

Inhalt

Vorwort	5
1 Einleitung: Elektrische Kleinantriebe im täglichen Einsatz ..	11
2 Herausforderung EMV	13
2.1 Störquellen in elektrischen Antrieben	14
2.2 Zusammenfassung der Frequenzanteile	17
2.3 Von der Funkentstörung zur EMV.....	18
3 CE-Zertifizierung	21
3.1 EU-Richtlinien für den Betrieb von elektrischen Kleinantrieben	22
3.1.1 <i>Maschinenrichtlinie</i>	22
3.1.2 <i>EMV-Richtlinie</i>	23
3.1.3 <i>Niederspannungsrichtlinie</i>	24
3.2 Anwendbarkeit der Richtlinien	24
3.3 Relevante Normen	25
3.3.1 <i>IEC EN 61000-6-x</i>	26
3.3.2 <i>IEC EN 61800-3</i>	26
3.3.3 <i>EN 55014</i>	27
3.3.4 <i>EN 55011</i>	28
3.3.5 <i>IEC EN 61800-5-2</i>	28
3.4 Zusammenfassung	28
4 Störaussendung von Geräten.....	31
4.1 Leitungsgebundene Störungen.....	31
4.2 Koppelpfade für elektromagnetische Störgrößen	32
4.2.1 <i>Direkte galvanische Kopplung</i>	32
4.2.2 <i>Kapazitive Kopplungen</i>	33

4.2.3 Induktive Kopplungen	34
4.3 Messverfahren für leitungsgebundene Störungen	34
4.3.1 Messung der Störspannung im Frequenzbereich von 150 kHz ... 30 MHz	35
4.3.2 Messung der Störleistung im Frequenzbereich von 30 MHz ... 300 MHz	36
4.4 Messverfahren für Funkstörungen	37
4.5 Typische Messergebnisse	39
4.5.1 Leitungsgebundene Störung – Störspannungsmessung	40
4.5.2 Gestrahlte Störung – Störleistungsmessung	42
4.5.3 Gestrahlte Störung – Störfeldstärkemessung	42
5 Störsignale in geregelten Antrieben	47
5.1 Störverhalten eines DC-DC-Wandlers	47
5.2 Störverhalten eines Motorcontrollers	51
6 Begrenzung der Störaussendung	54
6.1 Ausbreitungswege der unterschiedlichen Störgrößen	54
6.1.1 Symmetrische Gegentaktstörungen durch Gegentakt- signale	54
6.1.2 Asymmetrische Gleichtaktstörungen durch Gleichtakt- signale	55
6.1.3 Funkausbreitung	56
6.2 Maßnahmen zur Begrenzung der Störaussendung	56
6.3 Erdung und Schirmung	57
6.4 Leitungsführung	59
6.5 Filter	62
6.5.1 HF-Sperrfilter (Ausgangsseite)	62
6.5.2 PWM-Filter (Ausgangsseite)	64
6.5.3 StörspannungsfILTER (Eingangsseite)	65
Anteile von Eingangsfiltern	66
Kombinierte Filter	68
6.6 Messergebnisse zur Störaussendung	70
6.6.1 Störfeldstärkemessung	70
6.6.2 Störspannungsmessung	75

7	Störfestigkeit von Geräten	78
7.1	Akzeptanzkriterien für elektrische Kleinantriebe	78
7.2	Effekte	80
7.2.1	Störfestigkeit gegen Entladung statischer Elektrizität (ESD) nach IEC 61000-4-2	80
7.2.2	Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder nach IEC 61000-4-3	81
7.2.3	Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen (Burst) nach IEC 61000-4-4	81
7.2.4	Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (Surge) nach IEC 61000-4-5	82
7.2.5	Störfestigkeit gegen leitungsgeführte HF-Gleichaktstörungen nach IEC 61000-4-6	83
7.2.6	Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen nach IEC 61000-4-8	85
7.2.7	Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechun- gen und Spannungsschwankungen nach IEC 61000-4-11	85
7.2.8	Überspannung im dynamischen Antriebsbetrieb	85
7.3	Maßnahmen zur Erhöhung der Störfestigkeit von elektrischen Kleinantrieben	87
7.3.1	Schutzmaßnahmen gegen transiente Überspannung	87
7.3.2	Robustheit gegen leitungsgeführte HF-Störungen	89
7.3.3	Schutz gegen elektromagnetische Felder	89
8	EMV-Maßnahmen bei Kleinantrieben	91
8.1	Integrierte Motorregler	91
8.2	Antriebssysteme mit extern verbautem Motorcontroller	93
8.3	Encoder in elektrischen Kleinantrieben	94
8.3.1	Störaussendung von Codern	94
8.3.2	Störfestigkeit von Codern	95
9	Ergänzende Maßnahmen zur Erhöhung der Robustheit	97
9.1	Codierung	97
9.2	Komplementärsignale (Linedriver)	99
9.3	Robustheit unterschiedlicher Schnittstellen	100

Literatur	102
Abbildungsverzeichnis	104
Sachregister	108