

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Terminology for voltage-sourced converters (VSC) for high-voltage direct current (HVDC) systems

Terminologie relative aux convertisseurs de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 29.200; 29.240

ISBN 978-2-8322-1702-3

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references.....	5
3 Symbols and abbreviations	5
3.1 List of letter symbols	5
3.2 List of subscripts	6
3.3 List of abbreviations	7
4 Graphical symbols	8
5 General terms related to converter circuits	9
6 VSC topologies.....	10
7 Converter units and valves.....	10
8 Converter operating conditions.....	16
9 HVDC systems and substations	20
10 HVDC substation equipment	23
11 Modes of control	26
12 Control systems.....	27
Bibliography	30
Figure 1 – Converter symbol identifications	7
Figure 2 – Graphical symbols	8
Figure 3 – Voltage-sourced converter unit	11
Figure 4 – Phase unit of the modular multi-level converter (MMC) in basic half-bridge, two-level arrangement, with submodules	13
Figure 5 – Phase unit of the cascaded two-level converter (CTL) in half-bridge form	14
Figure 6 – Phasor diagram showing a.c. system voltage, converter a.c. voltage and converter a.c. current.....	18
Figure 7 – Example of bipolar VSC transmission with earth return.....	21
Figure 8 – VSC transmission with a symmetrical monopole illustrated with capacitive earthing on the d.c. side.....	22
Figure 9 – VSC transmission with an asymmetrical monopole with metallic return	22
Figure 10 – VSC transmission with an asymmetrical monopole with earth return	22
Figure 11 – Major components that may be found in a VSC substation.....	25
Figure 12 – Hierarchical structure of an HVDC control system	29

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TERMINOLOGY FOR VOLTAGE-SOURCED CONVERTERS (VSC)
FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) SYSTEMS**
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 62747 has been prepared by subcommittee 22F: Power electronics for electrical transmission and distribution systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

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

CDV	Report on voting
22F/301/CDV	22F/317A/RVC

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

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

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

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

The contents of the corrigendum of February 2015 have been included in this copy.

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

TERMINOLOGY FOR VOLTAGE-SOURCED CONVERTERS (VSC) FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) SYSTEMS

1 Scope

This International Standard defines terms for the subject of self-commutated voltage-sourced converters used for transmission of power by high voltage direct current (HVDC).

The standard is written mainly for the case of application of insulated gate bipolar transistors (IGBTs) in voltage sourced converters (VSC) but may also be used for guidance in the event that other types of semiconductor devices which can both be turned on and turned off by control action are used.

Line-commutated and current-sourced converters for high-voltage direct current (HVDC) power transmission systems are specifically excluded from this standard.

2 Normative references

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

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

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	33
1 Domaine d'application	35
2 Références normatives	35
3 Symboles et abréviations	35
3.1 Liste des symboles littéraux	35
3.2 Liste des indices	36
3.3 Liste des abréviations	37
4 Symboles graphiques	38
5 Termes généraux relatifs aux circuits de conversion	40
6 Topologies VSC	41
7 Unités de conversion et valves	41
8 Conditions de fonctionnement du convertisseur	47
9 Systèmes et postes CCHT	51
10 Équipements des postes CCHT	55
11 Modes de réglage	58
12 Systèmes de commande	59
Bibliographie	63
Figure 1 – Identifications des symboles des convertisseurs	37
Figure 2 – Symboles graphiques	39
Figure 3 – Unité de convertisseur de source de tension	43
Figure 4 – Unité de phase du convertisseur multi-niveaux modulaire (MMC) en disposition à deux niveaux en demi-pont, avec sous-modules	44
Figure 5 – Unité de phase du convertisseur à deux niveaux monté en cascade (CTL) en demi-pont	45
Figure 6 – Schéma de phase illustrant la tension d'un système c.a., la tension c.a. d'un convertisseur et le courant c.a. d'un convertisseur	49
Figure 7 – Exemple de transport VSC bipolaire avec retour par la terre	53
Figure 8 – Transport VSC à monopole symétrique illustré avec mise à la terre capacitive côté c.c.	54
Figure 9 – Transport VSC à monopole asymétrique avec retour métallique	54
Figure 10 – Transport VSC à monopole asymétrique avec retour par la terre	54
Figure 11 – Principaux composants susceptibles de composer un poste VSC	57
Figure 12 – Structure hiérarchique d'un système de commande CCHT	62

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TERMINOLOGIE RELATIVE AUX CONVERTISSEURS
DE SOURCE DE TENSION (VSC) DES SYSTÈMES
EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT)**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62747 a été établie par le sous-comité 22F: Electronique 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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
22F/301/CDV	22F/317A/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.

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

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

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

Le contenu du corrigendum de février 2015 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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

TERMINOLOGIE RELATIVE AUX CONVERTISSEURS DE SOURCE DE TENSION (VSC) DES SYSTÈMES EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT)

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit les termes relatifs aux convertisseurs de source de tension autocommutés utilisés pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT).

La norme a été essentiellement élaborée pour l'application des transistors bipolaires à grille isolée (IGBT) des convertisseurs de source de tension (VSC), mais elle peut également être utilisée comme guide en cas d'utilisation d'autres dispositifs à semiconducteur pouvant être activés ou désactivés par une action de commande.

Les convertisseurs commutés par le réseau et les convertisseurs à source de courant des systèmes de transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT) sont exclus de la présente norme.

2 Références normatives

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

IEC 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas*