

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-Gleichtaktstörungen 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, Kurzzeitunterbrechungen 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 verbautelem Motorcontroller	93
8.3	Encoder in elektrischen Kleinantrieben	94
8.3.1	Störaussendung von Encodern	94
8.3.2	Störfestigkeit von Encodern	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