

DIN EN 62747

ICS 29.200; 01.040.29

Einsprüche bis 2013-09-22

Entwurf

**Terminologie für Spannungszwischenkreis-Stromrichter (VSC) für
Hochspannungsgleichstrom(HGÜ)-Systeme
(IEC 22F/301/CDV:2013);
Deutsche Fassung FprEN 62747:2013**

Terminology for voltage-sourced converters (VSC) for high-voltage direct current (HVDC) systems
(IEC 22F/301/CDV:2013);
German version FprEN 62747:2013

Terminologie relative aux convertisseurs de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT)
(CEI 22F/301/CDV:2013);
Version allemande FprEN 62747:2013

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-07-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 60 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 62747:2013 „Terminologie für Spannungszwischenkreis-Stromrichter (VSC) für Hochspannungsgleichstrom(HGÜ)-Systeme“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 22F/301/CDV:2013 „Terminology for voltage-sourced converters (VSC) for high-voltage direct current (HVDC) systems“ unverändert in den Entwurf FprEN 62747:2013 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 22F „Power electronics for electrical transmission and distribution systems“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 331 „Leistungselektronik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnietsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Terminologie für Spannungszwischenkreis-Stromrichter (VSC) für Hochspannungsgleichstrom(HGÜ)-Systeme

	Inhalt	Seite
1	Anwendungsbereich.....	2
2	Normative Verweisungen	2
3	Kurzzeichen und Abkürzungen	2
3.1	Liste der Buchstabensymbole	2
3.2	Liste der Indizes	4
3.3	Liste der Abkürzungen	4
4	Bildzeichen	5
5	Allgemeine Begriffe im Zusammenhang mit Stromrichterstromkreisen.....	5
6	VSC-Topologien	7
7	Stromrichtereinheiten und -ventile	7
8	Betriebsbedingungen von Stromrichtern.....	14
9	HGÜ-Systeme und -Stationen.....	17
10	Betriebsmittel der HGÜ-Station.....	20
11	Regelverfahren.....	23
12	Regelsysteme.....	24
	Literaturhinweise	27

Bilder

Bild 1 – Verwendung der Buchstabensymbole für einen Stromrichter.....	3
Bild 2 – Bildzeichen	6
Bild 3 – Spannungszwischenkreis-Stromrichtergruppe.....	8
Bild 4 – Phaseneinheit eines modularen Mehrpunktstromrichters (MMC) in grundlegender Halbbrücken-Zweipunkt-Anordnung mit Teilmodulen	10
Bild 5 – Phaseneinheit des kaskadierten Zweipunktstromrichters (CTLC) in Halbbrücken-Anordnung	12
Bild 6 – Zeigerdiagramm für Wechselstromnetzspannung, Stromrichter-Wechselspannung und Stromrichter-Wechselstrom.....	15
Bild 7 – Beispiel für die bipolare VSC-Übertragung mit Erdrückleitung	19
Bild 8 – VSC-Übertragung mit einem symmetrischen Monopol, dargestellt mit kapazitiver Erdung auf der Gleichstromseite	19
Bild 9 – VSC-Übertragung mit einem asymmetrischen Monopol mit metallischer Rückleitung.....	20
Bild 10 – VSC-Übertragung mit einem asymmetrischen Monopol mit Erdrückleitung.....	20
Bild 11 – Wesentliche Bauelemente einer VSC-Station.....	22
Bild 12 – Hierarchische Struktur eines HGÜ-Regelsystems	26

1 Anwendungsbereich

In dieser Internationalen Norm werden die Begriffe für das Fachgebiet der selbstgeführten Stromrichter definiert, die für die Energieübertragung mittels Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) eingesetzt werden.

Diese Norm wurde hauptsächlich für die Anwendung von Bipolartransistoren mit isolierter Steuerelektrode (IGBTs) in Spannungszwischenkreis-Stromrichtern (VSC) erarbeitet; kann aber auch als Leitfaden für andere Halbleiter-Bauelementetypen angewendet werden, die mit Steuerfunktionen ein- und ausschaltbar sind.

Netzgeführte und stromgeführte Stromrichter für die Hochspannungsgleichstromübertragung sind ausdrücklich nicht Gegenstand dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60027 (alle Teile), *Letter symbols to be used in electrical technology*

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

IEC 60146-1-1:2009, *General requirements and line commutated convertors – Part 1-1: Specifications of basic requirements*

IEC 60146-2:1999, *Semiconductor converters – Part 2: Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. converters*

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*

3 Kurzzeichen und Abkürzungen

3.1 Liste der Buchstabensymbole

Für das Verstehen dieser Norm werden hier die notwendigen wesentlichen Benennungen und Definitionen angegeben; die weiterführende Terminologie ist in den entsprechenden Teilen von IEC 60747 enthalten.

Die Aufstellung umfasst nur die am häufigsten verwendeten Kurzzeichen (siehe Bild 1). Eine vollständigere Aufstellung der Kurzzeichen, die für statische Stromrichter angepasst worden ist, enthalten IEC 60027 und die weiteren Normen, die in den normativen Verweisungen und den Literaturhinweisen aufgeführt sind.

U_d	Gleichspannung
U_{dc}	Stromrichter-Gleichspannung
U_{dpe}	Pol-Erde-Gleichspannung
U_{dpp}	Pol-Pol-Gleichspannung
U_{dppN}	Pol-Pol-Bemessungsgleichspannung
U_{dpeN}	Pol-Erde-Bemessungsgleichspannung

U_L	Leiter-Leiter-Spannung auf der Netzseite des Stromrichter-Transformators, Effektivwert einschließlich Oberschwingungen
U_{Le}	Leiter-Erde-Spannung auf der Netzseite des Stromrichter-Transformators, Effektivwert einschließlich Oberschwingungen
U_{LN}	Bemessungswert von U_L
U_V	Leiter-Leiter-Spannung auf der Ventilseite des Stromrichter-Transformators, Effektivwert einschließlich Oberschwingungen
U_{ve}	Leiter-Erde-Spannung auf der Ventilseite des Stromrichter-Transformators, Effektivwert einschließlich Oberschwingungen
U_C	Leiter-Leiter-Stromrichterspannung, Effektivwert einschließlich Oberschwingungen

ANMERKUNG U_C ist gleich der U_V abzüglich des Spannungsfalls über den Phasen- und Ventildrosseln. U_C hat nur während symmetrischer Bedingungen (im eingeschwungenen Zustand) eine klare Bedeutung.

U_{Ce}	Leiter-Erde-Stromrichterspannung, Effektivwert einschließlich Oberschwingungen
U_{valve}	Spannung zwischen den Anschlüssen eines Ventils (jeder definierte Wert)
I_d	Gleichstrom (jeder definierte Wert)
I_{dN}	Bemessungsgleichstrom
I_L	Strom auf der Netzseite des Stromrichter-Transformators, Effektivwert einschließlich Oberschwingungen
I_{LN}	Bemessungswert von I_L
I_V	Strom auf der Ventilseite des Stromrichter-Transformators, Effektivwert einschließlich Oberschwingungen
I_{valve}	Strom durch ein Ventil

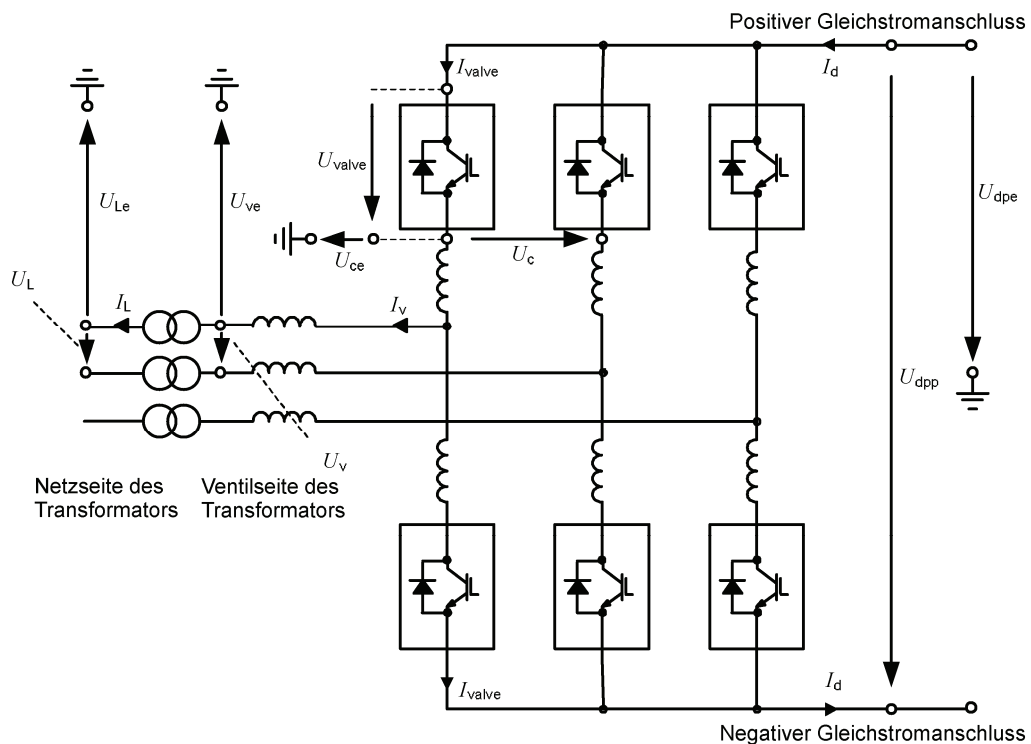


Bild 1 – Verwendung der Buchstabensymbole für einen Stromrichter

3.2 Liste der Indizes

0 (null)	bei Leerlauf
e	Erde
p	Pol
N	Bemessungswert oder bei Bemessungslast
d	Gleichstrom oder -spannung
L	Netzseite des Stromrichter-Transformators
c	Stromrichter
v	Ventilseite des Stromrichter-Transformators
valve	durch oder über ein(em) Ventil
max	Größtwert
min	Kleinstwert
n	zu einer Oberschwingung der n-ten Ordnung gehörend

3.3 Liste der Abkürzungen

Die folgenden Abkürzungen werden stets in Großbuchstaben und ohne Punkt geschrieben.

HVDC	Hochspannungs-Gleichstrom
VSC	Spannungszwischenkreis-Stromrichter
MMC	modularer mehrstufiger Stromrichter
CTLC	kaskadierter zweistufiger Stromrichter
IGBT	Bipolartransistor mit isolierter Steuerelektrode
FWD	Freilaufdiode
PCC	Verknüpfungspunkt
PCC-DC	Verknüpfungspunkt – Gleichspannungsseite
MVU	Mehrfachventil
VBE	Ventilfußpunktelektronik
VCU	Ventilregeleinheit
SCR	Kurzschlussverhältnis
ESCR	effektives Kurzschlussverhältnis
MTDC	HGÜ-Mehrpunktübertragung
HF	Hochfrequenz
MRTB	Schalter für die metallische Rückleitung
ERTB	Schalter für die Erdrückleitung
NBS	Schalter für die Nullpunkt-Sammelschiene
NGBS	Erdungsschalter für die Nullpunkt-Sammelschiene

ANMERKUNG Selbst wenn in den Abkürzungen das Wort „Schalter“ verwendet wird, darf es nicht dahingehend verstanden werden, dass damit Fehlerströme unterbrochen werden können.

4 Bildzeichen

In Bild 2 sind die spezifischen Bildzeichen dargestellt, die nur für die Anwendung dieser Norm festgelegt worden sind. Zu einer umfangreicheren Aufstellung der Bildzeichen, die für statische Stromrichter angepasst worden ist, siehe IEC 60617-5 und IEC 60617-6.

5 Allgemeine Begriffe im Zusammenhang mit Stromrichterstromkreisen

5.1

Umrichten

Umrichten bezeichnet im Zusammenhang mit HGÜ das Umwandeln von Wechselstrom in Gleichstrom oder umgekehrt oder auch eine Kombination beider Betriebsarten

5.2

Umrichter

ein Umrichter bezeichnet im Zusammenhang mit HGÜ eine Einrichtung für das Umwandeln von Wechselstrom in Gleichstrom oder umgekehrt, die zwischen drei Wechselstromanschlüssen und zwei Gleichstromanschlüssen angeschlossen wird

5.3

Spannungszwischenkreis-Stromrichter

VSC

elektronischer Wechselstrom-Gleichstromumrichter mit nahezu reiner Gleichspannung auf der Gleichstromseite, z. B. erzeugt durch einen gemeinsamen Kondensator im Gleichstromzwischenkreis oder durch verteilte Gleichspannungskondensatoren in den Stromrichterzweigen

5.4

Zweig

Teil eines Stromrichters, der den Anschluss der Wechselstromphase mit dem Anschluss des Gleichstromeinschusses verbindet

5.5

Kommutierung

Übergang des Stroms zwischen zwei beliebigen Pfaden, wobei beide Pfade während dieses Prozesses gleichzeitig Strom führen

5.6

netzgeführte Kommutierung

ein Kommutierungsverfahren, bei dem die Kommutierungsspannung vom Wechselstromnetz geliefert wird

5.7

selbstgeführte Kommutierung

eine Kommutierung, bei der die Kommutierungsspannung von Komponenten innerhalb des Stromrichters oder des elektronischen Schalters geliefert wird

5.8

Kommutierungsspannung

Spannung, die den Strom kommutieren lässt und die entweder vom Netz oder durch ein Schalten von Ventil-/Halbleiterbauelementen geliefert wird

5.9

Kommutierungsinduktivität

die in Reihe mit der Kommutierungsspannung liegende Gesamtinduktivität im Kommutierungskreis

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kommutierungsinduktivität wird im Allgemeinen als Streuinduktivität oder Schleifeninduktivität bezeichnet.

5.10

Koppelinduktivität

die auf die Stromrichterseite des Kuppeltransformators zwischen dem Verknüpfungspunkt (PCC) und dem Gleichstromanschluss des Ventils bezogene Ersatzinduktivität

Nr.	Bildzeichen	Beschreibung
1		IGBT-Diode-Paar
2		Ventil vom Typ „Schalter“
3		Ventil vom Typ „Steuerbare Spannungsquelle“
4		VSC-Gruppe (eines nicht festgelegten Typs)
5		VSC-Gruppe mit Ventilen des Typs „Schalter“
6		VSC-Gruppe mit Ventilen des Typs „Steuerbare Spannungsquelle“
7		Ventil mit Widerstandsbremsung des Typs „Schalter“
8		Ventil mit Widerstandsbremsung des Typs „Steuerbare Spannungsquelle“

Bild 2 – Bildzeichen

6 VSC-Topologien

6.1

Zweipunktstromrichter

Stromrichter, bei dem die Spannung zwischen den Wechselstromanschlüssen der VSC-Gruppe (siehe 7.6) und dem Mittelpunkt der VSC-Gruppe (siehe 7.28) zwischen zwei diskreten Gleichspannungsstufen geschaltet wird

6.2

Dreipunktstromrichter

Stromrichter, bei dem die Spannung zwischen den Wechselstromanschlüssen der VSC-Gruppe (siehe 7.6) und dem Mittelpunkt der VSC-Gruppe (siehe 7.28) zwischen drei diskreten Gleichspannungsstufen geschaltet wird

6.3

Mehrpunktstromrichter

Stromrichter, bei dem die Spannung zwischen den Wechselstromanschlüssen der VSC-Gruppe (siehe 7.6) und dem Mittelpunkt der VSC-Gruppe (siehe 7.28) zwischen mehr als drei diskreten Gleichspannungsstufen geschaltet wird

6.4

modularer Mehrpunktstromrichter

MMC

Mehrpunktstromrichter, in dem jedes VSC-Ventil (siehe 7.8, 7.9) aus einer in Reihe geschalteten (siehe auch Bild 4) Anzahl von MMC-Bausteinen (siehe 7.11) besteht

6.5

kaskadierter Zweipunktstromrichter

CTL

modularer Mehrpunktstromrichter, in dem jede Schaltstufe aus mehr als einem in Reihe geschalteten IGBT-Diode-Paar besteht (siehe Bild 5)

7 Stromrichtereinheiten und -ventile

7.1

Ausschalt-Halbleiterbauelement

ein steuerbares Halbleiterbauelement, das mit einem Steuersignal ein- und ausgeschaltet werden kann, z. B. ein IGBT

7.2

Bipolartransistor mit isolierter Steuerelektrode

IGBT

ein Ausschalt-Halbleiterbauelement mit drei Anschlüssen: ein Steueranschluss (G) und zwei Lastanschlüsse Emitter (E) und Kollektor (C)

7.3

Freilaufdiode

FWD

Leistungs-Halbleiterbauelement mit Diodenkennlinie

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine FWD besitzt zwei Anschlüsse: eine Anode (A) und eine Kathode (K).

Anmerkung 2 zum Begriff: Der durch FWDs geführte Strom ist in entgegengesetzter Richtung zum IGBT-Strom.

7.4

IGBT-Diode-Paar

Anordnung von IGBT und FWD in Gegenparallelschaltung

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein IGBT-Diode-Paar befindet sich üblicherweise in einem gemeinsamen Gehäuse, es kann jedoch einzelne IGBT- und/oder Diodengehäuse enthalten, die parallelgeschaltet sind.

7.5

Stromrichtergruppe

untrennbare betriebsfähige Einheit, die alle Einrichtungen zwischen dem Verknüpfungspunkt auf der Wechselstromseite (siehe 9.25) und dem Verknüpfungspunkt auf der Gleichstromseite (siehe 9.26) umfasst, im Wesentlichen besteht aus einer oder mehreren VSC-Gruppe(n), gemeinsam mit einem oder mehreren Stromrichtertransformator(en), Stromrichtergruppensteuerung, gegebenenfalls erforderlichen Schutz-, Schalt- und Hilfseinrichtungen, die für das Umrichten verwendet werden (siehe Bild 3)

7.6

VSC-Gruppe

drei VSC-Phaseneinheiten in Verbindung mit einer Regel- und Steuereinrichtung für die VSC-Gruppe, den erforderlichen Schutz- und Schaltgeräten, Gleichspannungsspeicherkondensatoren, Ventildrosseln und gegebenenfalls zur Umwandlung verwendeten Hilfseinrichtungen (siehe Bild 3)

7.7

VSC-Phaseneinheit

Einrichtung zum Anschluss der beiden Gleichstromanschlüsse an einen Wechselstromanschluss

Anmerkung 1 zum Begriff: In der einfachsten Variante besteht die VSC-Phaseneinheit aus zwei VSC-Ventilen und in einigen Fällen kann sie noch Ventildrosseln besitzen. Die VSC-Phaseneinheit kann auch Steuer- und Schutzeinrichtungen und andere Bauelemente umfassen.

7.8

VSC-Ventil (Schaltertyp)

Anordnung von in Reihe geschalteten IGBT-Diode-Paaren, die so angeordnet sind, dass sie als eine Funktionseinheit gleichzeitig geschaltet werden können

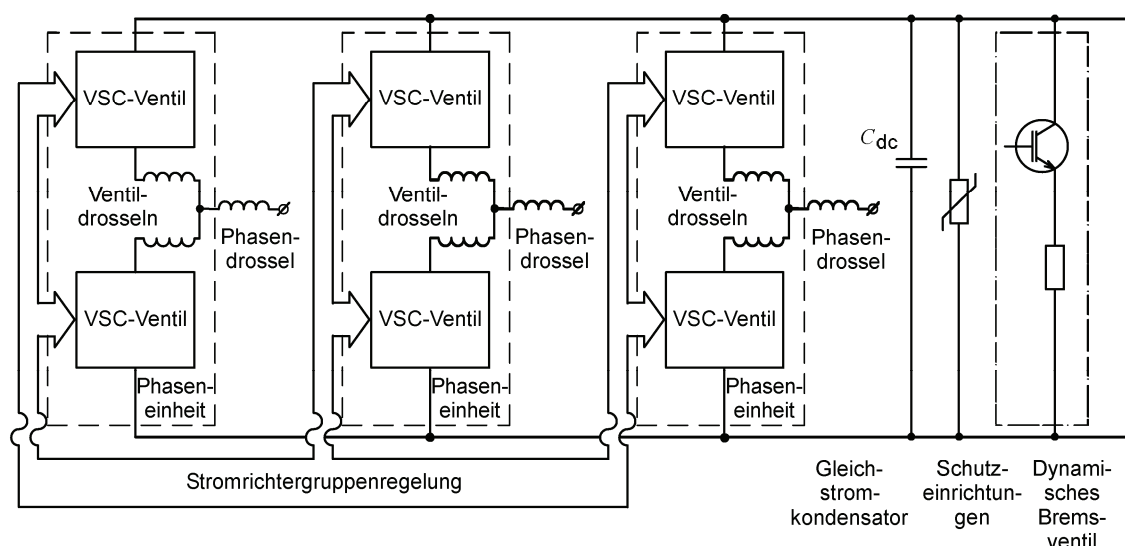


Bild 3 – Spannungszwischenkreis-Stromrichtergruppe

ANMERKUNG 1 Bei einigen Konstruktionen der VSC können die Phasendrosseln einen Teil der Funktion des stromrichterseitigen HF-Filters erfüllen. Außerdem können bei einigen Konstruktionen der VSC ein Teil oder alle Phasendrosseln als „Ventildrosseln“ in die drei Phaseneinheiten der VSC-Gruppe eingebaut sein.

ANMERKUNG 2 Bei einigen Konstruktionen der VSC kann der VSC-Gleichstromkondensator teilweise oder insgesamt unter den drei „Phaseneinheiten“ des Stromrichters aufgeteilt werden und die Teile des Kondensators werden dann als Submodul-Gleichstromkondensatoren bezeichnet.

ANMERKUNG 3 Die dargestellten Ventil- und/oder Phasendrosseln zeigen mögliche Konfigurationen, die nicht in allen Projekten vorhanden sein brauchen.

ANMERKUNG 4 In Bild 3 ist nur ein typisches Beispiel dargestellt, wie eine VSC-Gruppe aussehen könnte; es können Unterschiede auf allen Ebenen vorhanden sein.

7.9

VSC-Ventil (Typ der steuerbaren Spannungsquelle)

eine vollständige steuerbare Spannungsquellenbaugruppe, die im Allgemeinen zwischen einen Wechselstromanschluss und einen Gleichstromanschluss geschaltet ist

7.10

VSC-Ventilplatz

die kleinste untrennbare Funktionseinheit eines VSC-Ventils

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei jedem VSC-Ventil, in dem IGBTs in Reihe geschaltet sind und gleichzeitig angesteuert werden, ist ein VSC-Ventilplatz ein IGBT-Diode-Paar, einschließlich seiner Hilfseinrichtungen (siehe Bild 4). Bei MMC, die keine in Reihe geschalteten IGBT-Diode-Paare haben, ist ein Ventilplatz ein Teilmodul gemeinsam mit seinen Hilfseinrichtungen (siehe Bild 5).

7.11

MMC-Baustein

in sich abgeschlossene steuerbare Spannungsquelle mit zwei Anschlüssen gemeinsam mit dem (den) Gleichstromkondensator(en) und mit ihren unmittelbaren Hilfseinrichtungen, die ein Teil eines MMC sind

7.12

Schaltstufe

Halbleiterfunktion mit dem Verhalten eines einzelnen untrennbaren Schalters

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Schaltstufe kann aus einem IGBT-Diode-Paar oder im Falle eines kaskadierten Zweipunktstromrichters aus einer Reihenschaltung mehrerer IGBT-Diode-Paaren bestehen.

7.13

Teilmodul

MMC-Baustein, bei dem jede Schaltstufe aus nur einem IGBT-Diode-Paar besteht (siehe Bild 4)

7.14

Zelle

MMC-Baustein, bei dem jede Schaltstufe aus mehr als einem in Reihe geschalteten IGBT-Diode-Paar besteht (siehe Bild 5)

7.15

Diodenventil

ein Halbleiterventil, welches nur Dioden als die Haupt-Halbleiterbauelemente und gegebenenfalls zugehörige Stromkreise und Bauelemente enthält, die in bestimmten VSC-Topologien eingesetzt werden können

7.16

Diodenventilplatz

Teil eines Diodenventils, das sich aus einer Diode und gegebenenfalls zugehörigen Stromkreisen und Bauelementen zusammensetzt

7.17

Widerstandsbremsventil

vollständige steuerbare Gerätebaugruppe, die zur Steuerung der Energieaufnahme in einem Bremswiderstand eingesetzt wird

7.18

Widerstandsbremsventilplatz

Teil eines Widerstandsbremsventils, das aus einem Ausschalt-Halbleiterbauelement und einer zugehörigen Diode oder steuerbaren Schaltern und parallel geschalteten Dioden oder Ausschalt-Halbleiterbauelementen und Dioden in einer Halbbrückenschaltung gemeinsam mit ihren unmittelbaren Hilfseinrichtungen und gegebenenfalls dem Speicherkondensator besteht

7.19

Ventil

abhängig vom Zusammenhang „VSC-Ventil“, „Widerstandsbremsventil“ oder „Diodenventil“

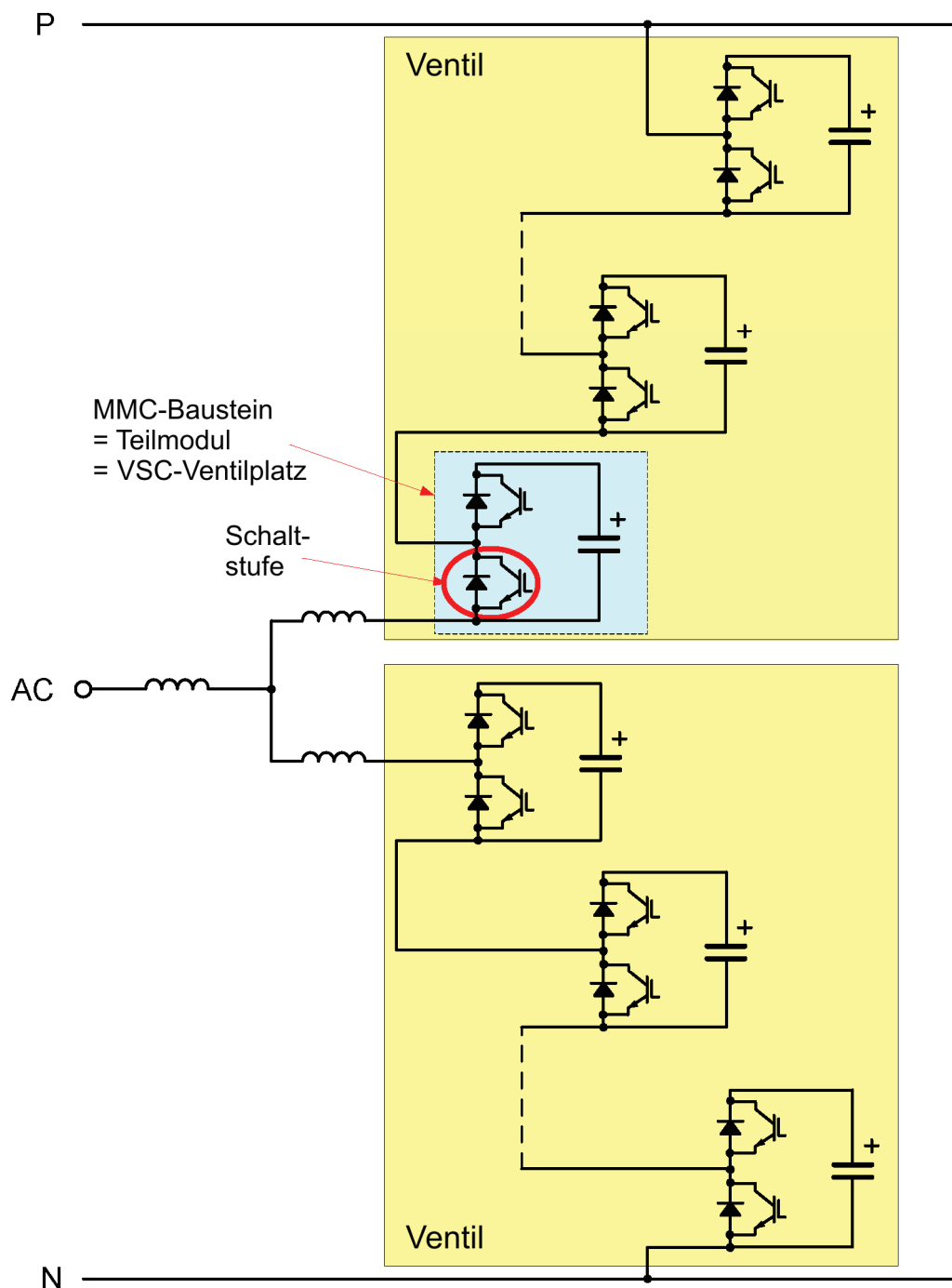


Bild 4 – Phaseneinheit eines modularen Mehrpunktstromrichters (MMC) in grundlegender Halbbrücken-Zweipunkt-Anordnung mit Teilmodulen

7.20

redundante Plätze

Höchstanzahl von in Reihe geschalteten VSC-Ventilplätzen oder Diodenventilplätzen in einem Ventil, die beim Betrieb von außen oder von innen kurzgeschlossen werden kann, ohne Beeinflussung des sicheren Betriebs des Ventils, was durch Typprüfungen nachzuweisen ist, und die bei einer Überschreitung eine Abschaltung des Ventils zum Austausch der ausgefallenen Plätze oder eine Akzeptanz einer erhöhten Ausfallwahrscheinlichkeit erforderlich macht

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Auslegungen des Ventils, wie dem kaskadierten Zweipunktstromrichter, die innerhalb jeder Zelle zwei oder mehr leitende Pfade enthalten, und in jedem Pfad in Reihe geschaltete VSC-Ventilplätze haben, sind die redundanten Plätze nur in einem leitenden Pfad in jeder Zelle zu zählen.

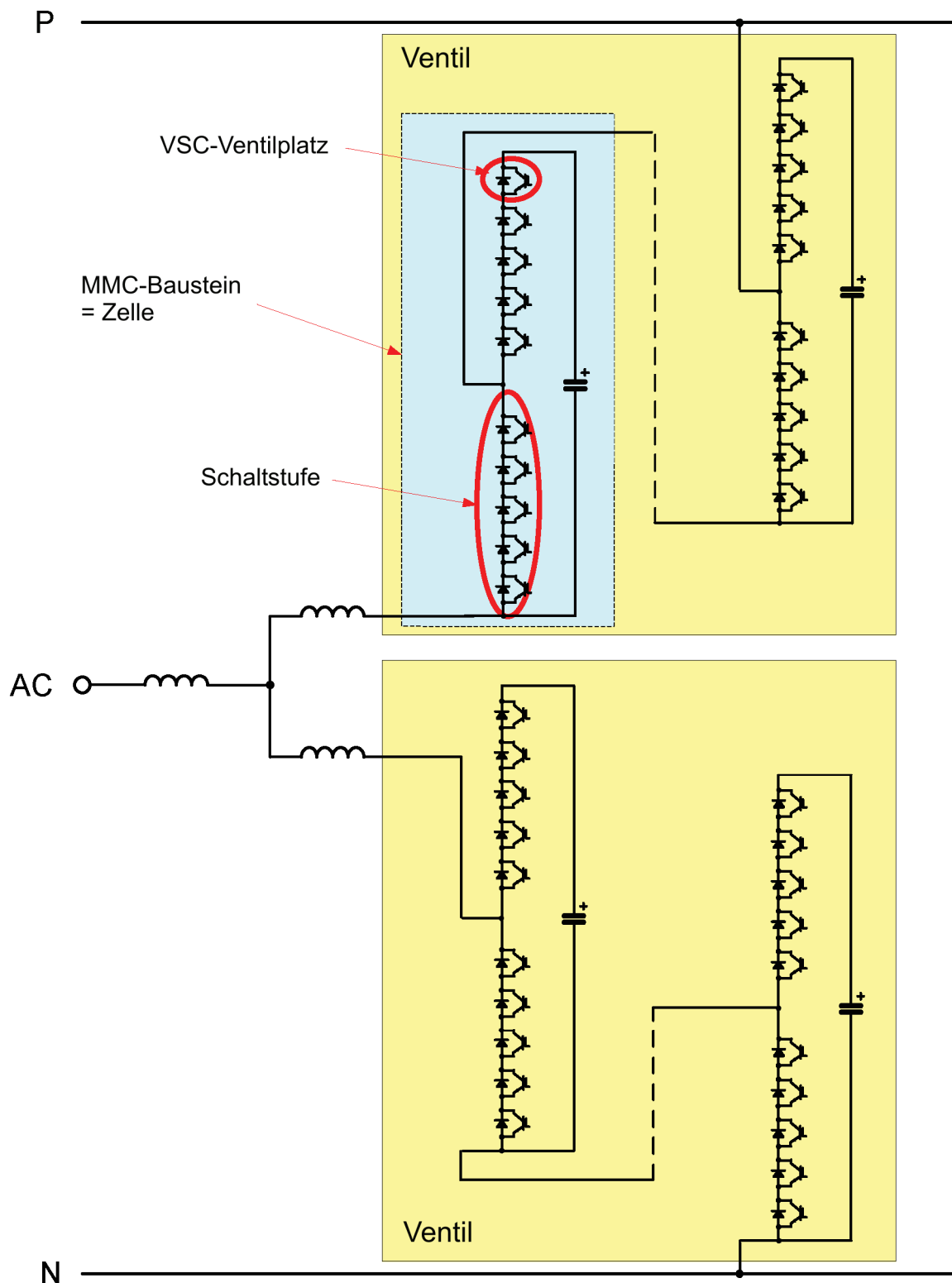


Bild 5 – Phaseneinheit des kaskadierten Zweipunktstromrichters (CTLC) in Halbbrücken-Anordnung

7.21

Gleichstromkondensator

Kondensator, der als Teil eines Spannungszwischenkreis-Stromrichters verwendet wird, und der an seinen Anschlüssen hauptsächlich einer Gleichspannung ausgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Ventilen vom Typ des steuerbaren Schalters liegt der Gleichstromkondensator üblicherweise als einziges Bauelement zwischen den Gleichstromanschlüssen. Bei Ventilen vom Typ der steuerbaren Spannungsquelle ist der Gleichstromkondensator zwischen den MMC-Bausteinen aufgeteilt.

7.22

Ventildrossel

Drossel, die (sofern vorhanden) in Reihe zu einem VSC-Ventil vom Typ der steuerbaren Spannungsquelle geschaltet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Einem VSC-Ventil kann eine oder können mehrere Ventildrossel(n) zugeordnet sein, und diese kann bzw. können an unterschiedlichen Stellen im Ventil angeschlossen sein. Der Definition gemäß sind Ventildrosseln kein Bestandteil des VSC-Ventils. Es ist jedoch möglich, die Ventildrosseln in den strukturellen Aufbau des VSC-Ventils, z. B. in jeden Ventilplatz, zu integrieren.

7.23

Ventilmodul

der größte werkstoffgefertigte und geprüfte Baustein eines Ventils, der aus einem VSC-Ventilplatz oder mehreren VSC-Ventilplätzen, Teilmodulen oder elektrisch in Reihe geschalteten Zellen besteht

7.24

Ventilgerüst

mechanische Bauteile eines Ventils, die zum Halten der Ventilmodule erforderlich sind

7.25

Ventilbasis

der Teil eines Ventils, der den aktiven Teil des Ventils mechanisch trägt und elektrisch gegen Erde isoliert

Anmerkung 1 zum Begriff: Nicht in allen Ventilausführungen existiert ein Ventilteil, das in diskreter Form eindeutig als Ventilbasis gekennzeichnet werden kann.

7.26

Mehrfachventil

MVU

mechanische Anordnung von zwei oder mehr Ventilen oder einer oder mehreren VSC-Phaseneinheiten auf einer gemeinsamen Ventilbasis

Anmerkung 1 zum Begriff: Nicht in allen Topologien und physikalischen Anordnungen von Stromrichtern existiert ein MVU.

7.27

Ventilabschnitt

für Prüfzwecke festgelegte elektrische Baueinheit, die aus einer Anzahl von Ventilplätzen und weiteren Bauelementen besteht und die die proportionalen elektrischen Eigenschaften eines vollständigen Ventils hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Ventilen vom Typ der steuerbaren Spannungsquelle muss der Ventilabschnitt zusätzlich zu den VSC-Ventilplätzen auch den Gleichstromkondensator enthalten.

7.28

Mittelpunkt der VSC-Gruppe

Punkt in einer VSC-Gruppe, deren elektrisches Potential gleich dem Mittelwert der Potentiale der positiven und negativen Gleichspannungsanschlüsse der VSC-Gruppe ist

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen Anwendungen kann der Mittelpunkt der VSC-Gruppe nur als virtueller Punkt existieren, der keinem physikalischen Knoten im Stromkreis entspricht.

8 Betriebsbedingungen von Stromrichtern

8.1

Gleichrichterbetrieb; Gleichrichtung

Betriebsart eines Stromrichters oder einer HGÜ-Station, bei der Energie von der Wechselstromseite auf die Gleichstromseite übertragen wird

8.2

Wechselrichterbetrieb; Wechselrichtung

Betriebsart eines Stromrichters oder einer HGÜ-Station, bei der Energie von der Gleichstromseite auf die Wechselstromseite übertragen wird

8.3

kapazitiver Betrieb

Betrieb, bei dem der Stromrichter Blindleistung in das Wechselstromnetz einspeist, mit oder ohne Austausch von Wirkleistung

8.4

induktiver Betrieb

Betrieb, bei dem der Stromrichter Blindleistung aus dem Wechselstromnetz aufnimmt, mit oder ohne Austausch von Wirkleistung

8.5

STATCOM-Betrieb

Betriebsart eines Stromrichters, bei dem nur Blindleistung (kapazitive oder induktive) mit dem Wechselstromnetz ausgetauscht wird

8.6

Betriebszustand

Zustand, bei der die HGÜ-Station zugeschaltet ist und die Stromrichter entsperrt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Ähnlich wie bei netzgeführten Stromrichtern kann der VSC ohne Wirk-/Blindleistungabgabe betrieben werden.

8.7

stromloser Betrieb

Zustand, in der die HGÜ-Station zugeschaltet ist, die IGBTs jedoch gesperrt und alle notwendigen Betriebslasten und Hilfseinrichtungen der Station angeschlossen sind

8.8

Leerlaufbetrieb

Zustand, in der die HGÜ-Station zugeschaltet ist und die IGBTs entsperrt sind, jedoch am Verknüpfungspunkt zum Wechselstromnetz keine Wirk- oder Blindleistung abgegeben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Leerlaufbetrieb und der stromlose Betrieb sind ähnlich, jedoch kann es beim stromlosen Betrieb einige Sekunden dauern, bevor die Leistung übertragen werden kann, während im Leerlaufbetrieb fast unmittelbar begonnen werden kann (weniger als drei Perioden der Netzfrequenz).

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Leerlaufbetrieb kann der Stromrichter die Gleichspannung aktiv regeln, im Gegensatz zum stromlosen Betrieb, bei dem das Verhalten des Stromrichters im Wesentlichen „passiv“ ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Im stromlosen Betrieb werden die Verluste im Allgemeinen etwas niedriger als im Leerlaufbetrieb sein; deshalb ist diese Betriebsart vorzuziehen, wenn die Anordnung des VSC-Systems dies zulässt.

8.9

Sperrzustand

Zustand, bei dem alle Ventile der VSC-Gruppe gesperrt sind

8.10

Laden des Stromrichters

Übergangszustand des Stromrichters, bei dem die Spannung des Wechselstromnetzes über einen Vorschaltwiderstand an den Stromrichter angelegt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Vorschaltwiderstand braucht nicht bei allen Anwendungen notwendig zu sein.

8.11

Modulationsindex

M

Verhältnis des Scheitelwertes der Leiter-Erde-Wechselspannung des Stromrichters zur Hälfte der Klemmen- gleichspannung des Stromrichters

$$M = \frac{\sqrt{2} \times U_{c1}}{\sqrt{3} \times \frac{U_{dc}}{2}}$$

Dabei ist

U_{c1} der Effektivwert der Grundfrequenzkomponente der Leiter-Leiter-Spannung U_c ;

U_c die Ausgangsspannung einer VSC-Phaseneinheit an ihren Wechselstromklemmen;

U_{dc} die Ausgangsspannung der VSC-Phaseneinheit an ihren Gleichstromklemmen.

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen Quellen wird der Modulationsindex anders definiert, so dass sich ein Modulationsindex von 1 auf eine rechteckförmige Ausgangsgröße bezieht, was zur Folge hat, dass der Modulationsindex niemals den Wert 1 überschreiten kann. Der Modulationsindex nach der angegebenen Definition ist einfach gegeben durch $M \times (\pi/4)$. Diese Definition ist jedoch überwiegend für Zweipunktstromrichter mit Pulsbreitenmodulation zutreffend.

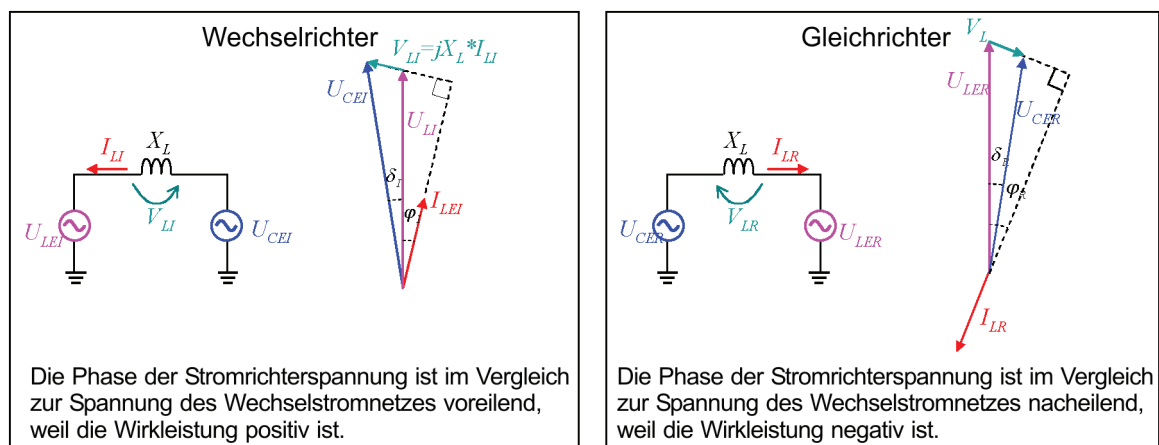


Bild 6 – Zeigerdiagramm für Wechselstromnetzspannung, Stromrichter-Wechselspannung und Stromrichter-Wechselstrom

8.12

positiv leitender Zustand

Zustand eines IGBT-Diode-Paares, in dem der Laststrom durch den IGBT vom Kollektor zum Emitter fließt

8.13

negativ leitender Zustand

Zustand eines IGBT-Diode-Paares, in dem der Laststrom durch die Freilaufdiode von der Anode zur Kathode fließt

8.14

positiver Ventilstrom

Richtung des Stromflusses durch ein Ventil vom positiven Gleichstromanschluss zum negativen Gleichstromanschluss oder im Falle eines Diodenventils in der Richtung, in der das Diodenventil in Durchlassrichtung vorgespannt ist

8.15

negativer Ventilstrom

Richtung des Stromflusses durch das Ventil vom negativen Gleichstromanschluss zum positiven Gleichstromanschluss

8.16

positiver Ventilanschluss

Anschluss des Ventils, der dem positiven Gleichstromanschluss der VSC-Gruppe am nächsten ist

8.17

negativer Ventilanschluss

Anschluss des Ventils, der dem negativen Gleichstromanschluss der VSC-Gruppe am nächsten ist

8.18

Ventilspannung

Potentialdifferenz zwischen dem positiven Ventilanschluss und dem negativen Ventilanschluss

8.19

Ventilsperrzustand

Zustand eines Ventils, wenn alle IGBTs abgeschaltet sind

8.20

IGBT-Ansteuerung

Steuervorgang, der zum Einschalten oder Unterbrechen eines Stroms in einem IGBT ausgeführt wird

8.21

Kurzschluss-Fehlzustand

Zustand eines IGBT, in dem an der Grenze des Stehspannungsvermögens ist, jedoch den Strom in jeder Richtung sicher führen kann

8.22

Betriebszustände des MMC-Bausteins

mögliche Zustände, unter denen MMC-Bausteine sicher betrieben werden können

8.22.1

umgangen

Betriebszustand, bei dem die IGBTs einer oder mehrerer Schaltstufen derart eingeschaltet sind, dass der Ventilstrom nicht durch den Zellen-/Teilmodul-Gleichstromkondensator fließt

8.22.2

aktiv

Betriebszustand, bei dem die IGBTs einer oder mehrerer Schaltstufen derart eingeschaltet sind, dass der Ventilstrom durch den Zellen-/Teilmodul-Gleichstromkondensator fließt

8.22.3

Schutzumgehung

Notbetriebsart, bei der der Strom durch eine Schutzeinrichtung, die nicht die IGBT-Diode bzw. die Dioden der IGBTs sind, um eine Beschädigung am MMC-Baustein oder seiner Bauteile zu verhindern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schutzumgehung kann abhängig von der Art des Fehlers bei dauerhaften oder zeitweiligen Bedingungen angewendet werden.