This is a preview - click here to buy the full publication

IEC 62751-1

Edition 1.1 2018-04
CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Power losses in voltage sourced converter (VSC) valves for high-voltage direct current (HVDC) systems – Part 1: General requirements

Pertes de puissance dans les valves à convertisseur de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT) – Partie 1: Exigences générales

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.200; 29.240.99

ISBN 978-2-8322-5623-7

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

This is a preview - click here to buy the full publication

IEC 62751-1

Edition 1.1 2018-04
CONSOLIDATED VERSION

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

Power losses in voltage sourced converter (VSC) valves for high-voltage direct current (HVDC) systems – Part 1: General requirements

Pertes de puissance dans les valves à convertisseur de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT) – Partie 1: Exigences générales

IEC 62751-1:2014-08+AMD1:2018-04 CSV(en-fr)

This is a preview - click here to buy the full publication

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms and definitions 6
3.1 Converter types 7
3.2 Semiconductor devices 7
3.3 Converter operating states 8
3.4 Device characteristics 8
3.5 Other definitions 9
4 General conditions 10
4.1 General 10
4.2 Causes of power losses 11
4.3 Categories of valve losses 11
4.4 Operating conditions 12
4.4.1 General 12
4.4.2 Reference ambient conditions 12
4.4.3 Reference a.c. system conditions 12
4.4.4 Converter operating states 12
4.4.5 Treatment of redundancy 13
4.5 Use of real measured data 13
4.5.1 General 13
4.5.2 Routine testing 13
4.5.3 Characterisation testing 13
5 Conduction losses 14
5.1 General 14
5.2 IGBT conduction losses 16
5.3 Diode conduction losses 16
5.4 Other conduction losses 17
6 D.C. voltage-dependent losses 17
7 Losses in d.c. capacitors 18
8 Switching losses 18
8.1 General 18
8.2 IGBT switching losses 19
8.3 Diode switching losses 20
9 Other losses 21
9.1 Snubber circuit losses 21
9.2 Valve electronics power consumption 21
10 Total valve losses per converter substation 22
Annex A (informative) Determination of power losses in other HVDC substation equipment 25
A.1 General 25
A.2 Guidance for calculating losses in each equipment 25
A.2.1 Circuit breaker 25
A.2.2 Pre-insertion resistor 25
A.2.3 Line side harmonic filter 26

This is a preview - click here to buy the full publication

A.2.4 Line side high frequency filter 26
A.2.5 Interface transformer 27
A.2.6 Converter side harmonic filter 27
A.2.7 Converter side high frequency filter 27
A.2.8 Phase reactor 27
A.2.9 VSC unit 27
A.2.10 VSC d.c. capacitor 27
A.2.11 D.C. harmonic filter 27
A.2.12 Dynamic braking system 28
A.2.13 Neutral point grounding branch 28
A.2.14 D.C. reactor 28
~~A.2.15 Common mode blocking reactor ..... 28~~
A.2.16 D.C. side high frequency filter 28
A.2.17 D.C. cable or overhead transmission line 29
A.3 Auxiliaries and station service losses 29
Bibliography 30

Figure 1 – On-state voltage of an IGBT or diode 14
Figure 2 – Piecewise-linear representation of IGBT or diode on-state voltage 15
Figure 3 – IGBT switching energy as a function of collector current 19
Figure 4 – Diode recovery energy as a function of current 20
Figure A.1 – Major components that may be found in a VSC substation 26

Table 1 – Matrix indicating the relationship of data needed for calculation of losses and the type of valve losses (*1 of 2*) 23

This is a preview - click here to buy the full publication

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER LOSSES IN VOLTAGE SOURCED CONVERTER (VSC) VALVES FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) SYSTEMS –

Part 1: General requirements

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 62751-1 edition 1.1 contains the first edition (2014-08) [documents 22F/302/CDV and 22F/321A/RVC] and its amendment 1 (2018-04) [documents 22F/439A/CDV and 22F/458A/RVC].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

This is a preview - click here to buy the full publication

International Standard IEC 62751-1 has been prepared by subcommittee 22F: Power electronics for electrical transmission and distribution systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

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

A list of all parts in the IEC 62751series, published under the general title *Power losses in voltage sourced converter (VSC) valves for high-voltage direct current (HVDC) systems*, can be found on the IEC website.

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

This is a preview - click here to buy the full publication

POWER LOSSES IN VOLTAGE SOURCED CONVERTER (VSC) VALVES FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) SYSTEMS –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 62751 sets out the general principles for calculating the power losses in the converter valves of a voltage sourced converter (VSC) for high-voltage direct current (HVDC) applications, independent of the converter topology. Clauses 6 and 8 and subclauses 9.1, 9.2 and A.2.12 of the standard can also be used for calculating the power losses in the dynamic braking valves (where used) and as guidance for calculating the power losses of the valves for a STATCOM installation.

Power losses in other items of equipment in the HVDC substation, apart from the converter valves, are excluded from the scope of this standard. Power losses in most equipment in a VSC substation can be calculated using similar procedures to those prescribed for HVDC systems with line-commutated converters (LCC) in IEC 61803. Annex A presents the main differences between LCC and VSC HVDC substations in so far as they influence the method for determining power losses of other equipment.

This standard does not apply to converter valves for line-commutated converter HVDC systems.

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 60633, *Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission*

IEC 60747-2, *Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits – Part 2: Rectifier diodes*

IEC 60747-9:2007, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 9: Insulated-gate bipolar transistors (IGBTs)*

IEC 62747:2014, *Terminology for voltage-sourced converters (VSC) for high-voltage direct current (HVDC) systems*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

This is a preview - click here to buy the full publication

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 34
1 Domaine d'application 36
2 Références normatives 36
3 Termes et définitions 37
3.1 Types de convertisseurs 37
3.2 Dispositifs à semiconducteurs 37
3.3 Etats de fonctionnement du convertisseur 38
3.4 Caractéristiques du dispositif 39
3.5 Autres définitions 39
4 Conditions générales 40
4.1 Généralités 40
4.2 Causes des pertes de puissance 41
4.3 Catégories de pertes de la valve 42
4.4 Conditions de fonctionnement 42
4.4.1 Généralités 42
4.4.2 Conditions ambiantes de référence 42
4.4.3 Conditions du système c.a. de référence 42
4.4.4 Etats de fonctionnement du convertisseur 43
4.4.5 Traitement des redondances 43
4.5 Utilisation des données mesurées réelles 43
4.5.1 Généralités 43
4.5.2 Essais individuels de série 43
4.5.3 Essais de caractérisation 44
5 Pertes de conduction 44
5.1 Généralités 44
5.2 Pertes de conduction de l'IGBT 47
5.3 Pertes de conduction de la diode 47
5.4 Autres pertes de conduction 47
6 Pertes dépendant de la tension c.c. 48
7 Pertes dans les condensateurs c.c. 48
8 Pertes de commutation 49
8.1 Généralités 49
8.2 Pertes de commutation de l'IGBT 50
8.3 Pertes de commutation de la diode 51
9 Autres pertes 52
9.1 Pertes du circuit d'amortissement 52
9.2 Consommation de puissance de l'électronique de valve 53
10 Pertes totales de la valve par poste de convertisseur 53
Annexe A (informative) Détermination des pertes de puissance dans d'autres équipements du poste CCHT 56
A.1 Généralités 56
A.2 Lignes directrices pour le calcul des pertes dans chaque équipement 56
A.2.1 Disjoncteur 56
A.2.2 Résistance de pré-insertion 56
A.2.3 Filtre d'harmonique côté réseau 57

This is a preview - click here to buy the full publication

A.2.4 Filtre haute fréquence côté réseau 57
A.2.5 Transformateur d'interface 58
A.2.6 Filtre d'harmonique côté convertisseur 58
A.2.7 Filtre haute fréquence côté convertisseur 58
A.2.8 Inductance de phase 58
A.2.9 Unité VSC 58
A.2.10 Condensateur c.c. à VSC 58
A.2.11 Filtre d'harmonique c.c. 59
A.2.12 Système à freinage dynamique 59
A.2.13 Branche de mise à la terre du point neutre 59
A.2.14 Inductance c.c. 59
~~A.2.15 Inductance de blocage en mode commun ..... 60~~
A.2.16 Filtre haute fréquence côté c.c. 60
A.2.17 Câble c.c. ou ligne de transport aérienne 60
A.3 Pertes des équipements auxiliaires et du poste en service 60
Bibliographie 61

Figure 1 – Tension à l'état passant d'un IGBT ou d'une diode 45
Figure 2 – Représentation linéaire segmentée de la tension à l'état passant de l'IGBT ou de la diode 46
Figure 3 – Energie de commutation de l'IGBT en fonction du courant du collecteur 50
Figure 4 – Energie de rétablissement de la diode en fonction du courant 52
Figure A.1 – Principaux composants susceptibles de composer un poste à VSC 57

Tableau 1 – Matrice indiquant la relation des données nécessaires au calcul des pertes et le type de pertes de la valve (*1 sur 2*) 54

This is a preview - click here to buy the full publication

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PERTES DE PUISSANCE DANS LES VALVES À CONVERTISSEUR DE SOURCE DE TENSION (VSC) DES SYSTEMES EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT)

Partie 1: Exigences générales

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.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 62751-1 édition 1.1 contient la première édition (2014-08) [documents 22F/302/CDV et 22F/321A/RVC] et son amendement 1 (2018-04) [documents 22F/439A/CDV et 22F/458A/RVC].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

This is a preview - click here to buy the full publication

La Norme internationale IEC 62751-1 a été établie par le sous-comité 22F: Electronique de puissance pour les réseaux électriques de transport et de distribution, du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62751, publiées sous le titre général *Pertes de puissance dans les valves à convertisseur de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement 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.

This is a preview - click here to buy the full publication

PERTES DE PUISSANCE DANS LES VALVES À CONVERTISSEUR DE SOURCE DE TENSION (VSC) DES SYSTEMES EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT)

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62751 définit les principes généraux de calcul des pertes de puissance dans les valves à convertisseur de source de tension (VSC[1]) pour des applications en courant continu à haute tension (CCHT), quelle que soit la topologie du convertisseur. Les Articles 6 et 8 et les paragraphes 9.1, 9.2 et A.2.12 de la norme peuvent également être utilisés pour calculer les pertes de puissance dans les valves à freinage dynamique (le cas échéant) et comme guide pour le calcul des pertes de puissance des valves d'une installation STATCOM.

Les pertes de puissance dans d'autres parties de l'équipement du poste CCHT, outre les valves à convertisseur, sont exclues du domaine d'application de la présente norme. Dans la plupart des équipements d'un poste à VSC, les pertes de puissance peuvent être calculées à l'aide des mêmes procédures que celles indiquées pour les systèmes CCHT munis de convertisseurs commutés par le réseau (CCR) de l'IEC 61803. L'Annexe A présente les principales différences entre les postes CCHT à CCR et à VSC, pour autant qu'elles influencent la méthode de détermination des pertes de puissance d'autres équipements.

La présente norme ne s'applique pas aux valves à convertisseur des systèmes CCHT munis de convertisseurs commutés par le réseau.

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 60633, *Terminologie pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT)*

IEC 60747-2, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets et circuits intégrés – Partie 2: Diodes de redressement*

IEC 60747-9:2007, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Partie 9: Transistors bipolaires à grille isolée (IGBT)*

IEC 62747:2014, *Terminologie relative aux convertisseurs de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT)*

Guide ISO/IEC 98-3, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

---

[1] *Voltage sourced converter* en anglais.

This is a preview - click here to buy the full publication

IEC 62751-1

Edition 1.1 2018-04
CONSOLIDATED VERSION

FINAL VERSION

VERSION FINALE

colour inside

Power losses in voltage sourced converter (VSC) valves for high-voltage direct current (HVDC) systems – Part 1: General requirements

Pertes de puissance dans les valves à convertisseur de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT) – Partie 1: Exigences générales

IEC 62751-1:2014-08+AMD1:2018-04 CSV(en-fr)

This is a preview - click here to buy the full publication

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms and definitions 6
3.1 Converter types 7
3.2 Semiconductor devices 7
3.3 Converter operating states 8
3.4 Device characteristics 8
3.5 Other definitions 9
4 General conditions 10
4.1 General 10
4.2 Causes of power losses 11
4.3 Categories of valve losses 11
4.4 Operating conditions 12
4.4.1 General 12
4.4.2 Reference ambient conditions 12
4.4.3 Reference a.c. system conditions 12
4.4.4 Converter operating states 12
4.4.5 Treatment of redundancy 13
4.5 Use of real measured data 13
4.5.1 General 13
4.5.2 Routine testing 13
4.5.3 Characterisation testing 13
5 Conduction losses 14
5.1 General 14
5.2 IGBT conduction losses 16
5.3 Diode conduction losses 16
5.4 Other conduction losses 17
6 D.C. voltage-dependent losses 17
7 Losses in d.c. capacitors 18
8 Switching losses 18
8.1 General 18
8.2 IGBT switching losses 19
8.3 Diode switching losses 20
9 Other losses 21
9.1 Snubber circuit losses 21
9.2 Valve electronics power consumption 21
10 Total valve losses per converter substation 22
Annex A (informative) Determination of power losses in other HVDC substation equipment 25
A.1 General 25
A.2 Guidance for calculating losses in each equipment 25
A.2.1 Circuit breaker 25
A.2.2 Pre-insertion resistor 25
A.2.3 Line side harmonic filter 26

This is a preview - click here to buy the full publication

A.2.4 Line side high frequency filter 26
A.2.5 Interface transformer 26
A.2.6 Converter side harmonic filter 27
A.2.7 Converter side high frequency filter 27
A.2.8 Phase reactor 27
A.2.9 VSC unit 27
A.2.10 VSC d.c. capacitor 27
A.2.11 D.C. harmonic filter 27
A.2.12 Dynamic braking system 27
A.2.13 Neutral point grounding branch 28
A.2.14 D.C. reactor 28
A.2.16 D.C. side high frequency filter 28
A.2.17 D.C. cable or overhead transmission line 28
A.3 Auxiliaries and station service losses 28
Bibliography 29

Figure 1 – On-state voltage of an IGBT or diode 14
Figure 2 – Piecewise-linear representation of IGBT or diode on-state voltage 15
Figure 3 – IGBT switching energy as a function of collector current 19
Figure 4 – Diode recovery energy as a function of current 20
Figure A.1 – Major components that may be found in a VSC substation 26

Table 1 – Matrix indicating the relationship of data needed for calculation of losses and the type of valve losses (*1 of 2*) 23

This is a preview - click here to buy the full publication

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER LOSSES IN VOLTAGE SOURCED CONVERTER (VSC) VALVES FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) SYSTEMS –

Part 1: General requirements

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 62751-1 edition 1.1 contains the first edition (2014-08) [documents 22F/302/CDV and 22F/321A/RVC] and its amendment 1 (2018-04) [documents 22F/439A/CDV and 22F/458A/RVC].

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

This is a preview - click here to buy the full publication

International Standard IEC 62751-1 has been prepared by subcommittee 22F: Power electronics for electrical transmission and distribution systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

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

A list of all parts in the IEC 62751series, published under the general title *Power losses in voltage sourced converter (VSC) valves for high-voltage direct current (HVDC) systems*, can be found on the IEC website.

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

This is a preview - click here to buy the full publication

POWER LOSSES IN VOLTAGE SOURCED CONVERTER (VSC) VALVES FOR HIGH-VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) SYSTEMS –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 62751 sets out the general principles for calculating the power losses in the converter valves of a voltage sourced converter (VSC) for high-voltage direct current (HVDC) applications, independent of the converter topology. Clauses 6 and 8 and subclauses 9.1, 9.2 and A.2.12 of the standard can also be used for calculating the power losses in the dynamic braking valves (where used) and as guidance for calculating the power losses of the valves for a STATCOM installation.

Power losses in other items of equipment in the HVDC substation, apart from the converter valves, are excluded from the scope of this standard. Power losses in most equipment in a VSC substation can be calculated using similar procedures to those prescribed for HVDC systems with line-commutated converters (LCC) in IEC 61803. Annex A presents the main differences between LCC and VSC HVDC substations in so far as they influence the method for determining power losses of other equipment.

This standard does not apply to converter valves for line-commutated converter HVDC systems.

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 60633, *Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission*

IEC 60747-2, *Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits – Part 2: Rectifier diodes*

IEC 60747-9:2007, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 9: Insulated-gate bipolar transistors (IGBTs)*

IEC 62747:2014, *Terminology for voltage-sourced converters (VSC) for high-voltage direct current (HVDC) systems*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

This is a preview - click here to buy the full publication

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 32
1 Domaine d'application 34
2 Références normatives 34
3 Termes et définitions 35
3.1 Types de convertisseurs 35
3.2 Dispositifs à semiconducteurs 35
3.3 Etats de fonctionnement du convertisseur 36
3.4 Caractéristiques du dispositif 37
3.5 Autres définitions 37
4 Conditions générales 38
4.1 Généralités 38
4.2 Causes des pertes de puissance 39
4.3 Catégories de pertes de la valve 40
4.4 Conditions de fonctionnement 40
4.4.1 Généralités 40
4.4.2 Conditions ambiantes de référence 40
4.4.3 Conditions du système c.a. de référence 40
4.4.4 Etats de fonctionnement du convertisseur 41
4.4.5 Traitement des redondances 41
4.5 Utilisation des données mesurées réelles 41
4.5.1 Généralités 41
4.5.2 Essais individuels de série 41
4.5.3 Essais de caractérisation 42
5 Pertes de conduction 42
5.1 Généralités 42
5.2 Pertes de conduction de l'IGBT 45
5.3 Pertes de conduction de la diode 45
5.4 Autres pertes de conduction 45
6 Pertes dépendant de la tension c.c. 46
7 Pertes dans les condensateurs c.c. 46
8 Pertes de commutation 47
8.1 Généralités 47
8.2 Pertes de commutation de l'IGBT 48
8.3 Pertes de commutation de la diode 49
9 Autres pertes 50
9.1 Pertes du circuit d'amortissement 50
9.2 Consommation de puissance de l'électronique de valve 51
10 Pertes totales de la valve par poste de convertisseur 51
Annexe A (informative) Détermination des pertes de puissance dans d'autres équipements du poste CCHT 54
A.1 Généralités 54
A.2 Lignes directrices pour le calcul des pertes dans chaque équipement 54
A.2.1 Disjoncteur 54
A.2.2 Résistance de pré-insertion 54
A.2.3 Filtre d'harmonique côté réseau 55

This is a preview - click here to buy the full publication

A.2.4 Filtre haute fréquence côté réseau 55
A.2.5 Transformateur d'interface 55
A.2.6 Filtre d'harmonique côté convertisseur 56
A.2.7 Filtre haute fréquence côté convertisseur 56
A.2.8 Inductance de phase 56
A.2.9 Unité VSC 56
A.2.10 Condensateur c.c. à VSC 56
A.2.11 Filtre d'harmonique c.c. 56
A.2.12 Système à freinage dynamique 57
A.2.13 Branche de mise à la terre du point neutre 57
A.2.14 Inductance c.c. 57
A.2.16 Filtre haute fréquence côté c.c. 57
A.2.17 Câble c.c. ou ligne de transport aérienne 58
A.3 Pertes des équipements auxiliaires et du poste en service 58
Bibliographie 59

Figure 1 – Tension à l'état passant d'un IGBT ou d'une diode 43
Figure 2 – Représentation linéaire segmentée de la tension à l'état passant de l'IGBT ou de la diode 44
Figure 3 – Energie de commutation de l'IGBT en fonction du courant du collecteur 48
Figure 4 – Energie de rétablissement de la diode en fonction du courant 50
Figure A.1 – Principaux composants susceptibles de composer un poste à VSC 55

Tableau 1 – Matrice indiquant la relation des données nécessaires au calcul des pertes et le type de pertes de la valve (*1 sur 2*) 52

This is a preview - click here to buy the full publication

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PERTES DE PUISSANCE DANS LES VALVES À CONVERTISSEUR DE SOURCE DE TENSION (VSC) DES SYSTEMES EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT)

Partie 1: Exigences générales

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.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 62751-1 édition 1.1 contient la première édition (2014-08) [documents 22F/302/CDV et 22F/321A/RVC] et son amendement 1 (2018-04) [documents 22F/439A/CDV et 22F/458A/RVC].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

This is a preview - click here to buy the full publication

La Norme internationale IEC 62751-1 a été établie par le sous-comité 22F: Electronique de puissance pour les réseaux électriques de transport et de distribution, du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62751, publiées sous le titre général *Pertes de puissance dans les valves à convertisseur de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement 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.

This is a preview - click here to buy the full publication

PERTES DE PUISSANCE DANS LES VALVES À CONVERTISSEUR DE SOURCE DE TENSION (VSC) DES SYSTEMES EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT)

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62751 définit les principes généraux de calcul des pertes de puissance dans les valves à convertisseur de source de tension (VSC[1]) pour des applications en courant continu à haute tension (CCHT), quelle que soit la topologie du convertisseur. Les Articles 6 et 8 et les paragraphes 9.1, 9.2 et A.2.12 de la norme peuvent également être utilisés pour calculer les pertes de puissance dans les valves à freinage dynamique (le cas échéant) et comme guide pour le calcul des pertes de puissance des valves d'une installation STATCOM.

Les pertes de puissance dans d'autres parties de l'équipement du poste CCHT, outre les valves à convertisseur, sont exclues du domaine d'application de la présente norme. Dans la plupart des équipements d'un poste à VSC, les pertes de puissance peuvent être calculées à l'aide des mêmes procédures que celles indiquées pour les systèmes CCHT munis de convertisseurs commutés par le réseau (CCR) de l'IEC 61803. L'Annexe A présente les principales différences entre les postes CCHT à CCR et à VSC, pour autant qu'elles influencent la méthode de détermination des pertes de puissance d'autres équipements.

La présente norme ne s'applique pas aux valves à convertisseur des systèmes CCHT munis de convertisseurs commutés par le réseau.

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 60633, *Terminologie pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT)*

IEC 60747-2, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets et circuits intégrés – Partie 2: Diodes de redressement*

IEC 60747-9:2007, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Partie 9: Transistors bipolaires à grille isolée (IGBT)*

IEC 62747:2014, *Terminologie relative aux convertisseurs de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT)*

Guide ISO/IEC 98-3, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

---

[1] *Voltage sourced converter* en anglais.