

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen, Indizes und Schaltplanzeichen	XI
1 Einführung	1
1.1 Allgemeines zum elektrischen Antrieb	1
1.1.1 Aufgabenstellung	1
1.1.2 Antriebskomponenten	2
1.1.3 Leistungsbereich	3
1.1.4 Unterscheidungsmerkmale	3
1.1.5 Maschinengruppen und Leistungsklassen	3
1.1.6 Auswahl der zu behandelnden Antriebsarten	5
2 Elektrische Antriebe ohne kontinuierliche Drehzahlsteuerung, dargestellt am Beispiel der Asynchronmaschine mit Käfigläufer	6
2.1 Überblick über Leistungsbereich, Arten der Asynchronmaschine, Antriebskomponenten und -anwendungen	6
Leistungsbereich	6
Einphasen-Asynchronmaschinen	6
Antriebskomponenten und -anwendungen	10
2.2 Anpassung des elektrischen Antriebes an die Arbeitsmaschine	11
Anpassung der Drehzahl	12
Konstantes Gegenmoment	14
Kalandermoment	14
Lüftermoment	15
Drehmaschinenmoment	15
2.3 Der Antriebsmotor	15
2.3.1 Betriebswerte des Motors	15
2.3.2 Anpassung des Motors an die Einsatzbedingungen	17
Bauform und Aufstellungsart	17
Schutzart	17
Aufstellungshöhe	18
Temperatur des Kühlmediums	20
Netzbedingungen	20

	Anpassung der Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie der Asynchronmaschine an die der Arbeitsmaschine	21
	Trägheitsmoment der Arbeitsmaschine (Hochlaufzeit)	23
2.3.3	Anlaßverfahren	24
	Teilspannungsanlauf	24
	Verminderung der Anlaßverluste durch Einsatz polumschaltbarer Asynchronmaschinen	26
2.3.4	Polumschaltbare Asynchronmotoren	30
2.3.5	Bremsen und Umsteuern	36
	Gegenstrombremsung	36
	Gleichstrombremsung	38
	Übersynchrones Bremsen	41
2.3.6	Betriebsarten elektrischer Maschinen	42
	Betriebsart S1: Dauerbetrieb	43
	Betriebsart S2: Kurzzeitbetrieb	44
	Betriebsart S3: Aussetzbetrieb ohne Einfluß des Anlaufes auf die Maschinenerwärmung	44
	Betriebsart S4: Aussetzbetrieb mit Einfluß des Anlaufes auf die Maschinenerwärmung	44
	Betriebsart S5: Aussetzbetrieb mit Einfluß des Anlaufes und der Bremsung auf die Maschinenerwärmung	45
	Betriebsart S6: Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung	45
	Betriebsart S7: Ununterbrochener Betrieb mit Anlauf und Bremsung	46
	Betriebsart S8: Ununterbrochener Betrieb mit periodischer Drehzahländerung	47
	Trägheitsfaktor und Trägheitskonstante	47
2.3.7	Zulässige Erwärmung der temperaturkritischen Maschinenteile und Lebensdauer von Isoliersystemen	48
	Isolierte Wicklungen	49
	Kommutatoren und Schleifringe	51
	Lager	52
	Läuferkäfig	52
2.3.8	Schutz elektrischer Maschinen vor thermischer Überlastung	52
	Thermisch oder magnetisch verzögerte Überlastrelais	52
	Temperaturfühler	53
	Schutz der Läuferwicklung	57
	Thermischer Motorschutz durch Rechenschaltungen	58
2.3.9	Lagerschadenfrüherkennung	58
2.3.10	Elektrische Maschinen für explosionsgefährdete Bereiche	59
2.3.11	Geräusche	64
	Schall, Schalldruck, Schalldruckpegel	64
	Schallspektren, Schallbewertung	65
	Bezugsquader, Meßfläche, Meßpfade, Meßpunkte	69
	Meßflächenschalldruckpegel	69
	Schalleistungspegel	70
	Meßverfahren und Meßgeräte	71
	Geräusche elektrischer Maschinen	71

	Aerodynamisches Geräusch	72
	Elektromagnetisch angeregtes Geräusch	72
	Lagergeräusch	72
	Bürstengeräusch	73
	Geräuschminderung durch sekundäre Maßnahmen	73
	Geräuschgrenzwerte	73
2.3.12	Mechanische und elektrische Beanspruchungen bei Schaltvorgängen	74
	Einschalten der stillstehenden Maschine mit anschließendem Hochlauf	75
	Wiedereinschalten auf Restfeld	77
	Reversieren	79
	Stoßkurzschluß	79
	Schaltüberspannungen und Schaltstoßspannungen	79
3	Verfahren zur Drehzahlbeeinflussung mit geringem Aufwand	85
3.1	Drehzahlsteuerung der Asynchronmaschine mit Käfigläufer über die Größe der Statorspannung	85
3.2	Drehzahlsteuerung bzw. -regelung der Asynchronmaschine mit Schleifringläufer	90
3.2.1	Drehzahlsteuerung durch Verändern des Läuferwiderstandes	90
	Stromortskurve und Drehmoment-Drehzahlkennlinien	91
	Vorschaltwiderstände und -widerstandsgeräte, Widerstandsanlasser und -steller	95
	Anpassung des Vorschaltwiderstandes an Asynchronmaschine und Arbeitsmaschine	100
	Anwendungen	101
3.2.2	Drehzahlsteuerung durch Verändern einer Spannungsschwelle im Läuferkreis: Die untersynchrone Stromrichter-kaskade	104
	Schaltung und grundsätzliche Wirkungsweise	104
	Stromortskurven und Kennlinien der Asynchronmaschine im Kaskadenbetrieb	107
	Stromortskurven des gesamten Antriebes	113
	Einfluß der durch den maschinenseitigen Stromrichter bedingten Stromüberschwingungen auf das Betriebsverhalten der Asynchronmaschine	114
	Projektierungshinweise	121
	Schaltungsvarianten	124
	Die untersynchrone Stromrichter-kaskade als drehzahl geregelter Antrieb	127
	Anwendungen	130
3.2.3	Drehzahlsteuerung durch Einprägen des Rotorstromes nach Betrag und Winkelgeschwindigkeit: Die doppeltgespeiste Drehstrommaschine für kleinen Drehzahlstellbereich	131

4	Stromrichter­kaskaden für gegenläufigen, untersynchronen und übersynchronen Betrieb	138
4.1	Gegenläufiger Betrieb	139
4.2	Übersynchroner Betrieb	142
	Literaturverzeichnis	146
	Sachverzeichnis	149