



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission

**Terminologie pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension
(CCHT)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references.....	8
3 Symbols and abbreviations	8
3.1 List of letter symbols.....	8
3.2 List of subscripts	9
3.3 List of abbreviations.....	9
4 Graphical symbols	9
5 General terms related to converter circuits	10
5.1 conversion.....	10
5.2 converter connection	10
5.3 bridge (converter connection)	10
5.4 (converter) arm.....	10
5.5 by-pass path.....	10
5.6 commutation.....	11
5.7 commutating group.....	11
5.8 commutation inductance	11
5.9 pulse number p	11
5.10 commutation number q	11
5.11 capacitor commutated converter	11
5.12 controlled series capacitor converter.....	11
6 Converter units and valves.....	12
6.1 converter (unit).....	12
6.2 (converter) bridge	12
6.3 valve	12
6.4 main valve.....	12
6.5 by-pass valve	12
6.6 thyristor module.....	12
6.7 reactor module	13
6.8 valve section	13
6.9 (valve) thyristor level.....	13
6.10 valve support.....	13
6.11 valve structure	13
6.12 valve interface (electronics) (unit)	13
6.13 valve electronics.....	13
6.14 valve arrester	13
6.15 converter unit arrester	13
6.16 converter unit d.c. bus arrester	13
6.17 midpoint d.c. bus arrester	14
6.18 valve (anode) (cathode) reactor	14
6.19 converter transformer	14
6.20 by-pass switch.....	14
7 Converter operating conditions.....	14
7.1 rectifier operation; rectification.....	14
7.2 inverter operation; inversion.....	14

7.3	forward direction; conducting direction (of a valve)	14
7.4	reverse direction; non-conducting direction (of a valve)	14
7.5	forward current	15
7.6	reverse current	15
7.7	forward voltage	15
7.8	reverse voltage	15
7.9	conducting state; on-state	15
7.10	valve voltage drop	15
7.11	non-conducting state; blocking state	15
7.12	firing	15
7.13	(valve) control pulse	15
7.14	(valve) firing pulse	15
7.15	converter blocking	16
7.16	converter deblocking	16
7.17	valve blocking	16
7.18	valve deblocking	16
7.19	phase control	16
7.20	(trigger) delay angle α (firing) delay angle α	16
7.21	(trigger) advance angle β (firing) advance angle β	16
7.22	overlap angle μ	16
7.23	extinction angle γ	16
7.24	hold-off interval	16
7.25	conduction interval	17
7.26	blocking interval; idle interval	17
7.27	forward blocking interval	17
7.28	reverse blocking interval	17
7.29	false firing	17
7.30	firing failure	17
7.31	commutation failure	17
7.32	short-circuit ratio (SCR)	17
7.33	effective short-circuit ratio (ESCR)	17
7.34	triggering, gating	17
8	HVDC systems and substations	18
8.1	HVDC system	18
8.2	HVDC transmission system	18
8.3	unidirectional HVDC system	18
8.4	reversible HVDC system	18
8.5	(HVDC) (system) pole	18
8.6	(HVDC) (system) bipole	18
8.7	bipolar (HVDC) system	18
8.8	monopolar (HVDC) system	19
8.9	HVDC substation HVDC converter station	19
8.10	(HVDC) substation bipole	19
8.11	(HVDC) substation pole	19
8.12	HVDC transmission line	19
8.13	HVDC transmission line pole	19
8.14	earth electrode	19
8.15	earth electrode line	20

9	HVDC substation equipment	20
9.1	a.c. filter	20
9.2	d.c. (smoothing) reactor	20
9.3	d.c. reactor arrester	20
9.4	d.c. filter	20
9.5	d.c. damping circuit	20
9.6	d.c. surge capacitor	20
9.7	d.c. bus arrester	20
9.8	d.c. line arrester	20
9.9	HVDC substation earth	20
9.10	(d.c.) neutral bus capacitor	21
9.11	(d.c.) neutral bus arrester	21
9.12	metallic return transfer breaker (MRTB)	21
9.13	earth return transfer breaker (ERTB)	21
10	Modes of control	21
10.1	control mode	21
10.2	voltage control mode	21
10.3	current control mode	21
10.4	power control mode	21
10.5	reactive power control mode	21
10.6	frequency control mode	21
10.7	damping control mode	21
11	Control systems	22
11.1	(HVDC) control system	22
11.2	HVDC system control	22
11.3	(HVDC) master control	22
11.4	(HVDC system) bipole control	22
11.5	(HVDC system) pole control	22
11.6	(HVDC) substation control	22
11.7	converter unit control	22
11.8	valve control	23
12	Control functions	23
12.1	equal delay angle control; individual phase control	23
12.2	equidistant firing control	23
12.3	α control	23
12.4	minimum α control	24
12.5	γ control	24
12.6	minimum γ control	24
12.7	control order	24
12.8	current margin	24
12.9	voltage dependent current order limit (VDCOL)	24
12.10	pole (current) balancing	24
	BIBLIOGRAPHY	35
	Figure 1 – Graphical symbols	25
	Figure 2 – Bridge converter connection	25
	Figure 3 – Example of a converter unit	26

Figure 4 – Commutation process at rectifier and inverter modes of operation	27
Figure 5 – Illustrations of commutation in inverter operation.....	28
Figure 6 – Typical valve voltage waveforms	29
Figure 7 – Example of an HVDC substation	30
Figure 8 – Example of bipolar two-terminal HVDC transmission system	31
Figure 9 – Example of a multiterminal bipolar HVDC transmission system with parallel connected HVDC substations.....	31
Figure 10 – Example of a multiterminal HVDC transmission system with series connected HVDC substations.....	32
Figure 11 – A simplified steady-state voltage-current characteristic of a two-terminal HVDC system	32
Figure 12 – Hierarchical structure of an HVDC control system	33
Figure 13 – Capacitor commutated converter configurations	34

Withdrawing

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TERMINOLOGY FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) TRANSMISSION

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 electronics.

This consolidated version of IEC 60633 consists of the second edition (1998) [documents 22F/49/FDIS and 22F/53/RVD] and its amendment 1 (2009) [documents 22F/153/CDV and 22F/163/RVC].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 2.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the maintenance result 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.

Withdrawn

TERMINOLOGY FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) TRANSMISSION

1 Scope

This International Standard defines terms for high-voltage direct current (HVDC) power transmission systems and for HVDC substations using electronic power converters for the conversion from a.c. to d.c. or vice versa.

This standard 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, e.g. semiconductor valves, are used.

2 Normative references

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

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

IEC 60050-551:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 551: Power electronics*

IEC 60146-1-1:1991, *General requirements and line commutated convertors – Part 1-1: Specifications of basic requirements*

IEC 60617-5:1996, *Graphical symbols for diagrams – Part 5: Semiconductors and electron tubes*

IEC 60617-6:1996, *Graphical symbols for diagrams – Part 6: Production and conversion of electrical energy*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	40
1 Domaine d'application	42
2 Références normatives	42
3 Symboles et abréviations	42
3.1 Liste des symboles littéraux	42
3.2 Liste des indices	43
3.3 Liste des abréviations	43
4 Symboles graphiques	44
5 Termes généraux relatifs aux circuits de conversion	44
5.1 conversion	44
5.2 schéma convertisseur	44
5.3 (schéma convertisseur en) pont	44
5.4 bras (de convertisseur)	44
5.5 chemin de shuntage	45
5.6 commutation	45
5.7 groupe commutant	45
5.8 inductance de commutation	45
5.9 indice de pulsation p	45
5.10 indice de commutation q	46
5.11 convertisseur à condensateurs commutés	46
5.12 convertisseur à condensateurs en série contrôlés	46
6 Unités de conversion et valves	46
6.1 (unité de) conversion	46
6.2 pont (de conversion)	46
6.3 valve	46
6.4 valve principale	47
6.5 valve de shuntage	47
6.6 module de thyristors	47
6.7 module d'inductance	47
6.8 section de valve	47
6.9 niveau de thyristor (de valve)	47
6.10 support de valve	47
6.11 structure de valve	47
6.12 (unité) (électronique d') interface de valve	47
6.13 électronique de valve	47
6.14 parafoudre de valve	48
6.15 parafoudre d'une unité de conversion	48
6.16 parafoudre de barre à courant continu d'une unité de conversion	48
6.17 parafoudre de barre à courant continu du milieu	48
6.18 inductance de valve (d'anode) (de cathode)	48
6.19 transformateur de convertisseur	48
6.20 interrupteur de shuntage	48

7	Conditions de fonctionnement du convertisseur.....	49
7.1	fonctionnement en redresseur; redressement.....	49
7.2	fonctionnement en onduleur; renvoi au réseau.....	49
7.3	sens direct, sens de conduction (d'une valve).....	49
7.4	sens inverse, sens de non-conduction (d'une valve).....	49
7.5	courant direct.....	49
7.6	courant inverse.....	49
7.7	tension directe.....	49
7.8	tension inverse.....	49
7.9	état conducteur; état passant.....	49
7.10	chute de tension de valve.....	49
7.11	état non conducteur; état bloqué.....	49
7.12	allumage.....	50
7.13	impulsion de commande (de valve).....	50
7.14	impulsion d'allumage (de valve).....	50
7.15	blocage d'un convertisseur.....	50
7.16	déblocage d'un convertisseur.....	50
7.17	blocage d'une valve.....	50
7.18	déblocage d'une valve.....	50
7.19	réglage de phase.....	50
7.20	angle de retard (de l'ordre d'amorçage) α ; angle de retard (de l'ordre d'allumage) α	50
7.21	angle d'avance (de l'ordre d'amorçage) β ; angle d'avance (de l'ordre d'allumage) β	51
7.22	angle d'empiètement μ	51
7.23	angle d'extinction γ	51
7.24	intervalle de retenue.....	51
7.25	intervalle de conduction.....	51
7.26	intervalle de blocage; intervalle de repos.....	51
7.27	intervalle de blocage direct.....	51
7.28	intervalle de blocage inverse.....	51
7.29	allumage intempestif.....	51
7.30	défaut d'allumage.....	52
7.31	raté de commutation.....	52
7.32	rapport de court-circuit (RCC).....	52
7.33	rapport de court-circuit efficace (RCCE).....	52
7.34	amorçage; déclenchement.....	52
8	Systèmes et postes CCHT.....	52
8.1	système CCHT.....	52
8.2	système de transport CCHT.....	52
8.3	système CCHT unidirectionnel.....	53
8.4	système CCHT réversible.....	53
8.5	pôle (de système) (CCHT).....	53
8.6	bipôle (de système) (CCHT).....	53
8.7	système (CCHT) bipolaire.....	53
8.8	système (CCHT) monopolaire.....	53
8.9	poste CCHT; poste de conversion CCHT.....	54
8.10	bipôle de poste (CCHT).....	54
8.11	pôle de poste (CCHT).....	54

8.12	ligne de transport CCHT	54
8.13	pôle de ligne de transport CCHT	54
8.14	électrode de terre	54
8.15	ligne de terre	54
9	Equipements des postes CCHT.....	54
9.1	filtre (côté courant) alternatif.....	54
9.2	inductance (de lissage) côté courant continu.....	54
9.3	parafoudre d'inductance de lissage.....	55
9.4	filtre (côté courant) continu	55
9.5	circuit d'amortissement côté courant continu.....	55
9.6	condensateur d'étouffement côté courant continu.....	55
9.7	parafoudre de barre à courant continu	55
9.8	parafoudre de ligne à courant continu	55
9.9	terre du poste CCHT.....	55
9.10	condensateur de neutre (côté courant continu).....	55
9.11	parafoudre de neutre (côté courant continu).....	55
9.12	disjoncteur de transfert du retour métallique (DTRM).....	55
9.13	disjoncteur de transfert du retour par la terre (DTRT).....	55
10	Modes de réglage	56
10.1	mode de réglage.....	56
10.2	mode de réglage de la tension.....	56
10.3	mode de réglage du courant	56
10.4	mode de réglage de la puissance.....	56
10.5	mode de réglage de la puissance réactive.....	56
10.6	mode de réglage de la fréquence.....	56
10.7	mode de réglage de l'amortissement.....	56
11	Systèmes de commande.....	56
11.1	système de commande (CCHT).....	56
11.2	commande d'un système CCHT	56
11.3	commande d'ensemble (CCHT)	57
11.4	commande de bipôle de système CCHT	57
11.5	commande de pôle de système CCHT	57
11.6	commande de poste CCHT	57
11.7	commande d'une unité de conversion	57
11.8	commande de valve.....	58
12	Fonctions de commande.....	58
12.1	réglage avec angles de retard égaux; réglage à déphasage individuel	58
12.2	réglage avec allumage équidistant	58
12.3	réglage d'angle α	58
12.4	réglage d'angle α minimum	58
12.5	réglage d'angle γ	58
12.6	réglage d'angle γ minimal.....	58
12.7	consigne de réglage	59
12.8	marge de courant	59
12.9	limitation de la consigne de courant dépendant de la tension (LCCDT).....	59
12.10	équilibre des (courants de) pôles	59
	BIBLIOGRAPHIE.....	70

Figure 1 – Symboles graphiques	60
Figure 2 – Schéma convertisseur en pont.....	60
Figure 3 – Exemple d'une unité de conversion	61
Figure 4 – Commutation pendant le fonctionnement en redresseur et en onduleur	62
Figure 5 – Illustrations de la commutation pendant le fonctionnement en onduleur	63
Figure 6 – Courbes caractéristiques de tension aux bornes d'une valve	64
Figure 7 – Exemple d'un poste à CCHT	65
Figure 8 – Exemple d'un système de transport CCHT bipolaire à deux extrémités	66
Figure 9 – Exemple d'un système de transport CCHT bipolaire à extrémités multiples avec les postes connectés en parallèle.....	66
Figure 10 – Exemple d'un système de transport CCHT à extrémités multiples avec les postes connectés en série	67
Figure 11 – Caractéristique courant-tension simplifiée en régime permanent d'un système CCHT à deux extrémités	67
Figure 12 – Structure hiérarchique d'un système de commande CCHT	68
Figure 13 – Configurations de convertisseur à condensateurs commutés.....	69

Withdrawal

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TERMINOLOGIE POUR LE TRANSPORT D'ÉNERGIE EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT)

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60633 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 la CEI: Electronique de puissance.

Cette version consolidée de la CEI 60633 comprend la deuxième édition (1998) [documents 22F/49/FDIS et 22F/53/RVD] et son amendement 1 (2009) [documents 22F/153/CDV et 22F/163/RVC].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 2.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

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

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

Withdrawn

TERMINOLOGIE POUR LE TRANSPORT D'ÉNERGIE EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT)

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale 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 vice versa.

Cette norme est applicable aux postes CCHT avec des convertisseurs commutés par le réseau, basés 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.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 60050-551:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 551: Electronique de puissance*

CEI 60146-1-1:1991, *Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-1: Spécifications des clauses techniques de base*

CEI 60617-5:1996, *Symboles graphiques pour schémas – Partie 5: Semiconducteurs et tubes électroniques*

CEI 60617-6:1996, *Symboles graphiques pour schémas – Partie 6: Production, transformation et conversion de l'énergie électrique*