

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	13
3.1 Antriebssystem (PDS): Elektrische Anlage und ihr Inhalt	13
3.2 Werkzeugmaschine (MT): Anlage und deren Inhalt	15
3.3 Vorgesehener Einsatz	17
3.4 Einsatzort, Anschlüsse und Schnittstellen	17
3.5 Bestandteile des PDS	22
3.6 Phänomenbezogene Definitionen	22
4 Allgemeine Anforderungen	24
4.1 Allgemeine Bedingungen	24
4.2 Prüfungen	24
4.2.1 Bedingungen	24
4.2.2 Prüfbericht	25
4.3 Unterlagen für den Anwender	25
5 Anforderungen an die Störfestigkeit	26
5.1 Allgemeine Bedingungen	26
5.1.1 Annahmekriterien (Kriterien des Betriebsverhaltens)	26
5.1.2 Auswahl der Art des Betriebsverhaltens	27
5.1.3 Bedingungen während der Prüfung	29
5.2 Grundlegende Anforderungen an die Störfestigkeit – niederfrequente Störungen	30
5.2.1 Allgemeine Grundsätze	30
5.2.2 Oberschwingungen und Kommutierungseinbrüche/Spannungsverzerrung	31
5.2.3 Spannungsabweichungen, Spannungseinbrüche und kurzzeitige Unterbrechungen	33
5.2.4 Spannungsunsymmetrie und Frequenzänderungen	36
5.2.5 Einflüsse des Versorgungsnetzes – Magnetfelder	38
5.3 Grundlegende Anforderungen an die Störfestigkeit – hochfrequente Störungen	38
5.3.1 Bedingungen	38
5.3.2 Erste Umgebung	38
5.3.3 Zweite Umgebung	39
5.3.4 Störfestigkeit gegen elektromagnetische Felder	41
5.4 Anwendung von Anforderungen an die Störfestigkeit – statistische Betrachtungsweise	41
6 Störaussendung	41
6.1 Allgemeine Anforderungen an die Störaussendung	41
6.2 Allgemeine Anforderungen zur Störaussendung von MT	42
6.3 Grundlegende Grenzwerte für niederfrequente Störaussendungen	43

	Seite
6.3.1	Übereinstimmungsverfahren 43
6.3.2	Kommutierungseinbrüche 43
6.3.3	Oberschwingungen und Oberschwingungen mit nicht ganzzahliger Ordnungszahl 44
6.3.4	Spannungsschwankungen 45
6.3.5	Störaussendung im Frequenzbereich von 2 kHz bis 9 kHz 46
6.3.6	Störaussendung durch unsymmetrische Oberschwingungen (niederfrequente unsymmetrische Spannung) 46
6.4	Auf die Messung von hochfrequenten Störaussendungen bezogene Bedingungen 46
6.4.1	Allgemeine Anforderungen 46
6.4.2	Anforderungen an Verbindungen 53
6.5	Grundlegende Grenzwerte für die hochfrequente Störaussendung 53
6.5.1	Einrichtungen der Kategorien C1 und C2 53
6.5.2	Einrichtungen der Kategorie C3 55
6.6	Technische Praxis 56
6.6.1	PDS und MT der Kategorie C4 56
6.6.2	Grenzwerte außerhalb der Grenzen einer Anlage für ein PDS oder MT der Kategorie C4 – Beispiel für die Ausbreitung von Störungen 57
6.7	Anwendung der Anforderungen an die Störaussendung – statistische Betrachtungsweise 60
Anhang A (informativ) EMV-Verfahren 61	
A.1	Anwendung von PDS und EMV 61
A.2	Auf hochfrequente Phänomene bezogene Lastbedingungen 61
A.2.1	Lastbedingungen bei Prüfungen der Störaussendung 61
A.2.2	Lastbedingungen bei Störfestigkeitsprüfungen 62
A.2.3	Lastprüfung 62
A.3	Störfestigkeit gegen netzfrequente Magnetfelder 62
A.4	Messverfahren für hochfrequente Störaussendungen 63
A.4.1	Impedanz/Netznachbildung (AMN) (en: artificial mains network) 63
A.4.2	Durchführung von Prüfungen der hochfrequenten Störaussendungen am Einsatzort 64
A.4.3	Mit Hochleistungs-PDS gesammelte Erfahrungen 64
Anhang B (informativ) Niederfrequente Phänomene 66	
B.1	Kommutierungseinbrüche 66
B.1.1	Entstehung – Beschreibung 66
B.1.2	Berechnung 68
B.1.3	Empfehlungen zu Kommutierungseinbrüchen 69
B.2	Definitionen zu Oberschwingungen und Oberschwingungen mit nicht ganzzahligen Ordnungszahlen 71
B.2.1	Allgemeine Diskussion 71
B.2.2	Auf Phänomene bezogene Begriffe 71
B.2.3	Anwendungsbedingungen 74
B.3	Anwendung von Normen über Oberschwingungsstöraussendungen 78

	Seite
B.3.1 Allgemeines	78
B.3.2 Öffentliche Netze	79
B.3.3 Summationsverfahren für Oberschwingungen in einer Anlage – praktische Regeln	85
B.4 Errichtungsregeln/Bewertung der Oberschwingungsverträglichkeit	87
B.4.1 Industrielle Drehstromnetze mit kleiner Leistung	87
B.4.2 Große Industriesysteme	89
B.4.3 Oberschwingungen mit nicht ganzzahliger Ordnungszahl und Spannungen oder Ströme bei höheren Frequenzen	91
B.5 Spannungsunsymmetrie	91
B.5.1 Ursprung	91
B.5.2 Definition und Bewertung	92
B.5.3 Auswirkung auf PDS	94
B.6 Spannungseinbrüche – Spannungsschwankungen	94
B.6.1 Spannungseinbrüche	94
B.6.2 Spannungsschwankungen	97
B.7 Nachweis der Störfestigkeit gegen niederfrequente Störungen	97
Anhang C (informativ) Blindleistungskompensation – Filtermaßnahmen	98
C.1 Anlage	98
C.1.1 Üblicher Betrieb	98
C.1.2 Leistungsdefinitionen unter verzerrten Bedingungen	98
C.1.3 Praktische Lösungen	99
C.1.4 Blindleistungskompensation	100
C.1.5 Filterverfahren	104
C.2 Blindleistung und Oberschwingungen	106
C.2.1 Installation gebräuchlicher Dämpfungsverfahren	106
C.2.2 Andere Lösungen	108
Anhang D (informativ) Betrachtungen zur hochfrequenten Störaussendung	112
D.1 Leitfaden für Anwender	112
D.1.1 Erwartete Störaussendung von PDS	112
D.1.2 Leitfaden	114
D.2 Sicherheitsmerkmale und Filtereinrichtungen für Hochfrequenzstörungen in Stromversorgungsnetzen	116
D.2.1 Sicherheitsmerkmale und Ableitströme	116
D.2.2 Sicherheitsmerkmale und Filtereinrichtungen für Hochfrequenzstörungen in ungeerdeten Stromversorgungsnetzen	116
Anhang E (informativ) EMV-Analyse und EMV-Plan für PDS der Kategorie C4	118
E.1 Allgemeines – Für PDS geltende EMV-Systemanalyse	118
E.1.1 Elektromagnetische Umgebung	118
E.1.2 Techniken der EMV-Systemanalyse	119
E.2 Beispiel eines EMV-Plans	120

	Seite
E.2.1 Projektdaten und Beschreibung	120
E.2.2 Analyse der elektromagnetischen Umgebung	121
E.2.3 EMV-Analyse.....	123
E.3 Beispiel für die Ergänzung zum EMV-Plan für besondere Anwendungen.....	125
E.3.1 Komplementäre Analyse der elektromagnetischen Umgebung.....	125
E.3.2 EMV-Analyse.....	126
Literaturhinweise	128
Bilder	
Bild 1 – Anlage eines PDS und ihr Inhalt	14
Bild 2 – MT Anlage und ihr Inhalt	16
Bild 3 – Innere Schnittstellen eines PDS und Beispiele für Anschlüsse	19
Bild 4 – Innere Schnittstellen eines MT und Beispiele für Anschlüsse	19
Bild 5 – Stromversorgungsschnittstellen eines PDS mit gemeinsamer Gleichstromschiene	20
Bild 6 – Stromversorgungsschnittstellen mit einem gemeinsamen Eingangstransformator	21
Bild 7 – Beispiel einer typischen Anordnung der Leitungen für Messungen mit 3 m Messabstand für Tischgeräte und Einrichtungen zur Wandmontage, Ansicht von oben	50
Bild 8 – Beispiel einer typischen Anordnung der Leitungen für Messungen mit 3 m Messabstand für Tischgeräte und Einrichtungen zur Wandmontage, Seitenansicht	50
Bild 9 – Beispiel eines typischen Testaufbaus für Messungen der leitungsgebundenen und/oder feldgebundenen Störaussendung, 3D-Ansicht	51
Bild Z – Beispiel eines typischen Testaufbaus für MT für Messungen mit 3 m oder 10 m Abstand zum EUT (M), Seitenansicht	52
Bild 10 – Ausbreitung von Störungen	58
Bild 11 – Ausbreitung von Störungen in Anlagen mit PDS oder MT mit einer Bemessungsspannung > 1 000 V	58
Bild B.1 – Typischer Kurvenverlauf von Kommutierungseinbrüchen – Unterschied zur nicht periodischen Transiente	66
Bild B.2 – PCC, IPC, Anlagenstromverhältnis und R_{SI}	77
Bild B.3 – PCC, IPC, Anlagenstromverhältnis und R_{SC}	78
Bild B.4 – Bewertung der Oberschwingungsstöraussendung eines PDS	81
Bild B.5 – Prüfaufbau mit mechanischer Last	82
Bild B.6 – Prüfaufbau mit elektrischer Belastung, die den belasteten Motor ersetzt	83
Bild B.7 – Prüfaufbau mit Widerstandsbelastung	83
Bild B.8 – Bewertung der Oberschwingungsstöraussendungen bei Verwendung von PDS (Geräte, Systeme, Anlagen)	88
Bild C.1 – Blindleistungskompensation	101
Bild C.2 – Vereinfachtes Schaltbild eines industriellen Netzes	103
Bild C.3 – Impedanz in Abhängigkeit von der Frequenz in einem vereinfachten Netz	103
Bild C.4 – Beispiel einer passiven Filterbatterie	105
Bild C.5 – Beispiel einer unzulänglichen Lösung für die Blindleistungskompensation	107
Bild C.6 – Topologien aktiver Spannungszwischenkreisfilter	109

	Seite
Bild C.7 – Wandler vom Typ eines Hochsetzstellers.....	109
Bild C.8 – Umrichtersystem mit Netzstromrichter.....	110
Bild D.1 – Leitungsgeführte Störaussendung von unterschiedlichen PDS ohne Filtereinrichtungen.....	113
Bild D.2 – Erwartete feldgebundene Störaussendung von PDS mit einer Bemessungsspannung bis 400 V, Spitzenwerte auf 10 m normiert.....	114
Bild D.3 – Sicherheit und Filter	117
Bild E.1 – Wechselwirkung zwischen Systemen und EM-Umgebung.....	118
Bild E.2 – Bereichskonzept.....	119
Bild E.3 – Beispiel für einen Antrieb	120
Tabellen	
Tabelle 1 – Unterabschnitte, welche alternative Testmethoden beinhalten.....	25
Tabelle 2 – Kriterien zum Nachweis der Annahme eines PDS bei elektromagnetischen Störungen	28
Tabelle 3 – Kriterien zum Nachweis der Annahme eines MT bei elektromagnetischen Störungen	29
Tabelle 4 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen Oberschwingungen an Stromversorgungsanschlüssen von Niederspannungs-PDS und MTs	31
Tabelle 5 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen einzelne Ordnungszahlen der Oberschwingungen an Stromversorgungsanschlüssen von Niederspannungs-PDS und MTs.....	32
Tabelle 6 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen Kommutierungseinbrüche an Stromversorgungsanschlüssen von Niederspannungs-PDS und MTs	32
Tabelle 7 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen Oberschwingungen und Kommutierungseinbrüche/Spannungsverzerrung für Hauptstromversorgungsanschlüsse von PDS und MTs mit einer Bemessungsspannung über 1 000 V.....	33
Tabelle 8 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen Spannungsabweichungen, Spannungseinbrüche und kurzzeitige Unterbrechungen an Stromversorgungsanschlüssen von Niederspannungs-PDS und MTs (1 von 2)	33
Tabelle 9 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen Spannungsabweichungen, Spannungseinbrüche und kurzzeitige Unterbrechungen an Hauptstromversorgungsanschlüssen von PDS und MTs mit einer Bemessungsspannung über 1 000 V	35
Tabelle 10 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen Spannungsabweichungen, Spannungseinbrüche und kurzzeitige Unterbrechungen an Niederspannungs- Hilfsstromversorgungsanschlüssen von PDS und MTs	36
Tabelle 11 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen Spannungsunsymmetrie und Frequenzänderungen an Stromversorgungsanschlüssen von Niederspannungs-PDS und MTs.....	37
Tabelle 12 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen Spannungsunsymmetrie und Frequenzänderungen an Hauptstromversorgungsanschlüssen von PDS und MTs mit Bemessungsspannungen über 1 000 V	37
Tabelle 13 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit gegen Spannungsunsymmetrie und Frequenzänderungen an Hilfsstromversorgungsanschlüssen von Niederspannungs-PDS und MTs.....	38
Tabelle 14 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit von PDS und MTs, die für den Einsatz in der ersten Umgebung vorgesehen sind	39
Tabelle 15 – Mindestanforderungen an die Störfestigkeit von PDS und MTs, die für den Einsatz in der zweiten Umgebung vorgesehen sind.....	40
Tabelle 16 – Zusammenfassung der Anforderungen an die Störaussendung (1 von 2).....	42

	Seite
Tabelle 17 – Grenzwerte für die Störspannung an Netzanschlüssen im Frequenzband von 150 kHz bis 30 MHz	53
Tabelle 18 – Grenzwerte für die elektromagnetische Störstrahlung im Frequenzband von 30 MHz bis 1 000 MHz	54
Tabelle 19 – Grenzwerte der Störspannung an der Stromversorgungsschnittstelle.....	55
Tabelle 20 – Grenzwerte für Störspannung an Netzanschlüssen im Frequenzband von 150 kHz bis 30 MHz für PDS und MT in der zweiten Umgebung – PDS der Kategorie C3	55
Tabelle 21 – Grenzwerte für die elektromagnetische Störstrahlung im Frequenzband von 30 MHz bis 1 000 MHz für PDS in der zweiten Umgebung – PDS der Kategorie C3	56
Tabelle 22 – Grenzwerte der ausgebreiteten Störspannung („außerhalb“ in der ersten Umgebung)	59
Tabelle 23 – Grenzwerte der ausgebreiteten Störspannung („außerhalb“ in der zweiten Umgebung)	59
Tabelle 24 – Grenzwerte für die ausgebreiteten elektromagnetischen Störgrößen über 30 MHz.....	59
Tabelle 25 – Grenzwerte für elektromagnetische Störungen unter 30 MHz	60
Tabelle B.1 – Höchstzulässige Tiefe der Kommutierungseinbrüche am Kopplungspunkt (PC).....	70
Tabelle B.2 – Anforderungen an die Störaussendung durch Oberschwingungsströme in Bezug auf den Gesamtstrom der vereinbarten Leistung am PCC oder IPC.....	90
Tabelle B.3 – Nachweisplan für die Störfestigkeit gegen niederfrequente Störungen.....	97
Tabelle E.1 – Elektromagnetische Wechselwirkung zwischen Teilsystemen und Umgebung	120
Tabelle E.2 – Frequenzanalyse.....	127