

AVA Documents
Document Sharing Hub

Nationales Vorwort

Zuständig für diese Europäische Norm ist in Deutschland das Unterkomitee 331.1 „Halbleiter-Stromrichter“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE), von dem die autorisierte Übersetzung ausgearbeitet wurde.

Für die im Inhalt zitierten Europäischen und Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

Internationale Norm	Europäische Norm	Deutsche Norm	VDE-Klassifikation
IEC 50(151):1978	–	–	–
IEC 50(441):1984	–	–	–
IEC 50(551):1982	–	Normen der Reihe DIN 41 750	–
IEC 50(601):1985	–	–	–
IEC 76 (Normenreihe)	HD 398 (Normenreihe)	Normen der Reihe DIN VDE 0532	VDE 0532
IEC 555-1:1992	EN 60555-1:1987	DIN VDE 0838 Teil 1:06.87	VDE 0838 Teil 1
IEC 664:1990	–	DIN VDE 0110 Teile 1 und 2:01.89	VDE 0110 Teile 1 und 2
IEC 725:1981	–	–	–

Zitierte Normen

– in der Deutschen Fassung:

Siehe [Abschnitt 1.2](#) und [Anhang ZA](#).

– in nationalen Zusätzen:

Normen der Reihe

DIN 41 750 Stromrichter, Begriffe für Stromrichter

DIN VDE 0110 Teil 1 Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen;
Grundsätzliche Festlegungen

DIN VDE 0110 Teil 2 Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen;
Bemessung der Luft- und Kriechstrecken

Normen der Reihe

DIN VDE 0532 Transformatoren und Drosselspulen

DIN VDE 0838 Teil 1 Rückwirkungen in Stromversorgungsnetzen, die durch Haushaltsgeräte und durch ähnliche elektrische Einrichtungen verursacht werden; Begriffe;
Deutsche Fassung EN 60555 Teil 1, 1. Ausgabe 1987

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0558 Teil 1: 07.87

DIN 57 558 Teil 1/VDE 0558 Teil 1: 08.77

Änderungen

Gegenüber **DIN VDE 0558 Teil 1/07.87** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

EN 60146-1-1:1991 und **EN 60146-1-3** übernommen.

Patentklassifikation

H 02 M

G 01 R

DK 621.314.57/.63:621.382:620.1

Deskriptoren: Elektronik, Stromrichter, Halbleiter-Stromrichter, elektronischer Schalter, Leistungsfähigkeitsanforderung, Festlegung, Prüfung

Deutsche Fassung

Halbleiter-Stromrichter

Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter

Teil 1-1: Festlegung der Grundanforderungen
(IEC 146-1-1:1991)

Semiconductor convertors
General requirements and line
commutated convertors
Part 1-1: Specifications
of a basic requirements
(IEC 146-1-1:1991)

Convertisseurs à semiconducteurs
Spécifications communes et convertisseurs
commut's par le réseau
Partie 1-1: Spécifications des clauses
techniques de base
(CEI 146-1-1:1991)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 09.12.1992 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Das CENELEC-Fragebogenverfahren zur unveränderten Annahme der Internationalen Norm IEC 146-1-1:1991 ergab, daß für die Annahme als Europäische Norm keine gemeinsamen Abänderungen notwendig waren.

Das Referenzdokument wurde den CENELEC-Mitgliedern zur formellen Abstimmung vorgelegt und von CENELEC am 9. Dezember 1992 als EN 60146-1-1 genehmigt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum der Veröffentlichung
einer identischen nationalen Norm (dop): 1993-12-01
- spätestes Datum für die Zurückziehung
entgegenstehender nationaler Normen (dow): 1993-12-01

Für Erzeugnisse, die vor dem 01. 12. 1993 der einschlägigen nationalen Norm entsprochen haben, wie durch den Hersteller oder durch eine Zertifizierungsstelle nachgewiesen, darf diese vorhergehende Norm für die Fertigung bis 01. 12. 1998 noch weiter angewendet werden.

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt. Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A und B informativ und ist Anhang ZA normativ.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 146-1-1:1991 wurde von CENELEC als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Anerkennungsnotiz	2
Hauptabschnitt 1 – Allgemeines	6
1.1 Anwendungsbereich und Zweck	6
1.2 Normative Verweisungen	6
1.3 Einteilung der Stromrichtergeräte und Ventilbauelemente	7
1.3.1 Einteilung der Stromrichtergeräte	7
1.3.2 Klassifizierung der Halbleiter-Ventilbauelemente	7
1.4 Liste der wichtigen Formelzeichen und Indizes	8
1.4.1 Liste der Indizes	8
1.4.2 Liste der Formelzeichen (Selbsterklärende Formelzeichen sind nicht aufgelistet)	8
1.5 Begriffe	9
1.5.1 Halbleiter-Ventilbauelement (IEV 551-03-05, modifiziert)	10
1.5.2 Gleichrichterdiode	10
1.5.3 Thyristor	10
1.5.4 Rückwärts sperrende Thyristor-Triode	10
1.5.5 Rückwärts leitende Thyristor-Triode	10
1.5.6 Zweirichtungs-Thyristor (Triac)	10
1.5.7 Abschalt-Thyristor	10
1.5.8 Kombination von Halbleiterbauelementen	10
1.5.9 Stromrichterzweige	10
1.5.10 Stromrichterschaltung (IEV 551-04-17)	11
1.5.11 Steuerbarkeit der Stromrichterzweige	11
1.5.12 Betrieb in verschiedenen Quadranten (des Gleichstromsystems)	11
1.5.13 Kommutierung und Verlöschen (siehe Bild 1)	11

	Seite
1.5.14 Art der Kommutierung	12
1.5.15 Selbstführung (IEV 551-05-06)	12
1.5.16 Art des Verlöschens	12
1.5.17 Kommutierungskreis (IEV 551-05-09)	12
1.5.18 Steuerwinkel „ α “ (IEV 551-05-29, modifiziert)	14
1.5.19 Steuerwinkel-Vorlauf „ β “	14
1.5.20 Innerer Stromverzögerungswinkel „ α_p “	14
1.5.21 Löschwinkel „ γ “ (IEV 551-05-30, modifiziert)	14
1.5.22 Begriffe für Bemessungswerte	15
1.5.23 Begriffe für Bemessungswerte von Stromrichtersätzen und -geräten	16
1.5.24 Begriffe für Wirkungsgrade	16
1.5.25 Begriffe in Verbindung mit Stromrichterfehlern	16
1.5.26 Faktoren auf der Wechselstromseite	16
1.5.27 Begriffe in Verbindung mit der Gleichspannung	17
1.5.28 Begriffe in Verbindung mit Gleichspannungsänderung	18
1.5.29 Begriffe in Verbindung mit Kühlung	18
1.5.30 Begriffe für Temperatur	19
1.5.31 Elektrische Störung	19
1.5.32 Niveau der Störfestigkeit eines Stromrichters	19
1.5.33 Ausmaß einer von einem Stromrichter erzeugten Störung	20
1.5.34 Bezugsausmaß einer von einem Stromrichter erzeugten Störung	20
1.5.35 Kurzschlußleistungsverhältnis, R_{sc}	20
1.5.36 Verträglichkeit eines Systems	20
1.5.37 Arten und Charakteristiken von Störungen	20
1.5.38 Verzerrung durch Oberwellen (IEV 551-06-07)	21
Hauptabschnitt 2 – Betriebsbedingungen	21
2.1 Kennzeichnung der Kühllart	21
2.2.1 Zu verwendende Kennbuchstaben	21
2.1.2 Reihenfolge der Kennbuchstaben	21
2.2 Umgebungsbedingungen	22
2.2.1 Zirkulation der Umgebungsluft	22
2.2.2 Normale Betriebsbedingungen	22
2.2.3 Ungewöhnliche Betriebsbedingungen	23
2.3 Elektrische Betriebsbedingungen	23
2.3.1 Festlegung der elektrischen Umgebungsbedingungen	23
2.3.2 Unbekannte Bedingungen am Aufstellungsort	23
2.4 Lastarten	24
2.5 Elektrische Betriebsbedingungen als Grundlage der Bemessungsdaten	24
2.5.1 Frequenz	24
2.5.2 Wechselspannung	24
2.5.3 Spannungsunsymmetrie	25
2.5.4 Kurvenform der Wechselspannung	25
Hauptabschnitt 3 – Stromrichtergeräte und -sätze	26
3.1 Elektrischer Anschluß und Berechnungsfaktoren	26
3.1.1 Serienmäßige Stromrichter	26
3.1.2 Speziell ausgelegte Stromrichter	26

	Seite
3.2 Berechnungsfaktoren	27
3.2.1 Spannungsverhältnisse	27
3.2.2 Netzseitiger Stromfaktor	27
3.2.3 Spannungsänderung	27
3.2.4 Magnetischer Kreis	27
3.2.5 Verlustfaktor	27
3.3 Verluste und Wirkungsgrad	29
3.3.1 Allgemeines	29
3.3.2 Eingeschlossene Verluste	29
3.3.3 Nicht eingeschlossene Verluste	29
3.4 Leistungsfaktor	29
3.4.1 Allgemeines	29
3.4.2 Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung und Verschiebungsfaktor	30
3.5 Gleichspannungsänderung	30
3.5.1 Innere Gleichspannungsänderung	30
3.5.2 Einfluß von anderen Stromrichtern	31
3.5.3 Zwölfpulsige Stromrichter	31
3.5.4 Stromrichter (in Reihenschaltung) mit Folgesteuerung	31
3.6 Oberschwingungen in Netzströmen und -spannungen	31
3.6.1 Ordnungszahlen der Oberschwingungen	31
3.6.2 Erhöhung der Oberschwingungsströme	32
3.7 Spannungswelligkeit auf der Gleichstromseite	32
3.8 Wechselstrom im Gleichstromausgang	32
3.9 Störungen	32
3.9.1 Störungen auf eingebauten Steuer- und Meldeleitungen	32
3.9.2 Störungen auf Telefon- und Fernmeldeverbindungen	32
3.10 Bemessungswerte für Stromrichter	32
3.10.1 Allgemeines	32
3.10.2 Bemessungsausgangsspannung	32
3.10.3 Bemessungsströme	33
3.10.4 Besondere Anmerkungen für Doppel-Stromrichter	34
3.11 Kennzeichnung	34
3.11.1 Angabe des Herstellers oder Lieferanten	35
3.11.2 Kennzeichnung der Geräteart	35
3.11.3 Kennzeichnung der Eingangs- und Ausgangsanschlüsse des Hauptstromkreises	35
3.11.4 Leistungsschild	36
Hauptabschnitt 4 – Prüfung von Stromrichtersätzen (Ventilsätzen) und Stromrichtergeräten	36
4.1 Allgemeines	36
4.1.1 Typprüfungen	36
4.1.2 Stückprüfungen	37
4.1.3 Durchführung der Prüfungen	37
4.1.4 Prüfprogramm	37
4.2 Prüfbedingungen	38
4.2.1 Isolationsprüfung	38
4.2.2 Schwachlast- und Funktionsprüfung	39
4.2.3 Prüfen mit Bemessungsstrom	40
4.2.4 Ermittlung der Verluste für Sätze und Geräte	40

	Seite
4.2.5 Erwärmungsprüfung	41
4.2.6 Ermittlung des Leistungsfaktors	41
4.2.7 Prüfen der Hilfseinrichtungen	41
4.2.8 Ermittlung der inneren Spannungsänderung	41
4.2.9 Prüfen der Eigenschaften der Ventilsteuereinrichtung	41
4.2.10 Prüfen der Schutzeinrichtungen	41
4.2.11 Prüfen der Störfestigkeit	42
4.2.12 Prüfen der Überstrombelastbarkeit	42
4.2.13 Funkstörgrad	42
4.2.14 Schallpegel	42
4.2.15 Ermittlung der überlagerten Wechselgrößen	42
4.2.16 Zusätzliche Prüfungen	42
4.3 Zulässige Abweichungen	42
Anhang A (informativ) Stichwortverzeichnis	44
Anhang B (informativ) Literaturhinweise	47
Anhang ZA (normativ) Andere in dieser Norm zitierte Internationale Publikationen mit den Verweisungen der entsprechenden Europäischen Publikationen	48
Bilder	13
Bild 1 Arten der Stromübernahme	13
Bild 2 Darstellung der Winkel	14
Bild 3 Spannungsänderung	18
Bild 4 Wechselspannungs-Kurvenform	26
Tabellen	28
Tabelle 1 Schaltungsarten und Berechnungsfaktoren	28
Tabelle 2 Genormte Belastungsklassen	34
Tabelle 3 Beispiele von Lastspielen als Leitlinie zur Auswahl der Belastungsklasse	35
Tabelle 4 Zusammenfassung der Prüfungen	37
Tabelle 5 Prüfspannungen, Niederspannung	39
Tabelle 6 Prüfspannungen, Mittelspannung	39

Hauptabschnitt 1 – Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm legt die Anforderungen für die Leistungsfähigkeit aller Stromrichter und elektronischen Leistungsschalter fest, die gesteuerte und/oder nicht steuerbare elektronische Ventile verwenden.

Die elektronischen Ventile umfassen hauptsächlich Halbleiter-Ventilbauelemente, d. h. Gleichrichterdiolen und verschiedene Typen von Thyristoren und Transistoren, wie zum Beispiel rückwärts sperrende oder leitende Thyristoren, abschaltbare Thyristoren, Zweirichtungsthyristoren (Triacs) und Leistungstransistoren und Leistungs-Feldeffekt-Transistoren. Die Ventilbauelemente können durch Strom, Spannung oder Licht gesteuert sein. Bei Ventilbauelementen, die nicht bistabil sind, wird angenommen, daß sie als Schalter arbeiten.

Diese Norm ist vorwiegend dafür vorgesehen, die Anforderungen festzulegen, die für netzgeführte Stromrichter zum Gleichrichten und Wechselrichten anzuwenden sind. Teile dieser Norm sind auch für andere Typen von Stromrichtern anwendbar und sind dafür als Norm anzusehen, soweit sie nicht im Widerspruch stehen zu ergänzenden IEC-Normen für besondere Arten von Stromrichtern, die in bereits bestehenden oder zukünftigen IEC-Publikationen enthalten sind.

Solche besonderen Geräteanforderungen gelten für Halbleiter-Stromrichter, die entweder verschiedene Arten des Stromrichtens ausführen oder verschiedene Arten der Stromübernahme (Kommutierung) anwenden (z. B. selbstgeführte Stromrichter), für besondere Anwendungen bestimmt sind (z. B. Stromrichter für Gleichstromantriebe) oder eine Kombination der erwähnten Möglichkeiten beinhalten (z. B. Gleichstromsteller für elektrische Bahnfahrzeuge).

Die Hauptzwecke dieser Norm sind folgende:

Teil 1-1, IEC 146-1-1, Festlegung der Grundanforderungen.

- grundlegende Begriffe und Bemessungen festzulegen;
- Betriebsbedingungen festzulegen, die die Grundlage der Bemessung beeinflussen;
- Prüfanforderungen festzulegen für vollständige Stromrichtergeräte und Stromrichtersätze in Serienausführung (für besondere Ausführungen siehe IEC 146-1-2);
- grundlegende Anforderungen für die Leistungsfähigkeit festzulegen;
- anwendungsbezogene Anforderungen für Halbleiter-Stromrichter anzugeben.

Teil 1-2, IEC 146-1-2, Anwendungsleitfaden

- zusätzliche Angaben über die Ausrüstungsteile (z. B. Transformatoren, Halbleiter-Ventilbauelemente), die in Stromrichtern eingesetzt werden, als Ergänzung oder als Abweichung von bestehenden Normen,
- nützliche Hinweise, Berechnungsfaktoren, Formeln und Diagramme zur Verfügung zu stellen, die in Zusammenhang mit der Praxis der Leistungselektronik stehen.

Teil 1-3, IEC 146-1-3, Transformatoren und Drosselspulen

- zusätzliche Angaben über Eigenschaften, in denen der Stromrichter-Transformator sich vom gewöhnlichen Leistungs-Transformator unterscheidet. In allen anderen Hinsichten müssen die in IEC 76 festgelegten Regeln für Stromrichter-Transformatoren angewendet werden, sofern diese nicht in Widerspruch zu dieser Norm stehen.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweis in diesem Text Festlegungen in dieser Internationalen Norm bilden. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung und Teilnehmer an Verträgen, die auf dieser Internationalen Norm basieren, werden aufgefordert, die Möglichkeit der Anwendung der neuesten Ausgaben der nachfolgend aufgelisteten Normen zu prüfen. Mitglieder der IEC und ISO besitzen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 50 (151):1978	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) C – Chapter 151: Electrical and magnetic devices.
IEC 50 (441):1984	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.
IEC 50 (551):1982	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 551: Power Electronics.
IEC 50 (601):1985	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity. General.
IEC 76:1976	Power transformers.
IEC 555-1:1982	Disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment – Part 1: Definitions.
IEC 664:1980	Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment.

IEC 725:1981 Considerations on reference impedance for use in determining the disturbance characteristics of household appliances and similar electrical equipment.

Weitere IEC-Publikationen sind zur Information im [Anhang B](#) „Literaturhinweis“ aufgeführt.

1.3 Einteilung der Stromrichtergeräte und Ventilbauelemente

1.3.1 Einteilung der Stromrichtergeräte

Eine allgemeine vergleichende Übersicht von IEC-Publikationen, die sich mit der Vielzahl von verschiedenen Funktionsarten der Leistungselektronik befassen, erfordert eine Einteilung, die auf folgenden charakteristischen Merkmalen beruhen kann:

- a) Art des Stromrichtens und des Schaltens:
 - 1) Gleichrichten (Gleichrichter)
 - 2) Wechselrichten (Wechselrichter)
 - 3) Gleichstromumrichten (Gleichstromsteller oder Gleichstromumrichter)
 - 4) Wechselstromumrichten (Wechselstromsteller oder Wechselstromumrichter)
 - 5) Schalten (periodisch oder nicht periodisch)
- b) Zweck des Stromrichtens: Ein Stromrichter (der elektrischen Energietechnik) ändert oder steuert eine oder mehrere charakteristische Merkmale:
 - 1) Frequenz (einschließlich der Frequenz Null)
 - 2) Spannung
 - 3) Phasenzahl
 - 4) Blindleistungsfluß
 - 5) Eigenschaft der Ausgangsleistung
- c) Art der Ventilabschaltung: siehe [Bild 1](#). Ein Halbleiter-Ventilbauelement kann entweder durch Kommutierung abgeschaltet werden, wobei der Strom eines Ventilbauelements unmittelbar auf ein anderes übergeht, oder durch Verlöschen, wenn der Strom eines Ventilbauelementes Null wird, bevor ein anderes den Strom übernimmt.

ANMERKUNG: Beide Arten der Ventilabschaltung können im üblichen Betrieb eines Gleichrichters vorkommen, dies ist von der Last abhängig. Für die Einteilung ist üblicher Betrieb mit voller Belastung zugrunde gelegt.

Die Art der Ventilabschaltung, d. h. die Führung des Stromrichters, kann durch die Quelle der Führungsspannung charakterisiert werden:

- 1) Fremdführung (Verlöschen);
 - 1A) Netzführung (Verlöschen);
 - 1B) Lastführung (Verlöschen);
 - 2) Selbstführung (siehe auch [Abschnitt 1.3.2, Anmerkung 2](#))
- d) Art des Gleichstromsystems: Stromrichter, die mit wenigstens einem Gleichstromsystem verbunden sind, können im allgemeinen ganz oder teilweise in Stromrichter mit eingprägtem Gleichstrom und Stromrichter mit eingprägter Gleichspannung eingeteilt werden. Dies hängt davon ab, ob der Strom oder die Spannung geglättet ist.

Für einen Stromrichter, der ein Wechselstromsystem mit einem Gleichstromsystem verbindet, bedeutet Gleichrichten einen Leistungsfluß vom Wechselstromsystem zum Gleichstromsystem und Wechselrichten einen Leistungsfluß in entgegengesetzter Richtung.

Für jede dieser Betriebsarten gilt, daß in einem Stromrichter mit eingprägtem Gleichstrom sich die Richtung des Stromes nicht ändern kann, aber die Spannung kann ihre Polarität während einer Halbschwingung ändern. In einem Stromrichter mit eingprägter Gleichspannung verhält es sich umgekehrt.

1.3.2 Klassifizierung der Halbleiter-Ventilbauelemente

Ventilbauelemente, die in Leistungskreisen der Leistungselektronik eingesetzt werden, können in folgender Weise eingeteilt werden:

- 1) Nichtsteuerbares Ventilbauelement, das in Vorwärtsrichtung leitet und in Rückwärtsrichtung sperrt (Gleichrichterdiode);
- 2) Ventilbauelement, das in Vorwärtsrichtung steuerbar ist und in Rückwärtsrichtung sperrt (z. B. in Rückwärtsrichtung sperrender Thyristor);
- 3) Ventilbauelement, das in Vorwärtsrichtung steuerbar ist und in Rückwärtsrichtung leitet (z. B. in Rückwärtsrichtung leitender Thyristor);
- 4) Ventilbauelement, das in beiden Richtungen steuerbar ist (z. B. Zweirichtungsthyristor (Triac)).

ANMERKUNG 1: Ein Ventilbauelement ist steuerbar, wenn es durch einen Steuerimpuls vom sperrenden in den leitenden Zustand geschaltet werden kann.

ANMERKUNG 2: Transistoren und abschaltbare Thyristoren können durch ein Signal über den Steueranschluß abgeschaltet werden. Thyristoren und Triacs haben nicht diese Eigenschaft und müssen durch Spannungen und Ströme im Hauptstromkreis abgeschaltet werden.

1.4 Liste der wichtigen Formelzeichen und Indizes

1.4.1 Liste der Indizes

0 (Null)	Leerlauf
c	Kommutierung
C	Kurzschluß
d	Gleichstrom oder -spannung
f	frequenzabhängig
h	bezieht sich auf eine Oberschwingung der Ordnung h
i	ideell
L	bezieht sich auf das Netz oder eine Versorgungsquelle
m	Maximum
min	Minimum
N	Bemessungswert oder bei Bemessungslast
p	Eigen-, Innen
R	Wiederhol- (periodische Überspannung)
r	ohmsch
S	einmalig (nicht periodische Überspannung)
v	Ventilseite
x	induktiv
α	gesteuerter Wert (durch Steuerwinkel)

1.4.2 Liste der Formelzeichen (selbsterklärende Formelzeichen sind nicht aufgelistet)

d_{xtN}	relative induktive Gleichspannungsänderung, deren Ursache im Stromrichtertransformator liegt, bezogen auf U_{di}
e_{xN}	induktive Komponente der relativen Kurzschlußspannung des Stromrichtertransformators bei I_{LN}
f_N	Bemessungsfrequenz
g	Anzahl der Sätze der Kommutierungsgruppen, zwischen denen sich I_{dN} aufteilt
h	Ordnungszahl der Oberschwingung
I_d	Bemessungsgleichstrom (beliebiger definierter Wert)
I_{dN}	Bemessungsgleichstrom
I_{dmN}	Bemessungsdauergleichstrom (Maximalwert)
I_L	netzseitiger effektiver Leiterstrom (eines Stromrichters oder eines eventuell vorhandenen Transformators)
I_{LN}	Bemessungswert von I_L
I_{1LN}	Effektivwert der Grundschiwingung von I_{LN}
I_{hLN}	Effektivwert der h -ten Oberschwingung von I_{LN}
I_{vN}	Bemessungswert des ventilseitigen Leiterstromes eines Transformators
p	Pulszahl
P	Wirkleistung
P_{LN}	Wirkleistung auf der Netzseite bei Bemessungslast
q	Kommutierungszahl
Q_{1LN}	Blindleistung auf der Netzseite bei Bemessungslast
R_{SC}	Relative Kurzschlußleistung
s	Anzahl der in Reihe geschalteten Kommutierungsgruppen
S_{com}	Kurzschlußleistung, berechnet für die Wechselstromanschlüsse der Kommutierungszeige
S_c	Kurzschlußleistung der Versorgungsquelle

S_{cmin}	Minimalwert von S_c
S_{LN}	Bemessungsscheinleistung auf der Netzseite
S_{1LN}	Wert von S_{LN} , basierend auf I_{1LN}
S_{tN}	Bemessungsscheinleistung des Transformators
u	Überlappungswinkel (Kommutierungswinkel)
U_d	Gleichspannung (beliebiger definierter Wert)
U_{d0}	konventionelle Leerlaufgleichspannung
$U_{d0\alpha}$	Wert von U_{d0} beim Steuerwinkel α
U_{d00}	tatsächliche Leerlaufgleichspannung
U_{di}	ideelle Leerlaufgleichspannung
$U_{di\alpha}$	ideelle Leerlaufgleichspannung beim Steuerwinkel α
U_{dN}	Bemessungsgleichspannung
U_{dxN}	gesamte induktive Gleichspannungsänderung bei Bemessungsgleichstrom
U_{hL}	Effektivwert der h -ten Oberschwingung von U_L
U_{iM}	ideelle Spitzen-Leerlaufspannung, die zwischen den Klemmen eines Zweiges erscheint unter Vernachlässigung interner und externer Überspannungen und Spannungseinbrüche in den Ventilen bei Leerlauf. Dies entspricht der Spannung bei geringem Laststrom in der Nähe des Kommutierungsstromes
U_L	netzseitige Leiterspannung eines Stromrichters oder eines eventuell vorhandenen Transformators
U_{LN}	Bemessungswert von U_L
U_{LRM}	maximaler Augenblickswert von U_L , einschließlich der periodischen Überspannungen, aber ausschließlich nicht periodischer Überspannungen
U_{LSM}	maximaler Augenblickswert von U_L , einschließlich nicht periodischer Überspannungen
U_{LWM}	maximaler Augenblickswert von U_L , ausschließlich transienter Überspannungen
U_M	maximale Spitzenspannung (siehe Abschnitt 4.2.1.4)
U_{v0}	ventilseitige Leerlaufspannung zwischen den Wechselstromanschlüssen zweier kommutierender Stromrichterhauptzweige
U_{vN}	ventilseitige Bemessungsspannung des Transformators
X_{tN}	induktiver Spannungseinbruch des Transformators je Einheit
α	Steuerwinkel
α_p	innerer Steuerwinkel
β	Voreilwinkel
γ	Löschwinkel
δ	Anzahl der anfangs gleichzeitig kommutierenden Kommutierungsgruppen
λ	Leistungsfaktor
ν	Verzerrungsfaktor
φ_1	Verschiebungswinkel der Grundschiwingung von I_L

1.5 Begriffe

Für die Zwecke dieser internationalen Norm gelten die nachfolgenden Begriffe. In dieser Norm werden weitmöglichst Begriffe aus dem IEC benutzt, insbesondere aus IEC 50(551) Leistungselektronik.

Die Verfahrensweise ist folgende:

- 1) Wenn eine passende IEC-Begriffsbestimmung besteht, werden der Begriff und der Bezug angegeben, ohne den Text zu wiederholen.
- 2) Wenn zu einer bestehenden IEC-Begriffsbestimmung eine Erweiterung oder eine zusätzliche Information notwendig ist, werden der Begriff, der Bezug und der zusätzliche Text angegeben.
- 3) Besteht keine IEC-Begriffsbestimmung, so werden der Begriff und der Text angegeben.
- 4) Die Begriffe erscheinen unter:
 - A) für allgemeine Begriffe ([1.5.1 bis 1.5.28](#));
 - B) für Betriebsbedingungen ([1.5.29 bis 1.5.30](#));
 - C) für Begriffe der Verträglichkeit ([1.5.31 bis 1.5.37](#)).

Ein alphabetisches Verzeichnis ist im [Anhang A](#) (informativ) gegeben.

A. Allgemeine Begriffe

1.5.1 Halbleiter-Ventilbauelement (IEV 551-03-05, modifiziert)

Ventilbauelement, dessen wesentliche charakteristische Merkmale von dem Ladungsträgerfluß innerhalb eines Halbleiters abhängig sind.

1.5.2 Gleichrichterdiode

Ein Ventilbauelement mit zwei Anschlüssen, das eine asymmetrische Spannung-Strom-Kennlinie hat und für den Gebrauch in Schaltungen der Leistungselektronik vorgesehen ist.

ANMERKUNG: Wenn nicht anders vermerkt, bedeutet dieser Ausdruck im allgemeinen ein Bauelement mit einer Spannung-Strom-Kennlinie, für die nur eine PN-Sperrschicht typisch ist.

1.5.3 Thyristor

Ein Ventilbauelement mit zwei stabilen Zuständen, das drei oder mehr Sperrschichten enthält und das vom Sperrzustand in den Durchlaßzustand geschaltet werden kann.

ANMERKUNG: Der Begriff „Thyristor“ wird als Oberbegriff für Ventilbauelemente mit mehreren PNPN-Schichten benutzt. Er darf für jedes Mitglied der Thyristor-Familie benutzt werden, wenn dadurch keine Zweideutigkeiten oder Mißverständnisse auftreten. Insbesondere wird der Begriff „Thyristor“ allgemein für eine rückwärts sperrende Thyristor-Triode benutzt.

1.5.4 Rückwärts sperrende Thyristor-Triode

Thyristor mit drei Anschlüssen, der bei negativer Anodenspannung nicht leitend wird, sondern sich im Sperrzustand befindet.

1.5.5 Rückwärts leitende Thyristor-Triode

Thyristor mit drei Anschlüssen, der bei negativer Anodenspannung nicht sperrt, sondern hohen Strom in Rückwärtsrichtung führt bei Spannungen, deren Höhe mit der in Vorwärtsrichtung vergleichbar ist.

1.5.6 Zweirichtungs-Thyristor (Triac)

Thyristor mit drei Anschlüssen, der im wesentlichen das gleiche Schaltverhalten im ersten und dritten Quadranten der Strom-Spannung-Kennlinie aufweist.

1.5.7 Abschalt-Thyristor (GTO = Gate Turn Off)

Thyristor, der vom Durchlaßzustand in den Sperrzustand und umgekehrt geschaltet werden kann, indem ein Steuerimpuls mit entsprechender Polarität am Steueranschluß angelegt wird.

1.5.8 Kombination von Halbleiterbauelementen

1.5.8.1 Ventilbaugruppe (IEV 551-03-11)

1.5.8.2 Stromrichtersatz (Ventilsatz) (IEV 551-03-12)

1.5.8.3 Stromrichter (IEV 551-02-01, modifiziert)

Einrichtung zum Stromrichten, die ein oder mehrere Stromrichtersätze zusammen mit Stromrichtertransformator(en), erforderlichen Schalteinrichtungen und gegebenenfalls anderen Hilfseinrichtungen enthält. Sie kann auch die Ventilsteuereinrichtung enthalten.

1.5.8.4 Ventilsteuereinrichtung (Steuersatz)

Einrichtung, die aufgrund eines bestimmten Eingangssignals geeignete Steuerimpulse für die steuerbaren Ventilbauelemente in einem Stromrichter oder Leistungsschalter liefert, einschließlich der Schaltungen zur Synchronisierung, zur Impulserzeugung und im allgemeinen zur Stromversorgung.

1.5.8.5 Regeleinrichtung

Einrichtung, die mit dem Stromrichtergerät oder mit der Stromrichteranlage verbunden ist und die die Stromrichterausgangsgrößen als Funktion einer zu steuernden Größe (Motordrehzahl, Zugkraft usw.) regelt.

1.5.9 Stromrichterzweige

1.5.9.1 Zweigelement (IEV 551-04-01)

1.5.9.2 (Ventil-)Zweig (IEV 551-04-04)

1.5.9.3 Hauptzweig (IEV 551-04-05, modifiziert)

(Ventil-)Zweig, der den wesentlichen Teil des Energietransports von der einen Seite des Stromrichters oder des elektronischen Schalters zur anderen führt.

1.5.9.4 *Hilfszweig (IEV 551-04-12)*

1.5.9.5 *Nebenwegzweig (IEV 551-04-13)*

1.5.9.6 *Freilaufzweig (IEV 551-04-14)*

1.5.9.7 *Löschzweig (IEV 551-04-15)*

1.5.9.8 *Rücklaufzweig (IEV 551-04-16)*

1.5.10 Stromrichterschaltung (IEV 551-04-17)

1.5.10.1 *Stromrichter-Grundsaltung (IEV 551-04-18)*

1.5.10.2 *Einwegsaltung (eines Stromrichters) (IEV 551-04-21)*

1.5.10.3 *Zweiwegsaltung (eines Stromrichters) (IEV 551-04-22)*

1.5.10.4 *Vollgesteuerte Stromrichterschaltung (IEV 551-04-24)*

1.5.10.5 *Teilgesteuerte Schaltung (IEV 551-04-27)*

1.5.10.6 *Reihenschaltung (IEV 551-04-30, modifiziert)*

Stromrichterschaltung, bei der zwei oder mehr Stromrichter so verbunden sind, daß sich ihre Spannungen addieren.

1.5.10.7 *Steuerbare Reihenschaltung (IEV 551-04-31, modifiziert)*

Reihenschaltung, bei der die Stromrichter unabhängig voneinander gesteuert werden.

1.5.11 Steuerbarkeit der Stromrichterzweige

1.5.11.1 *Steuerbarer Zweig*

Stromrichterzweig, der steuerbare Halbleiterbauelemente als Ventilbauelemente enthält.

1.5.11.2 *Nicht steuerbarer Zweig*

Stromrichterzweig, der nur nicht steuerbare Halbleiterbauelemente als Ventilbauelemente enthält.

1.5.12 Betrieb in verschiedenen Quadranten (des Gleichstromsystems)

Jeder Quadrant in der Spannung-Strom-Ebene ist durch das Vorzeichen der Gleichspannung und die Richtung des Stromes definiert.

1.5.12.1 *Ein-Quadrant(Einzel-)-Stromrichter (IEV 551-02-14)*

1.5.12.2 *Zwei-Quadrant(Doppel-)-Stromrichter (IEV 551-02-15)*

1.5.12.3 *Vier-Quadrant-Stromrichter (IEV 551-02-16)*

1.5.12.4 *Zwei-Energierichtung-Stromrichter (IEV 551-02-17)*

1.5.12.4.1 *Einzel-Stromrichter (IEV 551-02-18)*

1.5.12.4.2 *Doppel-Stromrichter (IEV 551-02-19)*

1.5.12.4.3 *Teilstromrichter eines Doppel-Stromrichters (IEV 551-02-20)*

1.5.13 Kommutierung und Verlöschen (siehe Bild 1)

1.5.13.1 *Kommutierung (IEV 551-05-01, modifiziert)*

Stromübernahme von einem leitenden Zweig zum nächsten in zyklischer Reihenfolge ohne Unterbrechung des Gleichstromes. Während eines begrenzten Zeitintervalls leiten beide Zweige gleichzeitig.

1.5.13.2 *Verlöschen (IEV 551-05-02, modifiziert)*

Beendigung des Stromflusses in einem Zweig ohne Kommutierung.

1.5.14 Art der Kommutierung

1.5.14.1 *Direkte Kommutierung (IEV 551-05-07)*

1.5.14.2 *Indirekte Kommutierung (IEV 551-05-08)*

1.5.14.3 *Fremdführung (IEV 551-05-03)*

1.5.14.3.1 *Netzführung (IEV 551-05-04)*

1.5.14.3.2 *Lastführung (IEV 551-05-05)*

1.5.14.3.3 *Maschinenführung*

Art der Lastführung, bei der die Kommutierungsspannung von einer Maschine geliefert wird, die nicht zur Versorgungsquelle gehört.

1.5.14.3.4 *Lastführung mit Resonanzkreis*

Art der Lastführung, bei der die Kommutierungsspannung von der Last geliefert wird, wobei deren Resonanzeigenschaft genutzt wird.

1.5.15 Selbstführung (IEV 551-05-06)

1.5.15.1 *Kommutierung durch direkt angeschlossenen Kondensator*

Art der Selbstführung, bei der die Kommutierungsspannung von Kondensatoren geliefert wird, die im Kommutierungskreis enthalten sind.

1.5.15.2 *Kommutierung durch induktiv angeschlossenen Kondensator*

Art der Kommutierung mit Hilfe eines Kondensators, bei der der Kondensatorstromkreis induktiv mit dem Kommutierungskreis verbunden ist.

1.5.15.3 *Ventilbauelement-Kommutierung*

Art der Selbstführung, bei der die Kommutierungsspannung von dem Ventilbauelement selbst erzeugt wird.

1.5.16 Art des Verlöschens

1.5.16.1 *Ventilbauelement-Verlöschung*

Art des Verlöschens, bei der das Verlöschen vom Ventilbauelement selbst geschieht.

1.5.16.2 *Fremdverlöschen*

Art des Verlöschens, bei der das Verlöschen von äußeren Ursachen ausgeht.

ANMERKUNG: Verlöschen kommt bei netzgeführten Stromrichtern bei lückendem Strom vor.

1.5.17 Kommutierungskreis (IEV 551-05-09)

1.5.17.1 *Kommutierungsspannung (IEV 551-05-12)*

1.5.17.2 *Kommutierungsinduktivität (IEV 551-05-11, modifiziert)*

Gesamte Induktivität im Kommutierungskreis, in Reihe mit der Kommutierungsspannung.

ANMERKUNG: Für netz- oder maschinengeführte Stromrichter ist die Kommutierungsreaktanz der induktive Widerstand der Kommutierungsinduktivität bei der Grundfrequenz.

1.5.17.3 *Überlappungswinkel „ μ “ (IEV 551-05-14, modifiziert)*

Dauer der Kommutierung zwischen zwei Hauptzweigen, wo beide Seiten Strom führen, ausgedrückt in elektrischem Winkelmaß.

1.5.17.4 *Kommutierungseinbruch*

Periodischer transients Spannungseinbruch, der auf der Wechselspannungsseite eines netz- oder maschinengeführten Stromrichters erscheinen kann und durch die Kommutierung hervorgerufen wird.

1.5.17.5 *Kommutierungsschwingung*

Spannungsschwingung, die mit dem Kommutierungseinbruch zusammenhängt.

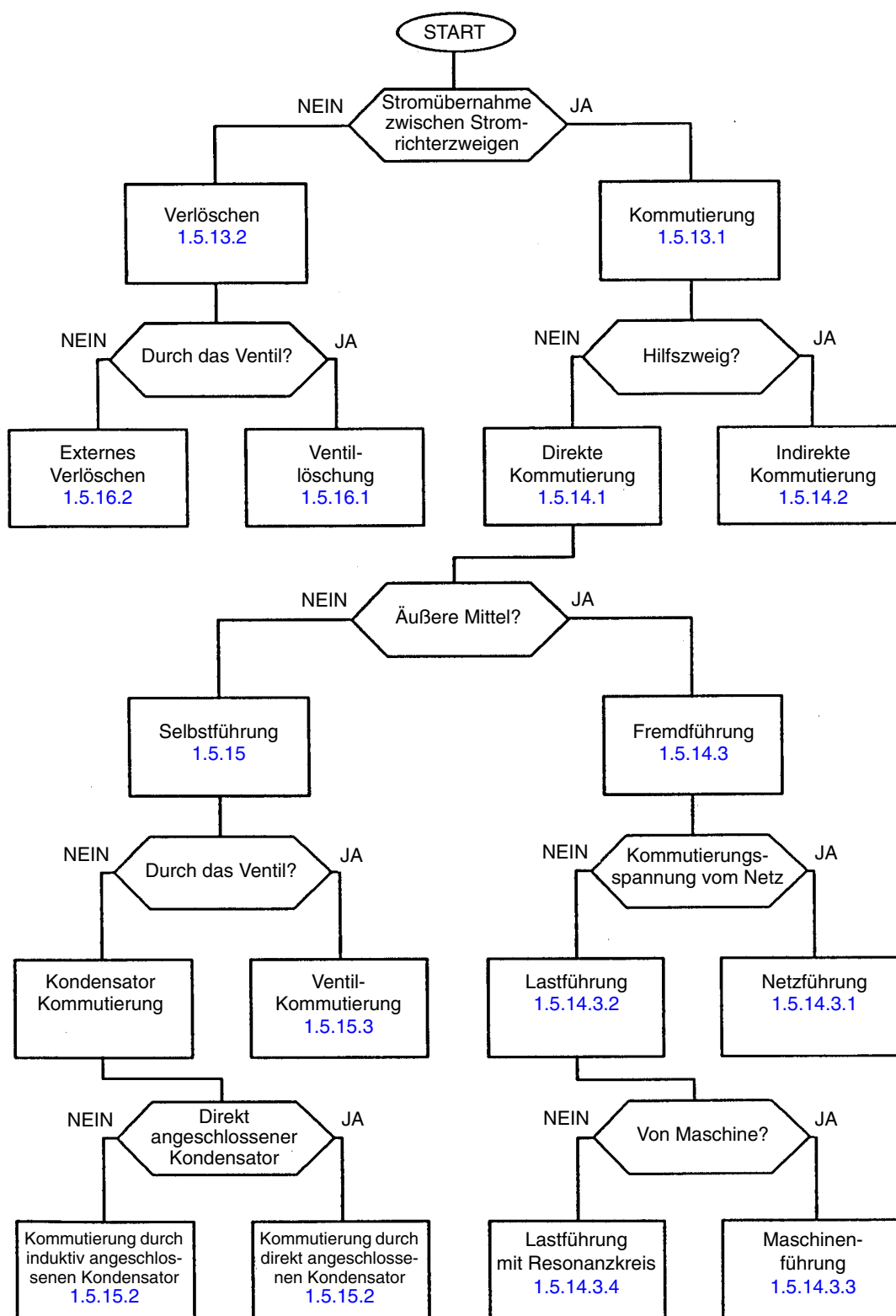


Bild 1: Arten der Stromübernahme