

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Teil I: Elektrotechnik	1
1 Grundbegriffe	3
1.1 Elektrische Ladung	3
1.2 Elektrischer Strom	5
1.3 Elektrische Spannung	7
1.4 Elektrischer Widerstand	9
1.5 Elektrischer Stromkreis	11
2 Verhalten elektrischer Widerstände	13
2.1 Das Ohmsche Gesetz	13
2.2 Leitungswiderstand	14
2.3 Widerstand und Temperatur	17
2.3.1 Temperaturfühler in der Kältetechnik	19
2.4 Schaltungen elektrischer Widerstände	22
2.4.1 Reihenschaltung elektrischer Widerstände	23
2.4.1.1 Funktionsbeschreibung des Thermistor-Motorschutzes	25
2.4.1.2 Spannungsfall auf Zuleitungen	27
2.4.2 Parallelschaltung elektrischer Widerstände	29
2.4.3 Gemischte Schaltungen	32
2.4.4 Wicklungswiderstände in Verdichtermotoren	34
2.4.4.1 Wechselstromverdichter	34
2.4.4.2 Drehstromverdichter	36
2.4.5 Brückenschaltung	38
3 Elektrische Energie	45
3.1 Elektrische Arbeit und elektrische Leistung	45
3.2 Leistungsverluste	48
3.3 Leistungsermittlung von Kälteanlagen	52
3.3.1 Direkte Leistungsmessung	53
3.3.2 Zähler und Zählerkonstante	54
3.4 Kälteanlagen und Stromkosten	55
3.5 Der elektrische Wirkungsgrad	56
4 Kondensator und Kapazität	59
4.1 Kapazität von Kondensatoren	59
4.2 Schaltung von Kondensatoren	61
4.3 Lade- und Entladeverhalten von Kondensatoren	64
5 Magnetische Wirkung des elektrischen Stromes	69
5.1 Magnetische Grundeigenschaften	69

5.2	Stromdurchflossener Leiter, Induktivität und Spule	71
5.3	Ein- und Ausschaltverhalten einer Spule	74
6	Grundlagen der Wechselstromlehre	77
6.1	Darstellung sinusförmiger Wechselgrößen	77
6.2	Definition der Grundgrößen	79
6.3	Ohmscher Widerstand im Wechselstromkreis	81
6.4	Induktivität im Wechselstromkreis	83
6.4.1	Phasenverschiebung, Blindwiderstand, Blindleistung	83
6.4.2	Induktivität und Ohmscher Widerstand	86
6.4.2.1	Reihenschaltung Induktivität und Ohmscher Widerstand	86
6.4.2.2	Parallelschaltung Induktivität und Ohmscher Widerstand	91
6.4.3	Berechnungen kältetechnischer Komponenten	95
6.5	Kondensator im Wechselstromkreis	99
6.5.1	Phasenverschiebung, Blindwiderstand, Blindleistung	99
6.5.2	Kondensator und Ohmscher Widerstand	101
6.6	Blindstromkompensation kältetechnischer Anlagen	101
6.7	Spannungsfall bei Wechselstromverbrauchern	109
7	Grundlagen des Dreiphasenwechselstromes (Drehstrom)	113
7.1	Kennzeichen des Dreiphasenwechselstromes	113
7.2	Ohmsche Verbraucher an Dreiphasenwechselstrom	117
7.2.1	Sternschaltung	117
7.2.1.1	Störungen an Drehstromverbrauchern in Sternschaltung	119
7.2.2	Dreieckschaltung	122
7.2.2.1	Störungen an Drehstromverbrauchern in Dreieckschaltung	124
7.2.3	Änderung der Abtauleistung durch Stern-Dreieck-Umschaltung	127
7.3	Verdichter (Motor) an Dreiphasenwechselstrom	130
7.4	Spannungsfall und Leistungsverlust im Drehstromnetz	133
8	Elektrische Antriebe in der Kältetechnik	137
8.1	Erzeugung eines Drehfeldes	137
8.2	Drehzahl, Drehmoment und Leistung	138
8.3	Der Wechselstrommotor im Kälteanlagenbau	140
8.3.1	Aufbau und Betriebsverhalten	140
8.3.2	Der Motorschutzschalter	145
8.4	Der Drehstrommotor im Kälteanlagenbau	146
8.4.1	Betriebsverhalten	146
8.4.2	Verfahren zur Anlaufstrombegrenzung	150
8.4.2.1	Die Anlaufentlastung von Verdichtern	151
8.4.2.2	Der Stern-Dreieck-Anlauf	152
8.4.2.3	Der Teilwicklungsanlauf	153
8.4.2.4	Der Widerstandsanlauf	155
8.4.2.5	Die Drehzahländerung	157
8.4.3	Drehzahlveränderbare Motoren	158
8.5	Angaben des Leistungsschildes eines Motors	162

Teil II: Steuerungstechnik	165
9	Grundlagen der Steuerungstechnik für die Kältetechnik 167
9.1	Kenngößen einer Steuerung 167
9.2	Normgerechte Darstellung von ausgewählten Betriebsmitteln 169
9.3	Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel 173
9.4	Aufbau und Wirkungsweise wichtiger Betriebsmittel für kältetechnische Steuerungen 178
9.4.1	Schütz, Relais 178
9.4.2	Schalter, Taster 181
9.4.3	Zeitrelais 183
9.4.4	Abtauuhr 186
9.4.5	Abtauheizung und Kurbelwannenheizung 188
9.4.6	Thermostat und Pressostat 192
9.5	Schaltungsunterlagen 193
9.6	Einfache Kontaktsteuerungen 197
10	Sicherheitseinrichtungen in kältetechnischen Steuerungen . . . 205
10.1	Leitungsschutz und Motorschutzeinrichtungen 205
10.1.1	Kurzschlusschutz 205
10.1.2	Thermischer Überstromauslöser 206
10.1.3	Motorschutzscharter 208
10.1.4	Thermistor-Motorschutz 209
10.1.5	Öldruckdifferenzschalter 212
10.1.6	Druckgasüberhitzungsschutz, Wärmeschutzthermostat 215
10.1.7	Hoch- und Niederdruckpressostate 217
10.2	Die Sicherheitskette in einer Steuerung 218
10.2.1	Sammelstörmeldung ohne Resetfunktion 219
10.2.2	Einzelstörmeldung ohne Resetfunktion 220
10.2.3	Sammelstörmeldung mit Resetfunktion 221
10.2.4	Einzelstörmeldung mit Resetfunktion 222
10.2.5	Resetfunktion und Ruhestromprinzip 223
11	Anlaufstrombegrenzung von Verdichtern 227
11.1	Stern-Dreieck-Anlauf 227
11.2	Teilwicklungsanlauf 231
11.3	Widerstandsanlauf 234
12	Verdichtersteuerungen 239
12.1	Absaugaltungen 239
12.1.1	Pump down Schaltung 239
12.1.2	Pump out Schaltung 240
12.1.3	Steuerungsbeispiele 241
12.2	Leistungsgeregelter Verdichter 245
12.3	Schraubenverdichter 248

Inhaltsverzeichnis

13	Drehzahlsteuerungen in der Kältetechnik	255
13.1	Getrennte Wicklungen	255
13.2	Angezapfte Wicklungen (Dahlanderschaltung)	258
13.3	Drehzahlveränderbarer Verflüssigerventilator	262
13.3.1	Verflüssigerventilator mit Stern-Dreieck-Schaltung	263
13.3.2	Verflüssigerventilator mit Dahlanderschaltung	265
14	Kälteanlagentechnische Steuerungen	269
15	Elektronische Komponenten in der Steuerungstechnik für Kälte- und Klimaanlage	281
15.1	Elektronischer Motorstart	281
15.2	Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS	284
16	Netzsysteme nach DIN VDE 0100 Teil 300	289
16.1	Bedeutung der Kurzzeichen	289
16.2	Netzsysteme	290
16.2.1	TN-C-Netz	290
16.2.2	TN-S-System	291
16.2.3	TN-C-S-System	291
16.2.4	TT-Netz	292
16.2.5	IT-System	292
	Literatur-/Bildnachweis	295
	Stichwortverzeichnis	297