

# CONSOLIDATED VERSION

# VERSION CONSOLIDÉE



---

**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

---

ICS 29.200

ISBN 978-2-8322-2833-3

**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.**

# REDLINE VERSION

# VERSION REDLINE



---

**Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission**

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

## 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 .....	9
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
5.13 commutating voltage.....	12
5.14 controlled capacitor commutated converter .....	12
5.15 series capacitor converter.....	12
6 Converter units and valves.....	12
6.1 converter (unit).....	12
6.2 (converter) bridge .....	12
6.3 valve .....	12
6.4 main valve .....	13
6.5 by-pass valve .....	13
6.6 thyristor module.....	13
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 <del>valve interface (electronics) (unit) valve base electronics (VBE)</del> .....	13
6.13 valve electronics.....	14
6.14 valve arrester .....	14
6.15 converter unit arrester .....	14
6.16 converter unit d.c. bus arrester .....	14
6.17 midpoint d.c. bus arrester .....	14
6.18 valve <del>(anode) (cathode)</del> reactor .....	14
6.19 converter transformer .....	14
6.20 by-pass switch.....	14
6.21 valve module .....	15

6.22	redundant levels .....	15
6.23	valve anode terminal.....	15
6.24	valve cathode terminal.....	15
7	Converter operating conditions.....	15
7.1	rectifier operation; rectification.....	15
7.2	inverter operation; inversion.....	15
7.3	forward direction; conducting direction (of a valve).....	15
7.4	reverse direction; non-conducting direction (of a valve).....	15
7.5	forward current.....	15
7.6	reverse current.....	15
7.7	forward voltage.....	15
7.8	reverse voltage.....	16
7.9	conducting state; on-state.....	16
7.10	valve voltage drop.....	16
7.11	non-conducting state; blocking state.....	16
7.12	firing.....	16
7.13	(valve) control pulse.....	16
7.14	(valve) firing pulse.....	16
7.15	converter blocking.....	16
7.16	converter deblocking.....	16
7.17	valve blocking.....	16
7.18	valve deblocking.....	17
7.19	phase control.....	17
7.20	(trigger) delay angle $\alpha$ .....	17
7.21	(trigger) advance angle $\beta$ .....	17
7.22	overlap angle $\mu$ .....	17
7.23	extinction angle $\gamma$ .....	17
7.24	hold-off interval.....	17
7.25	conduction interval.....	17
7.26	blocking interval; idle interval.....	17
7.27	forward blocking interval.....	18
7.28	reverse blocking interval.....	18
7.29	false firing.....	18
7.30	firing failure.....	18
7.31	commutation failure.....	18
7.32	short-circuit ratio (SCR).....	18
7.33	effective short-circuit ratio (ESCR).....	18
7.34	triggering; gating.....	18
7.35	operating state.....	18
7.36	blocked state.....	18
7.37	valve voltage.....	18
8	HVDC systems and substations.....	19
8.1	HVDC system.....	19
8.2	HVDC transmission system.....	19
8.3	unidirectional HVDC system.....	19
8.4	reversible bidirectional HVDC system.....	19
8.5	(HVDC) (system) pole.....	19
8.6	(HVDC) (system) bipole.....	19
8.7	bipolar (HVDC) system.....	19

8.8	<b>(asymmetric)</b> monopolar (HVDC) system.....	20
8.9	HVDC substation .....	20
8.10	(HVDC) substation bipole.....	20
8.11	(HVDC) substation pole .....	20
8.12	HVDC transmission line .....	20
8.13	HVDC transmission line pole.....	20
8.14	earth electrode .....	21
8.15	earth electrode line .....	21
8.16	<b>symmetrical monopole .....</b>	<b>21</b>
8.17	<b>rigid DC current bipolar system .....</b>	<b>21</b>
8.18	<b>symmetrical monopolar (HVDC) system .....</b>	<b>21</b>
8.19	<b>earth return .....</b>	<b>21</b>
8.20	<b>metallic return.....</b>	<b>21</b>
8.21	<b>series converter configuration .....</b>	<b>21</b>
8.22	<b>unitary connection .....</b>	<b>21</b>
8.23	<b>isolated generating system .....</b>	<b>22</b>
8.24	<b>point of common coupling .....</b>	<b>22</b>
8.25	<b>point of common coupling – DC side .....</b>	<b>22</b>
9	HVDC substation equipment .....	22
9.1	<del>a-c</del> <b>AC (harmonic) filter .....</b>	<b>22</b>
9.2	<del>d-c</del> <b>(DC) {smoothing} reactor.....</b>	<b>22</b>
9.3	d.c. reactor arrester .....	22
9.4	<del>d-c</del> <b>DC harmonic filter .....</b>	<b>22</b>
9.5	d.c. damping circuit .....	22
9.6	d.c. surge capacitor .....	22
9.7	d.c. bus arrester .....	22
9.8	d.c. line arrester .....	23
9.9	HVDC substation earth .....	23
9.10	(d.c.) neutral bus capacitor .....	23
9.11	(d.c.) neutral bus arrester .....	23
9.12	metallic return transfer breaker (MRTB).....	23
9.13	earth return transfer breaker (ERTB).....	23
9.14	<b>AC high frequency (HF) filter.....</b>	<b>23</b>
9.15	<b>DC high frequency (HF) filter .....</b>	<b>23</b>
9.16	<b>neutral bus switch (NBS) .....</b>	<b>23</b>
9.17	<b>neutral bus grounding switch (NBGS).....</b>	<b>23</b>
10	Modes of control .....	24
10.1	control mode .....	24
10.2	<b>d.c.voltage control mode.....</b>	<b>24</b>
10.3	current control mode.....	24
10.4	<b>active power control mode .....</b>	<b>24</b>
10.5	reactive power control mode .....	24
10.6	frequency control mode .....	24
10.7	damping control mode .....	24
10.8	<b>AC voltage control mode.....</b>	<b>24</b>
10.9	<b>islanded network operation mode.....</b>	<b>24</b>
10.10	<b>SSTI damping control mode.....</b>	<b>24</b>
11	Control systems.....	25
11.1	(HVDC) control system .....	25

11.2	HVDC system control.....	25
11.3	(HVDC) master control.....	25
11.4	(HVDC system) bipole control .....	25
11.5	(HVDC system) pole control.....	25
11.6	(HVDC) substation control .....	25
11.7	converter unit control.....	25
11.8	valve control unit (VCU).....	26
11.9	integrated AC/DC system control .....	26
12	Control functions.....	26
12.1	equal delay angle control; individual phase control .....	26
12.2	equidistant firing control.....	27
12.3	$\alpha$ control .....	27
12.4	minimum $\alpha$ control.....	27
12.5	$\gamma$ control.....	27
12.6	minimum $\gamma$ control.....	27
12.7	control order .....	27
12.8	current margin .....	27
12.9	voltage dependent current order limit (VDCOL) .....	27
12.10	pole (current) balancing .....	27
	Bibliography.....	38
	Figure 1 – Graphical symbols .....	28
	Figure 2 – Bridge converter connection .....	29
	Figure 3 – Example of a converter unit .....	29
	Figure 4 – Commutation process at rectifier and inverter modes of operation.....	30
	Figure 5 – Illustrations of commutation in inverter operation.....	31
	Figure 6 – Typical valve voltage waveforms .....	32
	Figure 7 – Example of an HVDC substation .....	33
	Figure 8 – Example of bipolar two-terminal HVDC transmission system .....	34
	Figure 9 – Example of a multiterminal bipolar HVDC transmission system with parallel connected HVDC substations .....	34
	Figure 10 – Example of a multiterminal HVDC transmission system with series connected HVDC substations .....	35
	Figure 11 – A simplified steady-state voltage-current characteristic of a two-terminal HVDC system .....	35
	Figure 12 – Hierarchical structure of an HVDC control system .....	36
	Figure 13 – Capacitor commutated converter configurations .....	37

## 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 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.

**DISCLAIMER**

**This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.**

**This Consolidated version of IEC 60633 bears the edition number 2.2. It consists of the second edition (1998-12) [documents 22F/49/FDIS and 22F/53/RVD], its amendment 1 (2009-05) [documents 22F/153/CDV and 22F/163/RVC] and its amendment 2 (2015-07) [documents 22F/340/CDV and 22F/350A/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.**

**In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendments 1 and 2. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.**

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.

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

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

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



# 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 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 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 .....	44
1 Domaine d'application.....	46
2 Références normatives .....	46
3 Symboles et abréviations .....	46
3.1 Liste des symboles littéraux.....	46
3.2 Liste des indices.....	47
3.3 Liste des abréviations .....	47
4 Symboles graphiques.....	47
5 Termes généraux relatifs aux circuits de conversion .....	48
5.1 conversion.....	48
5.2 schéma convertisseur.....	48
5.3 (schéma convertisseur en) pont.....	48
5.4 bras (de convertisseur).....	48
5.5 chemin de shuntage .....	49
5.6 commutation.....	49
5.7 groupe commutant.....	49
5.8 inductance de commutation .....	49
5.9 indice de pulsation $p$ .....	49
5.10 indice de commutation $q$ .....	49
5.11 <del>convertisseur à condensateurs commutés</del> .....	50
5.12 <del>convertisseur à condensateurs en série contrôlés</del> .....	50
5.13 <del>tension de commutation</del> .....	50
5.14 <del>convertisseur à condensateurs commutés contrôlés</del> .....	50
5.15 <del>convertisseur à condensateurs en série</del> .....	50
6 Unités de conversion et valves.....	50
6.1 (unité de) conversion .....	50
6.2 pont (de conversion).....	50
6.3 valve .....	50
6.4 valve principale.....	51
6.5 valve de shuntage.....	51
6.6 module de thyristors .....	51
6.7 module d'inductance .....	51
6.8 section de valve.....	51
6.9 niveau de thyristor (de valve) .....	51
6.10 support de valve .....	51
6.11 structure de valve .....	52
6.12 <del>(unité) (électronique d')interface de valve électronique de base</del> <del>de la valve (VBE)</del> .....	52
6.13 électronique de valve.....	52
6.14 parafoudre de valve.....	52
6.15 parafoudre d'une unité de conversion.....	52
6.16 parafoudre de barre à courant continu d'une unité de conversion .....	52
6.17 parafoudre de barre à courant continu du milieu.....	52
6.18 inductance de valve <del>(d'anode) (de cathode)</del> .....	52
6.19 transformateur de convertisseur.....	53
6.20 interrupteur de shuntage.....	53

6.21	module de valve .....	53
6.22	niveaux redondants .....	53
6.23	borne d'anode de valve .....	53
6.24	borne de cathode de valve .....	53
7	Conditions de fonctionnement du convertisseur .....	53
7.1	fonctionnement en redresseur; redressement .....	53
7.2	fonctionnement en onduleur; renvoi au réseau .....	53
7.3	sens direct; sens de conduction (d'une valve) .....	54
7.4	sens inverse; sens de non conduction (d'une valve) .....	54
7.5	courant direct .....	54
7.6	courant inverse .....	54
7.7	tension directe .....	54
7.8	tension inverse .....	54
7.9	état conducteur; état passant .....	54
7.10	chute de tension de valve .....	54
7.11	état non conducteur; état bloqué .....	54
7.12	allumage .....	54
7.13	impulsion de commande (de valve) .....	55
7.14	impulsion d'allumage (de valve) .....	55
7.15	blocage d'un convertisseur .....	55
7.16	déblocage d'un convertisseur .....	55
7.17	blocage d'une valve .....	55
7.18	déblocage d'une valve .....	55
7.19	réglage de phase .....	55
7.20	angle de retard (de l'ordre d'amorçage) $\alpha$ .....	55
7.21	angle d'avance (de l'ordre d'amorçage) $\beta$ .....	55
7.22	angle d'empiètement $\mu$ .....	55
7.23	angle d'extinction $\gamma$ .....	56
7.24	intervalle de retenue .....	56
7.25	intervalle de conduction .....	56
7.26	intervalle de blocage; intervalle de repos .....	56
7.27	intervalle de blocage direct .....	56
7.28	intervalle de blocage inverse .....	56
7.29	allumage intempestif .....	56
7.30	défaut d'allumage .....	56
7.31	raté de commutation .....	56
7.32	rapport de court-circuit (RCC) .....	56
7.33	rapport de court-circuit efficace (RCCE) .....	57
7.34	amorçage; déclenchement .....	57
7.35	état de fonctionnement .....	57
7.36	état bloqué .....	57
7.37	tension de valve .....	57
8	Systèmes et postes CCHT .....	57
8.1	système CCHT .....	57
8.2	système de transport CCHT .....	57
8.3	système CCHT unidirectionnel .....	57
8.4	système CCHT <del>réversible</del> bidirectionnel .....	58
8.5	pôle (de système) (CCHT) .....	58
8.6	bipôle (de système) (CCHT) .....	58

8.7	système (CCHT) bipolaire.....	58
8.8	système (CCHT) monopolaire ( <b>asymétrique</b> ).....	58
8.9	poste CCHT poste de conversion CCHT .....	58
8.10	bipôle de poste (CCHT).....	59
8.11	pôle de poste (CCHT).....	59
8.12	ligne de transport CCHT .....	59
8.13	pôle de ligne de transport CCHT.....	59
8.14	électrode de terre .....	59
8.15	ligne de terre .....	59
8.16	<b>monopole symétrique.....</b>	<b>59</b>
8.17	<b>système bipolaire rigide à courant continu.....</b>	<b>59</b>
8.18	<b>système (CCHT) monopolaire symétrique .....</b>	<b>59</b>
8.19	<b>retour par la terre .....</b>	<b>60</b>
8.20	<b>retour métallique.....</b>	<b>60</b>
8.21	<b>configuration en série de convertisseurs .....</b>	<b>60</b>
8.22	<b>connexion unitaire .....</b>	<b>60</b>
8.23	<b>système de génération isolé.....</b>	<b>60</b>
8.24	<b>point de couplage commun .....</b>	<b>60</b>
8.25	<b>point de couplage commun – côté courant continu .....</b>	<b>60</b>
9	Equipements des postes CCHT.....	60
9.1	filtre ( <b>d'harmoniques</b> ) (côté courant) alternatif.....	60
9.2	inductance ( <del>de lissage</del> ) (côté courant continu) .....	61
9.3	parafoudre d'inductance de lissage.....	61
9.4	filtre <b>d'harmoniques</b> (côté courant) continu.....	61
9.5	circuit d'amortissement côté courant continu.....	61
9.6	condensateur d'étouffement côté courant continu.....	61
9.7	parafoudre de barre à courant continu .....	61
9.8	parafoudre de ligne à courant continu .....	61
9.9	terre du poste CCHT.....	61
9.10	condensateur de neutre (côté courant continu).....	61
9.11	parafoudre de neutre (côté courant continu).....	61
9.12	disjoncteur de transfert du retour métallique (DTRM) .....	61
9.13	disjoncteur de transfert du retour par la terre (DTRT).....	62
9.14	<b>filtre HF (haute fréquence) (côté courant) alternatif .....</b>	<b>62</b>
9.15	<b>filtre HF (haute fréquence) (côté courant) continu .....</b>	<b>62</b>
9.16	<b>commutateur de bus neutre (NBS).....</b>	<b>62</b>
9.17	<b>commutateur de mise à la terre de bus neutre (NBGS).....</b>	<b>62</b>
10	Modes de réglage .....	62
10.1	mode de réglage.....	62
10.2	mode de réglage de la tension <b>continue</b> .....	62
10.3	mode de réglage du courant .....	62
10.4	mode de réglage de la puissance <b>active</b> .....	62
10.5	mode de réglage de la puissance réactive.....	63
10.6	mode de réglage de la fréquence.....	63
10.7	mode de réglage de l'amortissement.....	63
10.8	<b>mode de réglage de la tension alternative .....</b>	<b>63</b>
10.9	<b>mode de fonctionnement en réseau isolé .....</b>	<b>63</b>
10.10	<b>mode de réglage de l'amortissement d'ITSS.....</b>	<b>63</b>
11	Systèmes de commande.....	63

11.1	système de commande (CCHT)	63
11.2	commande d'un système CCHT	63
11.3	commande d'ensemble (CCHT)	63
11.4	commande de bipôle de système CCHT	63
11.5	commande de pôle de système CCHT	64
11.6	commande de poste CCHT	64
11.7	commande d'une unité de conversion	64
11.8	unité de commande de valve (VCU)	65
11.9	commande de système intégrée en courant alternatif/courant continu	65
12	Fonctions de commande	65
12.1	réglage avec angles de retard égaux; réglage à déphasage individuel	65
12.2	réglage avec allumage équidistant	65
12.3	réglage d'angle $\alpha$	65
12.4	réglage d'angle $\alpha$ minimum	65
12.5	réglage d'angle $\gamma$	66
12.6	réglage d'angle $\gamma$ minimal	66
12.7	consigne de réglage	66
12.8	marge de courant	66
12.9	limitation de la consigne de courant dépendant de la tension (LCCDT)	66
12.10	équilibrage des (courants de) pôles	66
	Bibliographie	77
	Figure 1 – Symboles graphiques	67
	Figure 2 – Schéma convertisseur en pont	68
	Figure 3 – Exemple d'une unité de conversion	68
	Figure 4 – Commutation pendant le fonctionnement en redresseur et en onduleur	69
	Figure 5 – Illustrations de la commutation pendant le fonctionnement en onduleur	70
	Figure 6 – Courbes caractéristiques de tension aux bornes d'une valve	71
	Figure 7 – Exemple d'un poste à CCHT	72
	Figure 8 – Exemple d'un système de transport CCHT bipolaire à deux extrémités	73
	Figure 9 – Exemple d'un système de transport CCHT bipolaire à extrémités multiples avec les postes connectés en parallèle	73
	Figure 10 – Exemple d'un système de transport CCHT à extrémités multiples avec les postes connectés en série	74
	Figure 11 – Caractéristique courant-tension simplifiée en régime permanent d'un système CCHT à deux extrémités	74
	Figure 12 – Structure hiérarchique d'un système de commande CCHT	75
	Figure 13 – Configurations de convertisseur à condensateurs commutés	76

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### TERMINOLOGIE POUR LE TRANSPORT D'ÉNERGIE 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.

#### **DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ**

**Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.**

**Cette version consolidée de l'IEC 60633 porte le numéro d'édition 2.2. Elle comprend la deuxième édition (1998-12) [documents 22F/49/FDIS et 22F/53/RVD], son amendement 1 (2009-05) [documents 22F/153/CDV et 22F/163/RVC] et son amendement 2 (2015-07) [documents 22F/340/CDV et 22F/350A/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à ses amendements.**

**Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par les amendements 1 et 2. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.**

La Norme internationale IEC 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 l'IEC: Electronique de puissance.

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

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

**IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de 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 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 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 60050-551:~~1998~~, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 551: Electronique de puissance*

IEC 60146-1-1:~~1994~~, *Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-1: Spécifications des clauses techniques de base*

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

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



# FINAL VERSION

# VERSION FINALE

---

**Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission**

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



## 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 .....	9
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
5.13 commutating voltage.....	12
5.14 controlled capacitor commutated converter .....	12
5.15 series capacitor converter.....	12
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 .....	13
6.6 thyristor module.....	13
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 base electronics (VBE) .....	13
6.13 valve electronics.....	13
6.14 valve arrester .....	13
6.15 converter unit arrester .....	14
6.16 converter unit d.c. bus arrester .....	14
6.17 midpoint d.c. bus arrester .....	14
6.18 valve reactor.....	14
6.19 converter transformer .....	14
6.20 by-pass switch.....	14
6.21 valve module .....	14

6.22	redundant levels .....	14
6.23	valve anode terminal.....	15
6.24	valve cathode terminal.....	15
7	Converter operating conditions.....	15
7.1	rectifier operation; rectification.....	15
7.2	inverter operation; inversion.....	15
7.3	forward direction; conducting direction (of a valve).....	15
7.4	reverse direction; non-conducting direction (of a valve).....	15
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.....	16
7.12	firing.....	16
7.13	(valve) control pulse.....	16
7.14	(valve) firing pulse.....	16
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 $\alpha$ .....	16
7.21	(trigger) advance angle $\beta$ .....	17
7.22	overlap angle $\mu$ .....	17
7.23	extinction angle $\gamma$ .....	17
7.24	hold-off interval.....	17
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.....	18
7.32	short-circuit ratio (SCR).....	18
7.33	effective short-circuit ratio (ESCR).....	18
7.34	triggering; gating.....	18
7.35	operating state.....	18
7.36	blocked state.....	18
7.37	valve voltage.....	18
8	HVDC systems and substations.....	18
8.1	HVDC system.....	18
8.2	HVDC transmission system.....	18
8.3	unidirectional HVDC system.....	19
8.4	bidirectional HVDC system.....	19
8.5	(HVDC) (system) pole.....	19
8.6	(HVDC) (system) bipole.....	19
8.7	bipolar (HVDC) system.....	19

8.8	(asymmetric) monopolar (HVDC) system.....	19
8.9	HVDC substation .....	19
8.10	(HVDC) substation bipole.....	19
8.11	(HVDC) substation pole .....	19
8.12	HVDC transmission line .....	20
8.13	HVDC transmission line pole.....	20
8.14	earth electrode .....	20
8.15	earth electrode line .....	20
8.16	symmetrical monopole .....	20
8.17	rigid DC current bipolar system .....	20
8.18	symmetrical monopolar (HVDC) system .....	20
8.19	earth return .....	20
8.20	metallic return.....	20
8.21	series converter configuration .....	21
8.22	unitary connection .....	21
8.23	isolated generating system .....	21
8.24	point of common coupling .....	21
8.25	point of common coupling – DC side .....	21
9	HVDC substation equipment .....	21
9.1	AC (harmonic) filter .....	21
9.2	(DC) smoothing reactor.....	21
9.3	d.c. reactor arrester .....	21
9.4	DC harmonic filter.....	21
9.5	d.c. damping circuit .....	22
9.6	d.c. surge capacitor .....	22
9.7	d.c. bus arrester .....	22
9.8	d.c. line arrester .....	22
9.9	HVDC substation earth .....	22
9.10	(d.c.) neutral bus capacitor .....	22
9.11	(d.c.) neutral bus arrester .....	22
9.12	metallic return transfer breaker (MRTB).....	22
9.13	earth return transfer breaker (ERTB).....	22
9.14	AC high frequency (HF) filter.....	22
9.15	DC high frequency (HF) filter .....	22
9.16	neutral bus switch (NBS) .....	23
9.17	neutral bus grounding switch (NBGS).....	23
10	Modes of control .....	23
10.1	control mode .....	23
10.2	d.c.voltage control mode.....	23
10.3	current control mode.....	23
10.4	active power control mode .....	23
10.5	reactive power control mode .....	23
10.6	frequency control mode .....	23
10.7	damping control mode .....	23
10.8	AC voltage control mode.....	23
10.9	islanded network operation mode.....	24
10.10	SSTI damping control mode.....	24
11	Control systems .....	24
11.1	(HVDC) control system .....	24

11.2	HVDC system control.....	24
11.3	(HVDC) master control.....	24
11.4	(HVDC system) bipole control .....	24
11.5	(HVDC system) pole control.....	24
11.6	(HVDC) substation control .....	24
11.7	converter unit control .....	25
11.8	valve control unit (VCU).....	25
11.9	integrated AC/DC system control .....	25
12	Control functions.....	26
12.1	equal delay angle control; individual phase control .....	26
12.2	equidistant firing control.....	26
12.3	$\alpha$ control .....	26
12.4	minimum $\alpha$ control.....	26
12.5	$\gamma$ control.....	26
12.6	minimum $\gamma$ control.....	26
12.7	control order .....	26
12.8	current margin .....	26
12.9	voltage dependent current order limit (VDCOL) .....	26
12.10	pole (current) balancing .....	27
	Bibliography.....	37
	Figure 1 – Graphical symbols .....	27
	Figure 2 – Bridge converter connection .....	28
	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 – A 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

---

**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 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.

**DISCLAIMER**

**This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.**

**This Consolidated version of IEC 60633 bears the edition number 2.2. It consists of the second edition (1998-12) [documents 22F/49/FDIS and 22F/53/RVD], its amendment 1 (2009-05) [documents 22F/153/CDV and 22F/163/RVC] and its amendment 2 (2015-07) [documents 22F/340/CDV and 22F/350A/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendments.**

**This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1 and 2. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.**

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.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments 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.

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

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

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

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



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	42
1 Domaine d'application.....	44
2 Références normatives .....	44
3 Symboles et abréviations .....	44
3.1 Liste des symboles littéraux .....	44
3.2 Liste des indices .....	45
3.3 Liste des abréviations .....	45
4 Symboles graphiques.....	45
5 Termes généraux relatifs aux circuits de conversion .....	46
5.1 conversion.....	46
5.2 schéma convertisseur .....	46
5.3 (schéma convertisseur en) pont .....	46
5.4 bras (de convertisseur) .....	46
5.5 chemin de shuntage .....	46
5.6 commutation.....	47
5.7 groupe commutant.....	47
5.8 inductance de commutation .....	47
5.9 indice de pulsation $p$ .....	47
5.10 indice de commutation $q$ .....	47
5.11 convertisseur à condensateurs commutés.....	47
5.12 convertisseur à condensateurs en série contrôlés .....	48
5.13 tension de commutation .....	48
5.14 convertisseur à condensateurs commutés contrôlés.....	48
5.15 convertisseur à condensateurs en série .....	48
6 Unités de conversion et valves .....	48
6.1 (unité de) conversion .....	48
6.2 pont (de conversion) .....	48
6.3 valve .....	48
6.4 valve principale.....	49
6.5 valve de shuntage.....	49
6.6 module de thyristors .....	49
6.7 module d'inductance .....	49
6.8 section de valve.....	49
6.9 niveau de thyristor (de valve) .....	49
6.10 support de valve .....	49
6.11 structure de valve .....	49
6.12 électronique de base de la valve (VBE).....	49
6.13 électronique de valve .....	50
6.14 parafoudre de valve .....	50
6.15 parafoudre d'une unité de conversion.....	50
6.16 parafoudre de barre à courant continu d'une unité de conversion .....	50
6.17 parafoudre de barre à courant continu du milieu.....	50
6.18 inductance de valve .....	50
6.19 transformateur de convertisseur.....	50
6.20 interrupteur de shuntage .....	50
6.21 module de valve .....	51

6.22	niveaux redondants .....	51
6.23	borne d'anode de valve .....	51
6.24	borne de cathode de valve .....	51
7	Conditions de fonctionnement du convertisseur .....	51
7.1	fonctionnement en redresseur; redressement .....	51
7.2	fonctionnement en onduleur; renvoi au réseau .....	51
7.3	sens direct; sens de conduction (d'une valve) .....	51
7.4	sens inverse; sens de non conduction (d'une valve) .....	51
7.5	courant direct .....	51
7.6	courant inverse .....	51
7.7	tension directe .....	51
7.8	tension inverse .....	52
7.9	état conducteur; état passant .....	52
7.10	chute de tension de valve .....	52
7.11	état non conducteur; état bloqué .....	52
7.12	allumage .....	52
7.13	impulsion de commande (de valve) .....	52
7.14	impulsion d'allumage (de valve) .....	52
7.15	blocage d'un convertisseur .....	52
7.16	déblocage d'un convertisseur .....	52
7.17	blocage d'une valve .....	52
7.18	déblocage d'une valve .....	53
7.19	réglage de phase .....	53
7.20	angle de retard (de l'ordre d'amorçage) $\alpha$ .....	53
7.21	angle d'avance (de l'ordre d'amorçage) $\beta$ .....	53
7.22	angle d'empiètement $\mu$ .....	53
7.23	angle d'extinction $\gamma$ .....	53
7.24	intervalle de retenue .....	53
7.25	intervalle de conduction .....	53
7.26	intervalle de blocage; intervalle de repos .....	53
7.27	intervalle de blocage direct .....	54
7.28	intervalle de blocage inverse .....	54
7.29	allumage intempestif .....	54
7.30	défaut d'allumage .....	54
7.31	raté de commutation .....	54
7.32	rapport de court-circuit (RCC) .....	54
7.33	rapport de court-circuit efficace (RCCE) .....	54
7.34	amorçage; déclenchement .....	54
7.35	état de fonctionnement .....	54
7.36	état bloqué .....	54
7.37	tension de valve .....	54
8	Systèmes et postes CCHT .....	55
8.1	système CCHT .....	55
8.2	système de transport CCHT .....	55
8.3	système CCHT unidirectionnel .....	55
8.4	système CCHT bidirectionnel .....	55
8.5	pôle (de système) (CCHT) .....	55
8.6	bipôle (de système) (CCHT) .....	55
8.7	système (CCHT) bipolaire .....	55

8.8	système (CCHT) monopolaire (asymétrique) .....	56
8.9	poste CCHT poste de conversion CCHT .....	56
8.10	bipôle de poste (CCHT) .....	56
8.11	pôle de poste (CCHT) .....	56
8.12	ligne de transport CCHT .....	56
8.13	pôle de ligne de transport CCHT .....	56
8.14	électrode de terre .....	56
8.15	ligne de terre .....	56
8.16	monopole symétrique .....	56
8.17	système bipolaire rigide à courant continu .....	57
8.18	système (CCHT) monopolaire symétrique .....	57
8.19	retour par la terre .....	57
8.20	retour métallique .....	57
8.21	configuration en série de convertisseurs .....	57
8.22	connexion unitaire .....	57
8.23	système de génération isolé .....	57
8.24	point de couplage commun .....	57
8.25	point de couplage commun – côté courant continu .....	57
9	Equipements des postes CCHT .....	58
9.1	filtre (d'harmoniques) (côté courant) alternatif .....	58
9.2	inductance de lissage (côté courant continu) .....	58
9.3	parafoudre d'inductance de lissage .....	58
9.4	filtre d'harmoniques (côté courant) continu .....	58
9.5	circuit d'amortissement côté courant continu .....	58
9.6	condensateur d'étouffement côté courant continu .....	58
9.7	parafoudre de barre à courant continu .....	58
9.8	parafoudre de ligne à courant continu .....	58
9.9	terre du poste CCHT .....	58
9.10	condensateur de neutre (côté courant continu) .....	58
9.11	parafoudre de neutre (côté courant continu) .....	59
9.12	disjoncteur de transfert du retour métallique (DTRM) .....	59
9.13	disjoncteur de transfert du retour par la terre (DTRT) .....	59
9.14	filtre HF (haute fréquence) (côté courant) alternatif .....	59
9.15	filtre HF (haute fréquence) (côté courant) continu .....	59
9.16	commutateur de bus neutre (NBS) .....	59
9.17	commutateur de mise à la terre de bus neutre (NBGS) .....	59
10	Modes de réglage .....	59
10.1	mode de réglage .....	59
10.2	mode de réglage de la tension continue .....	59
10.3	mode de réglage du courant .....	60
10.4	mode de réglage de la puissance active .....	60
10.5	mode de réglage de la puissance réactive .....	60
10.6	mode de réglage de la fréquence .....	60
10.7	mode de réglage de l'amortissement .....	60
10.8	mode de réglage de la tension alternative .....	60
10.9	mode de fonctionnement en réseau isolé .....	60
10.10	mode de réglage de l'amortissement d'ITSS .....	60
11	Systèmes de commande .....	60
11.1	système de commande (CCHT) .....	60

11.2	commande d'un système CCHT .....	60
11.3	commande d'ensemble (CCHT) .....	61
11.4	commande de bipôle de système CCHT .....	61
11.5	commande de pôle de système CCHT .....	61
11.6	commande de poste CCHT .....	61
11.7	commande d'une unité de conversion .....	61
11.8	unité de commande de valve (VCU) .....	62
11.9	commande de système intégrée en courant alternatif/courant continu .....	62
12	Fonctions de commande .....	62
12.1	réglage avec angles de retard égaux; réglage à déphasage individuel .....	62
12.2	réglage avec allumage équidistant .....	62
12.3	réglage d'angle $\alpha$ .....	62
12.4	réglage d'angle $\alpha$ minimum .....	63
12.5	réglage d'angle $\gamma$ .....	63
12.6	réglage d'angle $\gamma$ minimal .....	63
12.7	consigne de réglage .....	63
12.8	marge de courant .....	63
12.9	limitation de la consigne de courant dépendant de la tension (LCCDT) .....	63
12.10	équilibre des (courants de) pôles .....	63
	Bibliographie .....	74
	Figure 1 – Symboles graphiques .....	64
	Figure 2 – Schéma convertisseur en pont .....	65
	Figure 3 – Exemple d'une unité de conversion .....	65
	Figure 4 – Commutation pendant le fonctionnement en redresseur et en onduleur .....	66
	Figure 5 – Illustrations de la commutation pendant le fonctionnement en onduleur .....	67
	Figure 6 – Courbes caractéristiques de tension aux bornes d'une valve .....	68
	Figure 7 – Exemple d'un poste à CCHT .....	69
	Figure 8 – Exemple d'un système de transport CCHT bipolaire à deux extrémités .....	70
	Figure 9 – Exemple d'un système de transport CCHT bipolaire à extrémités multiples avec les postes connectés en parallèle .....	70
	Figure 10 – Exemple d'un système de transport CCHT à extrémités multiples avec les postes connectés en série .....	71
	Figure 11 – Caractéristique courant-tension simplifiée en régime permanent d'un système CCHT à deux extrémités .....	71
	Figure 12 – Structure hiérarchique d'un système de commande CCHT .....	72
	Figure 13 – Configurations de convertisseur à condensateurs commutés .....	73

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TERMINOLOGIE POUR LE TRANSPORT D'ÉNERGIE  
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.

**DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ**

**Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.**

**Cette version consolidée de l'IEC 60633 porte le numéro d'édition 2.2. Elle comprend la deuxième édition (1998-12) [documents 22F/49/FDIS et 22F/53/RVD], son amendement 1 (2009-05) [documents 22F/153/CDV et 22F/163/RVC] et son amendement 2 (2015-07) [documents 22F/340/CDV et 22F/350A/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à ses amendements.**

**Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par les amendements 1 et 2. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.**

La Norme internationale IEC 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 l'IEC: Electronique de puissance.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

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

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

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

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