

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60633

Deuxième édition
Second edition
1998-12

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

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

WITHDRAWN



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60633:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60633

Deuxième édition
Second edition
1998-12

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

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

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	10
Articles	
1 Domaine d'application.....	12
2 Références normatives	12
3 Symboles et abréviations	12
3.1 Liste des symboles littéraux	12
3.2 Liste des indices.....	14
3.3 Liste des abréviations.....	14
4 Symboles graphiques.....	16
5 Termes généraux relatifs aux circuits de conversion	16
5.1 Conversion.....	16
5.2 Schéma convertisseur	16
5.3 (Schéma convertisseur en) pont	16
5.4 Bras (de convertisseur)	16
5.5 Chemin de shuntage.....	18
5.6 Commutation.....	18
5.7 Groupe commutant.....	18
5.8 Inductance de commutation.....	18
5.9 Indice de pulsation p	18
5.10 Indice de commutation q	18
6 Unités de conversion et valves.....	20
6.1 Unité de conversion.....	20
6.2 Pont (de conversion)	20
6.3 Valve.....	20
6.4 Valve principale.....	20
6.5 Valve de shuntage.....	20
6.6 Module de thyristors	20
6.7 Module d'inductance.....	22
6.8 Section de valve	22
6.9 Niveau de thyristor (de valve)	22
6.10 Support de valve	22
6.11 Structure de valve	22
6.12 (Unité) (électronique d') interface de valve	22
6.13 Electronique de valve	22
6.14 Parafoudre de valve	22
6.15 Parafoudre d'une unité de conversion.....	22
6.16 Parafoudre de barre à courant continu d'une unité de conversion.....	22
6.17 Parafoudre de barre à courant continu du milieu	24
6.18 Inductance de valve (d'anode) (de cathode).....	24
6.19 Transformateur de convertisseur	24
6.20 Interrupteur de shuntage	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	11
Clause	
1 Scope.....	13
2 Normative references.....	13
3 Symbols and abbreviations	13
3.1 List of letter symbols.....	13
3.2 List of subscripts	15
3.3 List of abbreviations.....	15
4 Graphical symbols	17
5 General terms related to converter circuits	17
5.1 Conversion	17
5.2 Converter connection.....	17
5.3 Bridge (converter connection)	17
5.4 (Converter) arm	17
5.5 By-pass path	19
5.6 Commutation.....	19
5.7 Commutating group	19
5.8 Commutation inductance	19
5.9 Pulse number p	19
5.10 Commutation number q	19
6 Converter units and valves.....	21
6.1 Converter unit.....	21
6.2 (Converter) bridge	21
6.3 Valve	21
6.4 Main valve	21
6.5 By-pass valve	21
6.6 Thyristor module.....	21
6.7 Reactor module	23
6.8 Valve section	23
6.9 (Valve) thyristor level	23
6.10 Valve support	23
6.11 Valve structure	23
6.12 Valve interface (electronics) (unit).....	23
6.13 Valve electronics	23
6.14 Valve arrester.....	23
6.15 Converter unit arrester.....	23
6.16 Converter unit d.c. bus arrester.....	23
6.17 Midpoint d.c. bus arrester	25
6.18 Valve (anode) (cathode) reactor.....	25
6.19 Converter transformer.....	25
6.20 By-pass switch.....	25

Articles	Pages
7 Conditions de fonctionnement du convertisseur.....	24
7.1 Fonctionnement en redresseur; redressement	24
7.2 Fonctionnement en onduleur; renvoi au réseau.....	24
7.3 Sens direct.....	24
7.4 Sens inverse	24
7.5 Courant direct	26
7.6 Courant inverse.....	26
7.7 Tension directe	26
7.8 Tension inverse.....	26
7.9 Etat conducteur.....	26
7.10 Chute de tension de valve	26
7.11 Etat non conducteur; état bloqué	26
7.12 Allumage.....	26
7.13 Impulsion de commande (de valve).....	26
7.14 Impulsion d'allumage (de valve).....	26
7.15 Blocage d'un convertisseur.....	28
7.16 Déblocage d'un convertisseur.....	28
7.17 Blocage d'une valve.....	28
7.18 Déblocage d'une valve.....	28
7.19 Réglage de phase	28
7.20 Angle de retard (de l'ordre d'amorçage) α	28
7.21 Angle d'avance (de l'ordre d'amorçage) β	28
7.22 Angle d'empiètement μ	28
7.23 Angle d'extinction γ	28
7.24 Intervalle de retenue.....	28
7.25 Intervalle de conduction.....	30
7.26 Intervalle de blocage; intervalle de repos	30
7.27 Intervalle de blocage direct.....	30
7.28 Intervalle de blocage inverse	30
7.29 Allumage intempestif	30
7.30 Défaut d'allumage	30
7.31 Raté de commutation	30
7.32 Rapport de court-circuit (RCC)	30
7.33 Rapport de court-circuit efficace (RCCE)	30
8 Systèmes et postes CCHT	30
8.1 Système CCHT	30
8.2 Système de transport CCHT	32
8.3 Système CCHT unidirectionnel	32
8.4 Système CCHT réversible.....	32
8.5 Pôle (de système) (CCHT).....	32
8.6 Bipôle (de système) (CCHT).....	32
8.7 Système (CCHT) bipolaire	32
8.8 Système (CCHT) monopolaire	34
8.9 Poste CCHT	34

Clause	Page
7 Converter operating conditions.....	25
7.1 Rectifier operation; rectification.....	25
7.2 Inverter operation; inversion.....	25
7.3 Forward direction.....	25
7.4 Reverse direction.....	25
7.5 Forward current.....	27
7.6 Reverse current.....	27
7.7 Forward voltage.....	27
7.8 Reverse voltage.....	27
7.9 Conducting state.....	27
7.10 Valve voltage drop.....	27
7.11 Non-conducting state; blocking state.....	27
7.12 Firing.....	27
7.13 (Valve) control pulse.....	27
7.14 (Valve) firing pulse.....	27
7.15 Converter blocking.....	29
7.16 Converter deblocking.....	29
7.17 Valve blocking.....	29
7.18 Valve deblocking.....	29
7.19 Phase control.....	29
7.20 (Trigger) delay angle α	29
7.21 (Trigger) advance angle β	29
7.22 Overlap angle μ	29
7.23 Extinction angle γ	29
7.24 Hold-off interval.....	29
7.25 Conduction interval.....	31
7.26 Blocking interval; idle interval.....	31
7.27 Forward blocking interval.....	31
7.28 Reverse blocking interval.....	31
7.29 False firing.....	31
7.30 Firing failure.....	31
7.31 Commutation failure.....	31
7.32 Short-circuit ratio (SCR).....	31
7.33 Effective short-circuit ratio (ESCR).....	31
8 HVDC systems and substations.....	31
8.1 HVDC system.....	31
8.2 HVDC transmission system.....	33
8.3 Unidirectional HVDC system.....	33
8.4 Reversible HVDC system.....	33
8.5 (HVDC) (system) pole.....	33
8.6 (HVDC) (system) bipole.....	33
8.7 Bipolar (HVDC) system.....	33
8.8 Monopolar (HVDC) system.....	35
8.9 HVDC substation.....	35

Articles	Pages
8.10 Bipôle de poste (CCHT).....	34
8.11 Pôle de poste (CCHT)	34
8.12 Ligne de transport CCHT	34
8.13 Pôle de ligne de transport CCHT	34
8.14 Electrode de terre.....	34
8.15 Ligne de terre.....	34
9 Equipements des postes CCHT.....	36
9.1 Filtre (côté courant) alternatif.....	36
9.2 Inductance (de lissage) côté courant continu	36
9.3 Parafoudre d'inductance de lissage	36
9.4 Filtre (côté courant) continu.....	36
9.5 Circuit d'amortissement côté courant continu	36
9.6 Condensateur d'éteuffement côté courant continu.....	36
9.7 Parafoudre de barre à courant continu.....	36
9.8 Parafoudre de ligne à courant continu.....	36
9.9 Terre du poste CCHT	36
9.10 Condensateur de neutre (côté courant continu).....	36
9.11 Parafoudre de neutre (côté courant continu)	38
9.12 Disjoncteur de transfert du retour métallique (DTRM).....	38
9.13 Disjoncteur de transfert du retour par la terre (DTRT)	38
10 Modes de réglage	38
10.1 Mode de réglage	38
10.2 Mode de réglage de la tension.....	38
10.3 Mode de réglage du courant.....	38
10.4 Mode de réglage de la puissance.....	38
10.5 Mode de réglage de la puissance réactive	38
10.6 Mode de réglage de la fréquence.....	38
10.7 Mode de réglage de l'amortissement.....	38
11 Systèmes de commande.....	40
11.1 Système de commande (CCHT)	40
11.2 Commande d'un système CCHT	40
11.3 Commande d'ensemble (de système CCHT).....	40
11.4 Commande de bipôle de système CCHT	40
11.5 Commande de pôle de système CCHT	40
11.6 Commande de poste CCHT	40
11.7 Commande d'une unité de conversion	40
11.8 Commande de valve.....	42
12 Fonctions de commande	42
12.1 Réglage avec angles de retard égaux; réglage à déphasage individuel.....	42
12.2 Réglage avec allumage équidistant.....	44
12.3 Réglage d'angle α	44
12.4 Réglage d'angle α minimum	44
12.5 Réglage d'angle γ	44
12.6 Réglage d'angle γ minimum	44

Clause	Page
8.10 (HVDC) substation bipole.....	35
8.11 (HVDC) substation pole	35
8.12 HVDC transmission line	35
8.13 HVDC transmission line pole.....	35
8.14 Earth electrode	35
8.15 Earth electrode line.....	35
9 HVDC substation equipment	37
9.1 AC filter	37
9.2 DC (smoothing) reactor.....	37
9.3 DC reactor arrester	37
9.4 DC filter	37
9.5 DC damping circuit	37
9.6 DC surge capacitor	37
9.7 DC bus arrester	37
9.8 DC line arrester	37
9.9 HVDC substation earth	37
9.10 (DC) neutral bus capacitor	37
9.11 (DC) neutral bus arrester	39
9.12 Metallic return transfer breaker (MRTB).....	39
9.13 Earth return transfer breaker (ERTB)	39
10 Modes of control	39
10.1 Control mode.....	39
10.2 Voltage control mode.....	39
10.3 Current control mode.....	39
10.4 Power control mode.....	39
10.5 Reactive power control mode.....	39
10.6 Frequency control mode	39
10.7 Damping control mode.....	39
11 Control systems.....	41
11.1 (HVDC) Control system.....	41
11.2 HVDC system control.....	41
11.3 (HVDC) master control.....	41
11.4 (HVDC system) bipole control	41
11.5 (HVDC system) pole control.....	41
11.6 (HVDC) substation control	41
11.7 Converter unit control	41
11.8 Valve control	43
12 Control functions.....	43
12.1 Equal delay angle control; individual phase control.....	43
12.2 Equidistant firing control	45
12.3 α control	45
12.4 Minimum α control	45
12.5 γ control.....	45
12.6 Minimum γ control.....	45

Articles	Pages
12.7 Consigne de réglage	44
12.8 Marge de courant	44
12.9 Limitation de la consigne de courant dépendant de la tension (LCCDT).....	44
12.10 Equilibrage des (courants de) pôles.....	44
 Figures.....	 46
1 Symboles graphiques	46
2 Schéma convertisseur en pont	46
3 Exemple d'une unité de conversion	48
4 Commutation pendant le fonctionnement en redresseur et en onduleur	50
5 Illustrations de la commutation pendant le fonctionnement en onduleur	52
6 Courbes caractéristiques de tension aux bornes d'une valve	54
7 Exemple d'un poste à CCHT	56
8 Exemple d'un système de transport CCHT à deux extrémités.....	58
9 Exemple d'un système de transport CCHT à extrémités multiples avec les postes connectés en parallèle	58
10 Exemple d'un système de transport CCHT à extrémités multiples avec les postes connectés en série	60
11 Caractéristique courant-tension simplifiée en régime permanent d'un système CCHT à deux extrémités	60
12 Structure hiérarchique d'un système de commande CCHT	62
 Bibliographie	 64

Clause	Page
12.7 Control order	45
12.8 Current margin	45
12.9 Voltage dependent current order limit (VDCOL).....	45
12.10 Pole (current) balancing.....	45
 Figures.....	 47
1 Graphical symbols	47
2 Bridge converter connection.....	47
3 Example of a converter unit	49
4 Commutation process at rectifier and inverter modes of operation	51
5 Illustrations of commutation in inverter operation.....	53
6 Typical valve voltage waveforms	55
7 Example of an HVDC substation	57
8 Example of a bipolar two-terminal HVDC transmission system.....	59
9 Example of a multiterminal bipolar HVDC transmission system with parallel connected HVDC substations	59
10 Example of a multiterminal bipolar HVDC transmission system with series connected HVDC substations	61
11 A simplified steady-state voltage-current characteristic of an HVDC system.....	61
12 Hierarchical structure of an HVDC control system	63
 Bibliography	 65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1978. Cette édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22F/49/FDIS	22F/53/RVD

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TERMINOLOGY FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) TRANSMISSION

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The 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 second edition cancels and replaces the first edition published in 1978. This edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
22F/49/FDIS	22F/53/RVD

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

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 normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de sa publication, les éditions indiquées étaient en vigueur et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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*

3 Symboles et abréviations

Cette liste ne comporte que les symboles les plus fréquemment utilisés. Des listes plus complètes des symboles adoptés pour les convertisseurs statiques se trouvent dans la CEI 60027 et les autres normes indiquées dans les références normatives et la bibliographie.

3.1 Liste des symboles littéraux

U_d	tension continue (toute valeur définie)
U_{d0}	tension continue à vide conventionnelle
U_{di0}	tension continue fictive à vide (ou idéale)
U_{dN}	tension continue nominale