

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
	Lütermoment	15
	Drehmaschinennmoment	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

Inhaltsverzeichnis

Aerodynamisches Geräusch	72
Elektromagnetisch angeregtes Geräusch	72
Lagergeräusch	72
Bürstengeräusch	73
Geräuschkinderung 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 Stromrichterkaskade	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 Stromoberschwingungen auf das Betriebsverhalten der Asynchronmaschine	114
Projektierungshinweise	121
Schaltungsvarianten	124
Die untersynchrone Stromrichterkaskade als drehzahlgeregelter Antrieb	127
Anwendungen	130
3.2.3 Drehzahlsteuerung durch Einprägen des Rotorstromes nach Betrag und Winkelgeschwindigkeit: Die doppeltgespeiste Drehstrommaschine für kleinen Drehzahlstellbereich	131

Inhaltsverzeichnis

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