est manœuvré.

Si l'organe manuel est uniquement destiné à une utilisation à vide avec toutes les sources non alimentées et fait l'objet d'un marquage comme tel, conformément au Tableau 2 point 1.3, cette exigence ne s'applique pas.

8.1.6 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le paragraphe 8.1.4 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants:

Si des circuits TBTS et TBTP du TSE complet sont accessibles, ils doivent être séparés des autres parties actives dangereuses conformément aux exigences de l'Annexe N de l'IEC 60947-1:2020.

NOTE Si certains circuits ne sont accessibles que pour la maintenance ou dans des conditions similaires, ils peuvent, selon le niveau de risque (gravité du préjudice et probabilité d'occurrence), être considérés comme étant dans des conditions normales de service et n'utiliser qu'une isolation principale.

8.1.7 Dispositions pour assurer la mise à la terre

Le paragraphe 8.1.10 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

8.1.8 Circuit avec stockage d'énergie

Les parties possédant un stockage d'énergie (condensateurs) et qui sont amovibles pour l'entretien (tel qu'un remplacement de bobine), leur installation ou leur déconnexion ne doivent présenter aucun danger électrique après leur déconnexion.

Les condensateurs raccordés à des parties actives dangereuses doivent être déchargés à un niveau d'énergie inférieur à 0,5 mJ dans les 5 s suivant la coupure de l'alimentation. Si ce n'est pas le cas, un avertissement visible doit être placé sur le produit, indiquant le temps de décharge aux valeurs limites ou une méthode préférentielle pour décharger le condensateur avant de toucher les pièces de connexion.

8.1.9 Fermeture par accumulation d'énergie

Le mécanisme de fermeture par accumulation d'énergie doit pouvoir assurer la fermeture du TSE dans toute condition entre le fonctionnement à vide et son pouvoir assigné de fermeture.

Lorsque l'énergie est accumulée dans le TSE, un appareil indiquant que le mécanisme d'accumulation d'énergie est complètement armé doit être prévu. Un appareil doit également être fourni pour indiquer lorsque le mécanisme d'accumulation n'est pas suffisamment chargé pour permettre une manœuvre. Ces indications de charge doivent être fournies avec ou sans énergie électrique.

Les organes moteurs des mécanismes d'accumulation, ainsi que les organes de commande de fermeture, doivent être capables de fonctionner lorsque leur tension d'alimentation auxiliaire est comprise entre 85 % et 110 % de la valeur de la tension assignée d'alimentation de commande.

Les contacts mobiles ne doivent pas pouvoir s'écarter de la position ouverte sans que l'énergie soit suffisante pour effectuer entièrement la manœuvre de fermeture de façon satisfaisante.

Lorsque le mécanisme d'accumulation d'énergie est commandé manuellement, le sens de manœuvre doit être indiqué. Cette dernière exigence ne s'applique pas aux TSE ayant une manœuvre de fermeture indépendante manuelle.

8.1.10 Enveloppes dédiées pour le TSE

Le paragraphe 8.1.11 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

NOTE Pour un TSE intégré dans une enveloppe non dédiée, voir l'IEC 61439 (toutes les parties).

8.2 Exigences relatives aux performances

8.2.1 Conditions de fonctionnement

8.2.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants:

Les paragraphes 8.2.1.2 et 8.2.1.3 du présent document s'appliquent.

Les essais de type doivent être effectués avec et sans accessoires de câblage dédiés, s'il y a lieu.

8.2.1.2 Mécanisme de manœuvre

Un TSE doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) les TSE doivent pouvoir fonctionner dans toutes les conditions correspondant aux caractéristiques d'emploi marquées;
- b) les appareils de connexion utilisés au sein des TSE de classe CC doivent être uniquement du type normalement ouvert, sauf si un interverrouillage mécanique est fourni;

- c) le mécanisme de manœuvre doit être interverrouillé mécaniquement et/ou électriquement pour empêcher un raccordement simultané aux sources I et II dans toutes les conditions, y compris toute défaillance unique, comme, entre autres, un circuit de commande ouvert, tout contact principal ou auxiliaire soudé, ou toute défaillance du contrôleur. Le retrait des portes ou des panneaux d'accès ne doit pas mettre en défaut la fonctionnalité d'interverrouillage;
- d) la neutralisation non intentionnelle de l'interverrouillage ne doit pas être possible;
- e) la fonctionnalité d'interverrouillage doit rester totalement fonctionnelle en cas de toute perte d'alimentation;
- f) pour la classe CC, des contacts miroirs conformes à l'Annexe F de l'IEC 60947-4-1:2018 doivent être utilisés au sein de l'interverrouillage électrique, le cas échéant;
- g) la spécification de la fiabilité et de la robustesse de la fonctionnalité d'interverrouillage dépend d'une analyse des risques.

La vérification du fonctionnement et de la robustesse de l'interverrouillage conformément aux éléments supérieurs a), c), d), e) et g) doit être conforme aux 9.2.3.2.2, 9.2.3.2.3 et 9.2.3.2.4.

Pour un TSE de classe CB, l'exigence de 8.3.2.6.1 b) de l'IEC 60947-2:2016 doit être satisfaite.

8.2.1.3 Commandes, séquence et limites de fonctionnement

- a) Limites de tension des circuits de commande

Le paragraphe 8.2.1.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

- b) Fonctionnement en cas de disparition de la tension d'alimentation

En guise d'exigence minimale, l'ATSE doit être capable de transférer la charge depuis la source I vers la source II en cas d'interruption pendant une durée prédéterminée de tout ou partie des phases surveillées de la source I et de la transférer de nouveau vers la source I après son rétablissement. L'ATSE peut inclure des séquences logiques supplémentaires, telles qu'un retour non automatique ou retardé.

- c) Fonctionnement en cas d'écart de l'alimentation de la source I

Si le TSE est équipé de dispositifs destinés à déclencher un transfert de la source I vers la source II lors d'un écart de la mesure de l'alimentation principale, ce transfert doit être initié dans les limites fixées par le fabricant.

- d) Conditions de transfert de source avec fonction de transfert en phase

Le transfert doit être autorisé dans les limites de tension, de fréquence et d'angle de phase spécifiées par le fabricant.

EXEMPLE Limites avec une tolérance de $\pm 10^\circ$ sur l'angle de phase, $\pm 5\%$ sur la tension et ± 1 Hz sur la fréquence.

- e) Conditions de transfert en cas d'écart de la source II

Le transfert doit être effectué dans les limites spécifiées par le fabricant.

- f) Toute temporisation et toute durée de manœuvre de transfert pour effectuer un transfert d'une source vers une autre doivent se situer dans les limites spécifiées par le fabricant.
- g) La durée de transfert des contacts doit être dans les limites spécifiées par le fabricant et être vérifiée conformément à 9.2.3.2.4. Pour un TSE de classe CC, la valeur minimale de la durée de transfert des contacts ne doit pas être inférieure à 50 ms.

La conformité aux exigences ci-dessus et à celles du 5.5.3, est vérifiée par les essais de 9.2.3.3.

8.2.2 Echauffement

Lors d'un essai au courant assigné d'emploi le plus élevé dans les conditions décrites au 9.2.3.5, les TSE ne doivent atteindre en aucun point une température qui constituerait un risque d'incendie ou endommagerait les matériaux utilisés dans l'appareil et ils ne doivent pas dépasser les valeurs d'échauffement indiquées au 8.2.2 de l'IEC 60947-1:2020.

8.2.3 Propriétés diélectriques

Le paragraphe 8.2.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.4 Aptitude à l'établissement, au passage et à la coupure à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge

8.2.4.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Le paragraphe 8.2.4.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

Les TSE doivent pouvoir établir et couper les courants sans défaillance, dans les conditions indiquées dans le Tableau 3 pour les catégories d'emploi exigées lorsqu'ils sont soumis à un essai dans les conditions spécifiées au 9.2.4.1. Voir également Annexe A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-6-1:2021

Tableau 3 – Vérifications des pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions de fermeture et de coupure suivant les catégories d'emploi

	Catégorie d'emploi	Conditions de fermeture et de coupure					
		I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^a$	Durée à l'état passant minimale (s)	Durée du cycle min	Nombre de cycles de manœuvres
Courant alternatif	AC-31A, AC-31B	1,5	1,05	0,80	0,05	b	b
	AC-32A, AC-32B	3,0	1,05	0,65	0,05	b	b
	AC-33A, AC-33B	10 ^h	1,05	g	0,05	b	b
	AC-35A, AC-35B	3,0	1,05	0,50	0,05	b	b
	AC-36A, AC-36B	1,5 ^c	1,05	c	0,05	b	b
				L/R^d ms			
Courant continu	DC-31A, DC-31B	1,5	1,05	f	0,05	b	b, e
	DC-33A, DC-33B	4,0	1,05	2,5	0,05	b	b, e
	DC-36A, DC-36B	1,5 ^c	1,05	c	0,05	b	b, e
I_c = Courant établi et coupé. Le courant établi est exprimé par sa valeur en courant continu ou, en courant alternatif, par la valeur efficace de la composante périodique, étant entendu que, pour les catégories AC-36A, AC-36B, DC-36A et DC-36B, la valeur de crête réelle pendant l'établissement peut atteindre une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante périodique. I_e = Courant assigné d'emploi. U_r = Fréquence d'alimentation ou tension de rétablissement en courant continu en régime établi. U_e = Tension assignée d'emploi. ^a La tolérance sur $\cos \varphi$ est de $\pm 0,05$. ^b Voir Tableau 10. ^c Les essais doivent être effectués avec une charge constituée de lampes à incandescence, conformément aux conditions générales d'essai spécifiées en 9.2.4.1.2. ^d La tolérance sur L/R est de ± 15 %. ^e Si la polarité n'est pas marquée, la moitié du nombre de cycles de manœuvres est faite à une polarité, l'autre moitié à la polarité inverse. ^f Pas de constante de temps intentionnelle. ^g $\cos \varphi = 0,45$ pour $I_e \leq 100$ A et $\cos \varphi = 0,35$ pour $I_e > 100$ A. ^h Le courant coupé peut être 8 fois I_e.							

8.2.4.2 Fonctionnement en service

8.2.4.2.1 Généralités

Le paragraphe 8.2.4.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.4.2.2 Fonctionnement électrique en service

Après l'essai de pouvoir de fermeture et de coupure, les TSE doivent établir et couper des courants sans défaillance, dans les conditions d'essais précisées dans le Tableau 4 pour les catégories d'emploi exigées lorsqu'ils sont soumis à essai dans les conditions spécifiées au 9.2.4.2.2. Voir également Annexe A.

8.2.4.2.3 Fonctionnement mécanique en service

Après l'essai de fonctionnement électrique en service, les TSE doivent effectuer, sans défaillance, le nombre de cycles de manœuvres à vide précisé dans le Tableau 11 et le Tableau 12 et lorsqu'ils sont soumis à essai dans les conditions spécifiées au 9.2.4.2.3. Voir également Annexe A.

**Tableau 4 – Vérification du fonctionnement en service –
Conditions de fermeture et de coupure suivant les catégories d'emploi**

	Catégorie d'emploi	Conditions de fermeture et de coupure					
		I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi^a$	Durée à l'état passant minimale (s)	Durée du cycle min	Nombre de cycles de manœuvres
Courant alternatif	AC-31A, AC-31B	1,0	1,05	1,0	0,05	^b	^b
	AC-32A, AC-32B	1,0	1,05	0,8	0,05	^b	^b
	AC-33A, AC-33B	2,0 ^g	1,05	0,8	0,05	^b	^b
	AC-35A, AC-35B	2,0 ^g	1,05	0,8	0,05	^b	^b
	AC-36A, AC-36B	1,0 ^c	1,05	^c	0,05	^b	^b
				L/R^d ms			
Courant continu	DC-31A, DC-31B	1,0	1,05	^f	0,05	^b	^{b, e}
	DC-33A, DC-33B	2,5 ^h	1,05	2,5	0,05	^b	^{b, e}
	DC-36A, DC-36B	1,0 ^c	1,05	^c	0,05	^b	^{b, e}
I_c = Courant établi et coupé. Le courant établi est exprimé par sa valeur en courant continu ou, en courant alternatif, par la valeur efficace de la composante périodique, étant entendu que, pour les catégories AC-36A, AC-36B, DC-36A et DC-36B, la valeur de crête réelle pendant l'établissement peut atteindre une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante périodique. I_e = Courant assigné d'emploi. U_r = Tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu. U_e = Tension assignée d'emploi. ^a La tolérance sur $\cos \varphi$ est de $\pm 0,05$. ^b Voir Tableau 11 et Tableau 12. ^c Les essais doivent être effectués avec une charge constituée de lampes à incandescence, conformément aux conditions générales d'essai spécifiées en 9.2.4.1.2. ^d La tolérance sur L/R est de ± 15 %. ^e Si la polarité n'est pas marquée, la moitié du nombre de cycles de manœuvres est faite à une polarité, l'autre moitié à la polarité inverse. ^f Pas de constante de temps intentionnelle. ^g Une moitié des cycles de manœuvres doit être effectuée à $I_c/I_e = 1$, sauf pour AC-33B et AC-35B où tous les cycles de manœuvres doivent être effectués à $I_c/I_e = 1$. ^h Une moitié des cycles de manœuvres doit être effectuée à $I_c/I_e = 1$, sauf pour DC-33B où tous les cycles de manœuvres doivent être effectués à $I_c/I_e = 1$.							

8.2.4.3 Durabilité

Le paragraphe 8.2.4.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

8.2.5 Aptitude à l'établissement et à la coupure en condition de court-circuit

8.2.5.1 Courant assigné de courte durée admissible

Un TSE auquel le fabricant a attribué un courant assigné de courte durée admissible doit supporter l'essai indiqué en 9.2.5.2.

La valeur minimale du courant de courte durée admissible doit être conforme au Tableau 5.

Les durées minimales sont:

- 3 demi-périodes de la fréquence assignée ou 0,025 s en courant continu, pour les courants assignés d'emploi ne dépassant pas 400 A;
- 3 périodes de la fréquence assignée ou 0,05 s en courant continu pour les courants assignés d'emploi supérieurs à 400 A.

Des valeurs supplémentaires du courant de courte durée admissible peuvent être déclarées par le fabricant pour d'autres durées.

8.2.5.2 Pouvoir assigné de fermeture en court-circuit

Un TSE de classes CB et PC auquel le fabricant a attribué un courant assigné de courte durée admissible doit établir les courants d'essai conformément à la valeur fournie par le fabricant.

Le pouvoir assigné de fermeture en court-circuit doit être conforme à 5.3.6.3.

8.2.5.3 Pouvoir assigné de coupure en court-circuit

Le paragraphe 8.2.5 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Pour les TSE de classe CB, le pouvoir assigné de coupure en court-circuit doit être conforme à 5.3.6.4 et doit couper les courants d'essai donnés dans le Tableau 5 ou le Tableau 6, à la discrétion du fabricant. Si le fabricant attribue un pouvoir de coupure en court-circuit supérieur au courant d'essai du Tableau 5 ou du Tableau 6, le TSE doit également couper cette valeur assignée de courant.

8.2.5.4 Courant assigné de court-circuit conditionnel

Un TSE de classe CC doit avoir un courant de court-circuit conditionnel avec une valeur minimale conforme au Tableau 5 ou au Tableau 6, à la discrétion du fabricant. Un TSE de classe PC peut avoir un courant de court-circuit conditionnel, auquel cas la valeur minimale doit être conforme au Tableau 5 ou au Tableau 6.

Le DPCC utilisé doit satisfaire à sa norme de produit pour des caractéristiques non inférieures à celles assignées dans le présent document.

Tableau 5 – Valeur du courant d'essai pour la vérification de l'aptitude au fonctionnement en condition de court-circuit

Courant assigné d'emploi I_e (valeur efficace) A	Courant d'essai (valeur efficace) ^a
$I_e \leq 100$	5 kA
$100 < I_e \leq 500$	10 kA
$500 < I_e \leq 1\,000$	$20 \times I_e$
$1\,000 < I_e$	$20 \times I_e$ ou 50 kA, selon la valeur la plus basse
^a Les facteurs de puissance, les constantes de temps et le rapport entre les valeurs de crête et les valeurs efficaces du courant doivent être tels que donnés dans le Tableau 16 de l'IEC 60947-1:2020.	

Tableau 6 – Valeur du courant d'essai pour la vérification de l'aptitude au fonctionnement en condition de court-circuit (tableau harmonisé)

Courant assigné d'emploi I_e ^c A	Courant d'essai kA ^d (valeur efficace)	Facteur de puissance
$I_e \leq 100$ ^a	5	0,7 à 0,8
$100 < I_e \leq 250$ ^b	10	0,5 à 0,7
$250 < I_e \leq 500$	18	0,2 à 0,3
$500 < I_e \leq 800$	30	0,2 à 0,3
$800 < I_e \leq 1\,300$	42	0,2 à 0,3
$1\,300 < I_e$	Objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.	0,2 à 0,3
NOTE Le Tableau 6 a été introduit dans un souci d'harmonisation avec la CSA-C22.2 No. 60947-4-1-14 et l'UL 60947-4-1.		
^a A 690 V et plus: $I_e \leq 125$ A.		
^b A 690 V et plus: $125 < I_e$ (A) ≤ 250 .		
^c Le courant assigné d'emploi peut être indiqué par les termes "current rating" en Amérique du Nord.		
^d Le courant d'essai peut être appelé "fault current rating" en Amérique du Nord.		

8.2.6 Fonctionnement au courant critique de charge (matériel à courant continu)

Les circuits principaux d'un matériel doivent être capables d'établir et de couper son courant critique de charge selon 9.2.7, comme vérifié dans la séquence d'essais V.

8.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)

8.3.1 Généralités

Le paragraphe 8.3.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Les essais au champ magnétique à fréquence industrielle ne sont pas exigés étant donné que ces appareils sont naturellement soumis à de tels champs. L'immunité est prouvée si les essais de vérification de l'aptitude au fonctionnement sont effectués avec succès (voir 9.2.4.1 et 9.2.4.2).

8.3.2 Immunité

Le paragraphe 8.3.2 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Les procédures sont données en 9.2.8.

Les résultats d'essai sont précisés à l'aide des critères de comportement indiqués dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Critères d'acceptation de l'essai d'immunité

Point	Critères d'acceptation (critères de comportement pendant les essais)		
	A	B	C
Comportement général	Manœuvres normales du TSE sans modifications décelables des caractéristiques de fonctionnement.	Dégradation temporaire ou perte de performance qui est autorécupérable	Dégradation temporaire ou perte de performance après l'essai, exigeant l'intervention d'un opérateur ou la réinitialisation du système. Aucun composant ne doit être endommagé.
Fonctions de commutation d'alimentation, de contacts auxiliaires, d'interverrouillage et de contrôleur	Aucune manœuvre non désirée du TSE, aucune modification d'état du contrôleur. Aucune modification des contacts auxiliaires. TSE entièrement opérationnel.	Mode de dégradation temporaire du contrôleur qui est autorécupérable. Aucune manœuvre non désirée du TSE. Aucune modification des contacts auxiliaires.	Dégradation temporaire ou perte de la fonction de transfert qui, une fois l'essai terminé, peut être récupérée par l'intervention de l'opérateur ou la réinitialisation du contrôleur ou de tout composant électronique. Aucune manœuvre non désirée du TSE. Aucune modification des contacts auxiliaires.
Fonctionnement des unités d'affichage et des panneaux de commande	Pas de modification au niveau des informations visibles sur l'affichage. Seulement une légère fluctuation de l'intensité lumineuse ou un léger mouvement des informations affichées.	Modifications visibles temporaires sur l'affichage (papillotement). Illumination non désirée de l'affichage Aucune modification du mode de fonctionnement.	Arrêt ou perte permanente de l'affichage. Récupérable après l'essai par l'intervention de l'opérateur ou la réinitialisation du contrôleur.
Traitement des informations, communications et fonctions de détection	Absence de perturbation des communications, fonctions de mesure et échanges d'informations vers des appareils externes.	Variation temporaire des valeurs analogiques, communication perturbée, rapports d'erreur possibles des dispositifs internes et externes Pas de perte de données irréversible.	Pertes de données et/ou d'informations. Traitement d'informations erroné, erreurs de communication récupérables après l'essai par l'intervention de l'opérateur ou la réinitialisation du contrôleur.

8.3.3 Emissions

Le paragraphe 8.3.3 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants.

Les valeurs et procédures d'essai sont données en 9.2.8.

9 Essais

9.1 Nature des essais

Le paragraphe 9.1 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique.

9.2 Essais de type

9.2.1 Conditions générales pour les essais

L'état du matériel pour les essais doit être comme défini au 9.3.2 de l'IEC 60947-1:2020.

NOTE Il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais pour toutes les valeurs d'essai correspondant aux catégories d'emploi attribuées. Voir Annexe A.

9.2.2 Séquences d'essais

Les essais de type sont regroupés en un certain nombre de séquences comme représenté dans le Tableau 9 pour un TSE autre qu'un TSE dérivé, ou dans le Tableau 9 pour un TSE dérivé.

Pour chaque séquence, les essais doivent être réalisés dans l'ordre indiqué, sauf spécification contraire.

Tableau 8 – Liste des essais de type (plan général des séquences d'essais)

Séquence d'essais	Essais	Réf.	Applicable à la classe de TSE			Echantillon n° a
			PC	CB	CC	
I Caractéristiques générales de fonctionnement	Exigences relatives à la construction	9.2.3.1	X	X	X	1
	Fonctionnement ^f	9.2.3.2	X	X	X	
	Commandes, séquence et limites de fonctionnement ^f	9.2.3.3	X	X	X	
	Limites et caractéristiques de déclenchement ^f	9.2.3.4		X		
	Echauffement	9.2.3.5	X	X	X	
	Propriétés diélectriques ^f	9.2.3.6	X	X	X	
II Aptitude au fonctionnement en service	Pouvoirs de fermeture et de coupure	9.2.4.1	X	X	X	1
	Aptitude au fonctionnement en service ^e	9.2.4.2	X	X	X	
	Vérification de la tenue diélectrique	9.2.4.3	X	X	X	
	Vérification de l'échauffement	9.2.4.4	X	X	X	
	Vérification des déclencheurs de surcharge	9.2.4.5		X		
	Vérification de la position des contacts principaux ^{b, f}	9.2.4.6	X	X		
III Aptitude au fonctionnement en court-circuit	Exigences générales	9.2.5.1	X	X	X	1
	Courant de courte durée admissible	9.2.5.2	X ^c	X ^c		
	Pouvoir de fermeture en court-circuit	9.2.5.3	X ^c	X ^c		
	Pouvoir de coupure en court-circuit	9.2.5.4		X		
	Vérification de la tenue diélectrique	9.2.5.5	X ^c	X		
	Vérification de l'échauffement	9.2.5.6	X ^c	X		
IV Courant de court-circuit conditionnel	Courant de court-circuit conditionnel	9.2.6.3	X ^d		X	1
	Vérification de la tenue diélectrique	9.2.6.4	X ^d		X	
	Vérification de l'échauffement	9.2.6.5	X ^d		X	

Séquence d'essais	Essais	Réf.	Applicable à la classe de TSE			Echantillon n° a
			PC	CB	CC	
V Fonctionnement au courant critique de charge du matériel avec une caractéristique en courant continu	Détermination du courant critique de charge	9.2.7.2	X	X	X	1
	Fonctionnement au courant critique de charge	9.2.7.3	X	X	X	
VI Essais CEM	Compatibilité électromagnétique	9.2.8	X	X	X	1

a Plusieurs séquences d'essais peuvent être effectuées sur le même échantillon à la discrétion du fabricant.

b Cet essai est exigé uniquement si le TSE est déclaré comme apte au sectionnement.

c Cet essai est exigé uniquement si le fabricant a attribué un courant de courte durée admissible.

d Cet essai est exigé uniquement pour les combinés-fusibles, ou si le fabricant a attribué un courant de court-circuit conditionnel.

e Couvre les manœuvres mécaniques et électriques.

f Peut être omis de la séquence et effectué sur des échantillons séparés.

Tableau 9 – Liste des essais de type auxquels doit être soumis un TSE dérivé

Séquence d'essais	Essais	Réf.	Applicable à la classe de TSE			Echantillon n°a
			PC	CB	CC	
I Caractéristiques générales de fonctionnement	Exigences relatives à la construction	9.2.3.1	X ^b	X ^b	X ^b	1
	Fonctionnement ^j	9.2.3.2	X	X	X	
	Commandes, séquence et limites de fonctionnement ^j	9.2.3.3	X	X	X	
	Limites et caractéristiques de déclenchement	9.2.3.4				
	Echauffement	9.2.3.5	X ^c	X ^c	X ^c	
	Propriétés diélectriques ^j	9.2.3.6	X	X	X	
II Aptitude au fonctionnement en service	Pouvoirs de fermeture et de coupure Classe PC ^d Classe CB ^d	9.2.4.1	X ^d	X ^d	X	1
	Aptitude au fonctionnement en service Classe PC ^d Classe CB ^d	9.2.4.2	X ^d	X ^d	X	
	Vérification de la tenue diélectrique	9.2.4.3	X	X	X	
	Vérification de l'échauffement	9.2.4.4	X	X	X	
	Vérification des déclencheurs de surcharge	9.2.4.5		X		
	Vérification de la position des contacts principaux ^{e, i}	9.2.4.6	X	X		

Séquence d'essais	Essais	Réf.	Applicable à la classe de TSE			Echantillon n ^o a
			PC	CB	CC	
III Aptitude au fonctionnement en court-circuit	Exigences générales	9.2.5.1	X	X	X	1
	Courant de courte durée admissible	9.2.5.2	X ^f	X ^f		
	Pouvoir de fermeture en court-circuit	9.2.5.3	X ^f	X ^f		
	Pouvoir de coupure en court-circuit	9.2.5.4		X ^g		
	Vérification de la tenue diélectrique	9.2.5.5	X ^f	X ^g		
	Vérification de l'échauffement	9.2.5.6	X ^f	X ^g		
IV Courant de court-circuit conditionnel	Courant de court-circuit conditionnel	9.2.6.3	X ^h		X ^h	1
	Vérification de la tenue diélectrique	9.2.6.4	X ^h		X ^h	
	Vérification de l'échauffement	9.2.6.5	X ^h		X ^h	
V Fonctionnement au courant critique de charge du matériel avec une caractéristique en courant continu	Détermination du courant critique de charge	9.2.7.2	X	X	X	1
	Fonctionnement au courant critique de charge	9.2.7.3	X	X	X	
VI Essais CEM	Compatibilité électromagnétique	9.2.8	X	X	X	1

a Plusieurs séquences d'essais peuvent être effectuées sur le même échantillon à la discrétion du fabricant.

b Voir 9.2.3.1.1.

c Le cas échéant (voir 9.2.3.5).

d Le cas échéant (voir 9.2.4.1.1 ou 9.2.4.2.1).

e Cet essai est exigé uniquement lorsque le TSE est déclaré comme apte au sectionnement.

f Le cas échéant (voir 9.2.5.2.1 et 9.2.5.3.1).

g Le cas échéant (voir 9.2.5.4.1).

h Le cas échéant (voir 9.2.6.1).

i Peut être omis de la séquence et effectué sur des échantillons séparés.

9.2.3 Séquence d'essais I – Caractéristiques générales de fonctionnement

9.2.3.1 Conformité aux exigences relatives à la construction

9.2.3.1.1 Généralités

Les paragraphes 9.2.1, 9.2.2, 9.2.3, 9.2.5, 9.2.8 et 9.2.9 de l'IEC 60947-1:2020 s'appliquent avec les exceptions suivantes:

Pour les TSE dérivés, il n'est pas exigé de répéter sur les appareils de connexion les essais d'exigences relatives à la construction couverts par la norme de produit IEC 60947, mais tous les autres composants faisant partie du TSE doivent être soumis à l'essai.

9.2.3.1.2 Performance électrique des organes de serrage sans vis

Le paragraphe 9.2.5.7 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants:

L'insertion et la déconnexion des conducteurs doivent être effectuées conformément aux instructions du fabricant.

Les méthodes de mesure et les résultats doivent être documentés dans le rapport d'essai. Le courant d'essai doit être le I_e maximal.

9.2.3.1.3 Essai de vieillissement des organes de serrage sans vis

Le paragraphe 9.2.5.8 de l'IEC 60947-1:2020 s'applique avec les ajouts suivants:

L'essai doit être réalisé sur l'appareil équipé des organes de serrage.

Le courant d'essai doit être le I_e maximal. Pendant 20 min environ, la température de l'air dans l'enceinte est portée à 40 °C ou à la plus haute température d'utilisation déclarée par le fabricant.

9.2.3.2 Manœuvre

9.2.3.2.1 Généralités

Il doit être vérifié que le TSE fonctionne sans dysfonctionnement du transfert de source comme indiqué en 8.2.1.2 c) et dans les limites données en 8.2.1.3 a). Le TSE doit être manœuvré dans toutes les positions (I, II et O le cas échéant) et chaque position des contacts de l'appareil de connexion doit être vérifiée par un essai de continuité électrique.

Pour les TSE de classe CC, les exigences de l'essai de retombée de 9.3.3.2.1 de l'IEC 60947-1:2020 doivent être vérifiées.

La vérification de 8.1.5 est effectuée par examen visuel et par un essai manuel, en employant un quelconque moyen approprié (indicateurs lumineux, oscilloscope, etc.).

9.2.3.2.2 Vérification de la fonction d'interverrouillage

9.2.3.2.2.1 Généralités

Les essais suivants doivent être appliqués à toutes les combinaisons possibles de transferts de source manuels, à distance et automatiques respectivement.

9.2.3.2.2.2 Manœuvre manuelle

L'essai doit être réalisé sans aucune énergie électrique.

Pour les TSE équipés d'un organe de commande manuel autonome, lorsque l'organe de commande est déplacé de la position I vers la position II, il doit être vérifié que les bornes de la source I sont déconnectées des bornes de la charge avant que les bornes de la source II soient connectées aux bornes de la charge. L'essai doit être répété de la position II à la position I.

Pour les TSE équipés d'organes de commande manuels distincts pour les appareils de connexion de chaque source, la séquence suivante doit être vérifiée:

- a) avec l'appareil de connexion de la source I en position fermée, il doit être vérifié que l'appareil de connexion de la source II ne peut pas être placé en position fermée;
- b) avec l'appareil de connexion de la source II en position fermée, il doit être vérifié que l'appareil de connexion de la source I ne peut pas être placé en position fermée;
- c) avec les appareils de connexion des sources I et II tous deux en position ouverte, il doit être vérifié que les manœuvres de fermeture simultanées n'engendrent pas la fermeture des deux appareils de connexion à tout moment.

9.2.3.2.2.3 Manœuvre commandée électriquement

Les essais suivants doivent être effectués avec la tension assignée d'alimentation du circuit de commande à 85 % et 110 % de la valeur assignée. Si le dispositif d'interverrouillage du TSE exige de l'énergie électrique, l'essai doit être conduit avec l'alimentation connectée et déconnectée.

- 1) pour les TSE équipés d'un organe de commande à distance autonome, lorsqu'un ordre à distance visant à effectuer un transfert de la position I à la position II est appliqué, il doit être vérifié que les bornes de la charge sont déconnectées des bornes de la source I avant de raccorder les bornes de la source II. L'essai doit être répété de la position II à la position I.
- 2) pour les TSE équipés d'organes de commande à distance distincts pour chaque appareil de connexion, la séquence suivante doit être vérifiée:
 - a) avec les appareils de connexion des sources I et II en position ouverte, il doit être vérifié que l'ordre de fermeture simultanée des appareils de connexion pendant 5 s n'engendre pas la fermeture des deux appareils. Cet essai est uniquement applicable aux RTSE et aux ATSE pouvant envoyer des ordres de transfert simultanés vers les positions I et II;
 - b) avec un appareil de connexion de la source I en position fermée, il doit être vérifié que l'envoi d'un ordre de fermeture à distance sur l'appareil de connexion de la source II pendant 5 s n'engendre pas la fermeture des deux appareils à tout moment;
 - c) avec un appareil de connexion de la source II en position fermée, il doit être vérifié que l'envoi d'un ordre de fermeture à distance sur l'appareil de connexion de la source I pendant 5 s n'engendre pas la fermeture des deux appareils à tout moment.

9.2.3.2.3 Vérification de la robustesse de l'interverrouillage

9.2.3.2.3.1 Généralités

Cet essai sert à s'assurer que la fonction d'interverrouillage reste opérationnelle lorsque les contacts principaux d'une source ne peuvent pas être ouverts (soudés ou bloqués par exemple).

L'essai doit être conduit aux positions I et II du TSE. Si la construction du TSE est telle qu'il n'y a pas de différence physique substantielle entre les positions I et II ayant une influence sur les résultats d'essai, les essais peuvent être effectués avec la position I ou II. S'il est possible de déterminer qu'une position représente un cas plus difficile, il est exigé de réaliser les essais uniquement dans cette position.

Les MTSE doivent être soumis à l'essai en utilisant des organes de commande manuelle. Les RTSE et les ATSE doivent être soumis à l'essai en utilisant des organes de commande à distance, et des organes de commande manuelle le cas échéant.

Dans le cas de TSE à points de contact multiples, le minimum de contacts en parallèle nécessaires pour maintenir le contact fermé doivent être fixés ensemble afin de permettre l'application de la force d'essai sans ouverture des contacts.

Pour simuler l'occurrence d'une soudure sur un pôle principal, un contact principal doit être maintenu en position fermée, par exemple en soudant ou en collant chaque point de contact (par exemple, pour un contact à double rupture, le soudage est effectué aux deux points de contact). L'épaisseur de soudure ou de collage doit être telle que la distance entre les contacts ne soit pas modifiée de manière significative et la méthode utilisée doit être décrite dans le rapport d'essai.

La vérification doit être effectuée conformément à 9.2.3.2.3.5.

9.2.3.2.3.2 Manœuvre manuelle

L'essai doit être réalisé sans aucune énergie électrique.

Pour les TSE comprenant une manœuvre manuelle, la force nécessaire pour manœuvrer l'appareil d'une position à une autre doit être mesurée à l'extrémité de l'organe de commande. La force mesurée, F , doit être égale à la valeur moyenne de la force maximale obtenue à partir de trois manœuvres consécutives, incluant tous les interverrouillages avec le TSE à l'état neuf et propre. Cette force, F , doit ensuite être utilisée pour établir la force d'essai définie dans le Tableau 17 de l'IEC 60947-1:2020.

Le TSE fermé en position I, les contacts fixes et mobiles d'un pôle pour lequel l'essai est estimé être le plus sévère doivent être fixés entre eux, par exemple par soudage.

Les organes de commande doivent tenter de passer en position II en étant soumis à une force d'essai de $3 \times F$, mais qui n'est pas inférieure aux valeurs minimales ni supérieure aux valeurs maximales données dans le Tableau 17 de l'IEC 60947-1:2020, pour le type d'organe de commande utilisé.

Pour les TSE équipés d'un organe de commande manuel autonome, la force d'essai doit être appliquée sans à-coups à l'extrémité de l'organe de commande dans la direction destinée à ouvrir les contacts précédemment fixés ensemble et fermer l'appareil de connexion de l'autre source pendant une durée de 10 s.

Pour les TSE équipés d'organes de commande manuels distincts pour chaque appareil de connexion, la séquence suivante doit être effectuée:

- la force d'essai doit être appliquée sans à-coups à l'extrémité de l'organe de commande dans la direction destinée à ouvrir les contacts précédemment fixés ensemble pendant une durée de 10 s;
- pour la deuxième étape, il doit être vérifié que l'appareil de connexion de l'autre source ne peut pas être placé en position fermée.

9.2.3.2.3.3 Manœuvre dépendante d'une alimentation

Pour les RTSE et les ATSE à manœuvre dépendante d'une alimentation, le TSE doit être fermé en position I, tandis que les contacts fixes et mobiles du pôle pour lequel l'essai est estimé être le plus sévère doivent être fixés entre eux, par exemple par soudage.

La tension d'alimentation, égale à 110 % de sa valeur normale assignée, doit être appliquée à la commande assurée par une source d'énergie extérieure afin de tenter d'atteindre la position II. Si le dispositif d'interverrouillage du TSE exige de l'énergie électrique, l'alimentation doit être déconnectée.

Trois tentatives pour manœuvrer le matériel par la commande assurée par une source d'énergie extérieure dans la direction permettant d'atteindre la position II doivent être effectuées à des intervalles de 5 min, chacune d'elles pendant une durée de 5 s, à moins qu'un dispositif de protection associé à la commande assurée par une source d'énergie extérieure n'impose une durée plus courte.

9.2.3.2.3.4 Manœuvre indépendante d'une alimentation

Pour les RTSE et les ATSE à manœuvre indépendante d'une alimentation, le TSE doit être fermé en position I, tandis que les contacts fixes et mobiles du pôle pour lequel l'essai est estimé être le plus sévère doivent être fixés entre eux, par exemple par soudage.

Si le dispositif d'interverrouillage du TSE exige de l'énergie électrique, l'alimentation doit être déconnectée.

L'énergie stockée de la commande assurée par une source d'énergie extérieure doit être libérée afin de tenter d'atteindre la position II.

Trois tentatives pour manœuvrer le matériel par déblocage de l'énergie stockée doivent être effectuées.

9.2.3.2.3.5 Etat du matériel pendant et après l'essai

Pendant et après l'essai, aucun des contacts principaux de l'appareil de connexion de l'autre source ne doit être fermé, temporairement ou définitivement, en utilisant un matériel de mesure adéquat pour des événements temporaires, par exemple un oscilloscope.

9.2.3.2.4 Vérification de l'interverrouillage électrique en cas de défaillance individuelle

Ce paragraphe s'applique lorsque le matériel est seulement équipé d'un interverrouillage électrique, ou d'un interverrouillage mécanique à commande électrique, sans interverrouillage mécanique. La vérification de 8.2.1.2 point c) doit être effectuée en utilisant une AMDE conformément à l'IEC 60812, ou en simulant toutes les défaillances individuelles possibles (incluant, sans y être limité, des contacts principaux soudés, des contacts auxiliaires soudés, un circuit ouvert et une défaillance du contrôleur).

9.2.3.2.5 Vérification de la durée de transfert des contacts

La durée de transfert des contacts du TSE doit être vérifiée par un essai pour chaque mode de manœuvre (mécanique et électrique) le cas échéant.

Pour les TSE disposant d'une poignée de manœuvre mécanique autonome, celle-ci doit être manœuvrée à une vitesse de $1 \text{ m/s} \pm 25 \%$, cette vitesse étant mesurée à l'endroit où l'organe de manœuvre du dispositif d'essai est en contact avec l'organe de manœuvre du TSE. Pour les poignées tournantes, la vitesse angulaire doit sensiblement correspondre aux conditions ci-dessus en référence à la vitesse de l'organe de manœuvre (à ses extrémités) du TSE à l'essai.

Pour les TSE disposant d'organes de manœuvre mécaniques exigeant plusieurs mouvements pour compléter le transfert, chaque partie de la manœuvre de transfert doit être effectuée de la façon la plus simultanée possible en prenant en compte la manœuvre de l'interverrouillage mécanique, avec une vitesse telle que spécifiée ci-dessous.

Pour les ATSE ou les RTSE, la durée de transfert des contacts doit être mesurée au cours d'une manœuvre électrique, avec une tension d'alimentation du circuit de commande à 100 % de la valeur assignée.

9.2.3.3 Commandes, séquence et limites de fonctionnement

9.2.3.3.1 Généralités

Les TSE doivent être soumis à l'essai pour vérifier leur fonctionnement conformément aux exigences indiquées en 8.2.1.3. Les détails des essais sont donnés dans les paragraphes suivants.

9.2.3.3.2 Fonctionnement en cas de disparition de la tension d'alimentation

Cet essai s'applique uniquement aux ATSE.

Si l'ATSE est fourni avec des temporisations réglables, l'essai doit être effectué une fois avec les temporisations réglées sur la valeur minimale, et une autre fois en les réglant sur la valeur maximale.

L'ATSE doit être placé en position I, et les bornes de chaque source alimentée avec une tension assignée et une fréquence, comme représenté à la Figure 2.

Avec l'une des phases surveillées de la source I déconnectée, pendant une durée inférieure à la temporisation correspondante, l'ATSE ne doit pas effectuer de transfert.

Avec l'une des phases surveillées de la source I déconnectée, pendant une durée supérieure à la temporisation correspondante, le cas échéant, l'ATSE doit effectuer le transfert vers la position II. La durée de transfert doit être dans les limites spécifiées par le fabricant.

Avec la phase de la source I reconnectée, l'ATSE doit retourner à la position I, s'il est réglé sur le mode "retour automatique", ou bien rester en position II, s'il est réglé sur le mode "retour non automatique".

Cet essai doit être répété pour chaque alimentation de la source surveillée, avec les conducteurs de la source déconnectés les uns après les autres.

9.2.3.3.3 Fonctionnement en cas d'écart des caractéristiques d'alimentation de la source I

Si l'ATSE est fourni avec des temporisations réglables, l'essai doit être effectué avec ces temporisations réglées sur la valeur minimale.

Si l'ATSE est fourni avec des limites d'écart réglables, l'essai doit être effectué une fois avec la limite réglée sur la valeur minimale, et une autre fois en la réglant sur la valeur maximale.

Pour chaque caractéristique d'alimentation surveillée déclarée, l'ATSE doit être connecté tel que représenté en 9.2.3.3.4. Les caractéristiques d'alimentation déclarées surveillées sur chaque borne de la source I doivent être changées tour à tour avec les valeurs et les tolérances fournies par le fabricant, puis rétablies à leur valeur d'origine. Cet essai doit être répété:

- pour les limites de tension et, le cas échéant, de fréquence séparément;
- en modifiant la caractéristique d'alimentation sur toutes les phases simultanément et en rétablissant sa valeur d'origine.

Dans chaque essai, l'ATSE:

- ne doit pas passer à la position II lorsque la caractéristique d'alimentation est réduite ou augmentée, le cas échéant, jusqu'à une valeur située dans les limites d'écart;
- doit passer à la position II lorsque la caractéristique d'alimentation est réduite ou augmentée, le cas échéant, jusqu'à une valeur en dehors des limites d'écart;
- doit retourner à la position I, lorsque la caractéristique d'alimentation est rétablie, s'il est réglé sur le mode "retour automatique", ou bien rester en position II, s'il est réglé sur le mode "retour non automatique".

9.2.3.3.4 Fonctionnement en cas d'écart des caractéristiques d'alimentation de la source II

Le TSE doit être connecté tel que représenté à la Figure 2. Les valeurs de tension et de fréquence avec lesquelles se produit le transfert de la position I vers la position II doivent être vérifiées conformément au point a) ou b) ci-après, suivant le cas.

a) pour la surveillance de l'écart de la tension d'alimentation:

Avec la tension d'alimentation de la source II inférieure à la valeur fixée par le fabricant et la tension d'alimentation de la source I à la valeur assignée, débrancher l'une des phases de la source I puis augmenter graduellement la tension de la source II. Le transfert doit se produire dans les limites de tension de la source II indiquées par le fabricant.