



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische, elektronische,
mechatronische und informations-
technische Berufe

Tabellenbuch

Automatisierungstechnik

Kompendium der Automatisierung

Tabellen

Formeln

Normenanwendung

1. Auflage

Bearbeitet von Lehrern, Physikern und Ingenieuren an beruflichen Schulen
und Produktionsstätten (siehe Rückseite)

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 50823

Autoren des Tabellenbuches Automatisierungstechnik

Dahlhoff, Heinrich	Dipl.-Physiker	Meppen
Grimm, Bernhard	Oberstudienrat	Leonberg
Häberle, Gregor	Dr.-Ing., Abteilungsleiter	Tettnang
Häberle, Heinz	Dipl.-Gewerbelehrer, VDE	Kressbronn
Schiemann, Bernd	Dipl.-Ing.	Durbach
Schmid, Dietmar	Dr.-Ing., Professor	Essingen
Schmitt, Siegfried	staatl. geprüfter Techniker, Techn. Oberlehrer	Bad Bergzabern

Leitung des Arbeitskreises:

Dr.-Ing. Häberle, Tettnang

Bildbearbeitung

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Diesem Buch wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Normen sowie anderer Bestimmungen und Richtlinien zugrunde gelegt (Redaktionsschluss 31.12.2012). Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Normen und jene Bestimmungen selbst.

Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE-VERLAG GmbH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin und der Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin erhältlich sind.

1. Auflage 2013

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-5082-3

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2013 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 42799 Leichlingen, www.rktypo.com

Druck: M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

Betrieb und Beruf

9 ... 48

B

Mathematik, Physik, Dokumentation, Digitaltechnik

49 ... 118

MD

B

Elektrotechnik, Computer-Hardware

119 ... 186

C

C

Messen, Steuern, Regeln, Antriebstechnik, Automatisierung

187 ... 296

A

A

Anlagen und Sicherheit

297 ... 356

AS

A
S

Arbeiten am PC, Programmierung, Programmiersprachen

357 ... 384

P

P

Betriebssysteme, Anwendersoftware

385 ... 412

BA

B
A

Datenübertragung, Internet, Anhang

413 ... 520

Ü

Ü

4 Vorwort

Vorwort zur 1. Auflage

Die Automatisierungstechnik ist die treibende Kraft der Wirtschaft unseres Landes und seiner Nachbarn im Konkurrenzkampf mit anderen Ländern. Deshalb ist in mehreren Berufen diese Technik Gegenstand der Ausbildung, vor allem aber bei Elektronikern/innen für Automatisierungstechnik. Die Auszubildenden dieses Lehrberufes erwarten nach der Abschlussprüfung die Einsatzgebiete

- Fertigungs- und Produktionsautomation,
- Verfahrens- und Prozessautomation,
- Netzautomation,
- Verkehrsleitsysteme und
- Gebäudeautomation.

In gleicher Weise anspruchsvoll sind die Inhalte der Lernfelder, die für Berufe der Automatisierungstechnik vorgesehen sind. Dem entsprechen die Seiten des vorliegenden Buches, dessen Teile nach den Themen der Lernfelder für Elektroniker für Automatisierungstechnik konzipiert sind.

Teil B: Betrieb und Beruf mit sozioökonomischen Bereichen, z. B. Organisationsformen im Betrieb, Begriffe im Arbeitsrecht, Arbeiten im Team, Präsentation durch Vortrag, Qualifikationen für Arbeiten, Unfallverhütung, Arbeitsschutz, Industriespionage.

Teil MD: Mathematik, Physik, Dokumentation, Digitaltechnik mit den anwendungsbezogenen wissenschaftlichen Grundlagen, z.B. Rechenregeln, Lösen von Gleichungen, mathematische Formeln in C, C++ und Visual Basic, logarithmische Größen, funktionsbezogene Dokumente, Symbole für Schaltpläne, binäre Verknüpfungen, KV-Diagramme, Codeumsetzer, Flipflops, digitale Zähler.

Teil C: Elektrotechnik, Computer-Hardware mit den Grundlagen der Elektrotechnik und Computertechnik, z. B. Schaltungstheorie, aktive Bauelemente, Operationsverstärker, RL-Schaltungen, RLC-Schaltungen, Filter, Stromrichter, Oberschwingungen, Leitungsberechnung, Schnittstellen, Arten von Computern, Industrie-PC.

Teil A: Messen, Steuern, Regeln, Antriebe, Automatisierung mit den Grundlagen der genannten Bereiche z. B. Messmittel, Sensoren, GRAFCET, Kleinststeuerungen, SPS-Programmierung, Sicherheits-SPS, Hilfsstromkreise, elektrische Motoren, Sicherheit von Maschinen, Lagerregelung, Drehzahlregelung, lineare Antriebe, Servomotoren, Bildverarbeitung.

Teil AS: Anlagen und Sicherheit mit z. B. Qualitätsmanagement, Auditierung, Fertigungsverfahren, Materialflussysteme, Werkzeugwechselsysteme, Lichtschranken, Schutzarten elektrischer Betriebsmittel, Schutzmaßnahmen, Schutzklassen, Basisschutz, Fehlerschutz, Überlastschutz, Kurzschlusschutz, Überspannungsschutz, Qualität der Stromversorgung, Anlagenverfügbarkeit.

Teil P: Arbeiten am PC, Programmierung, Programmiersprachen mit z. B. Datensicherung, Kopierschutz, Software-Ergonomie, Phasen der Softwareentwicklung, objektorientierte Programmierung, C-Schlüsselworte, JAVA-Programmierung, CNC-Programmierung, PAL-Programmiersysteme.

Teil BA: Betriebssysteme, Anwendersoftware mit z. B. Arbeiten mit Windows, Arbeiten mit Excel, Datenbank Access, Grafikformate, Datenformate, Datenkomprimierung, Schaltungssimulation mit PSpice, Standard Softwaresystem SAP.

Teil Ü: Datenübertragung, Internet mit z.B. Modulation und Demodulation, Multiplexverfahren, Netze der Informationstechnik, Ethernet, PROFIBUS, PROFINET, CAN-Bus, AS-i, elektronische Gebäudetechnik, LCN, Bluetooth, Komponenten für Datennetze, Internet und seine Dienste.

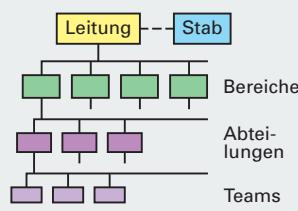
Verlag und Autoren danken für die zahlreichen Anregungen von Benutzern verwandter Bücher des Verlages Europa-Lehrmittel. Gerne nehmen wir auch künftig konstruktive Verbesserungsvorschläge für das Tabellenbuch Automatisierungstechnik entgegen. Diese können auch mit E-Mail an lektorat@europa-lehrmittel.de gerichtet sein.

Teil B: Betrieb und Beruf

Part B: Company and profession

9

Betrieb



Organisationsformen in Unternehmen	10
Bereiche der betrieblichen Organisation	11
Rechtsgeschäfte des Betriebes	12
Begriffe im Arbeitsrecht	13
Bestandteile eines Tarifvertrages	14
Systematisches Marketing	15
Führen von Verkaufsgesprächen	16
Präsentation durch Vortrag	17
Durchführung von Schulungen	18

B

Beruf



Vorgang	Arbeitspaket	Aufwand PT	Dauer T	zuständig
V1	1010	30	20	MA 1 MA 2
V2	1020	30	20	MA 1 MA 3
V3	2010	5	5	MA 4
V4	2020	10	10	MA 5

Arbeiten im Team	19
Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten in Automatisierungsanlagen	20
Elektrotechnische Arbeiten in Automatisierungsanlagen	21
Unfallverhütung	22
Lärm und Lärmschutz	24
Arbeitssicherheit	25
Zusammenarbeit bei der Produktentwicklung, Projektarbeit	28
Moderation von Workshops	29
Durchführung von Projekten	30
Prozesse analysieren und gestalten	32
Erstellen eines Angebotes	33
Computerunterstützte Planung eines Auftrages	34
Kosten und Kennzahlen	35
Kalkulation der Kosten	36
Betriebsabrechnungsbogen BAB	37
Gesetzlicher Datenschutz	38
Industriespionage	39
Knowhow-Schutz beim Umgang mit Dokumenten	40
Arten von Computerviren	41
Weitere Gefahren durch Computer-Sabotage	42
Maßnahmen gegen Computerviren	44
Firewall-Systeme	45
Zugriffsschutz bei der Internet-Kommunikation	46
Umgang mit Elektroschrott	47
Umwelttechnische Begriffe	48

M
D

C

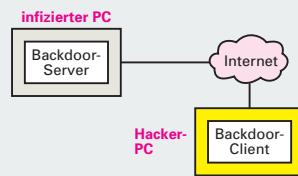
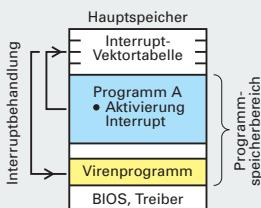
A

A
S

P

B
A

Ü



Technischer Arbeitsschutz (Fortsetzung)

Bereiche	Beschreibung	Bemerkungen
Biologische Arbeitsstoffe	 <p>Unter biologischen Arbeitsstoffen versteht man <i>Mikroorganismen</i> (auch gentechnisch veränderte), die beim Menschen Infektionen hervorrufen können oder toxische (giftige) oder sensibilisierende (empfindlich machende) Eigenschaften besitzen. Darüber hinaus werden auch Endoparasiten (Parasiten, die im Menschen leben) sowie BSE- (Rinderwahn)/TSE- (übertragbares Hirnleiden) Erreger erfasst.</p>	Aufgabe des Arbeitgebers ist es, erforderliche Maßnahmen zum Schutz des Beschäftigten zu treffen. Die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (BioStoffV) regelt diese Maßnahmen. Kernpunkt dieser Verordnung ist die Gefährdungsbeurteilung nach § 5 ArbSchG. www.bmu.de
Geräte- und Produktsicherheit	 <p>Das <i>Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)</i> trat am 01.12.2011 in Kraft und löst das bisherige Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (<i>GPSG</i>) ab. Es stärkt als zentrale Vermarktungs- und Sicherheitsvorschrift für Produkte im europäischen Verbund den Schutz von Beschäftigten und Verbrauchern.</p>	Das <i>ProdSG</i> intensiviert auch die Zusammenarbeit zwischen Marktüberwachung (in Länderhoheit) und dem Zoll. Mit seiner Aussage: „Geprüfte Sicherheit“ trägt es maßgeblich zu einem wirksamen Verbraucherschutz bei.
Anlagen- u. Betriebssicherheit	 <p>Die <i>Betriebssicherheitsverordnung</i> umfasst Arbeitsschutzanforderungen für die Arbeitsmittelbenutzung und den Betrieb von überwachungsbedürftigen Anlagen. Sie regelt die Mindestanforderungen für deren Beschaffungen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Einheitliche Gefährdungsbeurteilung für Bereitstellung und Benutzung. • Einheitliche sicherheitstechnische Bewertung. • „Stand der Technik“ als wesentlicher Sicherheitsmaßstab.
Lastenhandhabung	 <p>Bei vielen Tätigkeiten werden Gegenstände, Werkzeuge und Arbeitsmittel durch <i>Muskelkraft</i> bewegt, schwere Lasten oft oder in ungünstigen Körperhaltungen getragen. Dadurch können Schäden am Muskel-Skelett-System, insbesondere der Wirbelsäule auftreten.</p>	<p>Durch Gefährdungsbeurteilung, Information, Training und sinnvolle Gestaltung der Arbeitsaufgaben lassen sich Schädigungen vermeiden oder vermindern.</p> <p>Zu beachten sind <i>Beschäftigungsverbot</i> entsprechend <i>Mutterschutzgesetz</i>, <i>Mütter-Arbeitsschutzverordnung</i> sowie <i>Jugendarbeitsschutzgesetz</i>.</p>
Baustellensicherheit	 <p>Die <i>Arbeitsbedingungen auf Baustellen</i> sind gekennzeichnet durch ständige Veränderungen der Arbeitsumgebung, hohe körperliche Anforderungen, große Unfallgefahren, hohen Zeit- und Termindruck sowie ungünstige Witterungseinflüsse.</p> <p>Die gesetzlichen Regelungen stehen in Verordnungen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • In der <i>Arbeitsstättenverordnung</i>: Technische Mindestanforderungen für Baustellen. • In der <i>Betriebssicherheitsverordnung</i>: Besondere Anforderungen für zeitweilige Arbeiten an hochgelegenen Arbeitsplätzen. • In der <i>Baustellenverordnung</i>: Organisatorische Mindestanforderungen zur Verbesserung der Sicherheit auf Baustellen.
Neue Kennzeichnung für Gefahrstoffe		(Umsetzungsfristen: 01.12.2010 für Stoffe, 01.06.2015 für Gemische).
GHS 08	 <p>Das <i>Global Harmonisierte System (GHS)</i> der Vereinten Nationen stuft chemische Stoffe und Gemische weltweit nach identischen Kriterien ein und löst damit die bisherigen europäischen Regelungen ab.</p> <p>Das GHS wurde als <i>CLP-Verordnung</i> über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures) in der EU eingeführt und trat 2009 in Kraft.</p>	<p>Wesentliche Änderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neue Piktogramme (Rauten), darunter drei neue. • 28 Gefahrenklassen mit Unterteilung in Kategorien. • Neue Gefahrenhinweise, H-Hinweise (hazard statements), bisher R-Sätze. • Neue Sicherheitshinweise, P-Hinweise (precautionary statements), bisher S-Sätze. • Zwei neue Signalworte: Gefahr und Achtung.
Gesundheitsgefahr		

B

M
D

C

A

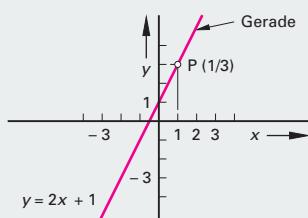
A
S

P

B
A

Ü

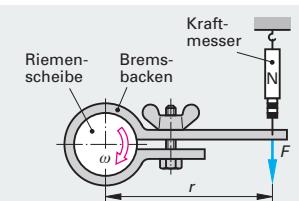
Mathematik



Formelzeichen dieses Buches	50
Größen und Einheiten	53
Vorsätze und datentechnische Größen	55
Rechenregeln	56
Winkel, Winkelfunktionen	58
Beziehungen zwischen Winkelfunktionen	59
Mathematische Formeln in C, C++ und Visual Basic	60
Potenzen, Logarithmen, Dreisatzrechnung	61
Logarithmische Maße, Dezibel	62
Zahlenumwandlungen	63

 M
D

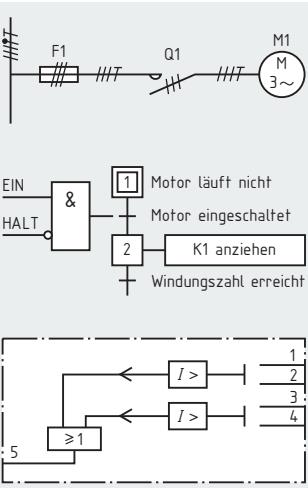
Physik



Längen, Flächen	64
Körper und Masse	65
Mechanik	66
Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand	68
Leistung, Arbeit, Energie, Wärme	69
Elektrisches Feld, Kondensator	70
Magnetisches Feld, Induktion	71
Schaltungen mit passiven Bauelementen	72
Schalten von Kondensatoren und Spulen	73

C

Dokumentation



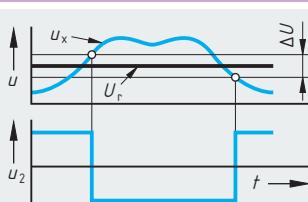
Erstellen einer Dokumentation über Geräte oder Anlagen	74
Schaltpläne als funktionsbezogene Dokumente	76
Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente	78
Kennzeichnung in Schaltplänen	79
Schaltzeichen für Stromlaufpläne	81
Binärelemente, Bussysteme, Telekommunikation	85
Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne	88
Analoge Informationsverarbeitung und Zähler	89
Schaltzeichen für Leitungen, Installationspläne und Installationsschaltpläne	90
Symbole für Messgeräte und Programmablaufpläne	91
Symbole Pneumatik, Hydraulik	92
Elemente von Struktogrammen	93
Symbole der Verfahrenstechnik	94
Darstellung von Körpern	98
Bemaßung, Maßlinien, Schnitte	99
Maßeintragung	100
Baugruppenzeichnungen und Stücklisten	101
Programmdokumentation (Software)	102
Lastenheft, Pflichtenheft	103
Grafische Darstellung von Funktionen	104

A

 A
S

P

Digitaltechnik



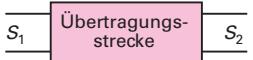
Bar-Codes	107
Leitungscodes	109
DA-Umsetzer, AD-Umsetzer	110
Binäre Verknüpfungen	111
Regeln und Gesetze der Schaltalgebra	112
Codeumsetzer	114
Flipflops und Komparatoren	115
KV-Diagramme für sequentielle Schaltungen	116
Digitale Zähler, Schieberegister	117

 B
A

Ü

Logarithmische Maße, Dezibel

Logarithmic dimensions, dB

Begriff, Erklärung	Formel, Hinweis	Bemerkungen
Abstandsmaße in Dezibel DB		
Übertragungsfaktor T Verstärkungsfaktor V Dämpfungsfaktor D	Zunahme >1 und Abnahme <1: $T = S_2/S_1$ $V = S_2/S_1$ $D = S_1/S_2$	 S_1, S_2 Übertragungsgrößen, z.B. U
Logarithmische Teilung ist gegenüber der linearen Teilung vorteilhaft bei sehr großen Zahlen- unterschieden.	$\begin{array}{ccccc} 1 & 10 & 100 & 1000 & 10000 \\ 10^0 & 10^1 & 10^2 & 10^3 & 10^4 \end{array}$ Es liegt nahe, für Zahlenangaben die Hochzahlen, also die Logarithmen, zu verwenden.	Bei einem Zahlenbereich von 1 bis 10000 wäre bei linearer Teilung der Bereich 1 bis 10 nur 1 Tausendstel, also nicht erkennbar.
Leistungsbezogene Maße Verstärkungsmaß G Dämpfungsmaß A Zur Kennzeichnung des logarithmischen Maßes setzt man hinter den eigentlich einheitslosen Zahlenwert den Zusatz dB an Stelle einer Einheit.	Maße, leistungsbezogene $G = 10 \lg (P_2/P_1) \text{ dB}$ 1 $A = 10 \lg (P_1/P_2) \text{ dB}$ 2 $G = -A$ 3 $A = -G$ 4 dB für Dezibel (sprich Dezi-Bell) nach dem amerikanischen Wissenschaftler Bell	Eine Filterschaltung nimmt die Leistung von 500 mW auf und gibt 250 mW ab. Wie groß sind a) Dämpfungsfaktor D und b) Dämpfungsmaß A ? a) $D = S_1/S_2 = 500 \text{ mW}/250 \text{ mW} = 2$ b) $A = 10 \lg (500 \text{ mW}/250 \text{ mW}) = 3,01 \text{ dB}$
Spannungsbezogene Maße, druckbezogene Maße Verstärkungsmaß G Dämpfungsmaß A Schalldruck-übertragungsmaß \tilde{U}_p Auch hier Zusatz dB an Stelle einer Einheit.	Sonstige Maße $G = 20 \lg (U_2/U_1) \text{ dB}$ 5 $G = -A$ 6 $A = 20 \lg (U_1/U_2) \text{ dB}$ 7 $A = -G$ 8 $\tilde{U}_p = 20 \lg (p_2/p_1) \text{ dB}$ 9 	Ein Verstärker nimmt 3 mV auf und gibt 5 V ab. Wie groß sind a) Verstärkungsfaktor, b) Verstärkungsmaß und Dämpfungsmaß? a) $V = U_2/U_1 = 5 \text{ V}/3 \text{ mV} = 1667$ b) $G = 20 \lg (U_2/U_1) = 20 \lg(5 \text{ V}/3 \text{ mV}) = 64,4 \text{ dB}$ $A = -G = -64,4 \text{ dB}$
Pegel in dB (*) (* steht für ergänzende Angabe)		
Pegel, allgemein	Ein Pegel ist der Abstand von einem vereinbarten Bezugspunkt aus.	Der Bezugspunkt sollte bei Pegelangaben genannt werden.
Leistungspegel L_p Kennzeichnung durch dB (1 mW) oder dBm Spannungspegel L_u Kennzeichnung durch dB (1 μV) oder dB μ Schalldruckpegel L_p eigentlich Kennzeichnung durch dB ($20 \text{ }\mu\text{N/m}^2$)	Pegel $L_p = 10 \lg (P/1 \text{ mW}) \text{ dBm}$ 10 $L_u = 20 \lg (U/1 \text{ }\mu\text{V}) \text{ dB}\mu$ 11 $L_p = 20 \lg (p/20 \text{ }\mu\text{Pa}) \text{ dB}\mu$ 12	Die vereinbarten Bezugspunkte sind bei L_p 1 mW, bei L_u 1 μV , bei Schalldruckpegel L_p $20 \text{ }\mu\text{N/m}^2 = 20 \text{ }\mu\text{Pa}$ Eine Antenne liefert 80 mV. $L_u = ?$ $L_u = 20 \lg (U/1 \text{ }\mu\text{V}) = 20 \lg (80 \text{ mV}/1 \text{ }\mu\text{V}) = 98 \text{ dB}\mu$
Bewerteter Schalldruck-pegel Kennzeichnung je nach Korrektur durch dB(A), dB(B) oder dB(C). Bevorzugt wird dB (A) verwendet.	Gemessen wird der Schalldruckpegel, die Messwerte werden für Frequenzen ungleich 1000 Hz durch ein Filter A, B oder C verändert.	Der bewertete Schalldruckpegel in dB(A) entspricht weitgehend der vom Menschen empfundenen Lautstärke in phon.
A Dämpfungsmaß (von attenuation) D Dämpfungsfaktor G Verstärkungsmaß (von gain) L_p Leistungspegel (von level) L_p Schalldruckpegel	L_u Spannungspegel lg Zehnerlogarithmus P Leistung p Druck T Übertragungsfaktor	U Spannung V Verstärkungsfaktor Indizes: 1 Eingang, 2 Ausgang der Übertragungsstrecke

M
D

C

A
S

P

B
A

Ü

Vergleich von Schaltzeichen 1

Comparison of circuit symbols 1

83

USA, z. B. ANSI und NEMA	praxisüblich, z. B. EN	Benennung	USA, z. B. ANSI und NEMA	praxisüblich, z. B. EN	Benennung
Allgemeine Schaltzeichen			Analoge Elemente		
		Wirkwiderstand, Resistance			Summierer
		Kondensator, Capacitor			Integrierer
		Masse, Ground			Komparator, Vergleicher
		Wechselspannungs-Erzeuger, AC-Generator	DAU (DAC) und ADU (ADC)		
		Gleichspannungs-Erzeuger, CD-Generator			Digital-Analog-Umsetzer DAU, DA-Converter DAC
		Diode			Analog-Digital-Umsetzer ADU, AD-Converter ADC
		Schottky-Diode	Multiplexer, Demultiplexer		
		Z-Diode			Multiplexer 4 auf 1
		LED Light Emitting Diode			Demultiplexer 1 auf 4
Verstärker			Binäre Elemente		
	a) b)	Verstärker, allgemein	a) b)	a) b)	UND-Elemente, AND-Element
	a) b)	Operationsverstärker, unbeschaltet. IEC-Symbol auch für beschaltet, wenn ∞ durch Angaben der Verstärkung ersetzt ist.	a) b)	a) b)	ODER-Element a) EN Form b) nur bei Eindeutigkeit
	a) b)	Verstärker, invertierend, z. B. als Anpassglied (Buffer = Puffer)	a) b) c) d)	a) b)	NICHT-Element, NOT-Element
		Verstärkerellement mit komplementären Ausgängen, z. B. Leitungstreiber.			XOR-Element, Exklusiv-ODER, Antivalenz
	American National Standard Institute			3 Zustände, H, L und hochohmig	
	Europa-Norm			Z-Diode zur Spannungsbegrenzung (Zener-Diode)	
	Licht emittierende Diode		a) b)	a) und b) verschiedene Formen für dasselbe Element	
	National Electrical Manufacturer Association				

M
D

C

A

A
S

P

B
A

Ü

Symbole der Prozessleittechnik 1

Symbols for process control 1

95

Leitungen, Anschlüsse, Signalkennzeichnung				vgl. DIN EN 62424 (2010-01)	
—	Rohrleitung	—	EMSR ¹ -Leitung	— E —	Signalleitung, elektrisch
— A —	Signalleitung, pneumatisch	— ↗ —	Leitung, hydraulisch	↗↗	Lichtwellenleiter
-----	Wirkungslinie	E	Einheitssignal, elektrisch	A	Einheitssignal, pneumatisch
○	Analogsignal	#	Digital signal	⊓	Binärsignal
⊓	Impulsgeber	— + —	Verbindungsreie Kreuzung	— ● —	Leitungsverbindung
¹ EMSR Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik					
Regler					
	Regler allgemein, Ausgang rechts		PID-Regler, steigendes Aus- und Eingangssignal		PI-Regler, Ausgang fallend, Eingang steigend
	Dreipunktregler mit schaltendem Ausgang		Zweipunktregler mit schaltendem Ausgang		Regler als Softwarefunktion
Streckeneinwirkung					
▽	Stellglied, Stellart	○	Stellantrieb allgemein	○ ▽	Stellgerät mit Stellglied bzw. Stellort
○ ↓	Stellantrieb, bei Ausfall der Hilfsenergie Stellung für Höchstwert	○ ↓	Stellantrieb, bei Ausfall der Hilfsenergie Stellung für Mindestwert	○ ↑	Stellantrieb, bei Ausfall der Hilfsenergie bleibt das Stellgerät in der zuletzt eingenommenen Stellung
Aufnehmer, Sensoren					
	Aufnehmer für Durchfluss, allgemein		Turbinendurchflussaufnehmer		Induktiver Durchflussaufnehmer
	Temperaturaufnehmer, allgemein		Thermoelement		Druckaufnehmer, allgemein
	Aufnehmer für Stand, allgemein		Kapazitativer Aufnehmer für Stand		Aufnehmer für Stand mit Schwimmer
	Aufnehmer für Stand, Lichtempfänger		Aufnehmer für CO ₂ -Gehalt		Aufnehmer für pH-Wert
	Aufnehmer für Strahlung, allgemein		Aufnehmer für Geschwindigkeit, Drehzahl, Frequenz allg.		Aufnehmer für Abstand, Länge, Stellung allgemein
	Ovalradzähler, Verdrängerprinzip		Leitfähigkeitsaufnehmer		Aufnehmer für Gewichtskraft, Masse, allgemein
Bediengeräte, Steuergeräte, Zubehör					
	Einsteller, allgemein		Signaleinsteller für elektrisches Einheitssignal mit Anzeiger		Schaltgerät, allgemein
	Automatischer Messstellenabfrageschalter	+ / -	Oberer Grenzwert Zwischenwert Unterer Grenzwert		Steuengerät (Basissymbol)
	Membran-Stellantrieb	(M)	Motor-Stellantrieb		Magnet-Stellantrieb
	Kolben-Stellantrieb	⚡	Feder-Stellantrieb	▷	Ventilstellglied

M
D

C

A

A
S

P

B
A

Ü

Merkmal	Erklärung	Bemerkungen, Beispiele
Bestandteile eines Lastenheftes		
Inhaltsverzeichnis	Das Inhaltsverzeichnis enthält die Kapitelüberschriften des Lastenheftes.	Jedes Kapitel besitzt eine Kapitelnummer.
Auftraggeber	Der Auftraggeber des Projektes ist zu nennen.	Name, Abteilung, Telefon, E-Mail-Adr.
Zweck des Projektes	Beschreibung von Projektanlass und Projektziel.	Verbesserte Performance (Betriebs-eigenschaften), geringere Wartungs-kosten.
Ausgangssituation	Beschreibung bestehender Systeme, Datenstruktu-ren, organisatorischer Abläufe.	Beschreibung der Nachteile der gegen-wärtigen Situation.
Aufgabenstellung	Beschreibung aus Sicht des Auftraggebers.	Neue Funktionen, Benutzerdialoge, Ausgabedaten an Drucker.
Randbedingungen	Beschreibung der Anbindung, Einbindung existie-render Lösungen.	Schnittstellen zu existierenden Geräten, Datenbanken, Programmen.
Terminrahmen	Nennung des Endtermines, ggf. Zwischentermine.	Begründung wegen der Wichtigkeit des Projektes, z. B. Kundenwunsch. Investitionen, Kosten.
Kostenrahmen	Angabe der zur Verfügung stehenden Mittel.	

M
D

C

Bestandteile eines Pflichtenheftes		
Inhaltsverzeichnis	Auflistung der Kapitelüberschriften.	Kapitel mit Kapitelnummern.
Auftraggeber	Wie im Lastenheft beschrieben.	Siehe Lastenheft.
Zweck des Projektes	Wie im Lastenheft beschrieben.	Siehe Lastenheft.
Analyse Istsituation	Beschreibung der Istsituation bzgl. z.B. Anzahl Benutzer, Funktionen, Performance, Schnittstellen, Datenfluss, tangierte Systeme.	Beschreibung Wartungsaufwände. Grenzen in der Lösung.
Funktions-spezifikation	Beschreibung aus Sicht des Auftragnehmers. Gliederung in Unterfunktionen. Aufzeigen funktio-naler Zusammenhänge durch Grafiken.	Beschreibung der Realisierungsmög-lichkeiten der geforderten Funktionen und deren Abhängigkeiten.
Daten-spezifikation	Analyse der Daten, Datenmengen und der Daten-flüsse, zugeordnet zu Funktionen.	Festlegung der Datentypen oder der Datenbankstrukturen.
Schnittstellen-spezifikation	Definition der Schnittstellen hardwareseitig und softwareseitig zu tangierenden Systemen. Defini-tion der Benutzeroberflächen.	Festlegung von Übertragungsverfah-ren, Bildschirmmasken, Druckerausga-ben.
Rahmen-bedingungen	Beschreibung von Voraussetzungen zum Ent-wickeln, Testen, Schulen und Produktivgehen.	Nennung von Beschaffungskosten, bei Bedarf weitere notwendige Projekt-partner.
Qualitäts-betrachtungen	Beschreibung von Maßnahmen während der Ent-wicklungsphase und von Kennzahlen in der Ein-führungsphase und im Betrieb.	Richtlinien zur Dokumentation, Soft-wareerstellung. Führen von Check-listen, Durchführung von Messungen bzgl. Zeiten, Speicherplatz.
Realisierungs-vorschlag	Unter Berücksichtigung von Marktrecherchen, der Ausgangssituation und den vorgenommenen Spe-zifikationen ist eine Empfehlung für die Realisie-rung niederzuschreiben.	Der Realisierungsvorschlag muss unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen.
Projektplanung	Arbeitspakete, Schritte der Projektumsetzung, Ter-minplanung sind festzulegen. Eine Kostenabschät-zung ist vorzunehmen.	Die Verantwortlichkeiten von Auftrag-geber und Auftragnehmer sind festzu-legen.
Kosten-Nutzen-Analyse	Den anfallenden Kosten sind die Nutzenpotenziale gegenüber zu stellen, z. B. kürzere Durchlaufzeiten.	Muss nicht unbedingt Bestandteil eines Pflichtenheftes sein.

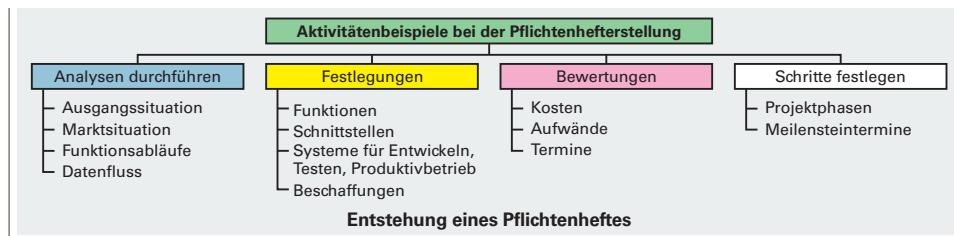
A

A
S

P

B
A

Ü



M
D

C

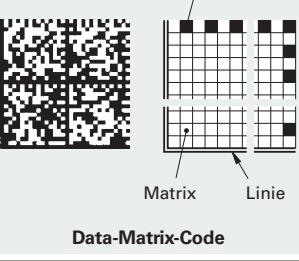
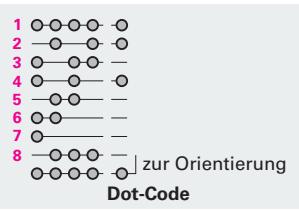
A

A
S

P

B
A

Ü

Benennung	Erklärung	Bemerkungen
Mehrzeilige Barcodes (Auswahl)		
 <p>PDF 417</p>	<p>Der Code PDF 417 besteht aus einzelnen Zeilen mit einem Bar-Code je Zeile. Der Bar-Code ist ähnlich dem EAN-Code aufgebaut. Er hat zur Verschlüsselung von 30 Datenzeichen je Zeile 30 Module. Ein Modul besteht aus vier Strichen und vier Lücken. Für alle Zeilen gibt es zur Signalisierung von Start und Stop gemeinsame Striche und Strichlücken.</p>	<p>Der PDF 417-Code ist bei AIM¹ als Standard-Code geführt (PDF von Portable Data File = transportierbares Datenfile). Zu einer Codierung gehören mindestens 3 und höchstens 90 Zeilen. Dementsprechend können bis zu $30 \times 90 = 2700$ Zeichen codiert werden. Einzelne Codeworte werden als Prüfzeichen verwendet. Die Art der Verschlüsselung legt der Anwender fest.</p>
 <p>Codablock-Code</p>	<p>Der Codablock-Code besteht aus einem üblichen Bar-Code, wobei die Module fortlaufend Zeile für Zeile aneinander gereiht werden. Die Zeilenlänge ist variabel, innerhalb eines Codeblocks jedoch gleich. Zum Zeilenbeginn wird eine Zeilennummer codiert. Alle Zeilen beginnen mit einer einheitlichen Startzeichenfolge und enden mit einer einheitlichen Endezeichenfolge.</p>	<p>Die Codablock-Codierung ist variabel handhabbar mit der Möglichkeit der Fehlererkennung oder Fehlerrichtigung. Auf der Basis des Codablock-Codes gibt es verabredete Codierungen, z.B. Codablock A. Dieser basiert auf dem Barcode 39, hat 2 bis 22 Zeilen zu je 61 Zeichen und wird mit einem Prüfzeichen abgeschlossen.</p>
Matrix-Codes (Auswahl)		
 <p>Data-Matrix-Code</p>	<p>Der Data-Matrix-Code existiert in unterschiedlichen Ausführungsformen. Allen gemeinsam ist die quadratische Form mit einem linksseitigen und unteren Begrenzungsbalken und einer oberen und rechtseitige Begrenzung durch eine regelmäßig wechselnde Punktfolge. Codiert wird mit quadratischen Punkten im Innern dieser Begrenzungen, wobei diese zeilenorientiert und spaltenorientiert sind. Mit Hilfe der Begrenzungen wird das als Bild erfasste Muster hinsichtlich seiner Drehlage und seines Mittelpunktes bestimmt.</p>	<p>Die Art der Verschlüsselung von Zeichen ist beim Matrix-Code nicht vorgegeben. Diese kann der Anwender selbst definieren, z.B. dass die verschlüsselten Daten zeilenweise geordnet angebracht sind. Auch sind Prüfzeichen und Fehlerrichtigungsverfahren nicht vorbestimmt. Es können mehrere Matrixfelder zu einem quadratischen Großfeld von z.B. mehr als 2000 Zeichen zusammengefasst werden.</p>
 <p>QR-Code</p>	<p>Der QR-Code (von Quick Response Code = schnelle Antwort-Code) ist ein quadratischer Flächenkode und besteht aus 21×21 bis 177×177 kleinen schwarzen und weißen quadratischen Symbollementen. In den Ecken links und oben gibt es zur Positionsbestimmung quadratische Orientierungsmarken und unten rechts, etwas kleiner, eine Markierung zur Ausrichtung der Matrix.</p>	<p>Die Verwendung des QR-Codes ist lizenziert und kostenfrei. Das Codierungsverfahren ist offen gelegt. Es ermöglicht auch eine Fehlerrichtigung, sodass leicht beschädigte Codierungen noch sicher gelesen werden können. Der QR-Code kann z.B. mit Foto-Mobiltelefonen gelesen werden. So gibt es viele Nutzungsmöglichkeiten, z.B. zur Besucherinformation in Museen und Nutzerinformation bei Gebrauchsartikeln.</p>
 <p>Dot-Code</p>	<p>Der Dot-Code oder Punktcode hat z.B. 8 Punkte, entsprechend 8 Bits in einer Zeichenspalte zur Datencodierung, und eine zusätzliche Punktreihe zur Ableseorientierung. Die Codierung mit 8 Bits ermöglicht die Verschlüsselung von zwei Ziffern je Spalte oder einem ASCII-Zeichen. Die Zeichen können fortlaufend folgen oder in Blöcken dargestellt werden.</p>	<p>Der Dot-Code ist nicht genormt. Er wird z.B. in Verbindung mit einem hydraulisch angetriebenen Dot-Prägewerkzeug, ähnlich einem Nadeldrucker, verwendet, um durch Prägung mit Punkten, z.B. mit 3 mm Durchmesser und 1 mm Tiefe, eine sichere Chargenkennzeichnung von großen Aluminiumbarren zu ermöglichen.</p>

¹ AIM (Association for Automatic Identification and Mobility = Verband für automatische Identifikation und mobile Datenkommunikation). Dieser privatrechtlich organisierte Verband registriert und normt Codierungen.

RLC-Schaltungen 2

RLC-circuits 2

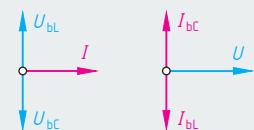
133

Schaltungen, Zeigerdiagramme

Frequenzgang, Bedingungen, Formeln

Resonanz bei Reihenschaltung und Parallelschaltung von R, L, C

Zeigerdiagramme von RLC in Reihe parallel



Widerstände bei Resonanz

$$X_L = X_C \quad 1$$

$$Z = R \quad 2$$

Leitwerte bei Resonanz

$$B_L = B_C \quad 3$$

$$Y = G \quad 4$$

Phasenverschiebung und Wirkfaktor bei Resonanz

$$\varphi = 0 \quad 5$$

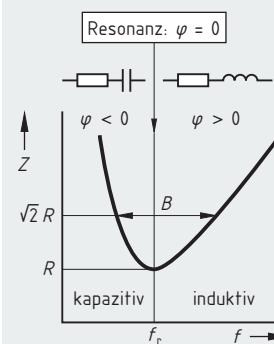
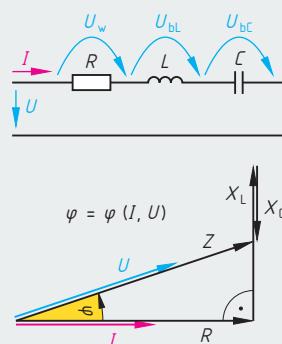
$$\cos \varphi = 1 \quad 6$$

nach Formeln 1 oder 4

$$2\pi \cdot f_r \cdot L = \frac{1}{2\pi \cdot f_r \cdot C} \quad 7$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad 8$$

RLC-Reihenschaltung an Wechselspannung



Impedanzscheinwiderstand

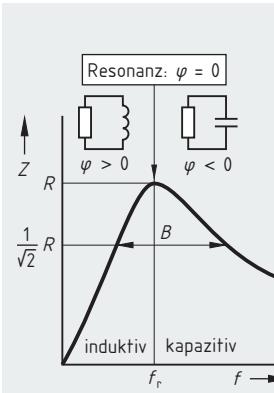
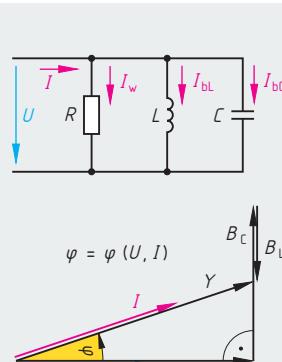
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad 9$$

Anschlussspannung

$$U = \sqrt{U_w^2 + (U_{BL} - U_{BC})^2} \quad 10$$

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} \quad 11$$

RLC-Parallelschaltung an Wechselspannung



Leitwerte

$$G = \frac{1}{R} \quad 12$$

$$B_L = \frac{1}{X_L} \quad 13$$

$$B_C = \frac{1}{X_C} \quad 14$$

Scheinleitwert

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2} \quad 15$$

Stromstärke

$$I = \sqrt{I_w^2 + (I_{BC} - I_{BL})^2} \quad 16$$

$$U = \frac{I}{\sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2}} \quad 11$$

B	Bandbreite
B_L	Blindleitwerte
C	Kapazität
C_r	Resonanzkapazität
f	Frequenz
f_r	Resonanzfrequenz
G	Wirkleitwert

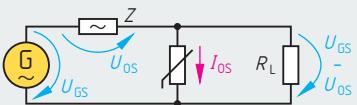
I	Stromstärke
I_{BC}, I_{BL}	Blindstromstärken
I_{RL}	Teilstromstärke
I_w	Wirkstromstärke
L	Induktivität
R	Wirkwiderstand
U	Spannung

U_{BC}, U_{BL}	Blindspannung
U_w	Wirkspannung
X_C, X_L	Blindwiderstände
Y	Scheinleitwert
Z	Scheinwiderstand
φ	Phasenverschiebungswinkel zwischen Strom und Spannung

Oberschwingungen OS

140

Harmonics

Vorgang, Begriff	Erklärung	Bemerkungen, Daten, Formeln									
Generatoren- spannung Grund- schwingung <i>Fourier</i>	Generatoren sind so konstruiert, dass ihre Spannung wie eine Sinuslinie schwingt, z.B. mit 50 Hz. Diese Spannung nennt man Grundschwingung oder 1. Teilschwingung. Wenig sorgfältig konstruierte, kleinere Generatoren und vor allem Wechselrichter erzeugen eine Spannung, deren $u(t)$ -Kennlinie von der Sinusform abweicht. ● Oberschwingungen entstehen im Netz durch Generatoren mit Oberschwingungen.	Nach Fourier (franz. Physiker, 1768 bis 1830) kann man jede von der Sinusform abweichende symmetrische Wechselspannung aus Grundschwingung und OS zusammensetzen. Von der Sinusform abweichende Wechselspannungen enthalten deshalb eine Grundschwingung (1. Teilschwingung) und Oberschwingungen. Die 3.Teilschwingung führt im 3AC-Netz zu zusätzlichem Strom in Neutralleiter (Seite 340).									
Verzerrungen, Strom- aufnahme mit Ober- schwingung	Oberschwingungen treten auch auf, wenn die Grundschwingung durch eine nicht lineare Kennlinie eines Bauelementes beeinflusst wird. ● Oberschwingungen entstehen durch nicht lineare Kennlinien von Bauelementen.	Das trifft auf elektronische Bauelemente, z.B. Dioden, und Kennlinien mit einem Sättigungsbereich, z.B. bei Eisenkernen, zu. Bei diesen Bauelementen enthält der aufgenommene Strom Oberschwingungen.									
Rückwirkung auf die Netz- spannung	Der Laststrom mit OS ruft in der Impedanz von Generator und Netz Oberschwingungen der Spannung hervor, sodass die Netzzspannung ebenfalls OS enthält. ● Oberschwingungen des Stromes führen zu Oberschwingungen der Spannung.	 <p>Entstehung von Oberschwingungen der Spannung durch nichtlineare Elemente</p>									
Ordnungs- zahlen Harmonische bei AC bei 3AC bei DC	Das ganzzahlige Vielfache der Grundschwingung ist die Ordnungszahl. ● Bei AC sind Teilschwingungen mit den Ordnungszahlen 1, 3, 5, 7, 9 ... möglich. ● Bei 3AC ohne Anschluss des N sind die Ordnungszahlen von AC möglich, aber nicht 3, 6, 9 ... ● Bei DC-Anteilen, z.B. hinter Gleichrichtern, treten zusätzliche Ordnungszahlen 2, 4, 6 ... auf.	<p>Ordnungszahlen ν (Nüh) bei AC: bei 3 AC ohne N-Anschluss:</p> <table border="1"> <tr> <td>$\nu = k + 1$</td> <td>$\nu = \pm 3 \cdot k + 1$</td> </tr> </table> <p>mit $k = 0, 2, 4, 6, \dots$</p> <p>Die Amplitude (Stärke) der Harmonischen nimmt mit wachsender Ordnungszahl ab, so dass Ordnungszahlen über 7 meist unberücksichtigt bleiben können.</p>	$\nu = k + 1$	$\nu = \pm 3 \cdot k + 1$							
$\nu = k + 1$	$\nu = \pm 3 \cdot k + 1$										
Arten der Ober- schwingungen	Oberschwingungen mit dem ganzzahligen Vielfachen der Grundschwingungsfrequenz nennt man <i>Harmonische</i> . ● Die wichtigsten Oberschwingungen sind die <i>Harmonischen</i> (H).	Bei <i>Zwischenharmonischen</i> liegen die Ordnungszahlen dazwischen, z.B. bei 2,4. Bei <i>Subharmonischen</i> ist die Frequenz kleiner als die Frequenz der Grundschwingung. Diese bleiben meist unberücksichtigt.									
Zählweise bei Ober- schwingungen	<table border="1"> <tr> <th>Ordnungs- zahl</th> <th>Teil- schwingung</th> <th>Schwingungs- name</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1.</td> <td>Grundschwg.</td> </tr> <tr> <td>2, 3, 4, 5</td> <td>2., 3., 4., 5.</td> <td>2., 3., 4., 5., H</td> </tr> </table>	Ordnungs- zahl	Teil- schwingung	Schwingungs- name	1	1.	Grundschwg.	2, 3, 4, 5	2., 3., 4., 5.	2., 3., 4., 5., H	Auf keinen Fall sollte man die Oberschwingungen nummerieren, also nicht 2. Oberschwingung sagen, da das als Oberschwingung der Ordnungsnummer 3 bzw. 5 aufgefasst werden kann.
Ordnungs- zahl	Teil- schwingung	Schwingungs- name									
1	1.	Grundschwg.									
2, 3, 4, 5	2., 3., 4., 5.	2., 3., 4., 5., H									
Folgen von Oberschwin- gungen Drehfelder der Ober- schwingung	<p>Verzerrungsfaktor</p> $\nu = \lambda / \cos \varphi$ <p>Scheinleistung</p> $S = P / \lambda$ $S = P / (\nu \cdot \cos \varphi)$ <p>Drehfelddrehzahlen der Oberschwingung</p> $n_v = n / \nu$ $n_v = f / (2 p \cdot \nu)$	<p>Verzerrungsfaktor</p> $\nu = \lambda / \cos \varphi$ <p>Scheinleistung</p> $S = P / \lambda$ $S = P / (\nu \cdot \cos \varphi)$ <p>Drehfelddrehzahlen der Oberschwingung</p> $n_v = n / \nu$ $n_v = f / (2 p \cdot \nu)$ <p>f Netzfrequenz n Drehzahl der Grundschiwingung ν Ordnungszahl $2p$ Polzahl</p> <p>Negatives ν der Formel 2 führt in Motoren zu Drehfeld gegen das Grundschiwingungsfeld.</p>									

Die Bedeutung der Formelzeichen ist aus Formelüberschriften, Bildern und Formellegende erkennbar.
Zulässige Grenzwerte der Oberschwingung Seite 250.

Allgemeine Anforderungen

Begriff	Erklärung	Bemerkungen, Daten
Verkabelung	Verlegen von Kabeln. In der IT-Technik werden unter Kabeln Erdkabel und alle geschützten Leitungen verstanden.	Es kann sich um Kabel mit Kupferleitern oder Metalleitern, aber auch mit optischen Faserleitern (Lichtwellenleiter) handeln.
Sicherheit	Die Sicherheit der Anlage muss gewährleistet sein bezüglich Gefahren und Fluchtwegen.	Metallene IT-Verkabelungen und Kabel der Stromversorgung müssen getrennt sein.
Zugänglichkeit	Die Verlegung soll auf Kabelwegen so erfolgen, dass die Kabel bei Störungen zugänglich sind.	Bei umfangreichen Verkabelungen Kabelwege bei Bedarf unter dem Fußboden anordnen.
Schirmung	IT-Kabel müssen gegen EMIs geschützt sein. Schutz gegen Eindringen von Signalen aus benachbarten Leitungen (Nebensprechen) muss durch eine Kopplungsämpfung erfolgen, bei metallenen Leitungen durch Schirmung.	Ein Schirm muss lückenlos geschlossen und an beiden Enden geerdet sein. Manche Kabel sind geschirmt gefertigt. Außerdem kann der Kabelweg von mehreren Kabeln durch einen metallenen Kabelkanal geschirmt sein.
Dämpfung	Von einem Kabel zu benachbarten Kabeln findet Spannungsinduktion statt. Dämpfung (Begrenzung) durch geeignete Maßnahmen.	Je nach Aufgabe der IT-Kabel sind Mindestwerte der Dämpfung erforderlich. Dämpfung ist im logarithmischen Maß dB angegeben.
Trennung	Die Dämpfung wird durch Auswahl der Kabel nach Kabelkategorie (vorhergehende Seite) und durch räumliche Trennung der Kabel erreicht.	Die räumliche Trennung kann durch metallene Schirmung und durch Abstand erreicht werden.
Dokumentation	Ist bei Errichtung und Änderungen dem Anlagenbetreiber auszuhändigen.	Die Dokumentation besteht aus Schaltplänen und Wartungsplänen.

Trennung der Kabel zur Erhöhung der Dämpfung

zwischen IT-Kabeln	<p>große Dämpfung kleine Dämpfung</p> <p>IT-Kabel in flachem metallischen Kanal</p>	<p>große Dämpfung kleine Dämpfung</p> <p>IT-Kabel in hohem metallischen Kanal</p>
zwischen IT-Kabeln, Kabeln der Stromversorgung sowie sonstigen Kabeln	<p>IT-Kabel</p> <p>Kabelbinder</p> <p>Stromversorgung</p> <p>Trennung von IT-Kabeln und Kabel der Stromversorgung</p>	<p>Kabel für störanfällige Stromkreise</p> <p>oder</p> <p>Trennung von IT-Kabel und sonstigen Kabeln</p>

Erforderliche Dämpfung und Mindesttrennabstände

Trennkategorie (etwa Kategorie Cat)	Dämpfung von informationstechnischen Kabeln bei 30 MHz bis 100 MHz		Mindesttrennabstände d von IT- oder Stromversorgungskabeln bei 0 MHz bis 100 MHz		
	Kopplungs- und Schirmdämpfung, Kabel geschirmt	Dämpfung TCL, Kabel ungeschirmt	ohne elektromagnetische Barriere	offener Metall-Kabelkanal	Lochblech-Kabelkanal
a –	< 40 dB	< 50 dB – 10 · lgf	300 mm	225 mm	150 mm
b (Cat 5)	≥ 40 dB	≥ 50 dB – 10 · lgf	100 mm	75 mm	50 mm
c (Cat 6)	≥ 55 dB	≥ 60 dB – 10 · lgf	50 mm	38 mm	25 mm
d (Cat 7)	≥ 80 dB	≥ 70 dB – 10 · lgf	10 mm	8 mm	5 mm

Bei metallenen massiven Kabelkanälen ohne offene Stellen ist der Trennabstand 0 mm

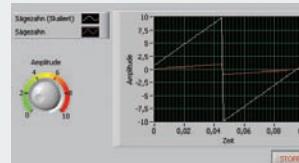
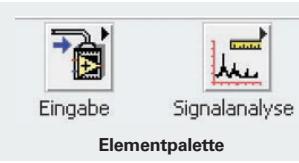
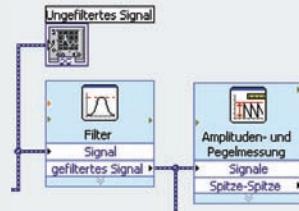
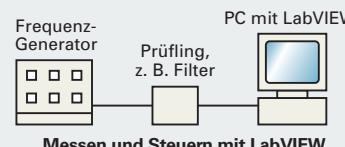
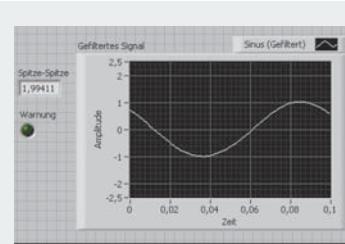
dB Dezi-Bel

f Frequenz

lg Zehnerlogarithmus

d Mindesttrennabstand

TCL Quersprechdämpfung (von Transverse Conversion Loss)

Aufgabe	Erklärung	Bildschirmanzeigebilder
Einarbeitung	<p>Mit LabVIEW werden mittels grafisch erstellter Programme Vorgänge für Messen, Steuern, Regeln am PC ausgeführt. Am Bildschirm des PC erscheint als Grafik z.B. ein Messgerät. Man spricht daher von einem virtuellen Instrument VI. Das Programm hierfür wird auch als VI bezeichnet. Die Benutzeroberfläche am PC wird Front Panel genannt. Das Block-Diagramm enthält den grafischen Quellcode für die Funktion eines Vls. Symbol und Anschlussfeld kennzeichnen ein VI, sodass es in einem anderen VI als Sub-VI anwendbar ist.</p> <p>www.ni.com</p>	 <p>Beispiel eines Front Panel</p>
Erstellen eines VI	<p>Ein VI besteht aus einem Front Panel, einem Block-Diagramm sowie einem Symbol und Anschlussfeld als Schnittstelle zum aufrufenden Programm. LabView besitzt in einer Elementpalette auswählbare Kontrollelemente und Anzeigeelemente, über die durch Platzieren mit Mausklicks die Benutzeroberfläche gestaltet wird. Parallel dazu werden im zugeordneten Blockdiagramm z.T. automatisch die entsprechenden grafischen Programmobjekte, Terminals oder Anschlüsse generiert, erzeugt. Das Block-Diagramm wird durch Platzieren von Funktionsblöcken (Knoten) am Bildschirm und deren Verbinden (Verdrahten) vervollständigt. Hierzu steht eine Funktionspalette zur Verfügung. Funktionsblöcke führen z.B. mathematische Berechnungen, Dateneingaben oder Datenausgaben aus.</p>	 <p>Eingabe Signalanalyse Elementpalette</p>  <p>Wertanzeige... LEDs Funktionenpalette</p>
Arbeiten mit Vls	<p>Mit einem Icon-Editor wird das Symbol (Icon) eines VI gestaltet. Über Mausklicks erfolgt die Platzierung des Vls dann im Block-Diagramm. Funktionen sind als wieder verwendbare Funktionsmodule zu programmieren. Auch Schleifenstrukturen mit if, while, case oder for können programmiert werden. Durch das Darstellen von parallelen Datenflüssen in den Block-Diagrammen sind gleichzeitige Programmabläufe programmierbar. Nach der grafischen Programmierung wird mittels Compiler der Maschinencode erzeugt.</p>	 <p>Auszug aus Blockdiagramm</p>
Signal erfassung, Messgeräte steuerung	<p>Mit LabVIEW können mithilfe des interaktiven Instrument-I/O-Assistenten, der LabView-Gerätetreiber und der Geräte-I/O-Bibliotheken Daten von Geräten mit Schnittstellen GPIB, Ethernet, PXI (auf PCI-Bus basierend), USB, VXI (auf VME-Bus basierend), RS232, 20-mA erfasst werden. Ansprechbar sind Messgeräte und Steuerungen (SPS). Anzuwenden sind hierbei die von LabView angebotenen Vls.</p>	 <p>Frequenz-Generator Prüfing, z. B. Filter PC mit LabVIEW Messen und Steuern mit LabVIEW</p>
Daten analyse, Daten darstellung	<p>LabVIEW besitzt Vls zur Analyse von Messdaten. Mit Funktionen zur Frequenzanalyse, digitalen Filterung, Signalerzeugung oder Spitzenverkerennung können Messdaten untersucht werden. Es stehen Funktionen zum Ermitteln des Effektivwertes, harmonischer Verzerrungen oder auch für mathematische Berechnungen zur Verfügung, z.B. zum Berechnen von Differenzialgleichungen, Durchführen von Interpolationen, Extrapolationen. Zur Analyse von Schallmessungen oder von Bilddaten gibt es ebenfalls Vls, z. B. zum Farbmustervergleich. Das Darstellen von Messdaten an der Benutzeroberfläche kann über Kurven-Diagramme, digitale Kurvengraphen, Liniediagramme oder 2D-, 3D-Visualisierungen erfolgen. Außer einer Darstellung am PC sind auch Darstellungen an einem Tablet oder Smartphone möglich.</p>	 <p>Verlauf eines Messsignals</p>

A

A
S

P

B
A

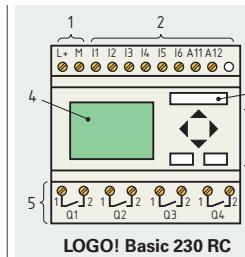
Ü

Ansicht

Erklärung

Bemerkungen, Daten

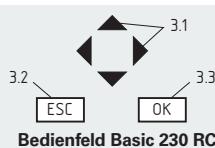
Aufbau



Logikmodule, z.B. LOGO!, sind Kleincomputer. Sie bestehen aus einem **Grundgerät** (Basic) und seitlich ansetzbaren **Erweiterungsmodulen**. Die Grundgeräte sind für viele Steuerungsaufgaben allein voll einsetzbar.
1 Netzzanschluss, z.B. L und N,
2 Eingänge I evtl. AI,
3 Bedienfeld,
4 Display,
5 Ausgänge Q,
6 Port für PC-Programmierung.

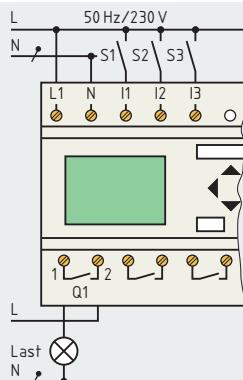
Kennung von LOGO!

- 12/24 Version DC 12 V/24 V,
- 230 Version AC + DC 115 V bis 240 V
- R Relaisausgang (ohne RTransistorausgang),
- C integrierte Wochenschaltuhr,
- o Variante ohne Display (LOGO!pure),
- DM Digitalmodul (Erweiterung),
- AM Analogmodul (Erweiterung),
- CM Kommunikationsmodul (z. B. zu KNX).



- 3.1 Cursor-Tasten (Cursor-Verschiebung).
- 3.2 Escape-Taste dient zur Rückkehr zum vorhergehenden Schritt.
- 3.3 OK-Taste zur Bestätigung der gewählten Anweisung und zur Eingabe.

Bei LOGO!pure (Typen mit Kennung o) sind Display und Bedienfeld nicht vorhanden. Deshalb ist hier eine Programmierung von Hand nicht möglich, sondern nur über PC und Eingabe bei **6** oder durch Einstecken einer beschriebenen Speicherplatine bei **6**. LOGO! auch mit Ethernet-Anschluss.



Logikmodule sind ohne PE für den Einbau in ein Gehäuse, z.B. in die Unterverteilung, vorgesehen. Bei AC-Netzzanschluss ist das Parallelschalten eines Metalloxid-Varistors (Arbeitsspannung $\geq 1,2$ Netz-Nennspannung) zum Netzzanschluss zweckmäßig. Die grauen Flächen sind für die Beschriftung, z. B. der Lasten, bestimmt.
Die Relaisausgänge von LOGO!235R sind mit 5 A belastbar, Transistorausgänge von LOGO!24 mit 0,3 A.
Beim Abschalten mittels STOP oder bei Spannungsauftakt bleibt das bisher eingegebene Programm gespeichert. Löschen der gespeicherten Eingaben erfolgt mittels der Cursor-tasten durch Anwahl von CLEAR und folgender Eingabe OK.
www.siemens.com/logo.

An die Digitaleingänge I werden Sensoren angeschlossen, z.B. Taster. Wegen des kleinen Schaltstromes muss bei Schaltern mit Glühlampen der Anschluss so erfolgen, dass der Glühlampenstrom nicht zum Einschalten ausreicht.

Schaltspannungen und -ströme

Logo!	24R	230R (AC)
Zustand 0	< DC 5 V < 1 mA	< AC 40 V, < 0,05 mA
Zustand 1	> DC 12 V, > 2 mA	> AC 79 V > 0,08 mA

Die Digitaleingänge von LOGO!230R sind in zwei Gruppen I1 bis I4 und I5 bis I8 aufgeteilt, die an zwei verschiedene Außenleiter (Phasen) angeschlossen werden dürfen. Sonst darf der Anschluss nur an denselben Außenleiter erfolgen.

Programmierung und Parametrierung

LOGO!Soft Comfort

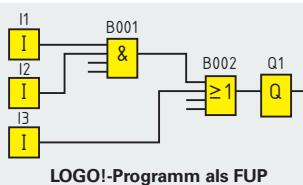
Legen Sie die CD in das CD-Laufwerk ein. Öffnen Sie die Datei **Start.html**. Wählen Sie den Menüeintrag **Installation** und folgen Sie den Anweisungen.

- > Program.. Card.. Setup.. Start

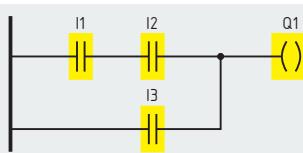
- > Stop Set Param Set Prg Name

Display beim Programmieren und Parametrieren

Programmieren. Nach Laden (**Bild links**) Anklicken von Start → Programme → LOGO → Neu → Funktionsplan oder Kontaktplan → Schaltplan. Es erscheint ein Arbeitsfenster. Man holt mit gedrückter Maustaste die gewünschten Symbole nacheinander auf das Arbeitsfenster (**Bild rechts**). Blöcke werden automatisch nummeriert und dann miteinander mittels gedrückter Maustaste verbunden. Nach „Stop“ kann der Programmablauf simuliert werden. Die Übertragung nach LOGO! erfolgt über eine PC-Schnittstelle, z. B. serielle Schnittstelle. Programmieren von Hand ist mit Hilfe des Handbuches möglich.



LOGO!-Programm als FUP



LOGO!-Programm als KOP

A

A
S

P

B
A

Ü

Funktion	Erklärung	Bemerkungen
<p>Umwandlungsfunktion für Datentypen</p> <p>Am IN-Eingang des Programmbausteins liegt eine Variable (Merker IN) an, deren Wert in einen anderen Datentyp umgewandelt werden soll. Am OUT-Ausgang liegt eine Variable (Merker OUT) mit dem umgewandelten Datentyp an.</p>	<p>Nach der Bitanzahl werden Merker mit MB (Merker-Byte, 8 Bits), MW (Merker-Word, 16 Bits) und MD (Merker-DoubleWord, 32 Bits) unterschieden.</p> <p>Als Merkeradresse wird die erste Byteadresse verwendet. Ein Integer Wert wird z. B. im MW 10 gespeichert. Dieses Merker-Word besteht dann aus den Merker-Bytes MB10 und MB11. Es ist zu beachten, dass ein Digitalwert bis 255 im MB 11 gespeichert wird und die größeren Werte bis 32 767 im MB 10.</p>	<p>Der Platzhalter Dummy steht für folgende Bezeichnungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> I_Dt: Integer (2 Bytes) in Double-Integer (4 Bytes); DI_R: Double-Integer (4 Bytes) in Real (4 Bytes); BCD_I: BCD (2 Bytes) in Integer (2 Bytes); I_BCD: Integer (2 Bytes) in BCD (2 Bytes); ROUND: REAL (4 Bytes) in Double-Integer (4 Bytes, ganze Zahl mit Runden); TRUNC: REAL (4 Bytes) in Double-Integer (4 Bytes, nur ganze Zahl).
<p>Vergleichsfunktion</p>	<p>Die Eingangsvariablen einer Vergleichsfunktion müssen vom gleichen Datentyp sein.</p> <p>Dies sind: Integer (2 Bytes), Double-Integer (4 Bytes) und Real (4 Bytes). Der Datentyp wird im Titel des Bausteins angegeben. Das Schlüsselwort einer Vergleichsfunktion ist CMP (compare = vergleichen).</p> <p>Sechs verschiedene Operationen können durchgeführt werden.</p>	<p>„OZ“ steht für >; <; = (größer oder gleich); << (kleiner oder gleich); == (gleich); <> (ungleich).</p> <p>Der Ausgang eines Vergleichsbausteins ist eine Boole'sche Variable mit den Werten TRUE oder FALSE.</p> <p>Wird z. B. die Vergleichsoperation CMP > I durchgeführt, dann ist der Ausgang TRUE, wenn der Integerwert bei Eingang IN1 größer ist als der Integerwert bei Eingang IN2.</p>
<p>Digitale Verknüpfungen</p>	<p>Neben den logischen Grundverknüpfungen (UND, ODER, XOR), die sich auf Boole'sche Operanden beziehen, gibt es die digitalen Verknüpfungen, die als Eingangsvariablen den Typ Word (_W) und DoubleWord (_DW) benötigen.</p> <p>Die digitalen Operationen werden auf die Bits der zwei Digitalwerte angewendet. Dabei ist der Platzhalter Dummy durch WAND (digitale UND-Verknüpfung), WOR (digitale ODER-Verknüpfung), WXOR (digitale Exklusive-ODER-Verknüpfung) zu ersetzen.</p>	<p>Die Exclusive-ODER-Verknüpfung vergleicht zwei Bits und liefert den Signalwert 0, wenn die Bits gleich sind, und liefert den Signalwert 1, wenn die Bits unterschiedlich sind. Mit WXOR_W kann der Zustandswechsel von binären Eingängen kontrolliert werden.</p> <p>Die Zustände von 8 Eingängen werden periodisch auf ein Merker-Byte MB11 kopiert, z. B. 1011 0011. Vor dem Kopieren, wird dann MB 11 in MB 13 verschoben. WXOR_W liefert mit MW10 und MW 12 eine 1 bei den Eingängen mit Änderung des Signalzustandes.</p>
<p>Schiebefunktion</p>	<p>Die Bits einer Variablen werden links, rechts verschoben.</p> <p>Beim Links-Schieben werden die rechts frei werdenden Leerstellen mit 0 gefüllt und die nach links hinausgeschobenen werden gelöscht. Beim Rechts-Schieben umgekehrt.</p> <p>Bei einer Rotation werden die Bits, die an einer Seite hinausgeschoben werden, auf der anderen Seite wieder eingefügt.</p>	<p>Der Platzhalter Dummy ist zu ersetzen durch: SHL_W oder SHR_W bei einer Variablen vom Typ Word; SHL_DW, SHR_DW, ROL_DW oder ROR_DW bei einer Variablen vom Typ Doubleword. Die Variable am Eingang IN muss vom gleichen Typ sein, wie die Variable am Ausgang OUT. Die Zahl am Eingang N gibt an, um wie viele Bitstellen das Muster verschoben wird.</p>

Neben diesen digitalen Operationen stehen die mathematischen Operationen wie arithmetische Funktionen (die vier Grundrechenarten) und numerische Funktionen (Absolutwert, trigonometrische, Logarithmus) zur Verfügung.

Daten			Erklärung				Bemerkungen				
Standards für effiziente Antriebe											
IEC-Bezeichnung	US-Bezeichnung	alte EU-Bezeichnung	Elektromotoren benötigen etwa die Hälfte des weltweit erzeugten Stromes. Bei elektrischen Antrieben besteht ein großes Potenzial zum Energiesparen. Deshalb werden elektrische Antriebe nach ihrer Effizienz unterschieden. Seit Juni 2011 muss bei industriellen Neu anlagen mindestens die Klasse IE2 zutreffen.					Die Erhöhung der Effizienz ist möglich durch Einsatz von Cu anstelle von Al für den Läuferkäfig und von besserem Magnetmaterial (Ektroblech) mit kleineren Verlusten bei Käfigläufermotoren. Außerdem ist bei höherer Frequenz der Wirkungsgrad höher, da dann die Drehzahl höher sein kann und das Kraftmoment kleiner.			
IE1	Standard Efficiency (in Altanlagen)	EFF3									
IE2	High Efficiency (in Neu anlagen Mindestklasse)	EFF2									
IE3	Premium Efficiency	EFF1									
IE4	Super Premium Efficiency	–									

Mindestwirkungsgrade von Motoren verschiedener Klassen, Polzahlen und Frequenzen												
vgl. EN DIN 60034-30												
Klasse	IE1			IE2			IE3			IE4		
P_N in kW	Anzahl der Pole (doppelte Polpaarzahl)											
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6
Motoren für 50 Hz												
0,12	53,6	53,6	53,2	64,0	69,7	63,2	68,5	73,7	67,1	76,1	77,1	72,7
0,75	72,1	72,1	70,0	77,4	79,6	75,9	80,7	82,5	78,9	85,0	85,7	82,8
1,5	77,2	77,2	75,2	81,3	82,8	79,8	84,2	85,3	82,5	87,6	88,2	85,9
4	83,1	83,1	81,4	85,8	86,6	84,6	88,1	88,6	86,8	90,6	91,2	89,5
7,5	86,0	86,0	84,7	88,1	88,7	87,2	90,1	90,4	89,1	92,1	92,7	91,4
30	90,7	90,7	90,2	92,0	92,3	91,7	93,3	93,6	92,9	94,6	95,1	94,3
160	93,8	93,8	93,8	94,8	94,9	94,8	95,6	95,8	95,6	96,2	96,5	96,0
800	94,8	94,8	94,4	95,8	95,7	95,4	96,5	96,5	96,3	96,7	96,8	96,6
Motoren für 60 Hz												
0,75	77,0	78,0	73,0	75,5	82,5	80,0	77,0	85,5	82,5	85,0	85,7	82,8
1,5	81,0	81,5	77,0	84,0	84,0	86,5	85,5	86,5	88,5	87,6	88,2	85,9
7,5	87,5	87,5	86,0	89,5	89,5	89,5	90,2	91,7	91,0	91,7	92,8	92,5
30	90,2	91,7	91,7	91,7	93,0	93,0	92,4	94,1	94,1	94,6	95,1	94,3
800	94,1	94,5	94,1	95,4	95,8	95,0	95,8	96,2	95,8	96,7	96,8	96,7

Wirkungsgrade bei vierpoligen Motoren für 50 Hz											
Mindestwirkungsgrade von vierpoligen Motoren für 50 Hz											

<p>Der Wirkungsgrad großer Motoren ist höher als bei kleinen Motoren, weil durch die kompakte Bauart weniger verloren geht vom Magnetfeld und von der magnetischen Wirkung des Stromes. Der Wirkungsgrad von vierpoligen Motoren ist meist am größten, weil für diese häufige Bauart die Abmessung der Maschine günstiger als bei anderen Motoren gewählt wird. Der Wirkungsgrad von Motoren für 60 Hz ist größer als der von 50 Hz, weil bei 60 Hz die Drehzahl größer ist als bei 50 Hz.</p>						<p>Die angegebenen Wirkungsgrade gelten nur für den Betrieb bei Bemessungslast. Bei herabgesetzter Belastung sinkt der Wirkungsgrad stark ab, weil dann der Leistungsfaktor der Maschine sinkt. Deshalb wird bei von Umrichtern gespeisten Antrieben bei Teillast die Spannung oft herabgesetzt. Dadurch verhält sich der Motor wie ein Motor mit kleinerer Bemessungslast.</p>					
--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--

 A
A
S

P

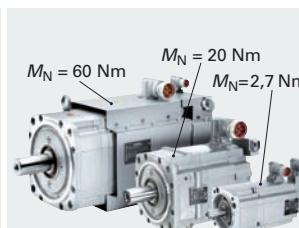
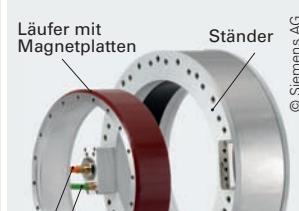
B
A

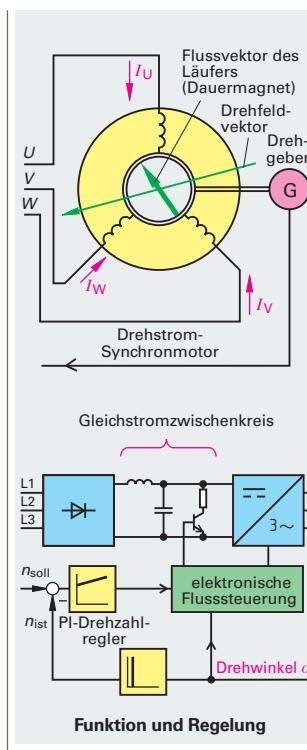
Ü

Drehzahlgesteuerte und drehzahlgeregelte Drehstrommotoren 3

278

Speed control of 3-phase motors 3

Prinzip, Merkmal	Erklärung	Bemerkungen
  Einbau-Torque-Motor 	<p>Drehzahlgeregelte Drehstromsynchrongmotoren verwenden man auch als Servoantriebe zur hochgenauen und schnellen Positionierung von Maschinenteilen und Werkzeugen sowie der hochgenauen Ausführung von Lagesollwertfolgen zur Bahnerzeugung im gekoppelten Verbund mit anderen Maschineneachsen. Bei CNC-Werkzeugmaschinen sind es z.B. drei Maschineneachsen oder auch mehr.</p> <p>Der Motorläufer ist mit Dauermagnetplatten belegt. Der Motorständer trägt eine meist 4- bis 8-polige Drehstromwicklung. Die Motoren haben den für die Lageregelung und die Drehzahlregelung notwendigen Drehgeber häufig schon integriert.</p> <p>Als Direktantriebe, d.h. ohne Getriebe, direkt zum Antrieb von Rundtischen und Vorschubspindeln gibt es die Torque-Motoren (torque = Kraftmoment). Es sind Langsamläufer. Die Motoren gibt es als Komplettmotoren oder als Einbausatz.</p>	<p>Man erreicht mit Drehstromsynchrongmotoren bessere dynamische Eigenschaften als mit Drehstromasynchronmotoren, d.h. kleinere mechanische Zeitkonstanten und ruhigeren Lauf bei sehr kleinen Drehzahlen. Sie benötigen weniger Raum und sind leichter als Drehstromasynchronmotoren.</p> <p>Die Umrichter sind bezüglich der Hardware ähnlich oder auch baugleich wie die U(f)-Umrichter. Die Regelungs- und Steuerungssoftware ist eine andere.</p> <p>Der Motorläufer ist geblebt und hat große Blechaussparungen zur Verminderung des Trägheitsmoments.</p> <p>Die Bemessungsdrehzahlen liegen im Bereich von 2000 min^{-1} bis 4000 min^{-1}, die Maximaldrehzahlen bei etwa dem 4-Fachen.</p> <p>Torque-Motoren haben eine hohe Polzahl, z.B. von 28 Pole bis 98 Pole und sie haben dementsprechend niedere Maximaldrehzahlen von z.B. $n_N = 60 \text{ min}^{-1}$ bis $n_N = 400 \text{ min}^{-1}$.</p>



Aus dem Gleichstrom des Gleichstromzwischenkreises des Umsetzers wird durch Pulsweitenmodulation (PWM) ein in der Phasenlage steuerbarer Drehstrom gebildet. Dieser erzeugt im Motorständer einen räumlich gerichteten magnetischen Fluss (Feldvektor), welcher hinsichtlich seiner Drehlage steuerbar ist, und zwar vom Stillstand über ganz langsame Rotationsgeschwindigkeiten bis hin zu großen Drehgeschwindigkeiten.

Der Permanentmagnetläufer stellt sich in Richtung des Feldvektors der Motorständerwicklung ein.

Die Steuerung verdringt den magnetischen Feldvektor nur in dem Maße, wie der Läufer mit seinem Feldvektor in der Lage ist, diesem Feldvektor zu folgen. Die aktuelle Läufer-Drehlage wird über einen Drehgeber erfasst, die Drehwinkeldifferenz von Ständer-Feldvektor und Läufer-Feldvektor wird auf ein Minimum geregelt. Im Stillstand ist die Drehlage des Läufers identisch mit der gewünschten Soll-Drehlage des Antriebs. Die Lageregedifferenz ist null. Der Antrieb bringt auch im Stillstand ein Haltemoment auf. Für Beschleunigungen kann der Motor ein etwa 4-fach erhöhtes Kraftmoment abgeben.

Die Motoren können selbstgekühlt, fremdgekühlt oder auch wassergekühlt sein. Bei Fremdkühlung und bei Wasserkühlung vergrößert sich der zulässige Überlastbereich bzw. Leistungsbereich um den Faktor 2,5 bzw. man kann bei Wasserkühlung kleinere Motoren nehmen.

Bei der Selbstkühlung wird die entstehende Verlustwärme über die Oberfläche abgeleitet. Die Motorwicklung darf bis 100°C Übertemperatur haben. Hierbei kann die Motoroberflächentemperatur gut 120°C erreichen (Achtung, beim Berühren kann man sich verbrennen). Als Servoantriebe werden die Motoren in der Betriebsart S1 (Dauerbetrieb) dimensioniert und erbringen über den gesamten Drehzahlbereich die Motorbemessungsleistung. Für Beschleunigungen kann der Motor ein etwa 4-fach erhöhtes Kraftmoment abgeben. Bei Nutzung im Aussetzbetrieb S3 sind abhängig von Last- zu Pausenzeiten höhere Kraftmomente möglich.

Die Wicklungstemperatur wird laufend erfasst und zwar meist mit einem Kaltleiter: $R_{20} = 500 \Omega$, $R_{100} = 1000 \Omega$.