

	Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe Teil 2: Allgemeine Anforderungen – Festlegungen für die Bemessung von Niederspannungs-Wechselstrom-Antriebssystemen mit einstellbarer Frequenz (IEC 61800-2:1998) Deutsche Fassung EN 61800-2:1998	DIN EN 61800-2
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.	Klassifikation VDE 0160 Teil 102
Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 61800-2 ICS 29.200 Adjustable speed electrical power drive systems – Part 2: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable frequency a.c. power drive systems (IEC 61800-2:1998); German version EN 61800-2:1998 Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 2: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînement de puissance à fréquence variable en courant alternatif et basse tension (CEI 61800-2:1998); Version allemande EN 61800-2:1998 Die Europäische Norm EN 61800-2:1998 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61800-2 wurde am 1998-04-01 angenommen. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 22G(Sec)15:1995-03. Fortsetzung Seite 2 bis 5 und 81 Seiten EN Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 226 „Ausrüstung von Starkstromgeräten und -anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, 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 ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60034-1:1998 EN 60034-1/A1:1998	IEC 60034-1:1996 A1:1997	–	–
EN 60034-2:1996 EN 60034-2/A1:1996 EN 60034-2/A2:1996	IEC 60034-2:1972 A1:1995 A2:1996	DIN EN 60034-2 (VDE 0530 Teil 2):1998-09	VDE 0530 Teil 2
EN 60034-9:1997	IEC 60034-9:1997	DIN EN 60034-9 (VDE 0530 Teil 9):1998-06	VDE 0530 Teil 9
HD 472 S1:1989*)	IEC 60038:1983 A1:1994 A2:1997	DIN IEC 60038:1987-05*)	–
–	IEC 60050(111):1996	IEV Kapitel 111:1997	–
–	IEC 60050(151):1978 A1:1987	DIN 40200:1981-10 DIN IEC 60050-151:1983-12	–
–	IEC 60050(441):1984	IEV Kapitel 441:1990	–
–	IEC 60050(551):1982	–	–
–	IEC 60050(601):1985 A1:1998	IEV Kapitel 601:1989	–
Normen der Reihe HD 398 EN 60076	Normen der Reihe IEC 60076	Normen der Reihe DIN EN 60076 (VDE 0532) DIN VDE 0532-5 (DIN 57532-5) (VDE 0532 Teil 5):1994-05	VDE 0532 VDE 0532 Teil 5
EN 60146-1-1:1993 EN 60146-1-1/ A1:1997	IEC 60146-1-1:1991 A1:1996	DIN EN 60146-1-1 (VDE 0558 Teil 11):1994-03 DIN EN 60146-1-1/A1 (VDE 0558 Teil 11/A1):1998-06	VDE 0558 Teil 11 VDE 0558 Teil 11/A1
–	IEC 60146-1-2:1991	–	–
EN 60146-1-3:1993	IEC 60146-1-3:1991	DIN EN 60146-1-3 (VDE 0558 Teil 8):1994-03	VDE 0558 Teil 8
EN 60204-1:1997	IEC 60204-1:1997	–	–
EN 60529:1991	IEC 60529:1989	DIN VDE 0470-1 (VDE 0470 Teil 1):1992-11	VDE 0470 Teil 1
HD 625.1 S1:1996*)	IEC 60664-1:1992	DIN VDE 0110-1 (VDE 0110 Teil 1):1997-04*)	VDE 0110 Teil 1
EN 60721-3-1:1997	IEC 60721-3-1:1997	DIN EN 60721-3-1:1998-03	–
EN 60721-3-2:1997	IEC 60721-3-2:1997	DIN EN 60721-3-2:1998-03	–

(fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60721-3-3:1995 EN 60721-3-3/ A2:1997	IEC 60721-3-3:1994 A1:1995 A2:1996	DIN EN 60721-3-3:1995-09 DIN EN 60721-3-3/A2:1997-07	–
–	Normen der Reihe IEC 60747	Normen der Reihe DIN IEC 60747	–
EN 61000-2-4:1994	IEC 61000-2-4:1994	DIN EN 61000-2-4 (VDE 0839 Teil 2-4):1995-05	VDE 0839 Teil 2-4
EN 61000-4-7:1993	IEC 61000-4-7:1991	DIN EN 61000-4-7 (VDE 0847 Teil 4-7):1994-08	VDE 0847 Teil 4-7
EN 61800-3:1996	IEC 61800-3:1996	DIN EN 61800-3 (VDE 0160 Teil 100):1997-08	VDE 0160 Teil 100
–	IEC Guide 106:1996	–	–
–	IEC 60034-5:1991	–	–
EN 60034-6:1993	IEC 60034-6:1991	DIN EN 60034-6 (VDE 0530 Teil 6):1996-08	VDE 0530 Teil 6
EN 60034-7:1993	IEC 60034-7:1992	DIN EN 60034-7 (VDE 0530 Teil 7):1996-06	VDE 0530 Teil 7
EN 60034-12:1995 A2:1995	IEC 60034-12:1980 A1:1992 A2:1995	DIN EN 60034-12 (VDE 0530 Teil 12):1996-11	VDE 0530 Teil 12
Normen der Reihe EN 60079	Normen der Reihe IEC 60079	Normen der Reihe DIN EN 60079 (VDE 0165)	VDE 0165
HD 384.3 S2:1995*)	IEC 60364-3:1993 A1:1994 A2:1995	DIN VDE 0100-300 (VDE 0100 Teil 300):1996-01*)	VDE 0100 Teil 300
–	IEC 61000-2-1:1990	–	–
–	IEEE 519:1992	–	–
–	IEEE 597:1983	–	–
–	IEE Transactions on industry – Application 1	–	–
EN 60289:1994*)	IEC 60289:1988	DIN EN 60289 (VDE 0532 Teil 20):1994-05*)	VDE 0532 Teil 20
HD 384.4.45 S1:1987*)	IEC 60364-4-46:1981	DIN VDE 0100-460 (VDE 0100 Teil 460):1994-02*)	VDE 0100 Teil 460
HD 384.5.537 S1:1987*)	IEC 60364-5-537:1981	DIN VDE 0100-537 (VDE 0100 Teil 537):1988-10 E DIN VDE 0100-537/A2 (VDE 0100 Teil 537/A2):1988-02*)	VDE 0100 Teil 537 VDE 0100 Teil 537/A2
–	UL 508	–	–
–	UL 508C	–	–
–	NEMA ICS 1.1	–	–
–	NEMA ICS 1-11A	–	–
–	NEMA ICS 7	–	–
–	NEMA ICS 7.1	–	–
EN 50178:1997	–	DIN EN 50178 (VDE 0160):1998-04	VDE 0160
(fortgesetzt)			

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEEE P936:1987	–	–
–	IEEE P995:1987	–	–
EN 60204-1:1997	IEC 60204-1:1997	–	–
*) nicht übereinstimmend			

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 40200	Nennwert, Grenzwert, Bemessungswert, Bemessungsdaten; Begriffe
DIN EN 50178 (VDE 0160)	Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln; Deutsche Fassung EN 50178:1997
DIN EN 60034-2 (VDE 0530 Teil 2)	Drehende elektrische Maschinen – Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades von drehenden elektrischen Maschinen aus Prüfungen (ausgenommen Maschinen für Schienen- und Straßenfahrzeuge) (IEC 60034-2:1972 + IEC 60034-2A:1974 + A1:1996 + A2:1996); Deutsche Fassung EN 60034-2:1996 + A1:1996 + A2:1996
DIN EN 60034-6 (VDE 0530 Teil 6)	Drehende elektrische Maschinen – Teil 6: Einteilung der Kühlverfahren (IC-Code) (IEC 60034-6:1991); Deutsche Fassung EN 60034-6:1993
DIN EN 60034-7 (VDE 0530 Teil 7)	Drehende elektrische Maschinen – Teil 7: Bezeichnung für Bauformen und Aufstellung (IM-Code) (IEC 60034-7:1992); Deutsche Fassung EN 60034-7:1993
DIN EN 60034-9 (VDE 0530 Teil 9)	Drehende elektrische Maschinen – Teil 9: Geräuschgrenzwerte (IEC 60034-9:1997); Deutsche Fassung EN 60034-9:1997
DIN EN 60034-12 (VDE 0530 Teil 12)	Drehende elektrische Maschinen – Teil 12: Anlaufverhalten von Drehstrommotoren mit Käfigläufer, ausgenommen polumschaltbare Motoren, für Spannungen bis einschließlich 690 V, 50 Hz (IEC 60034-12:1980 + A1:1992, modifiziert + A2:1995); Deutsche Fassung EN 60034-12:1995 + A2:1995
DIN EN 60076 (VDE 0532)	Leistungstransformatoren
DIN EN 60079-10 (VDE 0165)	Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche
DIN EN 60146-1-1 (VDE 0558 Teil 11)	Halbleiter-Stromrichter; Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter; Teil 1-1: Festlegung der Grundanforderungen (IEC 60146-1-1:1991); Deutsche Fassung EN 60146-1-1:1993
DIN EN 60146-1-1/A1 (VDE 0558 Teil 11/A1)	Halbleiter-Stromrichter – Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter – Teil 1-1: Festlegung der Grundanforderungen; Änderung A1 (IEC 60146-1-1:1991/A1:1996); Deutsche Fassung EN 60146-1-1:1993/A1:1997
DIN EN 60146-1-3 (VDE 0558 Teil 8)	Halbleiter-Stromrichter; Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter; Teil 1-3: Transformatoren und Drosselspulen (IEC 60146-1-3:1991); Deutsche Fassung EN 60146-1-3:1993
DIN EN 60289 (VDE 0532 Teil 20)	Drosselspulen (IEC 60289:1988, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60289:1994
DIN EN 60721-3-1	Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 1: Langzeitlagerung (IEC 60721-3-1:1997); Deutsche Fassung EN 60721-3-1:1997
DIN EN 60721-3-2	Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 2: Transport (IEC 60721-3-2:1997); Deutsche Fassung EN 60721-3-2:1997

DIN EN 60721-3-3	Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 3: Ortsfester Einsatz, wettergeschützt (IEC 60721-3-3:1994); Deutsche Fassung EN 60721-3-3:1995
DIN EN 60721-3-3/A2	Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 3: Ortsfester Einsatz, wettergeschützt; Änderung A2 (IEC 60721-3-3:1994/A2:1996); Deutsche Fassung EN 60721-3-3:1995/A2:1997
DIN EN 61000-2-4 (VDE 0839 Teil 2-4)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2: Umgebungsbedingungen; Hauptabschnitt 4: Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen (IEC 61000-2-4:1994 + Corrigendum:1994); Deutsche Fassung EN 61000-2-4:1994
DIN EN 61000-4-7 (VDE 0847 Teil 4-7)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 7: Allgemeiner Leitfaden für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten (IEC 61000-4-7:1991); Deutsche Fassung EN 61000-4-7:1993
DIN EN 61800-3 (VDE 0160 Teil 100)	Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 3: EMV-Produktnorm einschließlich spezieller Prüfverfahren (IEC 61800-3:1996); Deutsche Fassung EN 61800-3:1996
DIN IEC 60038	IEC-Normspannungen; Identisch mit IEC 60038, Ausgabe 1983
DIN IEC 60050-151	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 151: Elektrische und magnetische Bauelemente und Geräte
IEV Kapitel 111	IEV – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 111: Physik und Chemie; Identisch mit IEC 60050(111):1996
IEV Kapitel 441	IEV – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 441: Schaltanlagen, Schaltgeräte und Sicherungen; Identisch mit IEC 60050(441):1984
IEV Kapitel 601	IEV – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 601: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie – Allgemeines
DIN VDE 0100-300 (VDE 0100 Teil 300)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Teil 3: Bestimmungen allgemeiner Merkmale (IEC 60364-3:1993, modifiziert); Deutsche Fassung HD 384.3 S2:1995
DIN VDE 0100-460 (VDE 0100 Teil 460)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen; Trennen und Schalten
DIN VDE 0100-537 (VDE 0100 Teil 537)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Geräte zum Trennen und Schalten
DIN VDE 0100-537/A2 (VDE 0100 Teil 537/A2)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Trenn- und Schaltgeräte; Änderung 2 zum Entwurf DIN IEC 64(CO)81/VDE 0100 Teil 537; Identisch mit IEC 64(CO)179
DIN VDE 0110-1 (VDE 0110 Teil 1)	Isulationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:1992, modifiziert); Deutsche Fassung HD 625.1 S1:1996
DIN VDE 0470-1 (VDE 0470 Teil 1)	Schutzarten durch Gehäuse (IP Code); (IEC 60529 (1989), 2. Ausgabe); Deutsche Fassung EN 60529:1991
DIN VDE 0532-5 (DIN 57532-5) (VDE 0532 Teil 5)	Transformatoren und Drosselspulen; Kurzschlußfestigkeit (VDE-Bestimmung)

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe

Teil 2: Allgemeine Anforderungen
Festlegungen für die Bemessung von
Niederspannungs-Wechselstrom-Antriebssystemen mit einstellbarer Frequenz
(IEC 61800-2:1998)

Adjustable speed electrical power drive systems
Part 2: General requirements
Rating specifications for low voltage adjustable
frequency a.c. power drive systems
(IEC 61800-2:1998)

Entraînements électriques de puissance à
vitesse variable
Partie 2: Exigences générales
Spécifications de dimensionnement pour systèmes
d'entraînement de puissance à fréquence variable
en courant alternatif et basse tension
(CEI 61800-2:1998)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1998-04-01 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, der Tschechischen Republik 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

Der Text des Schriftstücks 22G/40/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61800-2, ausgearbeitet von dem SC 22G „Semiconductor power converters for adjustable speed electric drive systems“ des IEC TC 22 „Power electronics“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1998-04-01 als EN 61800-2 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop): 1999-01-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2001-01-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist der Anhang ZA normativ, und die Anhänge A, B, C, D, E, F und G sind informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61800-2:1998 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt		Seite
1	Anwendungsbereich	5
1.1	Anwendungsbereich und Zweck	5
1.2	Normative Verweisungen	5
1.3	Symbole	7
2	Begriffe	8
2.1	System	8
2.2	Stromrichter	10
2.3	Betriebskennwerte des Antriebssystems	11
2.4	CDM-, BDM- und Stromrichter-Eingangsparameter	13
2.5	CDM-, BDM- und Stromrichter-Ausgangsparameter	15
2.6	Stromrichterschaltung und Schaltungselemente	16
2.7	Parameter des Asynchronmotors	16
2.8	Steuer- und Regelsysteme	17
3	Funktionsmerkmale	18
3.1	Arbeitsweise	18
3.2	Fehlerüberwachung	18
3.3	Erforderliche Mindestzustandsanzeige	18
3.4	Eingangs-/Ausgangseinrichtungen	18
4	Betriebsbedingungen	19
4.1	Errichtung und Betrieb	19
4.2	Lagerung der Ausrüstung	23
4.3	Transport	24
5	Bemessungswerte	24
5.1	Eingangsbemessungswerte für BDM	24
5.2	Ausgangsbemessungswerte für BDM	25
5.3	Wirkungsgrad und Verluste	25
5.4	Transformatoren und Drosselspulen	26
6	Anforderungen an das Betriebsverhalten	26
6.1	Betriebsverhalten im Dauerbetrieb	26
6.2	Dynamisches Betriebsverhalten	28
6.3	Widerstandsbremmung und dynamisches Verzögern	28
6.4	Weitere Anforderungen an das Betriebsverhalten	28
7	Prüfungen	29
7.1	Einteilung der Prüfungen	29
7.2	Aussagefähigkeit von Prüfungen	30
7.3	Angaben zu Prüfungen an einzelnen Ausrüstungsteilen	30
7.4	Angaben für die Prüfungen des Leistungsantriebssystems	32
7.5	Meßeinrichtungen für die Prüfung des Betriebsverhaltens	36
8	Produktinformationen	36
8.1	Aufschriften	36
8.2	Mit dem PDS oder BDM/CDM bereitzustellende Angaben	37
9	Sicherheits- und Warnschilder	37
9.1	Warnschilder	37
9.2	Sicherheit und Art eines PDS	37

	Seite
Anhang A (informativ) Überlegungen zum Motor	38
Anhang B (informativ) Überlegungen zur Netzseite	44
Anhang C (informativ) Hilfsausrüstungen	57
Anhang D (informativ) Steuer- und Regelstrategien	60
Anhang E (informativ) Schutzeinrichtungen	75
Anhang F (informativ) Topologien	78
Anhang G (informativ) Überwachungsmerkmale	79
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf Internationale Publikationen mit ihren entsprechenden Europäischen Publikationen	80

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendungsbereich und Zweck

Der vorliegende Teil der IEC 61800 gilt für Wechselstrom-Antriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl für allgemeine Zwecke, die die Energieumwandlung, die Steuer- und Regeleinrichtung und auch einen Wechselstrommotor oder Wechselstrommotoren enthalten. Ausgenommen sind elektrische Bahn- und Fahrzeugantriebe.

Er gilt für Systeme, die an Netzwechselspannungen bis 1 kV mit einer Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz und lastseitig mit Frequenzen bis 600 Hz betrieben werden.

Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) sind in IEC 61800-3 enthalten.

Der vorliegende Teil der IEC 61800 enthält die Kennwerte der Stromrichter und ihre Wechselbeziehung mit dem vollständigen Wechselstrom-Antriebssystem. Er gibt auch ihre auf die Bemessungswerte bezogenen Anforderungen an das Betriebsverhalten, die Nennbetriebsbedingungen, Überlastbedingungen, Stoßspannungsfestigkeiten, Stabilität, Schutz, Erdung des Wechselstromnetzes und Prüfung an. Er behandelt weiterhin Anwendungsrichtlinien, wie Strategien, Diagnosen und Topologien der Steuerung und Regelung.

Der vorliegende Teil der IEC 61800 ist vorgesehen, um ein vollständiges Wechselstrom-Leistungsantriebssystem (en: power drive system, PDS) hinsichtlich seines Betriebsverhaltens und nicht bezogen auf die Funktionseinheiten einzelner Teilsysteme zu definieren.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 61800 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil der IEC 61800 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 60034-1	1996	Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance
IEC 60034-2	1972	Rotating electrical machines – Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles)
IEC 60034-9	1990	Rotating electrical machines – Part 9: Noise limits
IEC 60038	1983	IEC standard voltages
IEC 60050(111)		International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 111: Physics and chemistry
IEC 60050(151)	1978	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices
IEC 60050(441)	1984	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses
IEC 60050(551)		International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 551: Power electronics ¹⁾
IEC 60050(601)	1985	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General
IEC 60076		Power transformers
IEC 60146-1-1	1991	Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-1: Specification of basic requirements
IEC 60146-1-2	1991	Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-2: Application guide
IEC 60146-1-3	1991	Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-3: Transformers and reactors
IEC 60204-1	1992	Electrical equipment of industrial machines – Part 1: General requirements
IEC 60529	1989	Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
IEC 60664-1	1992	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests
IEC 60721-3-1	1997	Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 1: Storage

1) Zu veröffentlichende zweite Ausgabe.

IEC 60721-3-2	1997	Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation
IEC 60721-3-3	1994	Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations
IEC 60747		Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits
IEC 61000-2-4	1994	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 4: Compatibility levels in industrial plants for low frequency conducted disturbances
IEC 61000-4-7	1991	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto
IEC 61800-3	1996	Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC product standard including specific test methods
IEC Guide 106	1989	Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating

1.3 Symbole

In Tabelle 1 sind die im vorliegenden Teil der IEC 61800 definierten oder verwendeten Symbole verzeichnet.

Tabelle 1: Symbole

Parameter	Symbol	Einheit	Definition
Bemessungswert der Netzspannung	U_{LN}	V	2.4.1
Bemessungswert der Netzfrequenz	f_{LN}	Hz	2.4.2
Bemessungswert der netzseitigen Wechselspannung des Stromrichters	U_{VN}	V	2.4.3
Bemessungswert des netzseitigen Wechselstroms des CDM/BDM	I_{LN}	A	2.4.4
Bemessungswert des Eingangsstroms des Stromrichters	I_{VN}	A	2.4.5
Netzseitiger Oberschwingungsgehalt	H_L	V oder A	2.4.6
Netzseitige Gesamterschwingungsverzerrung	THD_L	%	2.4.8
Grundsicherungs-Eingangsleistungsfaktor des Stromrichters	$\cos \varphi_{V1}$		2.4.9
Netzseitiger Grundsicherungs-Leistungsfaktor	$\cos \varphi_{L1}$		2.4.10
Gesamteingangsleistungsfaktor	λ_L		2.4.11
Höchstzulässiger symmetrischer Kurzschlußstrom des Wechselstromnetzes	I_{SCM}	A	2.4.13
Kurzschlußverhältnis	R_{SC}		2.4.13
Bemessungswert des Dauerausgangsstroms	I_{aN}	A	2.5.1
Überlaststrom (Überlastungsfähigkeit)	I_{aM}	A	2.5.2
Bemessungswert der lastseitigen Grundsicherungs- wechselspannung	U_{aN1}	V	2.5.4
Grundfrequenz	f_0	Hz	2.5.5
Bemessungswert des Grundsicherungsangangsstromes	I_{aN1}	A	2.5.6
Wirkungsgrad des Antriebssystems	η_D	%	2.5.7
Wirkungsgrad des CDM	η_C	%	2.5.7
Lastseitige Oberschwingungsverzerrung	THD_a	%	2.5.9
Schlupf	s	normierte Größe	2.7.5
Bemessungsschlupf	s_N	normierte Größe	2.7.6
Grunddrehzahl	N_0	min^{-1}	2.7.7
Höchste Arbeitsdrehzahl	N_M	min^{-1}	2.7.8
Niedrigste Arbeitsdrehzahl	$N_{\min}$	min^{-1}	2.7.9
Höchste sichere Motordrehzahl	$N_{s\max}$	min^{-1}	2.7.10
Drehmoment	M	Nm	
Trägheitsmoment	J	kgm^2 oder Nms^2	

2 Begriffe

Für die Anwendung des vorliegenden Teils der IEC 61800 gelten die folgenden Definitionen zusammen mit denen nach IEC 60050(111), IEC 60050(151), IEC 60050(441), IEC 60050(551), IEC 60050(601), IEC 60146-1-1, IEC 60146-1-2, IEC 60146-1-3 und IEC 60747.

2.1 System

2.1.1 Wechselstrom-Leistungsantriebssystem (PDS) (siehe Bild 1)

System, das aus der Starkstromausrüstung (aufgebaut aus der Stromrichterbaugruppe, dem Wechselstrommotor und anderen Ausrüstungen, wie z. B., jedoch nicht darauf beschränkt, der Speisebaugruppe) und der Steuer- und Regeleinrichtung (aufgebaut aus der Steuerung der Schaltvorgänge, z. B. Ein/Aus, Spannungs-, Frequenz- oder Stromregelung, Zündsystem, Schutzeinrichtungen, Zustandsüberwachung, Informationsaustausch, Prüfungen, Fehlererkennung, Prozeßschnittstelle/-eingang usw.) besteht.

ANMERKUNG: Bild 1 stellt die Hauptfunktionselemente eines Wechselstrom-Antriebssystems dar. Es enthält auch Ausrüstungen, die für viele Antriebssysteme wahlweise eingesetzt werden dürfen. Es ist vorgesehen, um eine breite Vielfalt der Konfigurationsmöglichkeiten des Wechselstromantriebs darzustellen. Die Stromrichterbaugruppe zeigt oder enthält aufgrund der breiten Vielfalt der gegenwärtigen Anwendung keine spezielle Topologie oder Art des Schaltgerätes (siehe Anhang F).

2.1.2 Wechselstrom-Leistungsantriebssystem – Hardware-Konfiguration

PDS, das aus einem vollständigen Antriebsmodul (en: complete drive module, CDM) und einem Motor oder Motoren mit Meßfühlern besteht, die mit der Motorwelle mechanisch gekoppelt sind (die angetriebene Ausrüstung ist nicht eingeschlossen). Siehe Bild 2 wegen des Hardwareteils des Leistungsantriebssystems.

ANMERKUNG: Bild 2 zeigt die Teile der Ausrüstung, die wie definiert und dargestellt angeordnet und gespeist werden können.

2.1.2.1 Antriebsgrundmodul (BDM)

Antriebsmodul, das aus einer Stromrichterbaugruppe, einer Steuer- und Regeleinrichtung für Drehzahl, Drehmoment, Strom, Frequenz oder Spannung und einem Steuersystem für die Leistungshalbleiterbauelemente usw. besteht.

2.1.2.2 Vollständiges Antriebsmodul (CDM)

Antriebssystem ohne den Motor und die mechanisch mit der Motorwelle verbundenen Meßfühler, das aus dem BDM und aus Erweiterungen wie z. B. der Speisebaugruppe und Hilfsausrüstungen besteht, aber nicht darauf beschränkt ist.

2.1.2.3 Anlage

Ausrüstung oder Ausrüstungen, die mindestens sowohl das PDS als auch die angetriebene Ausrüstung enthält (enthalten).

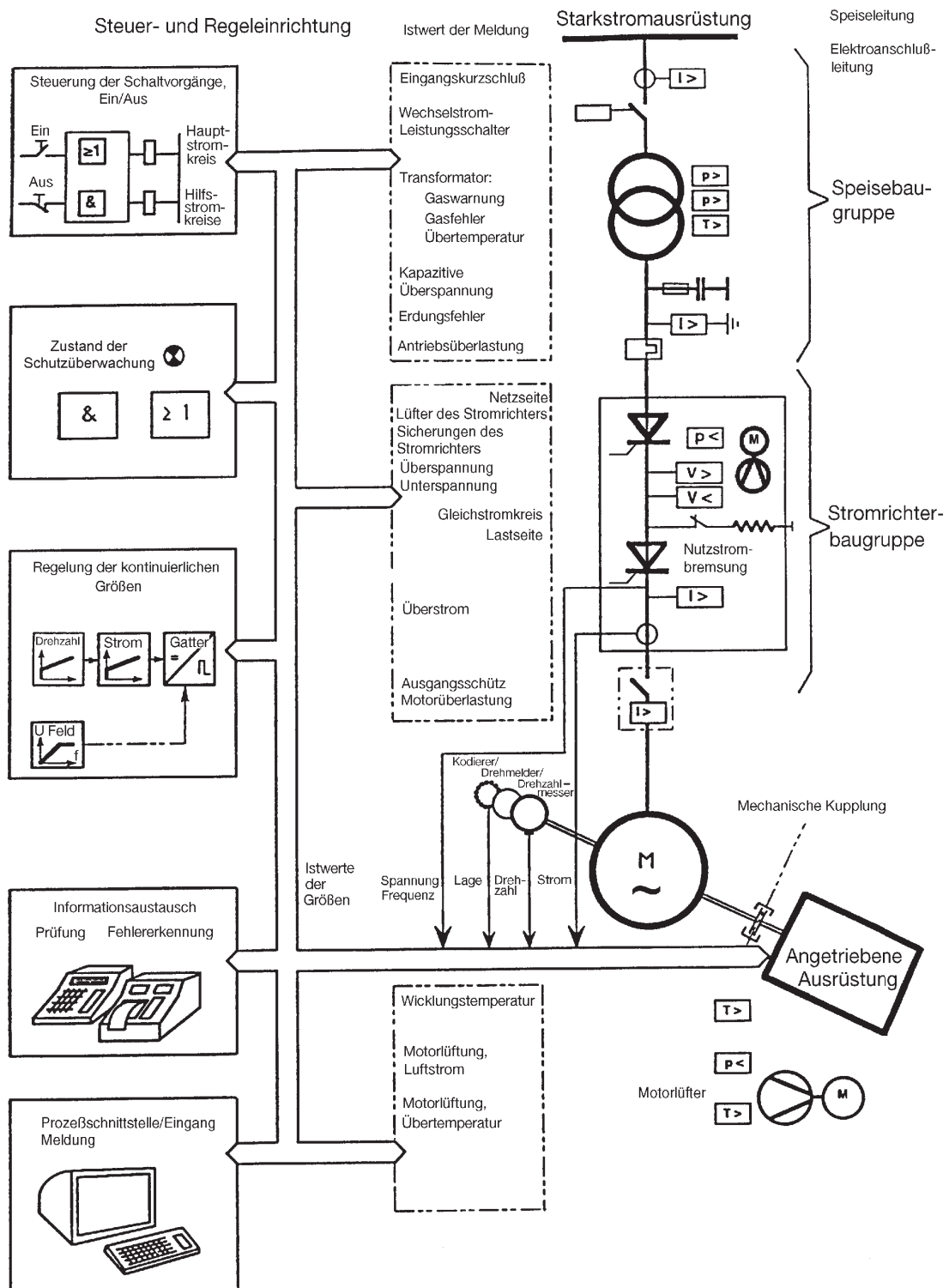


Bild 1: Funktionsschaltbild eines Wechselstrom-Antriebssystems

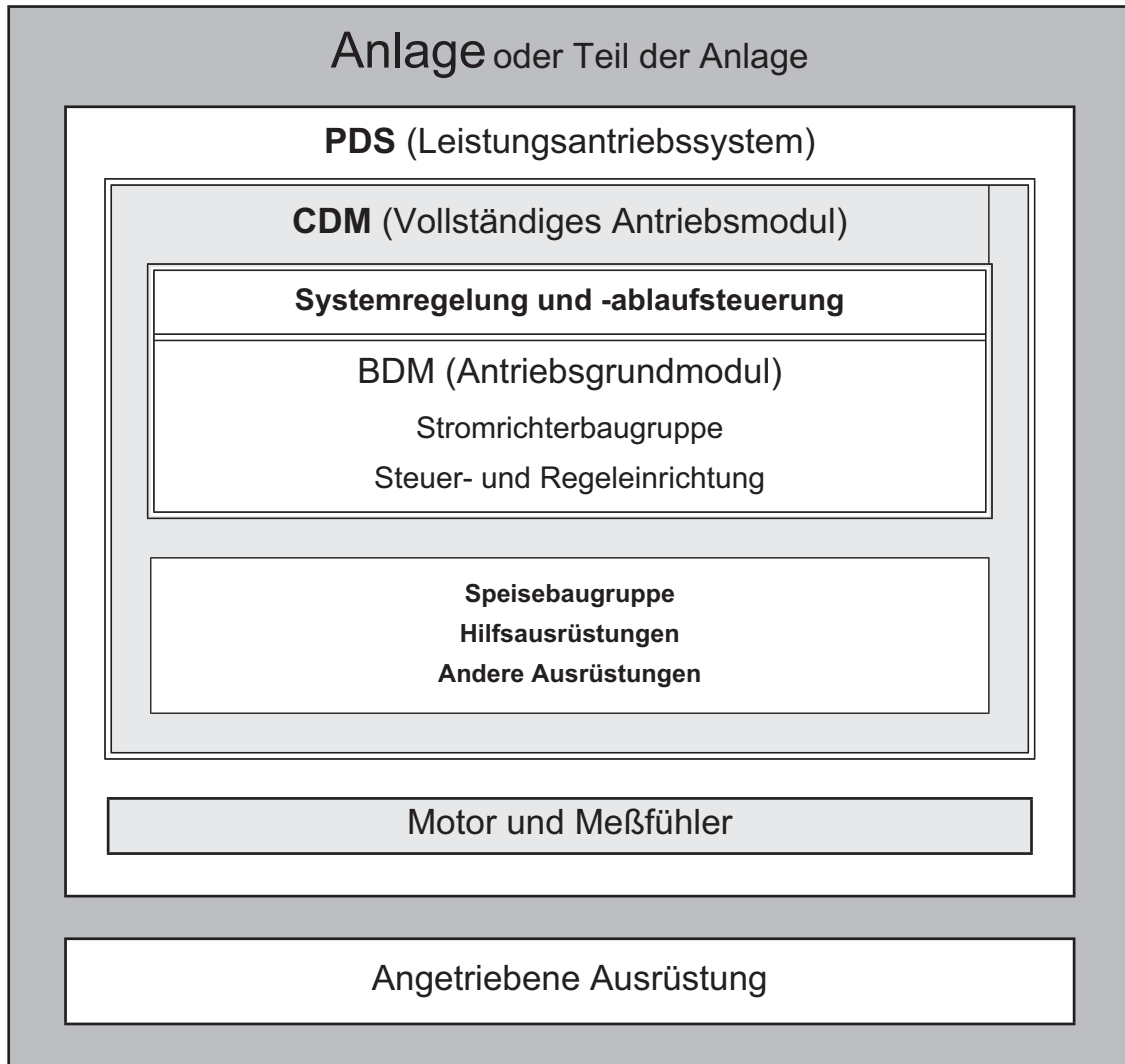


Bild 2: PDS-Hardware-Konfiguration in einer Anlage

2.2 Stromrichter

2.2.1 Stromrichter für allgemeine Zwecke

Funktionseinheit für die elektronische Energieumwandlung, die einen oder mehrere elektrische Kennwerte verändert und die aus einer oder mehreren elektronischen Schalteinrichtungen und zugehörigen Bauelementen besteht, wie Transformatoren, Filtern, Kommutierungshilfen, Steuer- und Regelungseinrichtungen, Schutzeinrichtungen und Hilfsausrüstungen, falls vorhanden.

2.2.2 Gleichrichten; Gleichrichtung

Stromrichten von Wechselstrom zu Gleichstrom. Der Gleichrichter kann ungesteuert oder gesteuert sein [IEV 551-11-06, modifiziert].

ANMERKUNG: Im Sinne des vorliegenden Teils der IEC 61800 arbeitet ein netzseitiger Stromrichter üblicherweise als Gleichrichter.

2.2.3 Wechselrichten; Wechselrichtung

Stromrichten von Gleichstrom zu Wechselstrom [IEV 551-11-07, modifiziert].

ANMERKUNG: Im Sinne des vorliegenden Teils der IEC 61800 arbeitet ein lastseitiger Stromrichter üblicherweise als Wechselrichter.

2.2.4 Stromrichter für Wechselstrom

Stromrichter für die Umwandlung einer Wechselstromleistung mit einer vorgegebenen Spannung, Frequenz und Phasenanzahl in eine Wechselstromleistung, bei der einer oder mehrere dieser Parameter abweichend ist (sind).

2.2.5 Stromrichter mit einstellbarer Frequenz

Stromrichter für die Änderung der Frequenz.

2.2.6 Stromrichter für indirekten Wechselstrom (Stromrichter mit Gleichstromkreis)

Stromrichter mit einem Gleichstromzwischenkreis.

ANMERKUNG: Diese Definition enthält nur die Stromkreise, in denen der Gleichstromkreis leicht bestimmt werden kann oder klar erkenntlich ist.

2.2.7 Stromrichter für direkten Wechselstrom

Stromrichter ohne einen Gleichstromzwischenkreis.

ANMERKUNG: Diese Stromkreise haben einen indirekten Gleichstromkreis, aber kein einzelnes Leiterpaar, das als Gleichstromkreis bestimmt werden kann.

2.2.8 Stromrichter, extern kommutiert

Stromrichter, bei dem die Kommutierungsspannungen vom Wechselstromversorgungsnetz, der Wechselstromlast oder einer anderen Wechselstromquelle außerhalb des Stromrichters zugeführt werden.

2.2.9 Stromrichter, netzseitig kommutiert

Stromrichter, bei dem die Kommutierungsspannungen über einem Wechselstromeingang eingespeist werden.

2.2.10 Stromrichter, selbstgeführt

Stromrichter, bei dem die Kommutierung von Bauelementen innerhalb des Stromrichters ausgeführt wird.

ANMERKUNG: Im vorliegenden Teil der IEC 61800 bezieht sich die erzwungene Kommutierung hierbei auf eine absichtliche Löschung von Halbleiterbauelementen, bevor die Selbstkommutierung bei einem Nullstrom stattfindet (Selbstkommutierung).

2.2.11 Stromrichter, lastseitig kommutiert

Stromrichter, bei dem die Kommutierungsspannungen von der Wechselstromlast geliefert werden.

ANMERKUNG: Im Sinne des vorliegenden Teils der IEC 61800 ist die Wechselstromlast ein Wechselstrommotor.

2.2.12 Stromrichter Wechselstrom/Wechselstrom, Spannungsquelle

Stromrichter, der eine einstellbare Ausgangsspannungsversorgung bereitstellt, die vom Lastwert nicht wesentlich beeinflusst wird.

ANMERKUNG: Die Benennung „spannungsstarrer Stromrichter“, der einen ähnlichen physikalischen Hintergrund hat, wird in der zweiten Ausgabe von IEC 551 verwendet.

2.2.13 Stromrichter Wechselstrom/Wechselstrom, Stromquelle

Stromrichter, der eine einstellbare Ausgangsstromversorgung bereitstellt, die vom Lastwert nicht wesentlich beeinflusst wird.

ANMERKUNG: Die Benennung „stromstarrer Stromrichter“, der einen ähnlichen physikalischen Hintergrund hat, wird in der zweiten Ausgabe von IEC 551 verwendet.

2.2.14 Amplitudenregelung des Gleichstromes

Verfahren der Spannungs-/Strom-Regelung des Stromrichters, bei dem die Amplitude der Spannung (oder des Stromes) des Gleichstromkreises geregelt wird und sich eine Quasirechteckwelle mit voraussagbaren Oberschwingungen ergibt. Die Amplitude des Oberschwingungsgehaltes ist eine Funktion der Lastkennwerte.

2.2.15 Pulsbreitenmodulation (en: pulse width modulation, PWM)

Verfahren der Spannungs-/Strom-Regelung des Stromrichters, bei dem eine Folge von Ausgangsspannungspulsen/Ausgangsstrompulsen mit konstanter Amplitude und veränderlicher Dauer erzeugt wird.

2.3 Betriebskennwerte des Antriebssystems

2.3.1 Zweiquadrantenbetrieb

Stromrichterbetrieb einer Maschine als Motor in beiden Richtungen des Maschinenumlaufs. Er schließt den Betrieb in den Quadranten I und III ein (siehe Bild 3).

2.3.2 Vierquadrantenbetrieb

Stromrichterbetrieb einer Maschine entweder als Motor oder Generator in jeder Richtung des Maschinenumlaufs. Er schließt den Betrieb in den Quadranten I, II, III und IV nach Bild 3 ein.

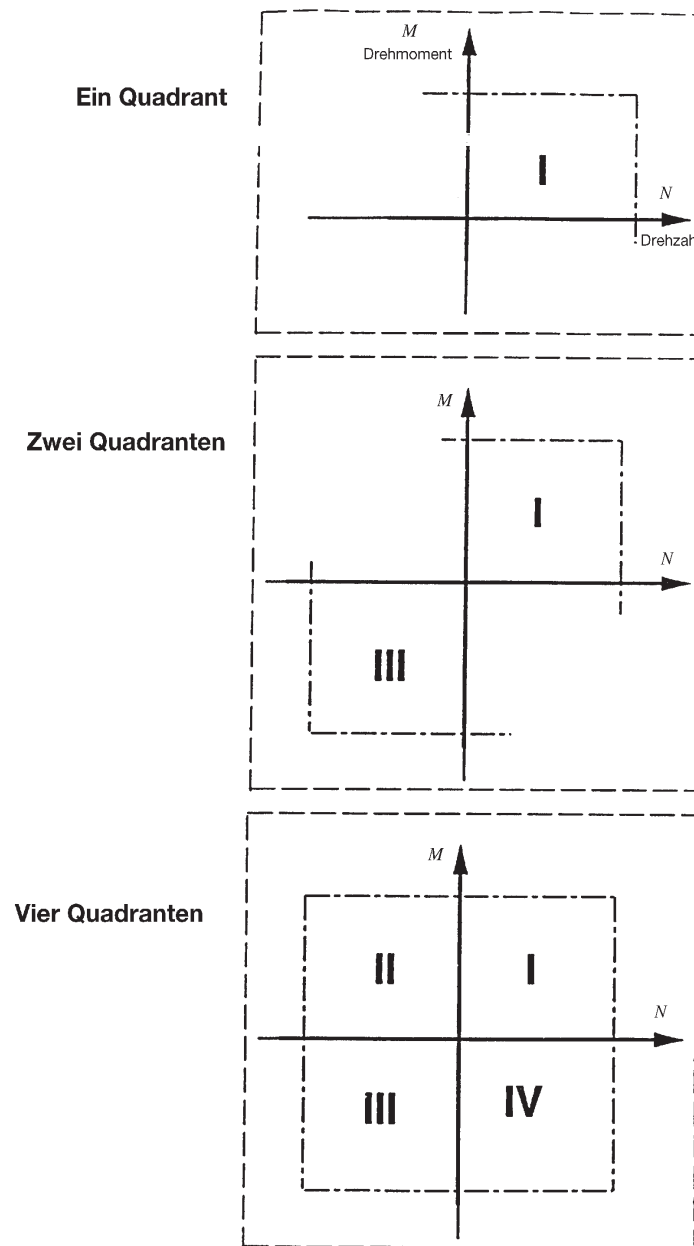


Bild 3: Betriebsquadranten

2.3.3 Widerstandsbremung

Vorgang der Umwandlung der Rotationsenergie des Rotors und der verbundenen Trägheitsmomentlast in Elektroenergie, die in einem Widerstand umgesetzt wird.

2.3.4 Gleichstrombremsung

Vorgang der Umwandlung der Rotationsenergie des Rotors und der verbundenen Trägheitsmomentlast durch Einspeisung eines Gleichstroms in die Ständerwicklung in Elektroenergie, wobei diese im Rotor umgesetzt wird.

2.3.5 Rückgewinnung

Vorgang der Umwandlung der mechanischen Energie des Systems in Elektroenergie und Übertragung derselben in die Eingangsstromversorgung. Der Motor arbeitet dann als Generator, und die Bemessungswerte des Motors dürfen abweichend sein.

2.4 CDM-, BDM- und Stromrichter-Eingangsparameter

In 2.4 definierte Symbole sind in Tabelle 1 enthalten.

2.4.1 Bemessungswert der Netzspannung U_{LN}

Effektivwert der Außenleiterspannung an den Stromversorgungsanschlußklemmen am Eingang der Kundenanlage, an die das PDS angeschlossen wird.

2.4.2 Bemessungswert der Netzfrequenz f_{LN}

Frequenz (Hz) der Netzwechselspannung am Starkstromeingang.

2.4.3 Bemessungswert der netzseitigen Wechselspannung U_{VN}

Bemessungswert des Effektivwertes der Außenleitereingangsspannung an den Wechselstromanschlußklemmen des netzseitigen Stromrichters, der als Grundlage für die Stromrichterbemessung festgelegt wurde.

ANMERKUNG: Diese Spannung darf durch die Verwendung von Transformatoren und die Wirkung der Impedanz vom Bemessungswert der Netzspannung U_{LN} abweichen. Einige Antriebe können einen Eingangstransformator mit einer höheren Primärspannung als 1000 V haben. In diesem Fall müssen der Transformator und die Schutzeinrichtungen der vorliegenden Norm und anderen zutreffenden IEC-Normen genügen. Kapazitiv von der Primär- zur Sekundärwicklung eingekoppelte Hochspannung muß nach Erde kurzgeschlossen werden (siehe Anhang B).

2.4.4 Bemessungswert des netzseitigen Wechselstroms I_{LN}

Effektivwert des höchsten Stromes auf der Netzseite des CDM/BDM unter Bemessungsbedingungen. Er berücksichtigt die Bemessungslast und die ungünstigste Kombination aller anderen Bedingungen innerhalb ihres festgelegten Bereiches, z. B. Netzspannungs- und Frequenzabweichungen.

ANMERKUNG: Dieser Strom schließt Ströme ein, die in Hilfsstromkreise des CDM/BDM eingespeist werden. Er berücksichtigt die Wirkung der Gleichstromwelligkeit und des Kreisstromes, sofern vorhanden.

2.4.5 Bemessungseingangsstrom I_{VN}

Effektivwert des höchsten Stromes auf der Ventilseite des Stromrichters unter Bemessungsbedingungen. Er berücksichtigt die Bemessungslast und die ungünstigste Kombination aller anderen Bedingungen innerhalb ihres festgelegten Bereiches, z. B. Netzspannungs- und Frequenzabweichungen.

2.4.6 Netzseitiger Oberschwingungsgehalt H_L

Größe, die durch Subtraktion der Grundschwingungskomponente von einer Wechselgröße erhalten wird [IEV 551-17-04, angewendet auf die Netzseite des Systems].

ANMERKUNG: Beispielsweise beträgt bei der Spannung der Effektivwert des Oberschwingungsgehaltes (aus einer praktischen Näherung und unter vernachlässigten Oberschwingungen mit nicht ganzzahliger Ordnung)

$$U_{Hn} = \left(\sum_{h=2}^{h=n} U_h^2 \right)^{0,5}$$

2.4.7 Charakteristische Stromoberschwingungen

Ordnungen der von der Stromrichterausrüstung im bestimmungsgemäßen Betrieb erzeugten Stromoberwellen. Bei einem 6-Puls-Stromrichter sind beispielsweise die charakteristischen Stromoberwellen die ungeraden Oberschwingungen, die keine Vielfachen von drei sind: $h = 6k \pm 1$ (k jede ganze Zahl).

ANMERKUNG: Zusätzlich zu den Frequenzoberschwingungen des Starkstromnetzes können weitere Oberschwingungen auftreten, die aus der Wechselwirkung mit der Stromrichterlast entstehen. Sie werden Oberschwingungen mit nicht ganzzahliger Ordnung genannt.

2.4.8 Oberschwingungsverzerrung

Nach üblicher Praxis bezieht sich der Koeffizient der Gesamtoberschwingungsverzerrung auf die Grundwellenkomponente der betrachteten Größe. Der Oberschwingungsfaktor bezieht sich auf den Effektivwert der betrachteten Größe [IEV 551-17-05 und IEV 551-17-06, modifiziert].

Gesamtoberschwingungsverzerrung (THD) und Gesamtoberschwingungsfaktor (THF) sind definiert durch:

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1} \quad \text{und} \quad \text{THF} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q}$$

Dabei ist:

- Q_1 der Effektivwert der Grundwelle;
- Q der Gesamteffektivwert;
- h die Ordnungszahl der Oberschwingung;
- Q_h der Effektivwert der Oberschwingungskomponente mit der Ordnungszahl h ;
- Q kann entweder den Strom oder die Spannung darstellen.

Im Sinne der vorliegenden Norm und für die Eindeutigkeit werden dem entsprechenden Bemessungswert Grenzwerte zugewiesen.

Grenzwerte für THD und THF sind definiert durch:

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_{1N}} \quad \text{und} \quad \text{THF} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_N}$$

ANMERKUNG 1: Diese Definitionen entsprechen der zweiten Ausgabe von IEC 551 und der üblichen Praxis. Die Kurvenform der Netzspannung ist weniger verzerrt als die des eingespeisten Stroms. Die Anwendung der beiden Definitionen, für den Koeffizienten der Gesamtoberschwingungsverzerrung THD oder den Gesamtoberschwingungsfaktor THF, auf die Spannung ergibt daher dasselbe Ergebnis, während der Unterschied bedeutender ist, wenn der Strom betrachtet wird.

ANMERKUNG 2: Es ist wichtig, zu beachten, daß diese Definitionen Oberschwingungen mit nicht ganzzahliger Ordnung einschließen. Falls Oberschwingungen mit nicht ganzzahliger Ordnung vorhanden sind, ist der Kurvenverlauf nicht weiter periodisch, was komplexere Wirkungen herbeiführen kann als jene, die von Oberschwingungen erzeugt werden. Wenn die Oberschwingungen mit nicht ganzzahliger Ordnung vernachlässigbar sind, vereinfachen sich die Gleichungen zu:

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} Q_h^2}}{Q_{1N}} \quad \text{und} \quad \text{THF} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h=40} Q_h^2}}{Q_N}$$

Dabei ist:

Q_{1N} der Bemessungs-Effektivwert der Grundschiwingung;

Q_N der Bemessungs-Gesamteffektivwert.

Nach der üblichen Praxis der IEC wird die Summenbildung bis einschließlich der 40. Ordnung durchgeführt.

ANMERKUNG 3: Bei besonderen Anwendungen wird der höchste Frequenzanteil (Ordnungszahlen h von 14 bis einschließlich 40) als Teilkoeffizient der Oberschwingungsverzerrung PHD (partial harmonic distortion coefficient) und der geradzahlige Anteil (wo die Ordnungszahl h nur geradzahlig ist) als Koeffizient der geradzahligigen Oberschwingungsverzerrungen EHD (even harmonic distortion coefficient) bezeichnet. Angewendet auf den Strom ergibt dies:

$$\text{PHD} = \frac{\sqrt{\sum_{h=14}^{h=40} I_h^2}}{I_{1N}} \quad \text{und} \quad \text{EHD} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2, \text{geradzahlig}}^{h=40} I_h^2}}{I_{1N}}$$

2.4.9 Grundschiwingungs-Leistungsfaktor am Stromrichtereingang $\cos \varphi_{V1}$

Kosinus des Phasenverschiebungswinkels zwischen den Phasenkomponenten der Grundschiwingung der Spannung und des Stromes an der Wechselstromeingangsseite des Leistungsstromrichters.

2.4.10 Netzseitiger Grundschiwingungs-Leistungsfaktor $\cos \varphi_{L1}$

Kosinus des Phasenverschiebungswinkels zwischen den Phasenkomponenten der Grundschiwingung der Spannung und des Stromes an der Wechselstromeingangsseite des CDM.

2.4.11 Gesamteingangsleistungsfaktor λ_L

Verhältnis der Gesamteingangsleistung zur Scheinleistung, das beim Anschluß des CDM an die Stromversorgung ermittelt wird.

Beispiel: In einem Drehstromnetz, in dem die Spannung als sinusförmig angenommen wird, ist:

$$\lambda_L = \frac{U_L I_{L1} \sqrt{3} \cos \varphi_{L1}}{U_L I_L \sqrt{3}} = \frac{I_{L1}}{I_L} \cos \varphi_{L1}$$

ANMERKUNG 1: Der Leistungsfaktor schließt die Wirkung der Phasenverschiebung $\cos \varphi_1$ und der Oberschwingungen durch den Verformungsfaktor $v = \frac{\lambda}{\cos \varphi}$ ein.

ANMERKUNG 2: Die Definition gilt für den Stromrichtereingang (Index V) oder für die Netzseite des CDM-Eingangs (Index L).

2.4.12 Gleichstrom I_d

Mittelwert des Stromes im Gleichstromzweig über eine volle Periode der Eingangsnetzfrequenz.

2.4.13 Höchster zulässiger symmetrischer Kurzschlußstrom im Wechselstromnetz I_{SCM}

Der höchste zulässige symmetrische Kurzschlußstrom I_{SCM} , wie er auf dem Leistungsschild festgelegt ist, kann durch das Leistungsverhältnis (R_{SC}) auf die Grundschiwingungskomponente des Bemessungswertes des netzseitigen Wechselstromes (I_{LN1}) bezogen werden.

R_{SC} ist das Verhältnis der Kurzschlußleistung der Stromquelle zur Scheinleistung der Grundschiwingung auf der Netzseite des Stromrichters (der Stromrichter) (siehe IEC 60146-1-1).

$$R_{SC} = \frac{S_{SC}}{S_{LN1}} = \frac{I_{SC}}{I_{LN1}}$$

Der größte zulässige symmetrische Kurzschlußstrom I_{SCM} ist bei der Festlegung des Stromrichterschutzes von Bedeutung. Am gemeinsamen Kopplungspunkt (en: point of common coupling, PCC) muß die relative Kurzschlußleistung berücksichtigt werden (siehe IEC 60146-1-1, 1.5.35). Dieses R_{SC} muß auf folgendes R_{SCM} begrenzt werden:

$$R_{SCM} = \frac{I_{SCM}}{I_{LN1}}$$

Dabei ist I_{LN1} der Grundschiwingungsanteil von I_{LN} .

2.5 CDM-, BDM- und Stromrichter-Ausgangsparameter

In 2.5 definierte Symbole sind in Tabelle 1 enthalten.

2.5.1 Bemessungswert des Dauerausgangsstromes I_{aN}

Effektivwert des Gesamtausgangsstroms, der ständig ohne Überschreitung der festgelegten Grenzwerte unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen abgegeben werden kann.

2.5.2 Überlastungsfähigkeit I_{aM}

Größter Ausgangsstrom, der für eine festgelegte Dauer ohne Überschreitung der festgelegten Grenzwerte unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen abgegeben werden kann.

2.5.3 Arbeitsfrequenzbereich

Bereich der Grundschiwingungsfrequenz, über die der Stromrichterausgang gesteuert werden kann.

2.5.4 Bemessungswert der lastseitigen Stromrichter-Wechselspannung U_{aN1}

Effektivwert des Bemessungswertes der Grundschiwingungsspannung an den Wechselspannungsanschlußklemmen des lastseitigen Stromrichters.

ANMERKUNG: Dies ist die Spannung, die an den Wechselspannungsanschlußklemmen des lastseitigen Stromrichters auftritt und nicht notwendigerweise die Grundschiwingungsspannung des Motors.

2.5.5 Grundfrequenz f_0

Die Grundfrequenz eines Antriebssystems mit einstellbarer Frequenz ist die niedrigste Frequenz, bei der es die größte Ausgangsleistung liefern kann.

2.5.6 Bemessungswert des Grundschiwingungsausgangsstromes I_{aN1}

Effektivwert der Grundschiwingungskomponente des Ausgangsstromes, der ständig ohne Überschreitung festgelegter Grenzwerte abgegeben werden kann.

2.5.7 Wirkungsgrad der Energieumwandlung η_D , η_C

Der Wirkungsgrad η_D des Antriebssystems, der gewöhnlich als Prozentzahl angegeben wird, ist das Verhältnis der Leistung, die von der Motorwelle abgegeben wird, zur Gesamtleistung, die aus der Eingangsstromversorgung aufgenommen wird (siehe Speiseleitung in Bild 1). Der Wirkungsgrad des CDM (vollständigen Antriebmoduls) η_C , der gewöhnlich als Prozentzahl angegeben wird, ist das Verhältnis der von dem CDM an Motor und Hilfsausrüstungen (Motorlüfter usw.) abgegebenen Gesamtausgangsleistung zur Gesamtleistung, die aus der Eingangsstromversorgung (siehe Speiseleitung in Bild 1) aufgenommen wird.

2.5.8 Lastseitiger Oberschwingungsgehalt

Diese Definition ist mit der für den netzseitigen Oberschwingungsgehalt identisch (2.4.6), wird aber an der Ausgangsseite des BDM bestimmt.

$$I_{aHn} = \left(\sum_{h=2}^{h=n} I_h^2 \right)^{0,5}$$

ANMERKUNG: Der lastseitige Oberschwingungsgehalt ist eine Funktion des Kurvenverlaufes des Stromrichters und des Blindwiderstandes der Last.

2.5.9 Lastseitige Gesamtoberschwingungsverzerrung THD_a

Die Definition der Oberschwingungsverzerrung (2.4.8) kann mit der Bezeichnung THD_a auf den Ausgang des BDM angewendet werden.

ANMERKUNG: Die lastseitige Gesamtüberschwingungsverzerrung der Spannung wird mit THD_{U_a} und die lastseitige Gesamtüberschwingungsverzerrung des Stromes mit THD_{I_a} bezeichnet. Der Unterschied zwischen THD und THF ist sowohl für die Spannung als auch den Strom bedeutend.

2.5.10 Bemessungswert des Leistungsfaktors der Last

Kosinus des Winkels zwischen Außenleiterspannung und -strom des Motors bei Bemessungslast und sinusförmigem Verlauf der Spannung.

2.5.11 Lastseitiger Grundswingungs-Leistungsfaktor

Diese Definition ist mit der vom netzseitigen Grundswingungs-Leistungsfaktor (2.4.10) identisch, wird jedoch an der Ausgangsseite des BDM bestimmt.

2.5.12 Quasirechteckwelle

Stufenförmiger Kurvenverlauf, wie er aus der Differenz von zwei phasenverschobenen Rechteckwellen (eine Rechteckwelle pro Halbperiode) gleicher Amplitude erhalten wird. Die Kurvenform gilt entweder für die Spannung oder den Strom.

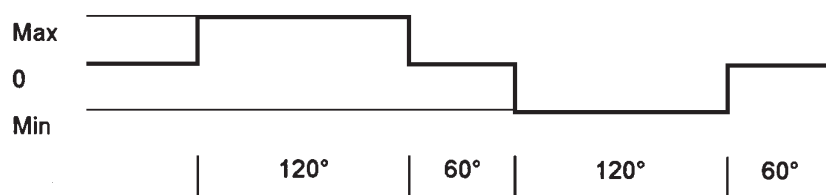


Bild 4: Quasirechteckwelle

2.5.13 Stufenförmige Welle

Kurvenform, die aus der Summenbildung einer Anzahl von Rechteckwellen derselben Frequenz erhalten wird, bei der jede zeitlich gegenüber den anderen versetzt ist.

2.6 Stromrichterschaltung und Schaltungselemente

2.6.1 Kommutierungskondensator

Kondensator, der die Kommutierungsenergie für schaltungskommutierte Thyristoren in einem selbstgeführten Stromrichter liefert.

2.6.2 Kommutierungsdrossel

Drossel mit einer oder mehreren Wicklung(en), die den bei der Kommutierung erzeugten transienten Strom ändert oder koppelt.

2.6.3 Wechselstromfilterschaltung

Schaltung zur Herabsetzung des Flusses von Oberschwingungsströmen in das angeschlossene Starkstromnetz.

2.6.4 Leistungsfaktor-Korrekturschaltung

Schaltung zur Verbesserung des Leistungsfaktors im angeschlossenen Starkstromnetz. Die Schaltung verringert häufig auch den Fluß der Oberschwingungsströme.

2.6.5 Gleichstromsiebkondensator

Kondensator, der parallel zum Gleichrichterausgang eines Stromrichters geschaltet ist, um die Spannungswelligkeit zu verringern.

2.6.6 Gleichstromsiebdrossel

Drossel, die in Reihe mit dem Gleichrichterausgang geschaltet wird, um den Welligkeitsstrom zu verringern.

2.6.7 Gleichstromfilterschaltung

Kombination eines Gleichstromsiebkondensators und einer Gleichstromsiebdrossel, die im Gleichstromnetz verwendet wird, um die Spannungswelligkeit und die Netzüberschwingungen am Eingang zu verringern.

2.7 Parameter des Asynchronmotors

Die folgenden Parameterdefinitionen sind im wesentlichen solche, die den Betrieb eines Asynchronmotors mit einem Stromrichter mit einstellbarer Frequenz genau definieren. In 2.7 festgelegte Symbole sind in Tabelle 1 enthalten.

2.7.1 Bemessungswert der Motorspannung

Bemessungswert der Eingangswechselspannung, wie er auf dem Leistungsschild des Motors angegeben ist. Dies ist der Effektivwert der sinusförmigen Außenleiterspannung an den Motoranschlußklemmen.

2.7.2 Bemessungsfrequenz

Frequenz, bei der der Bemessungswert der Motorspannung festgelegt und die auf dem Leistungsschild angegeben ist.

2.7.3 Bemessungswert des Motorstroms

Effektivwert des Wechselstroms bei Bemessungsbetriebsbedingungen, wie er auf dem Leistungsschild angegeben ist.

2.7.4 Bemessungsleistungsfaktor

Leistungsfaktor unter Bemessungsbedingungen der Spannung, Frequenz und Last.

2.7.5 Schlupf s

Normierte relative Läuferdrehzahldifferenz zwischen der Synchrondrehzahl bei der Arbeitsfrequenz N_a und der tatsächlichen Läuferdrehzahl N , definiert als:

$$s = \frac{(N_a - N)}{N_a}$$

2.7.6 Bemessungsschlupf s_N

Motorschluß unter Bemessungslastbedingungen.

2.7.7 Grunddrehzahl N_0

Synchrondrehzahl des Motors bei Grundfrequenz.

2.7.8 Höchste Arbeitsdrehzahl N_M

Motordrehzahl bei höchster Wechselrichterfrequenz.

2.7.9 Niedrigste Arbeitsdrehzahl $N_{\min}$

Motordrehzahl bei niedrigster Wechselrichterfrequenz.

2.7.10 Höchste sichere Motordrehzahl $N_{\max}$

Höchste Entwurfsdrehzahl des Motors, bei der keine bleibende außergewöhnliche mechanische Verformung oder geringere Festigkeit herbeigeführt wird (siehe IEC 60034-1, Abschnitt 21).

ANMERKUNG: Die höchste sichere Drehzahl der angetriebenen Ausrüstung kann einschränkender sein.

2.7.11 Ersatzschaltungskonstanten

ANMERKUNG: Für das dynamische Verhalten ist es notwendig, die Ersatzschaltungskonstanten des einzelnen Motors zu besitzen. Zusätzlich muß für den Betrieb mit Feldschwächung das Verhältnis zwischen dem Außertrittfallmoment und dem Bemessungsdrehmoment beim Bemessungswert des Magnetflusses bekannt sein. Wegen typischer Werte siehe Anhang A.

2.7.12 Verhältnis aus Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz U_{aN} / f_{aN}

Verhältnis, bei dem unter der Voraussetzung des Bemessungsdrehmomentes pro Ampere der Bemessungswert des Luftspaltflusses vorhanden ist.

2.7.13 Drehmomentpulsieren

Periodische Schwankung eines konstanten Motordrehmomentes, gemessen als Änderung zwischen den doppelten Spitzenwerten.

2.8 Steuer- und Regelsysteme

2.8.1 Regelgröße

Systemgröße im Regelkreis von Wechselstromantrieben mit einstellbarer Frequenz. Einige Beispiele für Regelgrößen sind Spannung, Ständerstrom, Frequenz, Drehzahl, Schlupf und Drehmoment.

2.8.2 Betriebsgröße

Festgelegte Größe, die sich gewöhnlich auf die Umgebungsbedingungen (z. B. Temperatur) bezieht, für die der Regelkreis eine Korrektur vornehmen muß, indem er versucht, den Sollwert der Regelgröße aufrechtzuerhalten.

2.8.3 Arbeitsgröße

Festgelegte Größe außer solcher, die sich aus den Betriebsbedingungen und der Drift (z. B. Lastdrehmoment eines drehzahlgeregelten Antriebs) ergibt, für die der Regelkreis eine Korrektur vornehmen muß, indem er versucht, den Sollwert der Regelgröße aufrechtzuerhalten.

2.8.4 Größe des Regelkreises

Bereich der Betriebs- und Arbeitsgrößen, der die Gesamtregelabweichungen enthält, für die der Regelkreis versucht, mit Hilfe der Regelgrößen zu korrigieren. Die Genauigkeit dieser Steuerung und Regelung ist dann als die Bandbreite der zulässigen Regelabweichung definiert, in der der Regelkreis die Regelgröße regeln wird.

3 Funktionsmerkmale

3.1 Arbeitsweise

CDM müssen festgelegte Merkmale einschließen, die eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften aufweisen dürfen, jedoch nicht darauf beschränkt sind:

- zeitlich gesteuerte Beschleunigung;
- zeitlich gesteuerte Verzögerung;
- Tastbetrieb;
- einstellbare(r) Stromgrenzwert(e);
- Widerstandsbremsung;
- Drehrichtungsumkehr;
- Rückgewinnung;
- Netzfilterung;
- Verarbeitung der Eingangs-/Ausgangsdaten (analog/digital);
- automatischer Wiederanlauf;
- Starthilfe;
- Gleichstrombremsung;
- Vorladestromkreis.

3.2 Fehlerüberwachung

Der CDM muß mit einer Fehleranzeige ausgerüstet sein. Diese darf aus einem üblichen Alarm- und/oder Auslösesignal mit Trockenrelaiskontakt(en) oder elektronischen Relais bestehen. Die Fehleranzeige wird üblicherweise von einem oder mehreren CDM-Fehler(n) ausgelöst, die folgende Fehlerarten enthalten dürfen, aber nicht darauf beschränkt ist:

- äußere Fehler;
- Ausfall der Ausgangsstufe;
- Augenblickswert des Überstromes;
- Übertemperatur (Stromrichter);
- Ausfall der Kühlluft;
- Motorüberlastung;
- Ausfall der Hilfsstromversorgung;
- Über-/Unterspannung der Stromversorgung;
- Phasenausfall der Stromversorgung;
- Fehler des internen Steuer- und Regelsystems;
- Fehlererkennung der Regler-/Starkstromkreise.

3.3 Erforderliche Mindestzustandsanzeige

Der CDM muß mit einem Zustandsanzeigesignal für „Antrieb Ein“ ausgerüstet sein (entweder in Bewegung oder im Stillstand). Der CDM darf außerdem mit einem Zustandsanzeigesignal für „Betriebsbereitschaft des Antriebs“ ausgerüstet sein.

3.4 Eingangs-/Ausgangseinrichtungen

Anzahl und Art der Eingangs-/Ausgangseinrichtungen müssen vom Hersteller festgelegt werden. Jede Änderung muß zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden.

ANMERKUNG: Eingänge und Ausgänge werden sowohl für Größen als auch für Parameter benötigt. Es können analoge oder digitale Eingänge/Ausgänge für Ströme oder Spannungen sein. Die Signalübertragung kann über serielle oder parallele Verbindungen erfolgen, die sich auf unterschiedliche Übertragungsnormen beziehen. Sowohl analoge als auch digitale Größen können mit der Hand an der Schalttafel eingestellt und an Anzeigen abgelesen werden. Größen und Parameter werden in der gleichen Weise behandelt.

4 Betriebsbedingungen

4.1 Errichtung und Betrieb

Sofern nicht anders vereinbart, muß die Einrichtung innerhalb des Anwendungsbereiches des vorliegenden Teiles der IEC 61800 unter Betriebsbedingungen betrieben werden können, die in IEC 60146-1-1, 2.2 und 2.3, sowie in IEC-Richtlinie 106 angegeben sind.

4.1.1 Elektrische Betriebsbedingungen

Sofern nicht anders festgelegt, müssen CDM oder BDM so ausgelegt sein, daß sie unter Betriebsbedingungen betrieben werden können, die nachfolgend festgelegt sind. Die festgelegten Werte schließen die Wirkungen auf das zu berücksichtigende Antriebssystem ein.

Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) (en: electromagnetic compatibility, EMC) von Leistungsantriebssystemen sind in IEC 61800-3 festgelegt.

ANMERKUNG: Die in 4.1.1.1 bis 4.1.1.5 festgelegten Grenzwerte verbinden die EMV-Normen mit der bestehenden Praxis bei Halbleiter-Stromrichtern nach IEC 60146-1-1, 2.5.1, 2.5.2 und 2.5.3, und entsprechen allgemein der Klasse B.

4.1.1.1 Frequenzänderungen

Frequenz: $f_{LN} \pm 2\%$ ($\pm 4\%$ für getrennte Versorgungsnetze) nach Klasse 3 in IEC 61000-2-4.

Änderungsgeschwindigkeit der Frequenz: $\leq 2\% f_{LN}/s$.

(Siehe auch IEC 61800-3, 5.2.3.2.)

4.1.1.2 Spannungsänderungen

Spannungsgrenzwerte für ununterbrochenen Betrieb

Bemessungswert der Eingangsspannung des PDS $\pm 10\%$ (am Kopplungspunkt (en: point of coupling, PC)) nach Klasse 2 in IEC 61000-2-4 (siehe auch IEC 61800-3, 5.2.2.1 und 5.2.2.2).

ANMERKUNG: Kurzzeitige Spannungsschwankungen über den festgelegten Pegeln dürfen zur Betriebsunterbrechung oder Auslösung führen. Falls Dauerbetrieb notwendig ist, ist eine Übereinkunft zwischen Anwender und Lieferer/Hersteller erforderlich.

Spannungsgrenzwerte für die Bemessungswerte des Betriebsverhaltens

Die Bemessungswerte für das Betriebsverhalten des Stromrichters müssen beibehalten werden, wenn die an den Anschlußklemmen des BDM gemessene Grundwellenkomponente der Versorgungswechselspannung im Dauerbetrieb zwischen 100 % und 110 % des Bemessungswertes liegt. Ein Bemessungsbetrieb bei Spannungen unter 100 % der Bemessungsspannung muß zwischen Anwender und Lieferer/Hersteller vereinbart werden.

ANMERKUNG: Es wird auch auf 5.2.1 verwiesen.

4.1.1.3 Spannungsunsymmetrie

PDS müssen mit einer Netzspannungsunsymmetrie (am Kopplungspunkt (PC)) bis 3 % für die Grundschwingung der Bemessungs-Eingangsspannung (U_{LN1}) betrieben werden können, jedoch nicht darüber. Hinsichtlich Definition und Berechnung siehe IEC 61800-3, 5.2.3.1 und B.3.

4.1.1.4 Quellenimpedanz

Das kleinste R_{SC} -Verhältnis muß zur Erreichung der Bemessungswerte für das Betriebsverhalten des PDS bei Bestimmung am Kopplungspunkt (PC) 20 sein.

ANMERKUNG 1: Eine größere Quellenimpedanz kann Dämpfungen mit einem schlechten Dämpfungsverhältnis verursachen, die eine mögliche Ausfallbedingung und übermäßige Kommutierungseinbruchgröße ergeben.

ANMERKUNG 2: Siehe Herstellerdokumentation zur Ermittlung des größten Entwurfswertes des R_{SC} -Verhältnisses.

4.1.1.5 Oberschwingungen und Kommutierungseinbrüche

a) Oberschwingungen

Sofern es nicht anders vereinbart ist, muß die Ausrüstung nach dem Anwendungsbereich des vorliegenden Teiles der IEC 61800 so ausgelegt sein, daß sie mit einer Gesamtoberschwingungsverzerrung THD der Spannung unter Dauerbedingungen von 10 % (am Kopplungspunkt) und von 15 % während vorübergehender Perioden von weniger als 15 s nach der in IEC 61000-2-4 definierten Klasse 3 arbeitet (siehe auch IEC 61800-3, 5.2.1).

ANMERKUNG: Verträglichkeitspegel für einzelne Oberschwingungsspannungen sind in IEC 61000-2-4, Tabellen 3, 4 und 5, angegeben.

Ein theoretisches Beispiel der Oberschwingungsverzerrung zeigt in Anhang B.5 eine praktische Einschätzung des Verhältnisses zwischen Emission und Unempfindlichkeit, wobei die Wirkung des Antriebes selbst, wie in 4.1 angegeben, berücksichtigt ist.

b) Kommutierungseinbrüche

Die Einrichtung muß die Bemessungsdaten des Betriebsverhaltens bei den folgenden Einbruchsgrenzwerten an den netzseitigen Anschlußklemmen des CDM/BDM erreichen (siehe IEC 60146-1-1, 2.5.4.1, Verträglichkeitsklasse B):

- Tiefe des Kommutierungseinbruchs: 40 % U_{LWM} ;
- Bereich des Kommutierungseinbruchs: 250 % × Grad.

4.1.1.6 Periodische und nichtperiodische transiente Spannungen

Ein typischer Wechselspannungskurvenverlauf, der periodische und nichtperiodische transiente Spannungen enthält, ist in Bild 5 dargestellt.

Die transienten Spannungen werden durch die Stromrichterkommutierung, Schaltvorgänge im Netz und Störungen des Starkstromnetzes verursacht.

Der BDM muß so ausgelegt sein, daß er in einer Umgebung mit nichtperiodischen transienten Spannungen, die von Transformatorschaltvorgängen verursacht werden, arbeiten kann, vorausgesetzt, daß der Netztransformator nicht höher bemessen ist als die fünffache Scheinleistung des zu berücksichtigenden Antriebs. Wo Transformatoren für eine höhere Leistung ausgelegt sind, muß außerhalb des BDM eine zusätzliche Möglichkeit für die Aufnahme der transienten Energie vorgesehen werden.

Die Energie E (in Joule) der nichtperiodischen transienten Spannungen, die durch Schaltvorgänge bei Transformatoren verursacht werden, sind direkt auf die Magnetisierungsenergie des Transformators, der den BDM speist, bezogen. Die Energie kann mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$E = 400 \times S_N$$

Dabei ist S_N in MVA angegeben und gleich

$$S_N = \sqrt{3} \times U_{LN} \times I_{LN} \times 10^{-6}$$

Dabei ist:

- U_{LN} der Bemessungswert der Netzspannung;
- I_{LN} der netzseitige Bemessungswert des Wechselstroms.

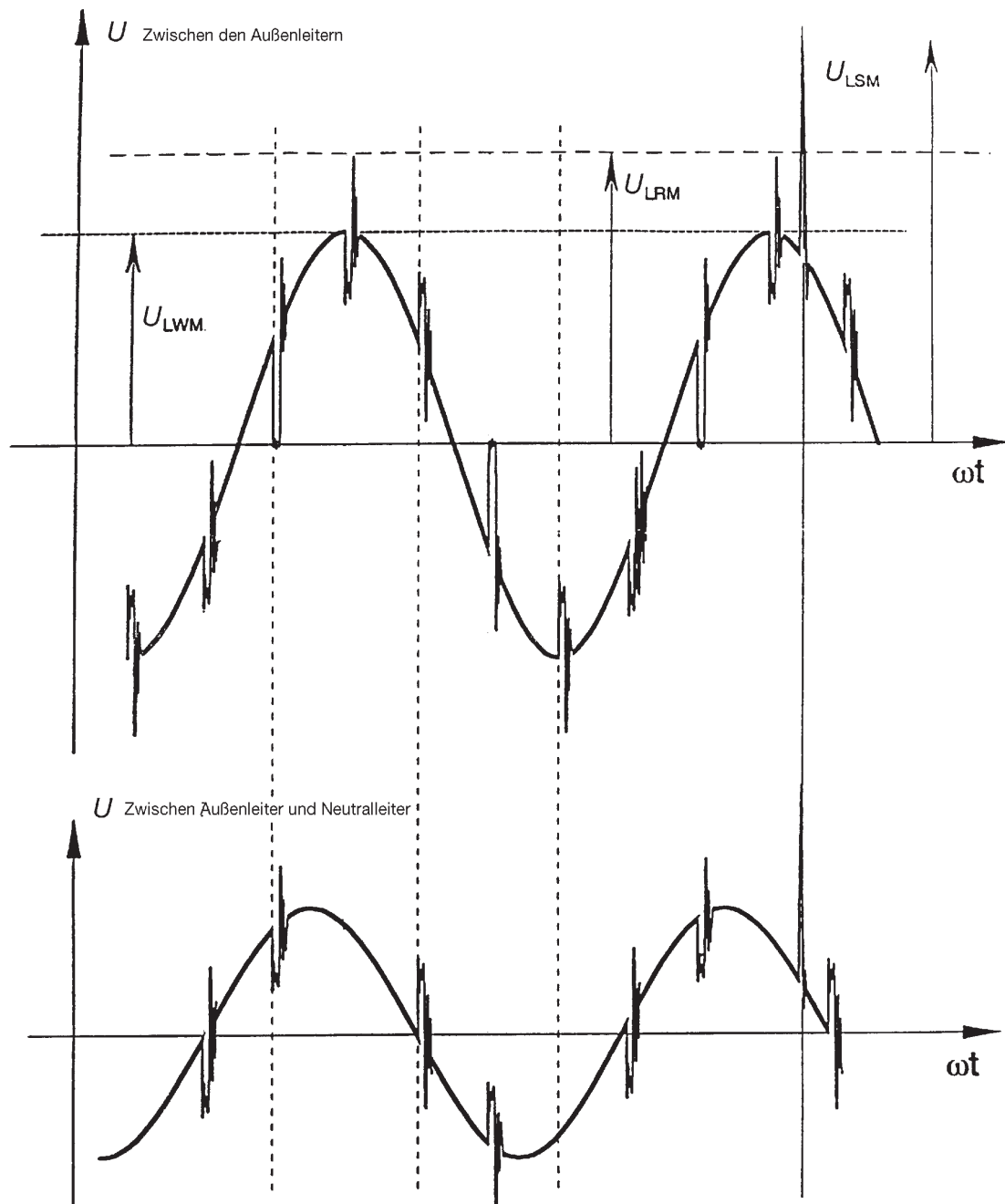
Es werden die folgenden Annahmen zugrunde gelegt:

- der Magnetisierungsstrom ist 5 %;
- Schaltvorgänge treten am Punkt der höchsten Energieabgabe auf.

ANMERKUNG: Falls die Transformatorkennwerte bekannt sind, kann eine besondere Berechnung durchgeführt werden.

4.1.1.7 Außergewöhnliche Bedingungen

Besondere Bedingungen wie außergewöhnliche Betriebsbelastung, unsymmetrische Impedanz des Wechselstromnetzes, außergewöhnlich starke Magnetfelder, außergewöhnlich hohe Pegel der Funkfrequenzstörung (wie von Rundfunksendern) und eine zusätzliche Impedanz, die dem CDM oder BDM nach der Abnahmeprüfung von außen hinzugefügt wurde, müssen, wo sie bekannt oder festgelegt sind, mitgeteilt werden.



ANMERKUNG: Der typische Bereich der normierten Werte ist nur für Referenzzwecke vorgesehen. Im Bild wird davon ausgegangen, daß zwischen den Anschlußklemmen des PDS und dem Stromrichter keine Impedanz vorhanden ist. Periodische transiente Spannungen (U_{LRM}/U_{LWM}): 1,25 bis 1,50, abhängig von der Auslegung des Dämpfungsgliedes in bezug auf di/dt und I_{RR} . Nichtperiodische transiente Spannungen (U_{LSM}/U_{LWM}): 1,80 bis 2,50, abhängig von zusätzlichen Schutzvorrichtungen.

Bild 5: Typischer Wechselspannungskurvenverlauf an den Anschlußklemmen eines 6-Puls-Stromrichters