

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

High-voltage direct current (HVDC) transmission – Vocabulary

Transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT) – Vocabulaire

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60633:2019



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

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 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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.

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.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

High-voltage direct current (HVDC) transmission – Vocabulary

Transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT) – Vocabulaire

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.200

ISBN 978-2-8322-6812-4

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	3
1 Scope	5
2 Normative references	5
3 Symbols and abbreviated terms	5
3.1 Letter symbols	5
3.2 Subscripts	6
3.3 Abbreviated terms	6
4 Graphical symbols	6
5 General terms related to converter circuits	6
6 Converter units and valves	9
7 Converter operating conditions	12
8 HVDC systems and substations	15
9 HVDC substation equipment	19
10 Modes of control	23
11 Control systems	23
12 Control functions	26
Bibliography	37
Figure 1 – Graphical symbols	27
Figure 2 – Bridge converter connection	27
Figure 3 – Example of a converter unit	28
Figure 4 – Commutation process at rectifier and inverter modes of operation	29
Figure 5 – Illustrations of commutation in inverter operation	30
Figure 6 – Typical valve voltage waveforms	31
Figure 7 – Example of an HVDC substation	32
Figure 8 – Example of bipolar two-terminal HVDC transmission system	33
Figure 9 – Example of a multiterminal bipolar HVDC transmission system with parallel connected HVDC substations	33
Figure 10 – Example of a multiterminal HVDC transmission system with series connected HVDC substations	34
Figure 11 – Simplified steady-state voltage-current characteristic of a two-terminal HVDC system	34
Figure 12 – Hierarchical structure of an HVDC control system	35
Figure 13 – Capacitor commutated converter configurations	36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT
(HVDC) TRANSMISSION – VOCABULARY****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 60633 has been prepared by subcommittee 22F: Power electronics for electrical transmission and distribution systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1998, Amendment 1:2009 and Amendment 2:2015. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) 40 terms and definitions have been amended and 31 new terms and definitions have been added mainly on converter units and valves, converter operating conditions, HVDC systems and substations and HVDC substation equipment;
- b) a new Figure 13 on capacitor commutated converter configurations has been added.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
22F/480/CDV	22F/491A/RVC

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

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

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

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

The contents of the corrigendum of February 2020 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60633:2019

HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) TRANSMISSION – VOCABULARY

1 Scope

This document defines terms for high-voltage direct current (HVDC) power transmission systems and for HVDC substations using electronic power converters for the conversion from AC to DC or vice versa.

This document is applicable to HVDC substations with line commutated converters, most commonly based on three-phase bridge (double way) connections (see Figure 2) in which unidirectional electronic valves, for example semiconductor valves, are used. For the thyristor valves, only the most important definitions are included in this document. A more comprehensive list of HVDC valve terminology is given in IEC 60700-2.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

3 Symbols and abbreviated terms

The list covers only the most frequently used symbols. For a more complete list of the symbols which have been adopted for static converters, see IEC 60027 (all parts) and other standards listed in the Bibliography.

3.1 Letter symbols

U_d	direct voltage (any defined value)
U_{d0}	nominal no-load direct voltage
U_{di0}	ideal no-load direct voltage
U_{dN}	rated direct voltage
U_L	phase-to-phase voltage on line side of converter transformer, RMS value including harmonics
U_{LN}	rated value of U_L
U_{v0}	no-load phase-to-phase voltage on the valve side of transformer, RMS value excluding harmonics
I_d	direct current (any defined value)
I_{dN}	rated direct current
I_L	current on line side of converter transformer, RMS value including harmonics
I_{LN}	rated value of I_L
I_v	current on valve side of transformer, RMS value including harmonics
α	(trigger) delay angle
β	(trigger) advance angle
γ	extinction angle
μ	overlap angle
p	pulse number
q	commutation number

3.2 Subscripts

0 (zero)	at no load
N	rated value or at rated load
d	direct current or voltage
i	ideal
L	line side of converter transformer
v	valve side of converter transformer
max	maximum
min	minimum
n	pertaining to harmonic component of order n

3.3 Abbreviated terms

The following abbreviated terms are always in capital letters and without dots.

HVDC	high-voltage direct current
MVU	multiple valve (unit) (see 6.3.2)
SCR	short-circuit ratio (see 7.32)
ESCR	effective short-circuit ratio (see 7.33)
MTDC	multiterminal HVDC transmission system (see 8.2.2)
MRTB	metallic return transfer breaker (see 9.22)
ERTB	earth return transfer breaker (see 9.23)
VDCOL	voltage dependent current order limit (see 12.9)
SSTI	sub-synchronous torsional interaction (see 10.10)

4 Graphical symbols

Figure 1 shows the specific graphical symbols which are defined only for the purposes of this document. For a more complete list of the graphical symbols which have been adopted for static converters, see IEC 60617.

5 General terms related to converter circuits

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

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

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

NOTE For a more complete list of the terms which have been adopted for static converters, see IEC 60050-551 and IEC 60146-1-1.

5.1

conversion

<HVDC> transfer of energy from AC to DC or vice versa, or a combination of these operations

5.2

converter connection

electrical arrangement of arms and other components necessary for the functioning of the main power circuit of a converter

5.3

bridge converter connection

double-way connection comprising six converter arms such that the centre terminals are the phase terminals of the AC circuit, and that the outer terminals of like polarity are connected together and are the DC terminals

Note 1 to entry: The double-way connection is illustrated in Figure 2.

5.3.1

uniform bridge

bridge where all converter arms are either controllable or non-controllable

5.3.2

non-uniform bridge

bridge with both controllable and non-controllable converter arms

5.4

converter arm

part of a bridge connecting two points of different potentials within a bridge, for example, between an AC terminal and a DC terminal

5.4.1

controllable converter arm

converter arm in which the start of forward conduction may be determined by an externally applied signal

5.4.2

non-controllable converter arm

converter arm in which the start of forward conduction is determined solely by the voltage applied to its terminals

5.5

by-pass path

low resistance path between the DC terminals of one or several bridges excluding the AC circuit

Note 1 to entry: The by-pass path may either constitute a unidirectional path, e.g. a by-pass arm (see 5.5.1), or a by-pass pair (see 5.5.2), or it may constitute a bidirectional path, e.g. a by-pass switch (see 9.30).

5.5.1

by-pass arm

unidirectionally conducting by-pass path connected only between DC terminals, commonly used with mercury arc valve technology

Note 1 to entry: By-pass arm is not shown in Figure 2.

5.5.2

by-pass pair

two converter arms of a bridge connected to a common AC terminal and forming a by-pass path

SEE: Figure 2.

5.6

commutation

transfer of current between any two paths with both paths carrying current simultaneously during this process

Note 1 to entry: Commutation may occur between any two converter arms, including the connected AC phases, between a converter arm and a by-pass arm, or between any two paths in the circuit.

5.6.1

line commutation

method of commutation whereby the commutating voltage is supplied by the AC system

5.7

commutating group

group of converter arms which commute cyclically and independently from other converter arms and where the commutations are normally not simultaneous

Note 1 to entry: In the case of a bridge, a commutating group is composed of the converter arms connected to a common DC terminal. In certain cases, e.g. when large currents and/or large commutation inductances are involved, the commutation in the two commutating groups belonging to the same bridge need not be independent.

SEE: Figure 2.

5.8

commutation inductance

total inductance included in the commutation circuit, in series with the commutating voltage

5.9

pulse number

p

characteristic of a converter connection expressed as the number of non-simultaneous symmetrical commutations occurring during one cycle of the AC line voltage

Note 1 to entry: The pulse number of a bridge converter connection defined in 5.3 is always $p = 6$.

5.10

commutation number

q

number of commutations during one cycle of the AC line voltage occurring in each commutating group

Note 1 to entry: In a bridge converter connection, each commutating group has a commutation number $q = 3$.

5.11

capacitor commutated converter

converter in which series capacitors are included between the converter transformer and the valves

SEE: Figure 13 a).

5.12

controlled series capacitor converter

converter in which series capacitors are inserted between the AC filter bus and the AC network

SEE: Figure 13 b).

5.13

commutating voltage

voltage which causes the current to commute

[SOURCE: IEC 60050-551:1998, 551-16-02]

5.14

controlled capacitor commutated converter

converter in which controlled series capacitors are included between the converter transformer and the valves

5.15**series capacitor converter**

converter in which fixed series capacitors are inserted between the AC filter bus and the AC network

6 Converter units and valves**6.1****converter unit**

indivisible operative unit comprising all equipment between the point of common coupling on the AC side (see 8.24) and the point of common coupling-DC side (see 8.25), essentially one or more converter bridges, together with one or more converter transformers, converter unit control equipment, essential protective and switching devices and auxiliaries, if any, used for conversion

SEE: Figure 3.

6.2**converter bridge**

equipment used to implement the bridge converter connection and the by-pass arm, if used

Note 1 to entry: The term "bridge" may be used to describe either the circuit connection or the equipment implementing that circuit (see 5.3).

6.2.1**anode/cathode valve commutating group**

equipment used to implement the converter arms of one commutating group of a bridge with interconnected anode/cathode terminals

6.3**valve**

complete operative controllable or non-controllable valve device assembly, normally conducting in only one direction (the forward direction), which can function as a converter arm in a converter bridge

6.3.1**single valve unit**

single structure comprising only one valve

6.3.2**multiple valve unit****MVU**

single structure comprising more than one valve

Note 1 to entry: Examples of multiple valve units are double valves, quadrivalves and octovalves with two, four and eight series-connected valves respectively.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

6.4**main valve**

valve in a converter arm

6.5**by-pass valve**

valve in a by-pass arm

6.6

thyristor module

part of a valve comprising a mechanical assembly of thyristors with their immediate auxiliaries but without valve reactors

Note 1 to entry: Thyristor modules may be elements in the construction of a valve, and/or be interchangeable for maintenance purposes.

6.7

reactor module

part of a valve, being a mechanical assembly of one or more reactors, used in some valve designs

Note 1 to entry: Reactor modules may be elements in the construction of a valve.

6.8

valve section

electrical assembly, comprising a number of thyristors and other components, which exhibits prorated electrical properties of a complete valve

Note 1 to entry: This term is mainly used to define a test object for valve testing purposes.

6.9

valve thyristor level

part of a valve comprising a thyristor, or thyristors connected in parallel, together with their immediate auxiliaries, and reactor, if any

6.10

valve support

part of the valve which mechanically supports and electrically insulates the active part of the valve from earth

Note 1 to entry: A part of a valve which is clearly identifiable in a discrete form to be a valve support may not exist in all designs of valves.

6.11

valve structure

structural components of a valve, required in order to physically support the valve modules

6.12

valve base electronics

VBE

electronic unit, at earth potential, providing the electrical to optical conversion between the converter control system and the valves

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

6.13

valve electronics

electronic circuits at valve potential(s) which perform control and protection functions for one or more thyristor levels

6.14

valve arrester

arrester connected across a valve

SEE: Figure 3.

6.15

converter unit arrester

arrester connected across the DC terminals of a converter unit

SEE: Figure 3.

6.16

converter unit DC bus arrester

arrester connected from the high-voltage DC bus of the converter unit to substation earth

SEE: Figure 3 and Figure 7.

6.17

midpoint DC bus arrester

arrester connected between the midpoint of the two 6-pulse bridges of a 12-pulse converter unit and substation earth

Note 1 to entry: In some HVDC substation designs, two twelve-pulse converter units are connected in series. In this case, the midpoint DC bus arrester at the upper twelve-pulse converter unit is not connected to the substation earth but to the high-voltage DC bus of the lower twelve-pulse converter unit.

SEE: Figure 7.

6.18

valve reactor

reactor(s) connected in series with the thyristors in a valve, for the purpose of limiting the rate of rise of current at turn-on and voltage during the off-state

Note 1 to entry: Valve reactors may be external to the entire valve or distributed within the valve.

6.19

converter transformer

transformer through which energy is transmitted from an AC system to one or more converter bridges or vice versa

SEE: Figure 3.

6.19.1

line side windings

converter transformer windings which are connected to the AC system

6.19.2

valve side windings

converter transformer windings which are connected to the AC terminals of one or more converter bridges

6.20

valve module

part of a valve comprising a mechanical assembly of thyristors with their immediate auxiliaries and valve reactor(s)

6.21

redundant levels

maximum number of series connected thyristor levels in a valve that may be short-circuited externally or internally during service without affecting the safe operation of the valve as demonstrated by type tests, and which if and when exceeded, would require shutdown of the valve to replace the failed levels or acceptance of increased risk of failures

6.22

valve anode terminal

valve terminal at which the forward current flows into the valve

6.23

valve cathode terminal

valve terminal at which the forward current flows out of the valve

7 Converter operating conditions

7.1

rectifier operation

rectification

mode of operation of a converter or an HVDC substation when energy is transferred from the AC side to the DC side

7.2

inverter operation

inversion

mode of operation of a converter or an HVDC substation when energy is transferred from the DC side to the AC side

7.3

forward direction

conducting direction

<of a valve> direction in which a valve is capable of conducting load current

7.4

reverse direction

non-conducting direction

<of a valve> reverse of the conducting direction

7.5

forward current

current which flows through a valve in the forward direction

7.6

reverse current

current which flows through a valve in the reverse direction

7.7

forward voltage

voltage applied between the anode and cathode terminals of a valve or an arm when the anode is positive with respect to the cathode

7.8

reverse voltage

voltage applied between the anode and cathode terminals of a valve or an arm when the anode is negative with respect to the cathode

7.9

conducting state

on-state

condition of a valve when the valve exhibits a low resistance

Note 1 to entry: The valve voltage for this condition is shown in Figure 6.

7.10

valve voltage drop

voltage which, during the conducting state, appears across the valve terminals

7.11

non-conducting state

blocking state

condition of a valve when all thyristors are turned off

7.11.1**forward blocking state****off-state**

non-conducting state of a controllable valve when forward voltage is applied between its main terminals

SEE: Figure 6.

7.11.2**reverse blocking state**

non-conducting state of a valve when reverse voltage is applied between its main terminals

SEE: Figure 6.

7.12**firing**

establishment of current in the forward direction in a valve

7.13**valve control pulse**

pulse which, during its entire duration, allows the firing of the valve

7.14**valve firing pulse**

pulse which initiates the firing of the valve, normally derived from the valve control pulse

7.15**converter blocking**

operation preventing further conversion by a converter by inhibiting valve control pulses

Note 1 to entry: This action may also include firing of a valve, or valves, selected to form a by-pass path.

7.16**converter deblocking**

operation permitting the start of conversion by a converter

7.17**valve blocking**

operation preventing further firing of a controllable valve

7.18**valve deblocking**

operation permitting firing of a controllable valve

7.19**phase control**

process of controlling the instant within the cycle at which forward current conduction in a controllable valve begins

7.20**trigger delay angle****firing delay angle**

α

time, expressed in electrical angular measure, from the zero crossing of the idealized sinusoidal commutating voltage to the starting instant of forward current conduction

SEE: Figure 4.

7.21 **trigger advance angle** **firing advance angle**

β

time, expressed in electrical angular measure, from the starting instant of forward current conduction to the next zero crossing of the idealized sinusoidal commutating voltage

Note 1 to entry: The advance angle β is related to the delay angle α by $\beta = \pi - \alpha$ (see Figure 4).

7.22 **overlap angle**

μ

duration of commutation between two converter arms, expressed in electrical angular measure

SEE: Figure 4 and Figure 5.

7.23 **extinction angle**

γ

time, expressed in electrical angular measure, from the end of current conduction to the next zero crossing of the idealized sinusoidal commutating voltage

Note 1 to entry: γ depends on the advance angle β and the overlap angle μ and is determined by the relation $\gamma = \beta - \mu$ (see Figure 4 and Figure 5).

7.24 **hold-off interval**

time from the instant when the forward current of a controllable valve has decreased to zero to the instant when the same valve is subjected to forward voltage

Note 1 to entry: Hold-off interval, when expressed in electrical angular measure, is commonly referred to as the extinction angle. However, the difference between the concepts of extinction angle and hold-off interval should be noted, as shown in Figure 5.

7.24.1 **critical hold-off interval**

minimum hold-off interval for which the inverter operation can be maintained

7.25 **conduction interval**

part of a cycle during which a valve is in the conducting state

SEE: Figure 6.

7.26 **blocking interval** **idle interval**

part of a cycle during which a valve is in the non-conducting state

SEE: Figure 6.

7.27 **forward blocking interval**

part of the blocking interval during which a controllable valve is in the forward blocking state

SEE: Figure 6.

7.28 **reverse blocking interval**

part of the blocking interval during which a valve is in the reverse blocking state

SEE: Figure 6.

7.29**false firing****misfiring**

firing of a valve at an unintended instant

7.30**firing failure**

failure to achieve firing of a valve during the entire forward voltage interval

7.31**commutation failure**

failure to commute the forward current from the conducting converter arm to the succeeding converter arm

7.32**short-circuit ratio****SCR**

ratio of the AC network short-circuit level (in MVA) at 1 p.u. voltage at the point of connection to the HVDC substation AC bus, to the rated DC power of the HVDC substation (in MW)

Note 1 to entry: The present definition of SCR differs from the definition given in IEC 60146-1-1.

7.33**effective short-circuit ratio****ESCR**

ratio of the AC network short-circuit level (in MVA) at 1 p.u. voltage at the point of connection to the HVDC substation AC bus, reduced by the reactive power of the shunt capacitor banks and AC filters connected to this point (in Mvar), to the rated DC power of the HVDC substation (in MW)

7.34**triggering****gating**

control action to achieve firing of a valve or an individual thyristor

7.35**operating state**

condition in which the HVDC substation is energized and the converters are operating at non-zero active or reactive power output at the point of common coupling (PCC) to the AC network

7.36**blocked state**

condition in which all valves of the converter unit are blocked

7.37**valve voltage**

difference in voltage between the valve anode terminal and valve cathode terminal

8 HVDC systems and substations

8.1**HVDC system**

electrical power system which transfers energy in the form of high-voltage direct current between two or more AC buses

8.2

HVDC transmission system

HVDC system which transfers energy between two or more geographic locations

8.2.1

two-terminal HVDC transmission system

HVDC transmission system consisting of two HVDC substations and the connecting HVDC transmission line(s)

SEE: Figure 8.

8.2.2

multiterminal HVDC transmission system

MTDC

HVDC transmission system consisting of more than two separated HVDC substations and the interconnecting HVDC transmission lines

SEE: Figure 9 and Figure 10.

8.2.3

HVDC back-to-back system

HVDC system which transfers energy between AC buses at the same location

8.3

unidirectional HVDC system

HVDC system for the transfer of energy in only one direction

Note 1 to entry: Most HVDC systems are inherently bidirectional. However, some systems may be optimized to transmit power in only one preferred direction. Such systems may still be considered as "bidirectional".

8.4

bidirectional HVDC system

HVDC system for the transfer of energy in either direction

Note 1 to entry: A multiterminal HVDC system is bidirectional if one or more substations are bidirectional.

8.5

HVDC system pole

part of an HVDC system consisting of all the equipment in the HVDC substations and the interconnecting transmission lines, if any, which during normal operation exhibit a common direct voltage polarity with respect to earth

SEE: Figure 8.

8.6

HVDC system bipole

part of an HVDC system consisting of two independently operable HVDC system poles, which during normal operation, exhibit opposite direct voltage polarities with respect to earth

8.7

symmetrical monopole

part of an HVDC system consisting of all the equipment in the HVDC substations and the interconnecting transmission lines, if any, which during normal operation exhibits equal and opposite direct voltage polarities with respect to earth but without series connection of converters in each converter station

Note 1 to entry: The term "symmetrical monopole" is used even though there are two polarities with DC voltages, because with only one converter it is not possible to provide the redundancy which is normally associated with the term "bipole".

8.8**bipolar HVDC system**

HVDC system with two poles of opposite polarity with respect to earth

Note 1 to entry: The overhead lines, if any, of the two poles may be carried on common or separate towers.

SEE: Figure 8.

8.9**rigid DC current bipolar system**

bipolar HVDC system without neutral connection between both converter stations

Note 1 to entry: Since only two (pole) conductors exist, no unbalance current between both poles is possible. In case of interruption of power transfer of one converter pole, the current of the other pole has to be interrupted as well (at least for a limited time to allow reconfiguration of the DC circuit).

8.10**monopolar HVDC system****asymmetric HVDC system**

HVDC system with only one pole

8.11**symmetrical monopolar HVDC system**

HVDC system with only one symmetrical monopole

8.12**HVDC substation****HVDC converter station**

part of an HVDC system which consists of one or more converter units installed in a single location together with buildings, reactors, filters, reactive power supply, control, monitoring, protective, measuring and auxiliary equipment

Note 1 to entry: An HVDC substation forming part of an HVDC transmission system may be referred to as an HVDC transmission substation.

SEE: Figure 7.

8.12.1**HVDC tapping substation**

HVDC substation, mainly used for inversion, with a rating which is a small fraction of that of the rectifier(s) in the system

8.13**HVDC substation bipole**

part of a bipolar HVDC system contained within a substation

8.14**HVDC substation pole**

part of an HVDC system pole which is contained within a substation

SEE: Figure 8.

8.15**HVDC transmission line**

part of an HVDC transmission system consisting of a system of overhead lines and/or cables

Note 1 to entry: The HVDC transmission lines are terminated in HVDC substations (see Figure 8).

8.16**HVDC transmission line pole**

part of an HVDC transmission line which belongs to the same HVDC system pole

8.17

earth electrode

array of conducting elements placed in the earth, or the sea, which provides a low resistance path between a point in the DC circuit and the earth and is capable of carrying continuous current for some extended period

Note 1 to entry: An earth electrode may be located at a point some distance from the HVDC substation.

Note 2 to entry: Where the electrode is placed in the sea it may be termed a sea electrode.

SEE: Figure 7.

8.18

earth electrode line

insulated line between the HVDC substation DC neutral bus and the earth electrode

SEE: Figure 7.

8.19

earth return

operation mode in which the return current path between neutrals of the HVDC substations is through the earth

8.20

metallic return

operation mode in which the return current path between neutrals of the HVDC substations is through a dedicated conductor

Note 1 to entry: The metallic return conductor may be either a dedicated neutral conductor or another high voltage conductor.

8.21

series converter configuration

converter configuration which consists of two or more converters connected in series on the DC side and located in the same substation and connected to the same AC and DC transmission system

8.22

unitary connection

HVDC system where only one generator is directly connected to an HVDC system through a specific converter and without any other AC component except for an assigned step-up transformer

8.23

isolated generating system

HVDC system in which several generators are directly connected to one HVDC converter through one or more specifically assigned step-up transformers but without any other AC network connection

8.24

point of common coupling

PCC

point of interconnection of the HVDC converter station to the adjacent AC system

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

8.25

point of common coupling-DC side

PCC-DC

point of interconnection of the HVDC converter station to the DC transmission line

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

9 HVDC substation equipment

9.1

AC harmonic filter

filter designed to reduce the harmonic voltage at the AC bus and the flow of harmonic current into the associated AC system and to prevent amplification of background harmonics on the AC system

SEE: Figure 7.

9.2

DC smoothing reactor

reactor connected in series with a converter unit or converter units on the DC side for the primary purpose of smoothing the direct current and reducing current transients

SEE: Figure 7.

9.3

smoothing reactor arrester

arrester connected between the terminals of a smoothing reactor

SEE: Figure 7.

9.4

DC harmonic filter

filter which, in conjunction with the DC reactor(s) and with the DC surge capacitor(s), if any, serves the primary function of reducing (current or voltage) ripple on the HVDC transmission line and/or earth electrode line

SEE: Figure 7.

9.5

main DC filter capacitor

high voltage DC filter capacitor which is exposed to a substantial DC voltage

9.6

main AC filter capacitor

high voltage AC filter capacitor which is exposed to most of the system fundamental frequency voltage

9.7

auxiliary filter capacitor

LV filter capacitor

capacitor in an AC or DC filter, not generally stressed by high DC or fundamental frequency voltage, which acts with other components to provide an impedance tuned to a particular harmonic or multiple harmonics.

9.8

filter resistor

power resistor forming part of some types of harmonic filter bank and connected in parallel and/or series with the LV filter capacitors and/or filter reactors, usually at the neutral side of the filter

9.9

resistor element

single part of resistor, which cannot be divided into smaller parts (such as a grid, a mat, a spring coil, etc. depending on the technology)

9.10

bank of resistor elements

mechanical assembly of several single elements electrically connected together, plus a mechanical structure, insulating parts, terminals, etc.

9.11

resistor module

part of the resistor in one an enclosure (if applicable)

9.12

filter reactor

power reactor forming part of a harmonic filter bank, responsible (together with the LV filter capacitors, where used) for defining the tuned frequency(ies) of the filter bank

9.13

DC damping circuit

combination of circuit elements which serve to reduce voltage transients and/or change resonance conditions on the DC line

Note 1 to entry: DC damping circuits are no longer commonly used on HVDC schemes.

SEE: Figure 7.

9.14

DC surge capacitor

capacitor array connected between the DC line and the substation earth (directly or indirectly) to serve the primary function of reducing the amplitude and steepness of lightning surges applied to the substation equipment

Note 1 to entry: DC surge capacitors are no longer commonly used on HVDC schemes.

SEE: Figure 7.

9.15

DC bus arrester

arrester connected between the DC bus (at a point between the DC reactor and the DC line disconnector) and the substation earth

SEE: Figure 7.

9.16

DC line arrester

arrester connected between an HVDC line (at an HVDC substation) and substation earth

SEE: Figure 7.

9.17

HVDC substation earth

array of conducting elements which provides a low impedance path from the earthed parts of the equipment in the HVDC substation to earth and which is capable of carrying high surge currents of momentary duration

SEE: Figure 7.

9.18

DC neutral bus capacitor

capacitor array connected between the DC neutral bus and the substation earth

SEE: Figure 7.

9.19**DC neutral bus arrester**

arrester connected between the DC neutral bus and the substation earth

SEE: Figure 7.

9.20**high-speed DC switch**

type of switchgear used on an HVDC scheme, required to open or close rapidly (< 1 s), including in some cases the need to commutate load current into a parallel conducting path, but with no requirement to interrupt fault or load current

Note 1 to entry: DC switchgear is usually based on a single-phase unit of an AC circuit-breaker, appropriately modified for their DC applications. Their capabilities to perform faster opening and closing than disconnect switches are used but the function of breaking short-circuit currents is not required.

9.21**DC commutation switch**

type of high-speed DC switch specifically designed to commutate load current into an alternative parallel current path

9.22**metallic return transfer breaker****MRTB****metallic return transfer switch****MRTS**

DC commutation switch used to transfer DC current from an earth return path to a metallic return path

Note 1 to entry: Although the term "metallic return transfer breaker" has been widely used in the industry for many years, it is misleading since such switches have no ability to interrupt fault current.

SEE: Figure 7.

9.23**earth return transfer breaker****ERTB****earth return transfer switch****ERTS**

DC commutation switch used to transfer DC current from a metallic return path to an earth return path

Note 1 to entry: In some applications, this function is performed by a by-pass switch (see Figure 3).

Note 2 to entry: Although the term "earth return transfer breaker" has been widely used in the industry for many years, it is misleading since such switches have no ability to interrupt fault current.

SEE: Figure 7.

9.24**AC high frequency filter****AC HF filter**

filter on the AC side of a converter, designed to prevent converter-generated high frequency (HF) harmonics from penetrating into the AC system

9.25**DC high frequency filter****DC HF filter**

filter on the DC side of a converter, designed to prevent converter-generated high frequency (HF) harmonics from penetrating into the DC system

Note 1 to entry: DC high frequency filters may be located at the high-voltage or low-voltage (neutral) terminals of the converter.

9.26

neutral bus switch

NBS

DC commutation switch connected in series with the neutral bus on a bipolar HVDC scheme, designed to commutate current out of the pole conductor or neutral bus and into the electrode line or dedicated metallic return conductor or earth in response to a fault in a converter or neutral bus

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

9.27

neutral bus grounding switch

NBGS

neutral bus earthing switch

NBES

DC commutation switch connected from the neutral bus to the station earth mat on a bipolar HVDC scheme, designed to provide a temporary earth connection in the event of an open-circuit fault on the electrode line until the imbalance of current between the two poles can be reduced to a safe minimum level or the electrode line connection can be restored

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

9.28

converter paralleling switch

CPS

high-speed DC switch connected in series with each converter at the high-voltage DC terminal in HVDC schemes where two or more converters are connected in parallel onto a common pole conductor, designed to allow additional converter(s) to be connected in parallel or disconnected without affecting the load current in the other converter

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

9.29

line paralleling switch

LPS

DC commutation switch placed in series with one or more high-voltage pole conductors, allowing two or more lines to be connected in parallel or to revert to single-line operation while conducting load current

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

9.30

by-pass switch

BPS

high-speed DC switch connected across each converter valve group in HVDC schemes using more than one independent converter per pole, designed to close rapidly to bypass a converter group that is being taken out of service and commutate the current back into a valve group that is being taken back in service.

Note 1 to entry: A by-pass switch may also be used for prolonged shunting of the bridge(s).

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

SEE: Figure 3.

10 Modes of control

10.1

control mode

manner in which a converter unit, pole, or HVDC substation is controlled in order to maintain one or more electrical quantities at desired values

Note 1 to entry: The desired values may change with time or as a function of measured quantities and defined priorities.

10.2

DC voltage control mode

control of the DC voltage in an HVDC substation

10.3

current control mode

control of the DC current in an HVDC system

10.4

active power control mode

control of the active power flow exchanged between an HVDC substation and the connected AC network

10.5

reactive power control mode

control of the reactive power exchanged between a converter unit, or HVDC substation and the connected AC network

10.6

frequency control mode

control of the frequency of the connected AC network by varying the active power exchanged between an HVDC substation and the connected AC network

10.7

damping control mode

supplementary control mode providing the damping of power oscillations in one or more connected AC networks

10.8

AC voltage control mode

control of the AC voltage of the AC network connected to an HVDC substation

10.9

islanded network operation mode

control mode in which the HVDC substation is connected to an islanded AC network

10.10

SSTI damping control mode

supplementary control mode providing the damping of critical frequencies of an (electrical) nearby generator

11 Control systems

11.1

HVDC control system

function of, or the equipment used for, controlling, monitoring or protection of main plant equipment, such as circuit breakers, valves, converter transformers and their tap changers, forming part of an HVDC system

Note 1 to entry: An example illustrating a typical HVDC control system hierarchy is shown in Figure 12.

11.2

HVDC system control

control system which governs the operation of an entire HVDC system consisting of more than one HVDC substation and performs those functions of controlling, monitoring and protection which require information from more than one substation

SEE: Figure 12.

11.2.1

multiterminal control

HVDC system control for more than two HVDC substations

11.3

HVDC master control

general concept for control coordination of an HVDC system

Note 1 to entry: The HVDC master control may be implemented at the bipole and/or pole level.

11.4

HVDC system bipole control

control system of a bipole

SEE: Figure 12.

11.5

HVDC system pole control

control system of a pole

Note 1 to entry: When the HVDC system has no bipole(s) but one or more poles, the pole control interfaces with the HVDC system control.

SEE: Figure 12.

11.6

HVDC substation control

control system used for the controlling, monitoring and protection within an HVDC substation

Note 1 to entry: HVDC substation control may be implemented at the bipole and/or pole level and may be referred to as local control.

11.6.1

HVDC substation bipole control

control system of a substation bipole

SEE: Figure 12.

11.6.2

HVDC substation pole control

control system of a substation pole

SEE: Figure 12.

11.7

converter unit control

control system used for the controlling, monitoring and protection of a single converter unit

SEE: Figure 12.

11.7.1**converter unit sequence control**

part of the converter unit control which co-ordinates the operation of the converter unit firing control, transformer tap changer control, monitoring and protection, and which controls the sequence of action during any change in the operating conditions of the associated converter unit

11.7.2**converter unit firing control**

part of the converter unit control for timing the intended firing of the valves

11.7.3**converter unit tap changer control**

part of the converter unit control for controlling the converter transformer tap changers

11.7.4**converter unit monitoring**

part of the converter unit control which monitors electrical, mechanical and thermal quantities

11.7.5**converter unit protection**

part of the converter unit control which initiates action to protect components of the associated converter unit against damage due to abnormal electrical, mechanical or thermal conditions

11.8**valve control unit****VCU**

electronic unit, at earth potential, providing the control and protection functions for individual valves

Note 1 to entry: VBE and VCU functions could be combined in one unit.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

11.8.1**valve control firing**

part of the valve control which initiates valve firing

11.8.2**valve control monitoring**

part of the valve control which monitors valve status

11.8.3**valve control protection**

part of the valve control which protects the valve by initiating, or disabling valve firing

11.9**integrated AC/DC system control**

control system which governs the integrated operation of AC and HVDC systems of a power system

Note 1 to entry: This control system is under the responsibility of the system operator.

12 Control functions

12.1

equal delay angle control individual phase control

method of controlling separately the valve control pulses for each valve by timing from the zero crossings of the commutation voltages

12.2

equidistant firing control

method of controlling the valve control pulses whereby, in steady state, the delay between a control pulse and the previous control pulse is equal for all valves, irrespective of unbalance or distortion in the commutating voltages

12.3

α control

control of the delay angle between a minimum and maximum, determined by the design, to implement a control mode

12.4

minimum α control

control of the delay angle to prevent it from decreasing below a set minimum value

12.5

γ control

control of the extinction angle between a minimum and maximum, determined by the design, to implement a control mode at an inverter

12.6

minimum γ control

control of the extinction angle to prevent it from decreasing below a set minimum value

12.7

control order

reference value of a desired controlled quantity, in a control mode

12.7.1

DC current control order

reference value of the current to the DC current regulator

SEE: Figure 11.

12.7.2

DC voltage control order

reference value of the voltage to a voltage regulator

SEE: Figure 11.

12.8

current margin

in an HVDC pole with two ends, difference between the current order at the rectifier and the inverter

Note 1 to entry: The rectifier always has a higher current order than the inverter in a two-terminal HVDC transmission system.

SEE: Figure 11.

12.9**voltage dependent current order limit****VDCOL**

limitation of the current order as a function of the DC voltage

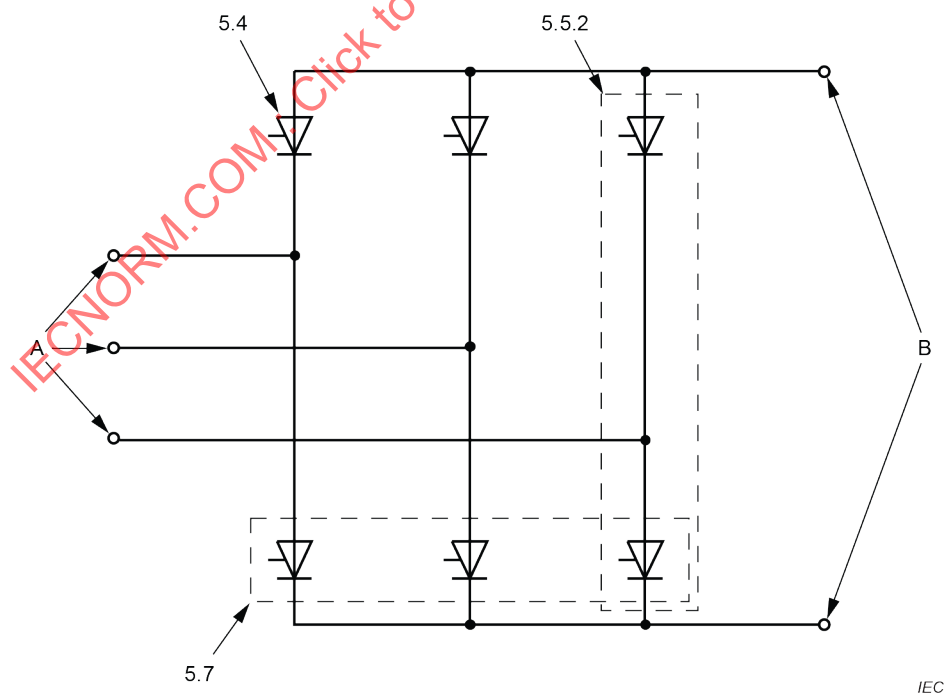
12.10**pole current balancing**

control action to balance the currents in the two poles of a bipole system, in order to limit the amplitude of the differential current that flows between the neutrals of the HVDC system

No.	Symbol	Description
1		Non-controllable valve or arm
2		Controllable valve or arm
3		Non-controllable bridge
4		Controllable bridge

NOTE 1 Symbols 2 and 4 are used to represent the general meaning of valve, arm, or bridge, irrespective of controllability.

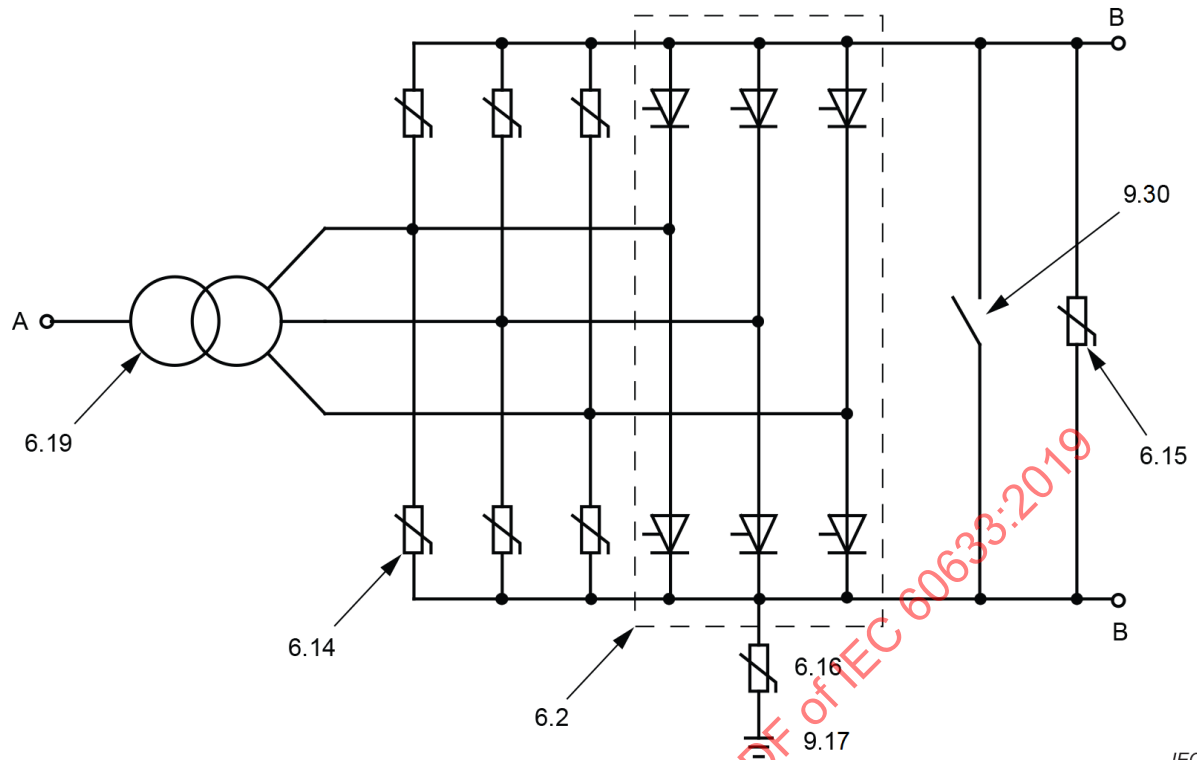
NOTE 2 The above symbols are irrespective of the type of device of which a valve, arm, or bridge is composed.

Figure 1 – Graphical symbols**Key**

A AC terminals
B DC terminals
5.4 Converter arm or valve

5.5.2 By-pass pair
5.7 Commutating group

Figure 2 – Bridge converter connection

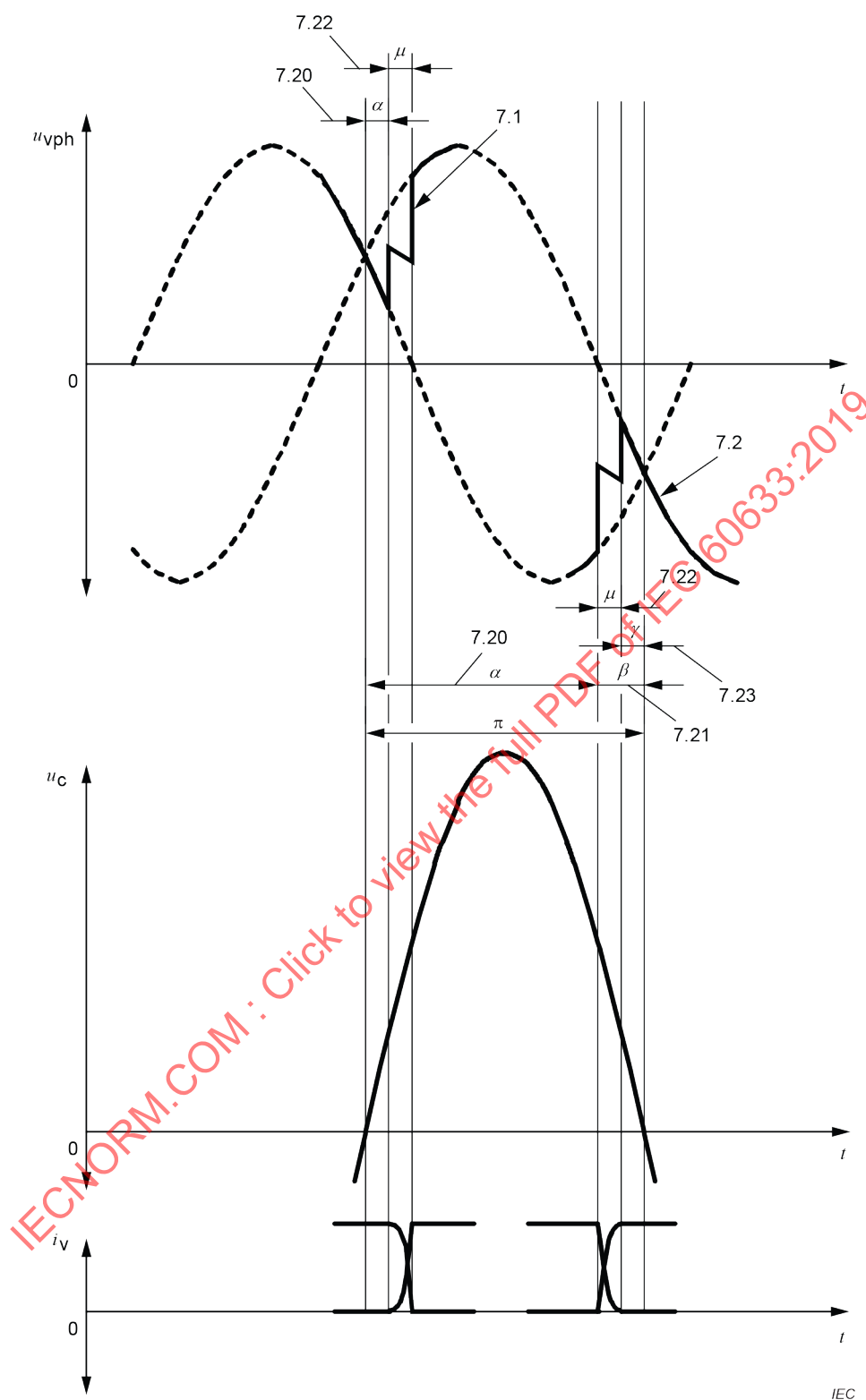


IEC

Key

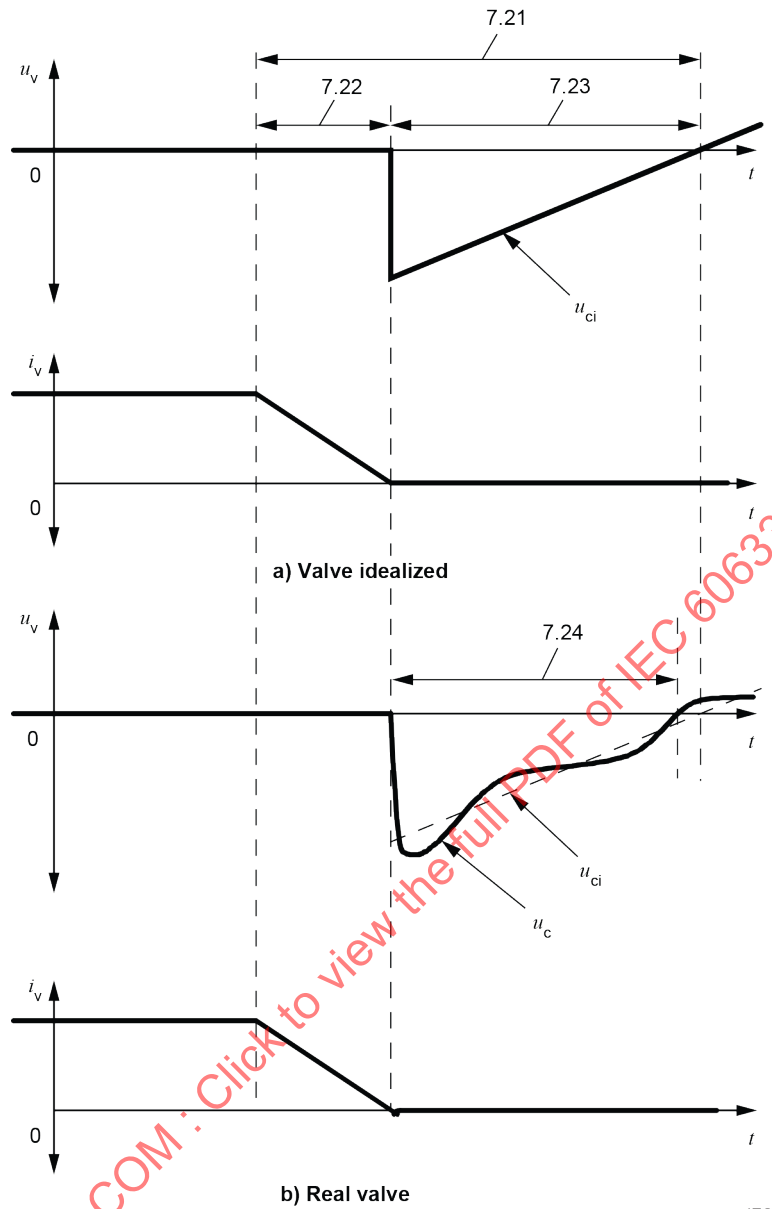
A	AC terminals	6.16	Converter unit DC bus arrester
B	DC terminals	6.19	Converter transformer
6.2	Bridge	9.30	By-pass switch
6.14	Valve arrester	9.17	Substation earth
6.15	Converter unit arrester		

Figure 3 – Example of a converter unit

**Key**

u_{vph}	Phase voltage	7.2	Inverter operation
u_c	Commutating voltage	7.20	Delay angle α
i_v	Valve currents	7.21	Advance angle β
t	Time	7.22	Overlap angle μ
7.1	Rectifier operation	7.23	Extinction angle γ

Figure 4 – Commutation process at rectifier and inverter modes of operation

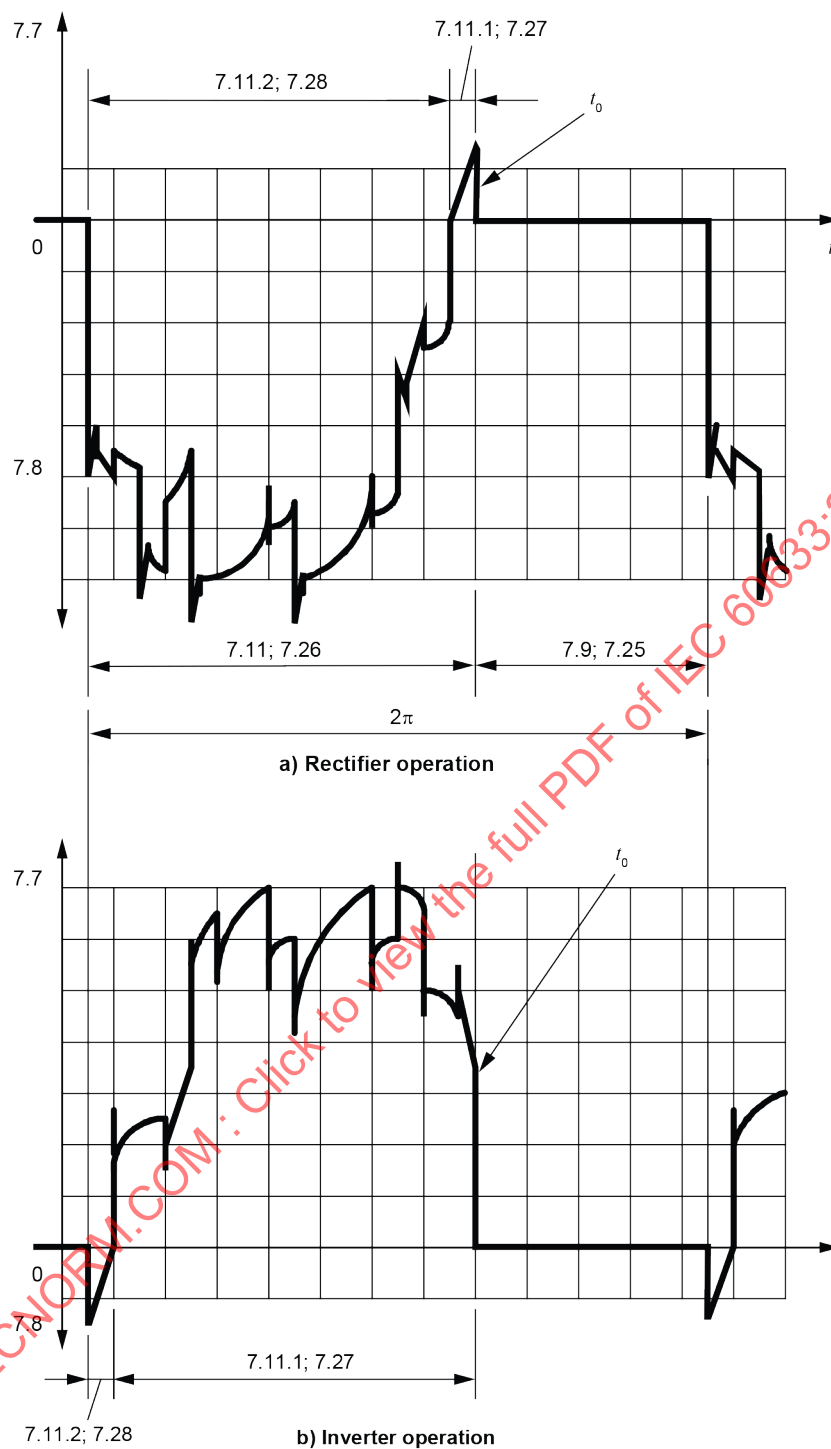


IEC

Key

u_v	Voltage across outgoing valve	7.21	Advance angle β
i_v	Current in outgoing valve	7.22	Overlap angle μ
u_{ci}	Idealized commutating voltage	7.23	Extinction angle γ
u_c	Actual commutating voltage	7.24	Hold-off interval
t	Time		

Figure 5 – Illustrations of commutation in inverter operation

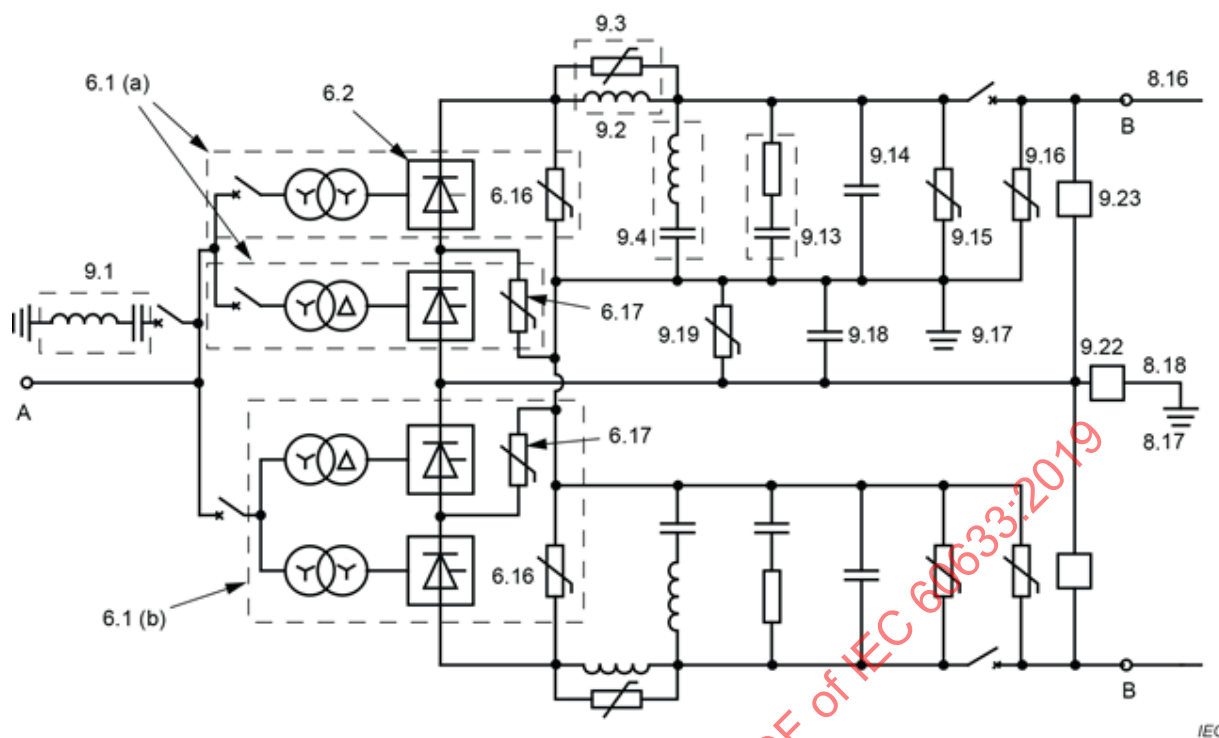


IEC

Key

t	Time	7.11	Non-conducting state
t_0	Firing instant	7.11.1	Forward blocking state
7.7	Forward voltage	7.11.2	Reverse blocking state
7.8	Reverse voltage	7.25	Conduction interval
7.9	Conducting state	7.26	Blocking interval
		7.27	Forward blocking interval
		7.28	Reverse blocking interval

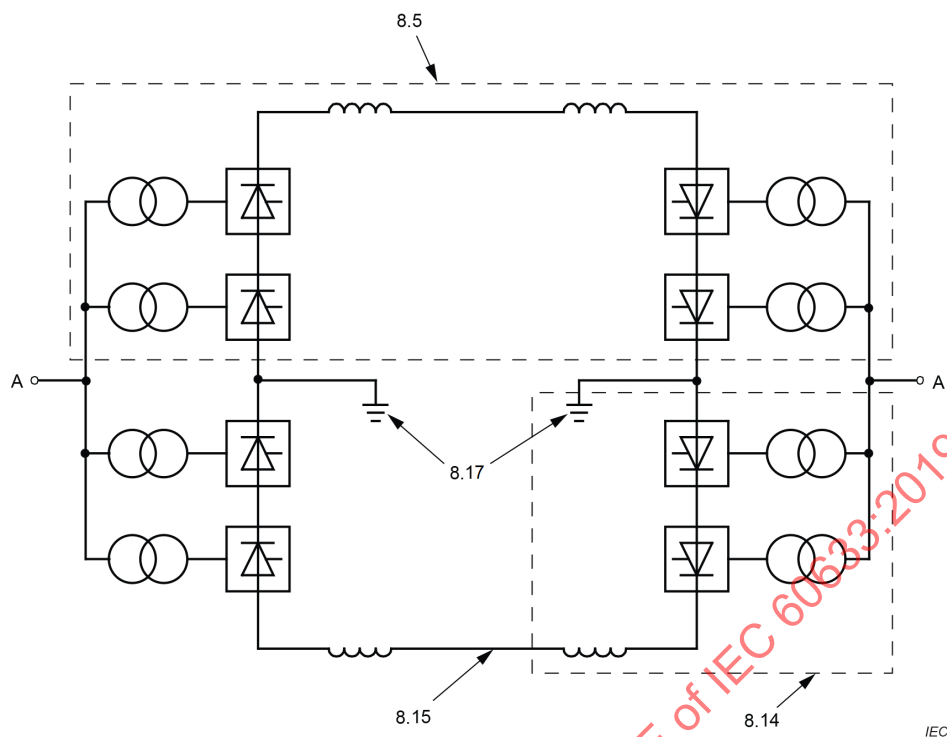
Figure 6 – Typical valve voltage waveforms



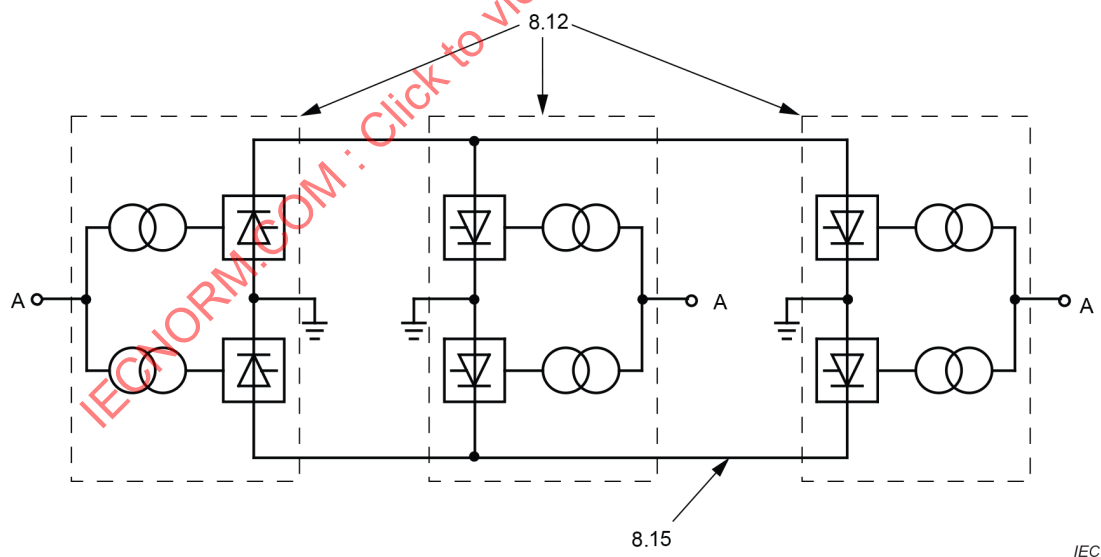
Key

A	AC system	9.3	Smoothing reactor arrester
B	DC terminal	9.4	DC filter
6.1 (a)	Converter unit ($p = 6$)	9.13	DC damping circuit
6.1 (b)	Converter unit ($p = 12$)	9.14	DC surge capacitor
6.2	Converter bridge	9.15	DC bus arrester
6.16	Converter unit DC bus arrester	9.16	DC line arrester
6.17	Midpoint DC bus arrester	9.17	Substation earth
8.16	HVDC transmission line pole	9.18	DC neutral bus surge capacitor
8.17	Earth electrode	9.19	DC neutral bus arrester
8.18	Earth electrode line	9.22	Metallic return transfer breaker (MRTB)
9.1	AC filter	9.23	Earth return transfer breaker (ERTB)
9.2	DC smoothing reactor		

Figure 7 – Example of an HVDC substation

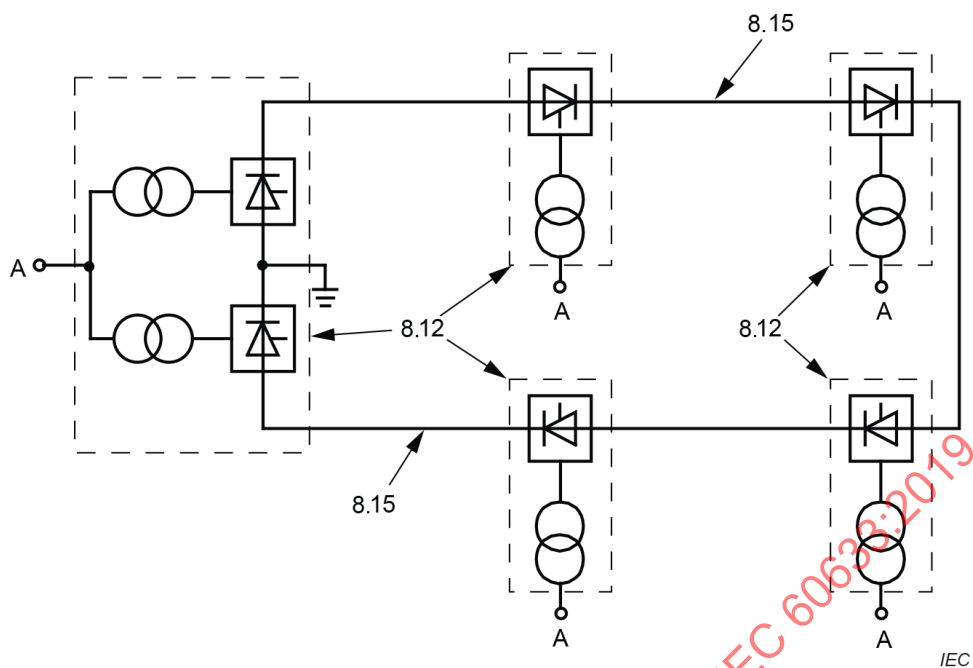
**Key**

A	AC system	8.15	HVDC transmission line
8.5	HVDC system pole	8.17	Earth electrodes
8.14	HVDC substation pole		

Figure 8 – Example of bipolar two-terminal HVDC transmission system**Key**

A	AC system
8.12	HVDC substations
8.15	HVDC transmission line

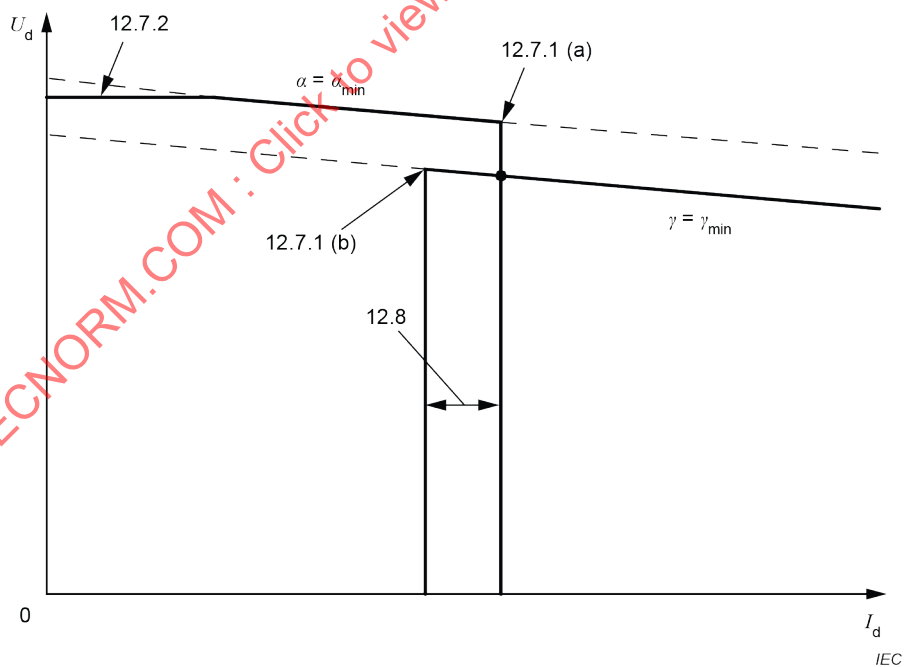
Figure 9 – Example of a multiterminal bipolar HVDC transmission system with parallel connected HVDC substations



Key

- A AC system
- 8.12 HVDC substations
- 8.15 HVDC transmission line

Figure 10 – Example of a multiterminal HVDC transmission system with series connected HVDC substations

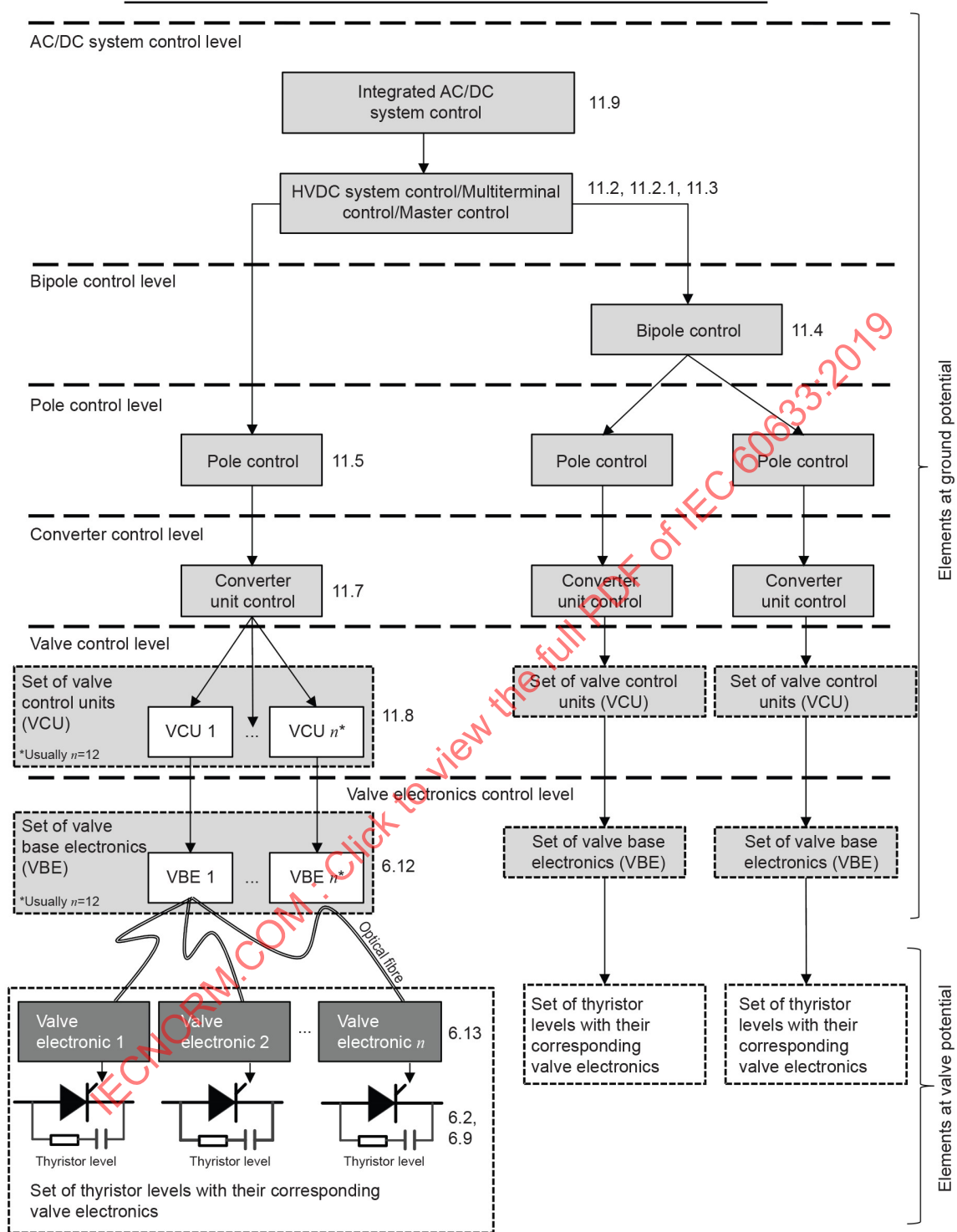


Key

- U_d Direct voltage
- I_d Direct current
- 12.7.1 (a) Current order (rectifier)
- 12.7.1 (b) Current order (inverter)
- 12.7.2 Voltage order (rectifier)
- 12.8 Current margin

Figure 11 – Simplified steady-state voltage-current characteristic of a two-terminal HVDC system

Hierarchical structure of an HVDC control system

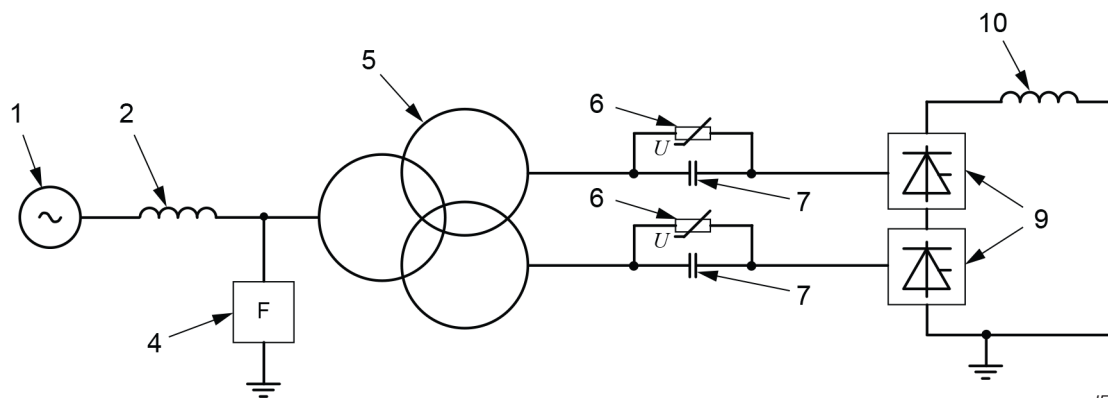


IEC

Key

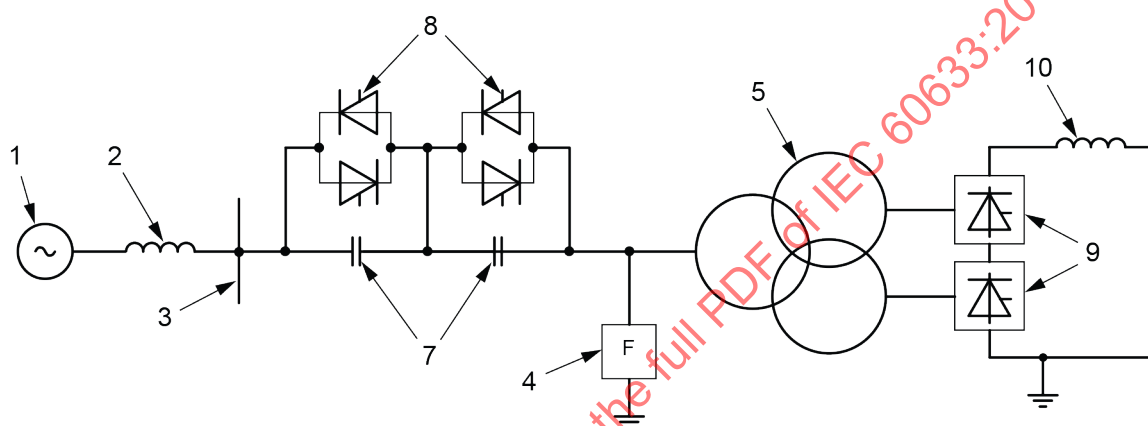
6.2	Converter bridge	11.3	HVDC master control
6.9	Valve thyristor levels	11.4	HVDC system bipole control
6.12	Valve base electronics	11.5	HVDC system pole control
6.13	Valve electronics	11.7	Converter unit control
11.2	HVDC system control	11.8	Valve control unit
11.2.1	Multiterminal control	11.9	Integrated AC/DC system control

Figure 12 – Hierarchical structure of an HVDC control system



IEC

a) Capacitor commutated converter (CCC)



IEC

b) Controlled series capacitor converter (CSCC)

Key

1	AC system electromotive force (e.m.f.)	6	Overvoltage limiter
2	AC system impedance	7	Capacitor
3	AC system bus	8	Thyristors
4	AC filters	9	Converter bridges
5	Converter transformer	10	DC reactor

Figure 13 – Capacitor commutated converter configurations

Bibliography

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050-421, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 421: Power transformers and reactors* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-436, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 436: Power capacitors* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-521, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 521: Semiconductor devices and integrated circuits* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-551, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 551: Power electronics* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-601, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-614:2016, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 614: Generation, transmission and distribution of electricity - Operation*

IEC 60050-605, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 605: Generation, transmission and distribution of electricity – Substations* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60076 (all parts), *Power transformers*

IEC 60099 (all parts), *Surge arresters*

IEC 60146-1-1, *Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters – Part 1-1: Specification of basic requirements*

IEC TR 60146-1-2:2011, *Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters – Part 1-2: Application guide*

IEC 60146-1-3:1991, *Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters – Part 1-3: Transformers and reactors*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60700-2, *Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission – Part 2: Terminology*

IEC 60747-6:2016, *Semiconductor devices – Part 6: Discrete devices – Thyristors*

IEC TR 60919-1:2010, *Performance of high-voltage direct current (HVDC) systems with line-commutated converters – Part 1: Steady-state conditions*

IEC TR 60919-1:2010/AMD1:2013

IEC TR 60919-1:2010/AMD2:2017

IEC TR 60919-2:2008, *Performance of high-voltage direct current (HVDC) systems with line-commutated converters – Part 2: Faults and switching*

IEC TR 60919-2:2008/AMD1:2015

IEC TR 60919-3:2009, *Performance of high-voltage direct current (HVDC) systems with line-commutated converters – Part 3: Dynamic conditions*

IEC TS 63014-1:2018, *High-voltage direct current (HVDC) power transmission – System requirements for DC-side equipment, Part 1: Using line-commutated converters*

CIGRE Technical Brochure JWG A3/B4-34, *Technical Requirements and Specifications Of State-Of-The-Art HVDC Switching Equipment*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60633:2019

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60633:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	41
1 Domaine d'application	43
2 Références normatives	43
3 Symboles et abréviations	43
3.1 Symboles littéraux	43
3.2 Indices	44
3.3 Abréviations	44
4 Symboles graphiques	44
5 Termes généraux relatifs aux circuits de conversion	44
6 Unités de conversion et valves	47
7 Conditions de fonctionnement du convertisseur	50
8 Systèmes et postes CCHT	54
9 Équipements des postes CCHT	57
10 Modes de réglage	61
11 Systèmes de commande	62
12 Fonctions de commande	64
Bibliographie	76
Figure 1 – Symboles graphiques	66
Figure 2 – Schéma convertisseur en pont	66
Figure 3 – Exemple d'une unité de conversion	67
Figure 4 – Commutation pendant le fonctionnement en redresseur et en onduleur	68
Figure 5 – Représentations de la commutation pendant le fonctionnement en onduleur	69
Figure 6 – Courbes caractéristiques de tension aux bornes d'une valve	70
Figure 7 – Exemple d'un poste à CCHT	71
Figure 8 – Exemple d'un système de transport CCHT bipolaire à deux extrémités	72
Figure 9 – Exemple d'un système de transport CCHT bipolaire à extrémités multiples avec les postes CCHT connectés en parallèle	72
Figure 10 – Exemple d'un système de transport CCHT à extrémités multiples avec les postes CCHT connectés en série	73
Figure 11 – Caractéristique courant-tension simplifiée en régime établi d'un système CCHT à deux extrémités	73
Figure 12 – Structure hiérarchique d'un système de commande CCHT	74
Figure 13 – Configurations de convertisseurs à condensateurs commutés	75

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TRANSPORT D'ÉNERGIE EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION
(CCHT) – VOCABULAIRE****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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 60633 a été établie par le sous-comité 22F: Électronique de puissance pour les réseaux électriques de transport et de distribution, du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1998, l'Amendement 1:2009 et l'Amendement 2:2015. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) 40 termes et définitions ont été modifiés et 31 nouveaux termes et définitions ont été ajoutés principalement pour les unités de conversion et les valves, les conditions de fonctionnement du convertisseur, les systèmes et postes CCHT et les équipements des postes CCHT;

- b) une nouvelle Figure 13 portant sur les configurations à convertisseurs commutés a été ajoutée.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
22F/480/CDV	22F/491A/RVC

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

Le contenu du corrigendum de février 2020 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60633:2019

TRANSPORT D'ÉNERGIE EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT) – VOCABULAIRE

1 Domaine d'application

Le présent document définit les termes relatifs aux systèmes de transport de puissance en courant continu à haute tension (CCHT), et aux postes CCHT utilisant des convertisseurs électroniques de puissance pour la conversion du courant alternatif en courant continu ou inversement.

Le présent document est applicable aux postes CCHT avec des convertisseurs commutés par le réseau, fondés le plus souvent sur le schéma en pont triphasé (deux voies) (voir Figure 2) dans lequel des valves électroniques unidirectionnelles, comme les valves à semiconducteurs, sont utilisées. Pour les valves à thyristors, seules les définitions les plus importantes sont incluses dans le présent document. Une liste plus complète de la terminologie des valves CCHT est donnée dans l'IEC 60700-2.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Symboles et abréviations

Cette liste ne comporte que les symboles les plus fréquemment utilisés. Des listes plus complètes des symboles adoptés pour les convertisseurs statiques se trouvent dans l'IEC 60027 (toutes les parties) et les autres normes indiquées dans la Bibliographie.

3.1 Symboles littéraux

U_d	tension continue (toute valeur définie)
U_{d0}	tension continue nominale à vide
U_{di0}	tension continue fictive à vide (ou idéale)
U_{dN}	tension continue assignée
U_L	tension entre phases côté réseau du transformateur du convertisseur, valeur efficace tenant compte des harmoniques
U_{LN}	valeur assignée de U_L
U_{v0}	tension à vide entre phases, côté valve du transformateur, valeur efficace à l'exclusion des harmoniques
I_d	courant continu (toute valeur définie)
I_{dN}	courant continu assigné
I_L	courant côté réseau du transformateur du convertisseur, valeur efficace tenant compte des harmoniques
I_{LN}	valeur assignée de I_L
I_v	courant côté valve du transformateur, valeur efficace tenant compte des harmoniques
α	angle de retard de l'ordre d'amorçage
β	angle d'avance de l'ordre d'amorçage
γ	angle d'extinction

μ	angle d'empiétement
p	indice de pulsation
q	indice de commutation

3.2 Indices

0 (zéro)	à vide
N	valeur assignée ou à la charge assignée
d	courant ou tension continu(e)
i	idéal
L	côté réseau du transformateur du convertisseur
v	côté valve du transformateur du convertisseur
max	maximal
min	minimal
n	relatif à la composante harmonique de rang n

3.3 Abréviations

Les abréviations suivantes s'écrivent toujours en majuscules et sans points.

CCHT	courant continu à haute tension
MVU	multiple valve (unit) (ensemble à valves multiples) (voir 6.3.2)
RCC	rapport de court-circuit (voir 7.32)
RCCE	rapport de court-circuit efficace (voir 7.33)
CCMT	système de transport CCHT multiterminal (voir 8.2.2)
DTRM	disjoncteur de transfert du retour métallique (voir 9.22)
DTRT	disjoncteur de transfert du retour par la terre (voir 9.23)
LCCDT	limitation de la consigne de courant dépendant de la tension (voir 12.9)
ITHS	interaction torsionnelle hyposynchrone (voir 10.10)

4 Symboles graphiques

La Figure 1 représente les symboles graphiques spéciaux qui sont donnés uniquement pour les besoins du présent document. Des listes plus complètes des symboles graphiques adoptés pour les convertisseurs statiques se trouvent dans l'IEC 60617.

5 Termes généraux relatifs aux circuits de conversion

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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:

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

NOTE Des listes plus complètes des termes adoptés pour les convertisseurs statiques se trouvent dans l'IEC 60050-551 et l'IEC 60146-1-1.

5.1 conversion

<CCHT> transfert de la puissance de courant alternatif en courant continu ou inversement, ou une combinaison de ces opérations

5.2

schéma convertisseur

montage électrique de demi-bras et d'autres composants nécessaires pour assurer la fonction du circuit principal de puissance d'un convertisseur

5.3

schéma convertisseur en pont

schéma double alternance comprenant six demi-bras de convertisseur de telle sorte que les bornes centrales soient les bornes de phase du circuit en courant alternatif et que les bornes extérieures de polarité similaire soient connectées ensemble et soient les bornes à courant continu

Note 1 à l'article: Le schéma double alternance est représenté à la Figure 2.

5.3.1

pont homogène

pont dont tous les demi-bras de convertisseur sont commandables ou non commandables

5.3.2

pont mixte

pont comprenant des demi-bras de convertisseur commandables et non commandables

5.4

demi-bras de convertisseur

partie d'un pont raccordant deux points de potentiels différents dans un pont, par exemple, entre une borne à courant alternatif et une borne à courant continu

5.4.1

demi-bras de convertisseur commandable

demi-bras de convertisseur dans lequel le début de la conduction dans le sens direct peut être déterminé par un signal appliqué extérieurement

5.4.2

demi-bras de convertisseur non commandable

demi-bras de convertisseur dans lequel le début de la conduction dans le sens direct est déterminé uniquement par la tension appliquée à ses bornes

5.5

chemin de shuntage

chemin de faible résistance entre les bornes à courant continu d'un ou de plusieurs ponts, excluant le circuit à courant alternatif

Note 1 à l'article: Le chemin de shuntage peut constituer soit un chemin unidirectionnel, par exemple un demi-bras de shuntage (voir 5.5.1) ou une paire de shuntage (voir 5.5.2), soit un chemin bidirectionnel, par exemple un interrupteur de shuntage (voir 9.30).

5.5.1

demi-bras de shuntage

chemin de shuntage unidirectionnel raccordé seulement entre les bornes à courant continu, habituellement utilisé en technologie des valves à arc au mercure

Note 1 à l'article: Le demi-bras de shuntage n'est pas représenté à la Figure 2.

5.5.2

paire de shuntage

paire de shuntage bivalente

deux demi-bras du convertisseur d'un pont connectés à une borne commune à courant alternatif et formant un chemin de shuntage

VOIR: Figure 2.

5.6 commutation

transfert de courant entre deux chemins quelconques, ces deux chemins transportant simultanément du courant pendant ce transfert

Note 1 à l'article: La commutation peut se produire entre deux demi-bras quelconques du convertisseur, incluant les phases du réseau à courant alternatif, entre un demi-bras du convertisseur et un demi-bras de shuntage ou entre deux chemins quelconques du circuit.

5.6.1 commutation par le réseau

méthode de commutation dans laquelle la tension de commutation est fournie par le réseau à courant alternatif

5.7 groupe commutant

groupe de demi-bras qui commutent cycliquement et indépendamment des autres demi-bras de convertisseur et où les commutations ne sont normalement pas simultanées

Note 1 à l'article: Dans le cas d'un pont, un groupe commutant se compose des demi-bras raccordés à une borne commune à courant continu. Dans certains cas, par exemple impliquant des courants élevés et/ou des inductances de commutation de forte valeur, les commutations à l'intérieur de deux groupes commutants appartenant à un même pont ne sont pas nécessairement indépendantes.

VOIR: Figure 2.

5.8 inductance de commutation

inductance totale incluse dans le circuit de commutation, en série avec la tension de commutation

5.9 indice de pulsation

p
caractéristique d'un schéma de convertisseur, exprimée par le nombre de commutations symétriques non simultanées qui se produisent au cours d'une période de la tension alternative du réseau

Note 1 à l'article: L'indice de pulsation du schéma convertisseur en pont de 5.3 est toujours $p = 6$.

5.10 indice de commutation

q
nombre de commutations au cours d'une période de la tension alternative du réseau dans chaque groupe commutant

Note 1 à l'article: Dans le schéma convertisseur en pont, chaque groupe commutant a un indice de commutation $q = 3$.

5.11 convertisseur à condensateurs commutés

convertisseur dans lequel les condensateurs en série sont insérés entre le transformateur du convertisseur et les valves

VOIR: Figure 13 a).

5.12 convertisseur à condensateurs en série contrôlés

convertisseur dans lequel les condensateurs en série sont insérés entre le jeu de barres des filtres (côté courant alternatif) et le réseau en courant alternatif

VOIR: Figure 13 b).

5.13**tension de commutation**

tension qui provoque la commutation de courant

[SOURCE: IEC 60050-551:1998, 551-16-02]

5.14**convertisseur à condensateurs commutés contrôlés**

convertisseur dans lequel les condensateurs en série contrôlés sont insérés entre le transformateur du convertisseur et les valves

5.15**convertisseur à condensateurs en série**

convertisseur dans lequel les condensateurs fixes en série sont insérés entre le jeu de barres des filtres (côté courant alternatif) et le réseau en courant alternatif

6 Unités de conversion et valves**6.1****unité de conversion**

ensemble opérationnel indivisible comprenant tout l'équipement situé entre le point de couplage commun côté courant alternatif (voir 8.24) et le point de couplage commun côté courant continu (voir 8.25), essentiellement un ou plusieurs ponts de conversion, avec un ou plusieurs transformateurs de convertisseur, l'équipement de commande de l'unité de conversion, les dispositifs essentiels de protection et de commutation et les équipements auxiliaires, s'ils existent, pour la conversion

VOIR: Figure 3.

6.2**pont de conversion**

équipement utilisé pour réaliser le schéma convertisseur en pont et le demi-bras de shuntage s'il existe

Note 1 à l'article: Le terme "pont" peut être utilisé pour décrire aussi bien le schéma du circuit que l'équipement réalisant ce circuit (voir 5.3).

6.2.1**groupe commutant de valves d'anode/de cathode**

équipement utilisé pour réaliser les demi-bras de convertisseur d'un groupe commutant d'un pont, interconnectés par leurs bornes d'anode/de cathode

6.3**valve**

ensemble d'éléments de valve opérationnel, commandable ou non commandable, conduisant normalement dans un seul sens (le sens direct), qui peut fonctionner comme demi-bras de convertisseur dans un pont de conversion

6.3.1**ensemble à valve unique**

structure comportant une seule valve

6.3.2**ensemble à valves multiples****MVU**

structure unique comportant plus d'une valve

Note 1 à l'article: Des exemples de valves multiples sont les bivalves, les quadrivalves et les octovalves comportant respectivement deux, quatre et huit valves connectées en série.

Note 2 à l'article: L'abréviation "MVU" est dérivée du terme anglais développé correspondant "multiple valve unit".

6.4

valve principale

valve d'un demi-bras de convertisseur

6.5

bivalve

valve d'un demi-bras de shuntage

6.6

module de thyristors

partie d'une valve comprenant un assemblage mécanique de thyristors, avec leurs auxiliaires proches, mais sans inductance de valve

Note 1 à l'article: Les modules de thyristors peuvent être des éléments dans la construction d'une valve, et/ou être interchangeables pour des besoins de maintenance.

6.7

module d'inductance

partie d'une valve constituée d'un assemblage mécanique d'une ou de plusieurs inductances, utilisée dans la conception de certaines valves

Note 1 à l'article: Les modules d'inductance peuvent être des éléments dans la construction d'une valve.

6.8

section de valve

assemblage électrique, comprenant un certain nombre de thyristors et d'autres composants, qui présente les mêmes propriétés électriques qu'une valve complète à échelle réduite

Note 1 à l'article: Le terme est principalement utilisé pour désigner un objet d'essai pour les besoins d'essai de valve.

6.9

niveau de thyristor de valve

partie d'une valve, pouvant être un thyristor ou des thyristors branchés en parallèle, avec leurs circuits auxiliaires proches, et le cas échéant une inductance

6.10

support de valve

partie de la valve fournissant un support mécanique et l'isolation électrique de la terre à la partie sous tension de la valve

Note 1 à l'article: Toutes les conceptions de valve peuvent ne pas contenir la partie d'une valve clairement identifiable sous une forme discrète comme étant un support de valve.

6.11

structure de valve

composants de structure d'une valve, exigés afin de soutenir physiquement les modules de valve

6.12

électronique de contrôle de gâchette de la valve

VBE

unité électronique, au potentiel de terre, qui assure la conversion électrique-optique entre le système de commande du convertisseur et les valves

Note 1 à l'article: L'abréviation "VBE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "valve base electronics".

6.13**électronique de valve**

circuits électroniques au(x) potentiel(s) de la ou des valves qui remplissent des fonctions de commande et de protection d'un ou de plusieurs niveaux de thyristors

6.14**parafoudre de valve**

parafoudre raccordé aux bornes de la valve

VOIR: Figure 3.

6.15**parafoudre d'une unité de conversion**

parafoudre raccordé aux bornes à courant continu d'une unité de conversion

VOIR: Figure 3.

6.16**parafoudre de barre à courant continu d'une unité de conversion**

parafoudre raccordé entre la borne à haute tension à courant continu d'une unité de conversion et la terre du poste

VOIR: Figure 3 et Figure 7.

6.17**parafoudre de barre à courant continu du milieu**

parafoudre raccordé entre le milieu des deux ponts hexaphasés d'une unité de conversion dodécaphasée et la terre du poste

Note 1 à l'article: Dans certaines conceptions de postes CCHT, deux unités de conversion dodécaphasées sont raccordées en séries. Dans un tel cas, le parafoudre de barre à courant continu du milieu à l'unité de conversion dodécaphasée supérieure n'est pas raccordé à la terre du poste, mais à la borne à haute tension à courant continu de l'unité de conversion dodécaphasée inférieure.

VOIR: Figure 7.

6.18**inductance de valve**

inductance(s) connectée(s) en série avec les thyristors dans une valve ayant pour objet de limiter la vitesse d'augmentation du courant à la mise sous tension et la tension dans l'état bloqué

Note 1 à l'article: Les inductances de valve peuvent être extérieures à l'ensemble de la valve ou distribuées à l'intérieur de la valve.

6.19**transformateur du convertisseur**

transformateur à travers lequel la puissance est transmise d'un réseau à courant alternatif à un ou à plusieurs ponts de conversion ou inversement

VOIR: Figure 3.

6.19.1**enroulements côté réseau**

enroulements du transformateur du convertisseur connectés au réseau à courant alternatif

6.19.2**enroulements côté valve**

enroulements du transformateur du convertisseur connectés aux bornes à courant alternatif d'un ou de plusieurs ponts de conversion

6.20

module de valve

partie d'une valve comprenant un assemblage mécanique de thyristors, avec leurs auxiliaires proches et inductance(s) de valve

6.21

niveaux redondants

nombre maximal de niveaux de thyristors connectés en série dans une valve, qui peut supporter un court-circuit externe ou interne en service sans que le fonctionnement sécurisé de la valve n'en soit altéré, comme cela est démontré par les essais de type, et qui, en cas de dépassement, entraîne l'arrêt de la valve pour permettre le remplacement des niveaux défectueux ou l'acceptation d'un risque accru de dysfonctionnements

6.22

borne d'anode de valve

borne de valve sur laquelle le courant direct entre dans la valve

6.23

borne de cathode de valve

borne de valve sur laquelle le courant direct sort de la valve

7 Conditions de fonctionnement du convertisseur

7.1

fonctionnement en redresseur

redressement

mode de fonctionnement d'un convertisseur ou d'un poste CCHT quand la puissance est transmise du côté courant alternatif vers le côté courant continu

7.2

fonctionnement en onduleur

renvoi au réseau

mode de fonctionnement d'un convertisseur ou d'un poste CCHT quand la puissance est transmise du côté courant continu vers le côté courant alternatif

7.3

sens direct

sens de conduction

<d'une valve> sens dans lequel une valve est capable de conduire le courant de charge

7.4

sens inverse

sens de non-conduction

<d'une valve> inverse du sens de conduction

7.5

courant direct

courant qui circule dans une valve dans le sens direct

7.6

courant inverse

courant qui circule dans une valve dans le sens inverse

7.7

tension directe

tension appliquée entre la borne d'anode et la borne de cathode d'une valve ou d'un demi-bras quand la borne d'anode est positive par rapport à la borne de cathode

7.8**tension inverse**

tension appliquée entre la borne d'anode et la borne de cathode d'une valve ou d'un demi-bras quand la borne d'anode est négative par rapport à la borne de cathode

7.9**état conducteur****état passant**

situation d'une valve quand la valve présente une résistance faible

Note 1 à l'article: La tension de la valve dans cette condition est indiquée à la Figure 6.

7.10**chute de tension de valve**

tension à travers les bornes d'une valve pendant l'état conducteur

7.11**état non conducteur****état bloqué**

situation d'une valve quand tous les thyristors sont hors tension

7.11.1**état bloqué direct**

état non conducteur d'une valve commandable quand la tension directe est appliquée à ses bornes principales

VOIR: Figure 6.

7.11.2**état bloqué inverse**

état non conducteur d'une valve quand la tension inverse est appliquée à ses bornes principales

VOIR: Figure 6.

7.12**allumage**

établissement du courant dans le sens direct dans une valve

7.13**impulsion de commande de valve**

impulsion qui, pendant toute sa durée, autorise l'allumage de la valve

7.14**impulsion d'allumage de valve**

impulsion qui déclenche l'allumage de la valve, normalement dérivée de l'impulsion de commande de valve

7.15**blocage d'un convertisseur**

opération évitant la poursuite de la conversion par un convertisseur en inhibant les impulsions de commande des valves

Note 1 à l'article: Cette opération peut aussi comprendre l'allumage de la ou des valves choisies pour former un chemin de shuntage.

7.16**déblocage d'un convertisseur**

opération permettant le commencement de la conversion dans un convertisseur

7.17

blocage d'une valve

opération évitant un allumage ultérieur d'une valve commandable

7.18

déblocage d'une valve

opération permettant l'allumage d'une valve commandable

7.19

réglage de phase

action consistant à faire varier l'instant du cycle auquel commence la conduction du courant direct dans une valve commandable

7.20

angle de retard de l'ordre d'amorçage

angle de retard de l'ordre d'allumage

α

temps, exprimé en unités d'angle électrique, entre le passage à zéro de la tension de commutation sinusoïdale idéalisée et l'instant du début de conduction du courant direct

VOIR: Figure 4.

7.21

angle d'avance de l'ordre d'amorçage

angle d'avance de l'ordre d'allumage

β

temps, exprimé en unités d'angle électrique, entre l'instant du début de conduction du courant direct et le passage à zéro de la tension de commutation sinusoïdale idéalisée

Note 1 à l'article: L'angle d'avance β est lié à l'angle de retard α par $\beta = \pi - \alpha$ (voir Figure 4).

7.22

angle d'empiètement

μ

durée de la commutation entre deux demi-bras de convertisseur, exprimée en unités d'angle électrique

VOIR: Figure 4 et Figure 5.

7.23

angle d'extinction

γ

temps, exprimé en unités d'angle électrique, entre la fin de conduction du courant et le passage par zéro de la tension de commutation sinusoïdale idéalisée

Note 1 à l'article: γ dépend de l'angle d'avance β et de l'angle d'empiètement μ et est déterminé par la relation $\gamma = \beta - \mu$ (voir Figure 4 et Figure 5).

7.24

intervalle de retenue

temps séparant l'instant auquel s'annule le courant direct dans une valve commandable et l'instant auquel cette même valve est soumise à une tension directe

Note 1 à l'article: L'intervalle de retenue, lorsqu'il est exprimé en unités d'angle électrique, est souvent désigné sous l'appellation d'angle d'extinction. Cependant, il convient de noter la distinction entre le concept d'angle d'extinction et celui d'intervalle de retenue, comme indiqué à la Figure 5.

7.24.1

intervalle critique de retenue

intervalle de retenue minimal pour lequel le fonctionnement en onduleur peut être maintenu

7.25**intervalle de conduction**

partie d'un cycle pendant laquelle une valve est à l'état conducteur

VOIR: Figure 6.

7.26**intervalle de blocage****intervalle de repos**

partie d'un cycle pendant laquelle une valve est à l'état non conducteur

VOIR: Figure 6.

7.27**intervalle de blocage direct**

partie de l'intervalle de blocage pendant lequel une valve contrôlable est à l'état bloqué et soumise à une tension directe

VOIR: Figure 6.

7.28**intervalle de blocage inverse**

partie de l'intervalle de blocage pendant lequel une valve est à l'état bloqué et soumise à une tension inverse

VOIR: Figure 6.

7.29**allumage intempestif****raté d'allumage**

allumage d'une valve à un instant imprévu

7.30**défaut d'allumage**

impossibilité d'obtenir l'allumage d'une valve pendant toute la durée de l'intervalle de tension directe

7.31**raté de commutation**

impossibilité de commuter le courant direct d'un demi-bras en période de conduction au demi-bras suivant d'un convertisseur

7.32**rapport de court-circuit****RCC**

rapport entre la puissance de court-circuit du réseau en courant alternatif (en MVA) à la tension de 1 p.u. au point de raccordement du jeu de barres alternatif du poste CCHT, et la puissance assignée en courant continu du poste CCHT (en MW)

Note 1 à l'article: Cette définition du RCC est différente de la définition donnée dans l'IEC 60146-1-1.

7.33**rapport de court-circuit efficace****RCCE**

rapport entre la puissance de court-circuit du réseau en courant alternatif (en MVA) à la tension de 1 p.u. au point de raccordement du jeu de barres alternatif du poste CCHT, réduite de la puissance réactive de bancs de condensateurs et de filtres shunts à courant alternatif connectés à cette barre (en Mvar), et la puissance assignée en courant continu du poste CCHT (en MW)

7.34

amorçage déclenchement

action de commande en vue de l'allumage d'une valve ou d'un thyristor individuel

7.35

état de fonctionnement

condition dans laquelle le poste CCHT est sous tension et où les convertisseurs fonctionnent avec une puissance de sortie active ou réactive non nulle au point de couplage commun (PCC) au réseau en courant alternatif

7.36

état bloqué

condition dans laquelle toutes les valves de l'unité de conversion sont bloquées

7.37

tension de valve

différence de tension entre la borne d'anode de la valve et sa borne de cathode

8 Systèmes et postes CCHT

8.1

système CCHT

système électrique de puissance destiné au transfert de puissance sous forme de courant continu à haute tension entre deux ou plus de deux jeux de barres à courant alternatif

8.2

système de transport CCHT

système CCHT utilisé pour transférer la puissance électrique entre deux ou plus de deux localisations géographiques différentes

8.2.1

système de transport CCHT à deux extrémités

système de transport CCHT comprenant deux postes de transport CCHT et la ou les lignes de transport à courant continu d'interconnexion

VOIR: Figure 8.

8.2.2

système de transport CCHT multiterminal CCMT

système de transport CCHT comprenant plus de deux postes CCHT séparés et les lignes de transport CCHT d'interconnexion

VOIR: Figure 9 et Figure 10.

8.2.3

système CCHT dos-à-dos

système CCHT qui transporte de l'énergie entre des jeux de barres à courant alternatif, situés en un même lieu

8.3

système CCHT unidirectionnel

système CCHT prévu pour transporter l'énergie dans une seule direction

Note 1 à l'article: La plupart des systèmes CCHT sont de nature bidirectionnelle. Certains systèmes peuvent toutefois être optimisés pour transmettre l'énergie dans une direction préférentielle unique. Ces systèmes peuvent toujours être considérés comme "bidirectionnels".

8.4**système CCHT bidirectionnel**

système CCHT prévu pour transporter l'énergie dans les deux directions

Note 1 à l'article: Un système CCHT multiterminal est bidirectionnel si un ou plusieurs postes sont bidirectionnels.

8.5**pôle de système CCHT**

partie d'un système CCHT comprenant tout l'équipement des postes CCHT et les lignes de transport d'interconnexion, le cas échéant, qui présentent une même polarité de tension continue par rapport à la terre, pendant un fonctionnement normal

VOIR: Figure 8.

8.6**bipôle de système CCHT**

partie d'un système CCHT consistant en deux pôles de système CCHT pouvant être actionnés indépendamment, qui en fonctionnement normal, présentent des polarités de tension continue opposées par rapport à la terre

8.7**monopole symétrique**

partie d'un système CCHT comprenant tout l'équipement des postes CCHT et les lignes de transport d'interconnexion, le cas échéant, présentant en fonctionnement normal des polarités de tension continue égales et opposées par rapport à la terre, mais sans montage en série des convertisseurs dans chaque poste de conversion

Note 1 à l'article: Le terme "monopole symétrique" est utilisé même en présence de deux polarités avec des tensions en courant continu, un seul convertisseur ne pouvant fournir la redondance normalement induite par le terme "bipôle".

8.8**système CCHT bipolaire**

système CCHT ayant deux pôles de polarités opposées par rapport à la terre

Note 1 à l'article: Les lignes aériennes des deux pôles, si elles existent, peuvent être suspendues aux mêmes pylônes, ou à des pylônes différents.

VOIR: Figure 8.

8.9**système bipolaire rigide à courant continu**

système CCHT bipolaire sans connexion de neutre entre les deux postes de conversion

Note 1 à l'article: Puisqu'il n'existe que deux conducteurs (pôles), aucun courant asymétrique entre les deux pôles n'est possible. Dans le cas d'une interruption du transfert d'énergie d'un pôle de convertisseur, le courant doit également être interrompu de l'autre pôle (au moins pendant une durée limitée pour permettre une reconfiguration du circuit en courant continu).

8.10**système CCHT monopolaire****système CCHT asymétrique**

système CCHT ayant un seul pôle

8.11**système CCHT monopolaire symétrique**

système CCHT avec un seul monopole symétrique

8.12

poste CCHT

poste de conversion CCHT

partie d'un système CCHT comprenant une ou plusieurs unités de conversion avec les bâtiments, les inductances, les filtres, les équipements de fourniture de puissance réactive, les équipements de commande, de surveillance, de protection, de mesure et auxiliaires installés dans un même lieu

Note 1 à l'article: Lorsqu'un poste CCHT constitue une partie d'un système de transport CCHT, il peut être dénommé "poste de transport CCHT".

VOIR: Figure 7.

8.12.1

poste CCHT de soutirage

poste CCHT, utilisé principalement pour un fonctionnement en onduleur, dont la puissance assignée est une fraction de celle(s) du ou des redresseurs dans le système

8.13

bipôle de poste CCHT

partie d'un système CCHT bipolaire à l'intérieur d'un poste

8.14

pôle de poste CCHT

partie d'un pôle de système CCHT à l'intérieur d'un poste

VOIR: Figure 8.

8.15

ligne de transport CCHT

partie d'un système de transport CCHT consistant en des lignes aériennes et/ou des câbles

Note 1 à l'article: Les lignes de transport CCHT se terminent dans des postes CCHT (voir Figure 8).

8.16

pôle de ligne de transport CCHT

partie d'une ligne de transport CCHT appartenant au même pôle de système CCHT

8.17

électrode de terre

ensemble d'éléments conducteurs placés dans la terre, ou dans la mer, qui procure un chemin de faible résistance entre un point du circuit à courant continu et la terre, et qui est capable de laisser passer un courant permanent de façon prolongée

Note 1 à l'article: Une électrode de terre peut être située à une certaine distance du poste CCHT.

Note 2 à l'article: Lorsque l'électrode est placée dans la mer, elle peut être dénommée "électrode de mer".

VOIR: Figure 7.

8.18

ligne de terre

ligne isolée entre la barre de neutre du poste CCHT et l'électrode de terre

VOIR: Figure 7.

8.19

retour par la terre

mode de fonctionnement dans lequel le chemin du retour du courant entre les neutres des postes CCHT est la terre

8.20**retour métallique**

mode de fonctionnement dans lequel le chemin du retour du courant entre les neutres des postes CCHT est un conducteur prévu à cet effet

Note 1 à l'article: Le conducteur de retour métallique peut être un conducteur neutre prévu à cet effet ou un autre conducteur haute tension.

8.21**configuration en série de convertisseurs**

configuration de convertisseurs constituée d'au moins deux convertisseurs connectés en série côté courant continu, placés dans le même poste et raccordés au même système de transport en courant alternatif et en courant continu

8.22**connexion unitaire**

système CCHT dans lequel un seul générateur est directement connecté à un système CCHT à travers un convertisseur particulier et sans aucun autre composant en courant alternatif, à l'exception d'un transformateur élévateur assigné

8.23**système de génération isolé**

système CCHT dans lequel plusieurs générateurs sont directement raccordés à un convertisseur CCHT à travers un ou plusieurs transformateurs élévateurs spécifiquement assignés, mais sans aucune autre connexion de réseau en courant alternatif

8.24**point de couplage commun****PCC**

point d'interconnexion du poste de conversion CCHT au système en courant alternatif adjacent

Note 1 à l'article: L'abréviation "PCC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "point of common coupling".

8.25**point de couplage commun côté courant continu****PCC-DC**

point d'interconnexion du poste de conversion CCHT aux lignes de transport en courant continu

Note 1 à l'article: L'abréviation "PCC-DC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "point of common coupling-DC side".

9 Équipements des postes CCHT**9.1****filtre d'harmoniques côté courant alternatif**

filtre destiné à réduire les tensions harmoniques sur le jeu de barres à courant alternatif et la circulation de courants harmoniques dans le système en courant alternatif associé et pour empêcher l'amplification des harmoniques d'arrière-plan sur le système en courant alternatif associé

VOIR: Figure 7.

9.2**inductance de lissage côté courant continu**

inductance connectée en série avec une ou plusieurs unités de conversion du côté courant continu dont le but principal est de lisser le courant continu et de réduire les transitoires de courant

VOIR: Figure 7.

9.3

parafoudre d'inductance de lissage

parafoudre raccordé entre les bornes d'une inductance de lissage

VOIR: Figure 7.

9.4

filtre d'harmoniques côté courant continu

filtre dont la fonction principale est de diminuer les harmoniques (de courant ou de tension) sur la ligne de transport CCHT et/ou la ligne de terre, en association avec la ou les inductances de lissage et le ou les condensateurs d'étouffement côté courant continu, s'ils existent

VOIR: Figure 7.

9.5

condensateur principal de filtrage à courant continu

condensateur de filtrage à courant continu à haute tension exposé à une tension continue importante

9.6

condensateur principal de filtrage à courant alternatif

condensateur de filtrage à courant alternatif à haute tension exposé à la plus grande partie de la tension de fréquence fondamentale du réseau

9.7

condensateur auxiliaire de filtrage

condensateur de filtrage BT

condensateur dans un filtre à courant alternatif ou continu, généralement non soumis à un courant continu élevé ou une tension de fréquence fondamentale, qui agit avec d'autres composants pour fournir une impédance accordée avec une harmonique particulière ou plusieurs harmoniques

9.8

résistance de filtrage

résistance de puissance faisant partie de certains types de bancs de filtres d'harmoniques et connectée en parallèle et/ou en série avec les condensateurs de filtrage BT et/ou les inductances de filtrage, généralement du côté neutre du filtre

9.9

élément de résistance

partie unique de la résistance, qui ne peut pas être divisée en de plus petites parties (telle qu'une grille, un tapis, une spire de ressort, etc. selon la technologie)

9.10

banc d'éléments de résistance

assemblage mécanique de plusieurs éléments uniques reliés électriquement entre eux, auquel s'ajoutent une structure mécanique, des parties isolantes, des bornes, etc.

9.11

module de résistance

partie de la résistance contenue dans une enveloppe (le cas échéant)

9.12

inductance de filtrage

inductance de puissance faisant partie d'un banc de filtres d'harmoniques, responsable (avec les condensateurs de filtrage BT, le cas échéant) de la définition de la ou des fréquences accordées du banc de filtres

9.13**circuit d'amortissement côté courant continu**

combinaison d'éléments de circuit qui servent à réduire l'amplitude des tensions transitoires et/ou à modifier les conditions de résonance sur la ligne à courant continu

Note 1 à l'article: Les circuits d'amortissement côté courant continu ne sont généralement plus utilisés dans les systèmes CCHT.

VOIR: Figure 7.

9.14**condensateur d'étouffement côté courant continu**

ensemble de condensateurs raccordé entre la ligne à courant continu et la terre du poste (directement ou indirectement) dont la fonction principale est de réduire l'amplitude et le gradient des surtensions de foudre appliquées à l'équipement du poste

Note 1 à l'article: Les condensateurs d'étouffement côté courant continu ne sont généralement plus utilisés dans les systèmes CCHT.

VOIR: Figure 7.

9.15**parafoudre de barre à courant continu**

parafoudre raccordé entre la barre à courant continu (située entre l'inductance à courant continu et le sectionneur de ligne à courant continu) et la terre du poste

VOIR: Figure 7.

9.16**parafoudre de ligne à courant continu**

parafoudre raccordé entre une ligne CCHT (à un poste CCHT) et la terre du poste

VOIR: Figure 7.

9.17**terre du poste CCHT**

ensemble d'éléments conducteurs qui procure un chemin de faible impédance entre les masses des équipements du poste CCHT et la terre, et qui est capable de laisser passer des courants d'une durée momentanée importants

VOIR: Figure 7.

9.18**condensateur de neutre côté courant continu**

ensemble de condensateurs raccordé entre la barre de neutre côté courant continu et la terre du poste

VOIR: Figure 7.

9.19**parafoudre de neutre côté courant continu**

parafoudre raccordé entre la barre de neutre côté courant continu et la terre du poste

VOIR: Figure 7.

9.20**interrupteur de courant continu à grande vitesse**

type d'appareillage utilisé sur un système CCHT, devant s'ouvrir ou se fermer rapidement (< 1 s), y compris, dans certains cas, lorsqu'il est nécessaire de commuter le courant de charge dans un chemin conducteur parallèle, mais sans devoir interrompre les courants de défaut ou de charge

Note 1 à l'article: L'appareillage à courant continu est généralement fondé sur une unité monophasée d'un disjoncteur de courant alternatif, modifié de façon appropriée pour leurs applications en courant continu. Leurs capacités à effectuer des ouvertures et des fermetures plus rapides que les sectionneurs sont utilisées, mais la fonction de coupure des courants de court-circuit n'est pas exigée.

9.21

commutateur à courant continu

type d'interrupteur de courant continu à grande vitesse spécialement conçu pour commuter le courant de charge dans un autre chemin de courant parallèle

9.22

disjoncteur de transfert du retour métallique

DTRM

commutateur de transfert du retour métallique

CTRM

commutateur à courant continu utilisé pour transférer le courant continu d'un chemin de retour par la terre vers un chemin de retour métallique

Note 1 à l'article: Même si le terme "disjoncteur de transfert du retour métallique" est largement utilisé dans le secteur depuis de nombreuses années, il induit en erreur puisque ces dispositifs n'ont pas la capacité de couper le courant de défaut.

VOIR: Figure 7.

9.23

disjoncteur de transfert du retour par la terre

DTRT

commutateur de transfert du retour par la terre

CTRT

commutateur à courant continu utilisé pour transférer le courant continu d'un chemin de retour métallique vers un chemin de retour par la terre

Note 1 à l'article: Dans certaines applications, cette fonction est remplie par un interrupteur de shuntage (voir Figure 3).

Note 2 à l'article: Même si le terme "disjoncteur de transfert du retour par la terre" est largement utilisé dans le secteur depuis de nombreuses années, il induit en erreur puisque ces dispositifs n'ont pas la capacité de couper le courant de défaut.

VOIR: Figure 7.

9.24

filtre haute fréquence côté courant alternatif

filtre HF côté courant alternatif

filtre côté courant alternatif d'un convertisseur, conçu pour empêcher les harmoniques de haute fréquence (HF) générés par le convertisseur de pénétrer dans le système en courant alternatif

9.25

filtre haute fréquence côté courant continu

filtre HF côté courant continu

filtre côté courant continu d'un convertisseur, conçu pour empêcher les harmoniques de haute fréquence (HF) générés par le convertisseur de pénétrer dans le système en courant continu

Note 1 à l'article: Les filtres haute fréquence côté courant continu peuvent être situés sur les bornes haute tension ou basse tension (neutre) du convertisseur.

9.26

commutateur de bus neutre

NBS

commutateur à courant continu connecté en série avec le bus neutre sur un système CCHT bipolaire, conçu pour commuter le courant hors du pôle (conducteur) ou du bus neutre et dans la ligne d'électrode ou le conducteur de retour métallique dédié ou la terre en réponse à un défaut dans un convertisseur ou un bus neutre

Note 2 à l'article: L'abréviation "NBS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "neutral bus switch".

9.27

commutateur de mise à la terre de bus neutre

NBGS

NBES

commutateur à courant continu reliant le bus neutre à la maille de terre du poste sur un système CCHT bipolaire, conçu pour fournir une connexion de terre temporaire en cas de défaut de circuit ouvert sur la ligne d'électrode jusqu'à ce que le déséquilibre de courant entre les deux pôles puisse être réduit à un niveau minimal de sécurité ou que la connexion de la ligne d'électrode puisse être rétablie

Note 1 à l'article: L'abréviation "NBGS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "neutral bus grounding switch".

Note 2 à l'article: L'abréviation "NBES" est dérivée du terme anglais développé correspondant "neutral bus earthing switch".

9.28

commutateur de mise en parallèle de ligne

CPS

interrupteur de courant continu à grande vitesse connecté en série avec chaque convertisseur situé à la borne côté courant continu haute tension dans les systèmes CCHT où au moins deux convertisseurs sont connectés en parallèle sur un pôle (conducteur) commun, conçu pour permettre à un ou des convertisseurs supplémentaires d'être connectés en parallèle ou déconnectés sans affecter le courant de charge de l'autre convertisseur

Note 1 à l'article: L'abréviation "CPS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "converter paralleling switch".

9.29

interrupteur de shuntage

LPS

commutateur à courant continu placé en série avec un ou plusieurs pôles (conducteurs) haute tension, permettant de connecter deux ou plusieurs lignes en parallèle ou de retourner à un fonctionnement sur une seule ligne tout en conduisant le courant de charge

Note 1 à l'article: L'abréviation "LPS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "line paralleling switch".

9.30

interrupteur de shuntage

BPS

interrupteur de courant continu à grande vitesse raccordé à chaque groupe de valves de convertisseur dans les systèmes CCHT utilisant plusieurs convertisseurs indépendants par pôle, conçu pour se fermer rapidement afin de shunter un groupe de convertisseurs mis hors service et de commuter en retour le courant dans un groupe de valves remis en service

Note 1 à l'article: Un interrupteur de shuntage peut aussi être utilisé pour un shuntage prolongé du ou des ponts.

Note 2 à l'article: L'abréviation "BPS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "by-pass switch".

VOIR: Figure 3.

10 Modes de réglage

10.1

mode de réglage

façon de commander une unité de conversion, un pôle ou un poste CCHT afin de maintenir une ou plusieurs grandeurs électriques aux valeurs désirées

Note 1 à l'article: Ces valeurs désirées peuvent changer avec le temps ou en fonction de grandeurs mesurées et de priorités définies.

10.2

mode de réglage de la tension continue

réglage de la tension continue d'un poste CCHT

10.3

mode de réglage du courant

réglage du courant continu dans un système CCHT

10.4

mode de réglage de la puissance active

réglage de la puissance active échangée entre un poste CCHT et le réseau à courant alternatif raccordé

10.5

mode de réglage de la puissance réactive

réglage de la puissance réactive échangée entre une unité de conversion, ou un poste CCHT et le réseau à courant alternatif raccordé

10.6

mode de réglage de la fréquence

réglage de la fréquence du réseau à courant alternatif raccordé en faisant varier la puissance active échangée entre le poste CCHT et le réseau à courant alternatif raccordé

10.7

mode de réglage de l'amortissement

mode de réglage supplémentaire pour l'amortissement des oscillations de puissance dans un ou plusieurs réseaux à courant alternatif raccordés

10.8

mode de réglage de la tension alternative

réglage de la tension alternative du réseau à courant alternatif raccordé à un poste CCHT

10.9

mode de fonctionnement en réseau isolé

mode de réglage dans lequel le poste CCHT est raccordé à un réseau à courant alternatif isolé

10.10

mode de réglage de l'amortissement d'ITHS

mode de réglage supplémentaire permettant l'amortissement des fréquences critiques d'un générateur (électrique) proche

11 Systèmes de commande

11.1

système de commande CCHT

fonction ou équipement utilisé pour commander, surveiller ou protéger les équipements principaux d'une installation, tels que disjoncteurs, valves, transformateurs de convertisseurs et leurs changeurs de prises, faisant partie d'un système CCHT

Note 1 à l'article: Un exemple représentant la hiérarchie d'un système de commande CCHT typique est présenté à la Figure 12.

11.2

commande d'un système CCHT

système de commande régissant le fonctionnement d'un système complet de CCHT comprenant plus d'un poste CCHT et qui réalise aussi les fonctions de commande, de surveillance et de protection, qui exigent des informations de plusieurs postes

VOIR: Figure 12.

11.2.1

commande multiterminale

commande d'un système CCHT comportant plus de deux postes CCHT

11.3

commande d'ensemble CCHT

concept général pour la coordination de la commande d'un système CCHT

Note 1 à l'article: La commande d'ensemble CCHT peut être mise en œuvre au niveau du bipôle et/ou du pôle.

11.4

commande de bipôle de système CCHT

système de commande d'un bipôle

VOIR: Figure 12.

11.5

commande de pôle de système CCHT

système de commande d'un pôle

Note 1 à l'article: Lorsque le système CCHT n'a pas de bipôle(s) mais un ou plusieurs pôles, la commande de pôle échange des données avec la commande d'ensemble du système CCHT.

VOIR: Figure 12.

11.6

commande de poste CCHT

système de commande utilisé pour la commande, la surveillance et la protection dans un poste CCHT

Note 1 à l'article: La commande de poste CCHT, aussi désignée sous le nom de commande locale, peut être mise en œuvre au niveau du bipôle et/ou du pôle.

11.6.1

commande de bipôle de poste CCHT

système de commande d'un bipôle de poste CCHT

VOIR: Figure 12.

11.6.2

commande de pôle de poste CCHT

système de commande d'un pôle de poste CCHT

VOIR: Figure 12.

11.7

commande d'une unité de conversion

système de commande utilisé pour la commande, la surveillance et la protection d'une seule unité de conversion

VOIR: Figure 12.

11.7.1

commande des séquences de fonctionnement d'une unité de conversion

partie de la commande de l'unité de conversion qui coordonne le fonctionnement de la commande d'allumage, de celle des changeurs de prises, de la surveillance et de la protection d'une unité de conversion et qui commande la séquence des actions lors de n'importe quel changement des conditions de fonctionnement de cette unité de conversion