

Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Paul Müller

Formelsammlung Elektrotechnik

Betriebs- und Automatisierungstechnik



Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

Paul Müller

Formelsammlung Elektrotechnik

1. Auflage 2017

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

Hinweise auf DIN-Normen in diesem Werk entsprechen dem Stande der Normung bei Abschluss des Manuskriptes. Die Normen sind wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich ist.

Umschlaggestaltung: Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, Konstanz
Umschlagfoto: © Dan Barnes bei istockphoto.com

Best.-Nr. 14330
ISBN 978-3-95863-247-9

1. Auflage 2017

© 2017 by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, Konstanz

Alle Rechte, einschließlich der Fotokopie, Mikrokopie, Verfilmung, Wiedergabe durch Daten-, Bild- und Tonträger jeder Art und des auszugsweisen Nachdrucks, vorbehalten. Nach dem Urheberrechtsgesetz ist die Vervielfältigung urheberrechtlich geschützter Werke oder von Teilen daraus für Zwecke von Unterricht und Ausbildung nicht gestattet, außer nach Einwilligung des Verlages und ggf. gegen Zahlung einer Gebühr für die Nutzung fremden geistigen Eigentums. Nach dem Urheberrechtsgesetz wird mit Freiheitsstrafen von bis zu einem Jahr oder mit einer Geldstrafe bestraft, wer „in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen ohne Einwilligung des Berechtigten ein Werk vervielfältigt ...“

3

Ein paar Worte ...

Die Formelsammlung Elektrotechnik ermöglicht einen raschen und präzisen Überblick über die wichtigen Formeln des Berufsfeldes Elektrotechnik.

Somit eignet sie sich sehr gut für den Einsatz in Facharbeiterprüfungen. Wenn bei der Arbeit Zusatzinformationen benötigt werden, können Verweise auf die entsprechenden Tabellenbuchseiten sehr hilfreich und informativ sein.

Formelsammlung und Tabellenbuch sind eine unschlagbare Kombination in der Berufsbildung und im Berufsalltag.

4

Inhalt

Allgemeine Grundlagen	7	Krafteck.....	24
Physikalische Gleichungen.....	7	Gewichtskraft.....	24
Basiseinheiten.....	7	Beschleunigungskraft.....	24
Umrechnung von Einheiten.....	7	Federkraft.....	25
Dezimale Teile und Vielfache von Einheiten.....	7	Fliehkraft.....	25
Formelzeichen und Einheiten.....	8	Gleichförmige, geradlinige Bewegung.....	25
Umrechnung von Einheiten.....	11	Gleichförmig beschleunigte Bewegung.....	25
Dreisatzrechnung.....	12	Beschleunigung.....	26
Prozentrechnung.....	14	Umfangsgeschwindigkeit.....	26
Formelumstellung.....	14	Winkelgeschwindigkeit.....	26
Flächenberechnung	16	Reibungskraft.....	26
Quadrat.....	16	Rollreibung.....	26
Raute.....	16	Einseitiger Hebel.....	27
Rechteck.....	16	Zweiseitiger Hebel.....	27
Parallelogramm.....	16	Winkelhebel.....	27
Dreieck, stumpfwinklig.....	16	Mehrfacher Hebel.....	27
Dreieck, spitzwinklig.....	17	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	28
Dreieck, gleichschenkelig ($\alpha = \beta$).....	17	Arbeit, Ebene.....	28
Dreieck, gleichseitig ($\alpha = \beta = \gamma$).....	17	Arbeit, geneigte Ebene (ohne Reibung).....	28
Trapez.....	17	Arbeit, geneigte Ebene (mit Reibung).....	28
Dreieck.....	17	Energieerhaltungssatz.....	29
Vieleck, regelmäßig.....	18	Potenzielle Energie.....	29
Vieleck, unregelmäßig.....	18	Kinetische Energie.....	29
Kreis.....	18	Leistung.....	29
Kreisring.....	18	Hubleistung.....	30
Kreisbogen.....	19	Zugleistung.....	30
Satz des Pythagoras.....	19	Getriebeleistung.....	30
Rechtwinkliges Dreieck	19	Pumpenleistung.....	31
Winkelfunktionen.....	19	Einzelwirkungsgrad.....	31
Winkelsumme.....	20	Gesamtwirkungsgrad.....	31
Sinussatz.....	20	Wärme	31
Cosinussatz.....	20	Temperatur.....	31
Strahlensatz.....	20	Längenänderung.....	32
Volumen, Oberflächen	20	Volumenänderung.....	32
Würfel.....	20	Wärmemenge.....	32
Prisma.....	21	Schmelz- und Verdampfungswärme.....	33
Zylinder.....	21	Verbrennungswärme.....	33
Hohlzylinder.....	21	Mischungstemperatur.....	33
Pyramide.....	22	Gleichstromtechnik	34
Pyramidenstumpf.....	22	Elektrische Ladung.....	34
Kegel.....	23	Elektrische Stromstärke.....	34
Kegelstumpf.....	23	Stromdichte.....	34
Kraft und Bewegung	23	Elektrische Spannung.....	34
Kraftpfeil, Vektor.....	23	Elektrisches Potenzial.....	34
Resultierende Kraft.....	24	Elektrische Arbeit.....	34
Kräfteparallelogramm.....	24	Elektrische Leistung.....	35
		Wirkungsgrad.....	35
		Leiterwiderstand.....	35

5

Leitwert	35	Kreisfrequenz	46
Ohmsches Gesetz	35	Effektivwerte	47
Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes	36	Formfaktor	47
Wärmewirkung des elektrischen Stromes	36	Scheitelfaktor	47
Erster Kirchhoffscher Satz	36	Mischspannung	47
Zweiter Kirchhoffscher Satz	36	Rechteckspannung, unsymmetrisch	48
Parallelschaltung von Widerständen	37	Leistung im Wechselstromkreis	48
Reihenschaltung von Widerständen	37	Wechselstromkreis mit ohmschem Widerstand	48
Spannungsteilerregel	37	Wechselstromkreis mit induktivem Blindwiderstand	49
Reihenschaltung von Spannungsquellen	38	Wechselstromkreis mit kapazitivem Blindwiderstand	49
Parallelschaltung von Spannungsquellen	38	RL-Reihenschaltung	49
Leerlaufspannung, Klemmenspannung	38	RC-Reihenschaltung	50
Vorwiderstand	38	RL-Parallelschaltung	51
Spannungsteiler, unbelastet	39	RC-Parallelschaltung	52
Spannungsteiler, belastet	39	Resonanzfrequenz	52
Brückenschaltung, abgeglichen	39		
Brückenschaltung, nicht abgeglichen	39	Drehstromtechnik	
Messbereichserweiterung, Spannungsmesser	40	(Dreiphasen-Wechselspannung)	53
Messbereichserweiterung, Strommesser	40	Sternschaltung, symmetrische Belastung	53
Dreieck-Stern-Umwandlung	40	Dreieckschaltung, symmetrische Belastung	53
		Leistung bei symmetrischer Stern- und Dreieckschaltung	53
		Umschaltung Stern-Dreieck	53
		Sternschaltung, unsymmetrische Belastung mit N-Leiter	54
		Sternschaltung, unsymmetrische Belastung ohne N-Leiter	54
		Sternschaltung, Ausfall eines Außenleiters	54
		Dreieckschaltung, unsymmetrische Belastung	54
		Dreieckschaltung, Ausfall eines Außenleiters	55
Elektrisches Feld	40	Leitungsberechnung	55
Elektrische Feldstärke	40	Gleichstromleitung	55
Elektrische Feldstärke beim Plattenkondensator	40	Einphasen-Wechselstromleitungen	56
Kondensatorkapazität	41	Dreiphasen-Wechselstromleitung	56
Reihenschaltung von Kondensatoren	41		
Parallelschaltung von Kondensatoren	41	Blindleistungskompensation	57
Kondensator, Lade- und Entladevorgang	42	Kapazitive Blindleistung	57
Zeitkonstante	42	Kompensationskondensator	57
Magnetisches Feld	43	Elektrische Maschinen und Antriebe	58
Magnetischer Fluss	43	Mittlere quadratische Leistung	58
Magnetische Flussdichte	43	Drehfeldrehzahl	58
Magnetische Durchflutung	43	Schlupfdrehzahl, Schlupf	58
Magnetische Feldstärke	43	Läuferfrequenz	58
Magnetischer Kreis	44	Zugeführte elektrische Leistung	58
Permeabilität	44	Wirkungsgrad	58
Induktivität	44	Drehmoment	59
Induktionsgesetz	44	Übertemperatur von Wicklungen	59
Kraftwirkung auf stromdurchflossenen Leiter	45		
Kraftwirkung zwischen stromdurchflossenen Leitern	45		
Schaltung von Spulen	45		
Spule, Ein- und Ausschaltvorgang	45		
Wechselstromtechnik	46		
Wechselspannung, sinusförmig	46		
Wechselgröße	46		
Periodendauer und Frequenz	46		

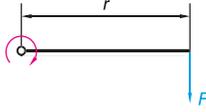
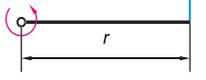
6

Drehstrommotor, Stromstärke	59	Elektronik	64
Einphasenmotor, Stromstärke.....	59	Glättung und Siebung.....	64
Gleichstrommotor, Ankerspannung	59	Brummspannung, Effektivwert	64
Gleichstrommotor, Ankerstrom	60	Brummspannung, Spitze-Spitze	64
Gleichstrommotor, induzierte Ankerspannung ..	60	Siebfaktor	64
Gleichstrommotor, Erregerstrom	60	RC-Siebung	64
Transformatoren	60	LC-Siebung	64
Übersetzungsverhältnis	60	Impuls	65
Kurzschlussspannung	60	Pulsfrequenz	65
Kurzschlussstrom	61	Periodendauer	65
Bemessungsleistung	61	Tastverhältnis	65
Verluste und Wirkungsgrad	61	Tastgrad	65
Spartransformator	61	Flankensteilheit	65
Lichttechnik	61	Transistorverstärker	65
Lichtstärke	61	Emitterschaltung	65
Beleuchtungsstärke	62	Basisspannungsleiter, Querstromverhältnis	66
Leuchtdichte	62	Basisspannungsleiter, Widerstandswerte	66
Lichtausbeute	62	Emitterwiderstand	66
Raumindex, direkte Beleuchtung	62	Operationsverstärker	66
Beleuchtungswirkungsgrad	62	Differenz-Eingangsspannung	66
Wartungsfaktor	62	Leerlauf-Ausgangsspannung	67
Lampenanzahl	63	Gleichtaktunterdrückung	67
Logische Verknüpfungen	63	Invertierender Verstärker, Spannungsverstärkung	67
UND	63	Nichtinvertierender Verstärker, Spannungsverstärkung	67
NOR	63	Impedanzwandler	67
ODER	63	Differenzierer	68
Antivalenz	63	Integrierer	68
NICHT	63	Sachwortverzeichnis	70
Äquivalenz	63		
NAND	63		

7

Allgemeine Grundlagen								
Physikalische Gleichungen								
Größengleichung	Zugeschnittene Größengleichung			Einheitengleichung	Zahlenwertgleichung			
$n = \frac{f}{p}$	$n = \frac{f \cdot 60}{p}$			1 h = 3600 s 1 kg = 1000 g	$v = 3,6 \cdot \frac{s}{t}$ v in km/h s in m t in s			
Basiseinheiten								
Physikalische Größe	Formelzeichen			Einheit	Kennzeichen der Einheit			
Länge	<i>l</i>			Meter	m			
Masse	<i>m</i>			Kilogramm	kg			
Zeit	<i>t</i>			Sekunde	s			
Stromstärke	<i>I</i>			Ampere	A			
Temperatur ¹⁾	<i>T</i>			Kelvin	K			
Stoffmenge	<i>n</i>			Mol	mol			
Lichtstärke	<i>I_v</i>			Candela	cd			
¹⁾ Thermodynamische Temperatur								
Umrechnung von Einheiten								
Längen	Flächen		Volumen		Kräfte		Massen	
1 µm = 0,001 mm 1 mm = 0,001 m 1 cm = 10 mm 1 dm = 10 cm 1 m = 10 dm 1 km = 1000 m	1 cm ² = 100 mm ² 1 m ² = 10 000 cm ² 1 m ² = 100 dm ² 1 a = 100 m ² 1 ha = 100 a 1 km ² = 100 ha		1 ml = 0,001 l 1 cl = 0,01 l 1 l = 1000 ml 1 hl = 100 l 1 dm ³ = 1000 cm ³ 1 m ³ = 1000 dm ³		1 mN = 0,001 N 1 daN = 10 N 1 kN = 1000 N 1 MN = 1000 kN		1 µg = 0,001 mg 1 mg = 0,001 g 1 kg = 1000 g 1 Mg = 1000 kg 1 t = 1000 kg	
Dezimale Teile und Vielfache von Einheiten								
Vorsatz	Faktor	Zeichen	Vorsatz	Faktor	Zeichen	Vorsatz	Faktor	Zeichen
Piko	10 ⁻¹²	p	Zenti	10 ⁻²	c	Kilo	10 ³	k
Nano	10 ⁻⁹	n	Dezi	10 ⁻¹	d	Mega	10 ⁶	M
Mikro	10 ⁻⁶	µ	Deka	10 ¹	da	Giga	10 ⁹	G
Milli	10 ⁻³	m	Hekto	10 ²	h	Tera	10 ¹²	T
<i>Hinweis:</i> Nach Möglichkeit nur Vorsätze verwenden, deren Zahlenwerte zwischen 0,1 und 1000 liegen. Vorsätze mit ganzzahliger Potenz von Tausend (10 ^{3·n}) sind zu bevorzugen.								

8

Allgemeine Grundlagen			
Formelzeichen und Einheiten			
Größe	Zeichen	Einheit	Hinweis
Arbeit, Energie	W, E	Joule J Newtonmeter Nm Wattsekunde Ws Kilowattstunde kWh	1 kcal = 4186,6 Ws 1 J = 1 Nm = 1 Ws = 1 $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$ 1 kWh = 3 600 000 Ws = 3,6 · 10 ⁶ J
Beschleunigung	a, g	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	Fallbeschleunigung $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Dichte	ρ	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0,001 \frac{\text{g}}{\text{mm}^3}$ $1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ Bei <i>Fluiden</i> wird die Dichte in kg/l (Liter) angegeben.
Moment Drehmoment Biegemoment Torsionsmoment	M M_d M_b M_t, T	Nm Newtonmeter	1 N · m = 1 J $M = F \cdot r$ rechtsdrehendes Moment  $M = F \cdot r$ linksdrehendes Moment 
Drehzahl Umdrehungs- frequenz	n	$\frac{1}{\text{s}}, \frac{1}{\text{min}}$	1 min = 60 s $1460 \frac{1}{\text{min}} = \frac{1460}{60} \frac{1}{\text{s}} = 24,3 \frac{1}{\text{s}}$
Druck absoluter Druck Athmosphären- druck Überdruck	p p_{abs} p_{amb} p_e	Pa Pascal	$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,01 \text{ mbar}$ $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ 1 mbar = 1 h Pa $1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 10 \text{ bar} = 1 \text{ MPa}$
Energie	E, Q, W	Joule J Wattstunde Wh Wattsekunde Ws	1 J = 1 Nm = 1 Ws = 1 $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$ 1 kWh = 3 600 000 J
Feldstärke, elektrische	E	$\frac{\text{V}}{\text{m}}$ Volt Meter	$E = \frac{F}{Q}$ F Kraft in N $Q = I \cdot t$ elektrische Ladung

Allgemeine Grundlagen				
Formelzeichen und Einheiten				
Größe	Zeichen	Einheit		Hinweis
Winkel, Phasenverschiebung	φ	rad °	Radiant Grad	In Wechselstromkreisen mit induktiven und/oder kapazitiven Widerständen.
Winkelgeschwindigkeit	ω	$\frac{1}{s}$		$\omega = 2 \pi n$ In der Elektrotechnik Kreisfrequenz genannt.
Zeit Periodendauer	t T	d h min s	Tag Stunden Minuten Sekunden	1 d = 24 h = 1440 min = 86400 s 1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3600 s

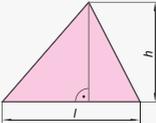
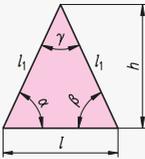
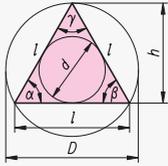
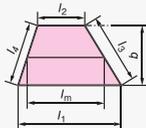
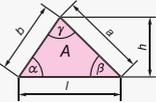
Umrechnung von Einheiten										
Längeneinheiten										
1 μm	$\begin{matrix} \cdot 1000 \\ \leftarrow \\ \cdot 1000 \end{matrix}$	1 mm	$\begin{matrix} \cdot 10 \\ \leftarrow \\ \cdot 10 \end{matrix}$	1 cm	$\begin{matrix} \cdot 10 \\ \leftarrow \\ \cdot 10 \end{matrix}$	1 dm	$\begin{matrix} \cdot 10 \\ \leftarrow \\ \cdot 10 \end{matrix}$	1 m	$\begin{matrix} \cdot 1000 \\ \leftarrow \\ \cdot 1000 \end{matrix}$	1 km
$\begin{matrix} \uparrow & & \uparrow \\ & \cdot 100 & \\ & \downarrow & \\ & : 100 & \end{matrix}$										
1 cm	$\begin{matrix} \cdot 2,54 \\ \leftarrow \\ : 2,54 \end{matrix}$	1 Zoll = 1 inch	$\begin{matrix} \cdot 12 \\ \leftarrow \\ : 12 \end{matrix}$	1 foot	$\begin{matrix} \cdot 3 \\ \leftarrow \\ : 3 \end{matrix}$	1 yard				
Flächeneinheiten										
1 mm^2	$\begin{matrix} \cdot 100 \\ \leftarrow \\ : 100 \end{matrix}$	1 cm^2	$\begin{matrix} \cdot 100 \\ \leftarrow \\ : 100 \end{matrix}$	1 dm^2	$\begin{matrix} \cdot 100 \\ \leftarrow \\ : 100 \end{matrix}$	1 m^2	$\begin{matrix} \cdot 10000 \\ \leftarrow \\ : 10000 \end{matrix}$	1 ha	$\begin{matrix} \cdot 100 \\ \leftarrow \\ : 100 \end{matrix}$	1 km^2
$\begin{matrix} \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\ & \cdot 10000 & & \cdot 1000000 & \\ & \downarrow & & \downarrow & \\ & : 10000 & & : 1000000 & \end{matrix}$										
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">1 Morgen</div> $\begin{matrix} \uparrow \\ \cdot 25 \\ \downarrow \\ : 25 \end{matrix}$										
1 m^2	$\begin{matrix} \cdot 100 \\ \leftarrow \\ : 100 \end{matrix}$	1 ar	$\begin{matrix} \cdot 100 \\ \leftarrow \\ : 100 \end{matrix}$	1 ha	$\begin{matrix} \cdot 100 \\ \leftarrow \\ : 100 \end{matrix}$	1 km^2				

Allgemeine Grundlagen	
Dreisatzrechnung	
<p>Einfacher, direkter Dreisatz</p> <p>Nimmt eine Größe zu, dann wächst auch die andere Größe. Nimmt eine Größe ab, dann wird auch die andere Größe kleiner. Die Größen sind <i>direkt proportional</i>.</p>	<p><i>Beispiel 1: Die Größen nehmen zu</i></p> <p>12 Spiralbohrer kosten 60 Euro. Was kosten dann 30 Bohrer?</p> <p>1. BS 12 Bohrer kosten 60 Euro</p> <p>2. FS 1 Bohrer kostet $\frac{60 \text{ Euro}}{12}$</p> <p>3. SS 30 Bohrer kosten $\frac{60 \text{ Euro} \cdot 30}{12} = 150 \text{ Euro}$</p> <p><i>Beispiel 2: Die Größen nehmen ab</i></p> <p>Eine Lackdose enthält bei einer Füllhöhe von 25 cm 5 l Lack. Nach Arbeitsende ist sie noch 15 cm hoch gefüllt. Wie viel Liter Lack wurden für die Arbeit verbraucht?</p> <p>1. BS 25 cm \triangleq 5 l</p> <p>2. FS 1 cm $\triangleq \frac{5 \text{ l}}{25 \text{ cm}}$</p> <p>3. SS 15 cm $\triangleq \frac{5 \text{ l} \cdot 10 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 2 \text{ l}$</p>
<p>Einfacher, indirekter Dreisatz</p> <p>Nimmt eine Größe zu, dann nimmt die andere Größe ab. Wird eine Größe kleiner, dann nimmt die andere Größe zu. Die Größen sind <i>indirekt</i> (umgekehrt) <i>proportional</i>.</p>	<p><i>Beispiel 1: Die erste Größe nimmt zu</i></p> <p>5 Monteure benötigen für eine Arbeit 70 Stunden. Wie viele Stunden würden dann 7 Monteure benötigen?</p> <p>1. BS 5 Monteure benötigen 70 h</p> <p>2. FS 1 Monteure benötigt 70 h · 5</p> <p>3. SS 7 Monteure benötigen $\frac{70 \text{ h} \cdot 5}{7} = 50 \text{ h}$</p> <p><i>Beispiel 2: Die erste Größe nimmt ab</i></p> <p>Für eine Baustelle, die in 12 Tagen eingerichtet und in Betrieb genommen werden soll, sind 10 Monteure vorgesehen. Um wie viele Tage würde sich die Inbetriebnahme verzögern, wenn nur 6 Monteure zur Verfügung stehen?</p> <p>1. BS 10 Monteure benötigen 12 Tage</p> <p>2. FS 1 Monteure benötigt 12 Tage · 10</p> <p>3. SS 6 Monteure benötige $\frac{12 \text{ Tage} \cdot 10}{6} = 20 \text{ Tage}$</p>
<p>Zusammengesetzter Dreisatz</p> <p>Es sind mehr als drei Größen gegeben. Deshalb sind mehrere Folge- und Schlussätze erforderlich.</p>	<p><i>Beispiel:</i></p> <p>Ein 4,0-m²-Blech von 1,6 mm Dicke wiegt 18 kg. Wie viel kg wiegt ein 1,5-m²-Blech von 1,2 mm Dicke?</p> <p>1. BS 4,0 m²; 1,6 mm wiegen 18 kg</p> <p>2. FS 1 1,0 m²; 1,6 mm wiegen $\frac{18 \text{ kg}}{4}$</p> <p>3. FS 2 1,0 m²; 1,0 mm wiegen $\frac{18 \text{ kg}}{4 \cdot 1,6}$</p> <p>4. SS 1 1,0 m²; 1,2 mm wiegen $\frac{18 \text{ kg} \cdot 1,2}{4 \cdot 1,6}$</p> <p>5. SS 2 1,5 m²; 1,2 mm wiegen $\frac{18 \text{ kg} \cdot 1,2 \cdot 1,5}{4,0 \cdot 1,6} = 5,1 \text{ kg}$</p>

14

Allgemeine Grundlagen			
Prozentrechnung			
Prozentrechnung ist eine Dreisatzrechnung, bei der alle Größen auf den Grundwert 100 bezogen sind. Grundformel: $W = \frac{G \cdot P}{100 \%}$		Beispiel 1: Prozentwert W gesucht Ein Facharbeiter erhält auf seinen Stundenlohn von 17,50 Euro eine Lohnerhöhung von 3 %. Wie viel Euro sind das? $W = \frac{G \cdot P}{100 \%} = \frac{17,50 \text{ Euro} \cdot 3 \%}{100 \%} = \underline{0,53 \text{ Euro}}$	
W: Prozentwert G: Grundwert P: Prozentsatz		Beispiel 2: Prozentsatz P gesucht Die Spannung eines Netzes sinkt von 230 V auf 215 V. Wie viel Prozent sind das? $P = \frac{W \cdot 100 \%}{G} = \frac{15 \text{ V} \cdot 100 \%}{230 \text{ V}} = \underline{6,5 \%}$	
		Beispiel 3: Grundwert G gesucht Der Verkaufspreis einer Bohrmaschine wird um 15 % gesenkt, das sind 35 Euro, die gegenüber dem Listenpreis gesenkt wurden. Wie groß ist der Listenpreis? $G = \frac{W \cdot 100 \%}{P} = \frac{35 \text{ Euro} \cdot 100 \%}{15 \%} = \underline{233 \text{ Euro}}$	
Potenzrechnung			
Ein Produkt gleicher Faktoren kann als Potenz geschrieben werden. Eine Potenz besteht aus <ul style="list-style-type: none"> • Basis • Exponent • Potenzwert 		$4^2 = 16$ Basis 4, Exponent 2, Potenzwert 16 $a \cdot a \cdot a = a^3$ $4 \cdot 4 \cdot 4 = 4^4$ $10 \cdot 10 \cdot 10 = 10^3$	
Ziffernschreibweise im Dezimalsystem	Potenzschreibweise	Zahl gesprochen	Vorsilbe – ihre Abkürzung in Verbindung mit Einheiten (DIN 1301)
0,000000000001	10^{-12}	Billionstel	Pico- (p)
0,000000001	10^{-9}	Milliardstel	Nano- (n)
0,000001	10^{-6}	Millionstel	Mikro- (μ)
0,001	10^{-3}	Tausendstel	Milli- (m)
0,01	10^{-2}	Hundertstel	Zenti- (c)
0,1	10^{-1}	Zehntel	Dezi- (d)
1	10^0	(Ausgangs)-Eins	
10	10^1	Zehn	Deka- (da)
100	10^2	Hundert	Hekto- (h)
1000	10^3	Tausend (Tsd)	Kilo- (k)
1000000	10^6	Million (Mio)	Mega- (M)
1000000000	10^9	Milliarde (Mrd)	Giga- (G)
1000000000000	10^{12}	Billion (Bio)	Tera- (T)
Formelumstellung			
1. Die gesuchte Größe steht in einer Summengleichung. <ul style="list-style-type: none"> • Seiten vertauschen. • Nicht gesuchte Glieder mit verändertem Vorzeichen auf die rechte Seite bringen. 		$U = U_0 - I \cdot R$ $U_0 - I \cdot R = U$ $U_0 = U + I \cdot R$	$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_E}$ $\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_E} - \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_3}$

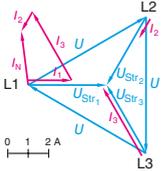
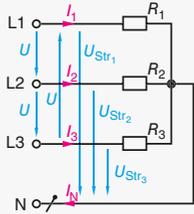
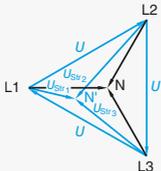
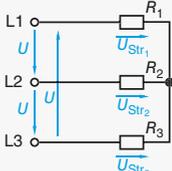
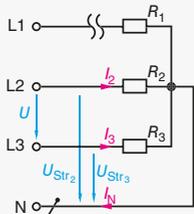
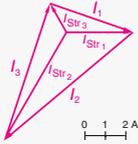
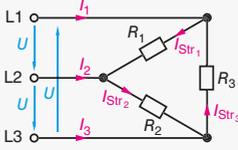
Allgemeine Grundlagen		
Formelumstellung		
2. Die gesuchte Größe steht in einer Faktorengleichung. <ul style="list-style-type: none"> • Seiten vertauschen. • Nicht gesuchte Glieder auf die rechte Seite unter den Bruchstrich bringen. 	$P = U \cdot I \cdot t$ $U \cdot I \cdot t = P$ $I = \frac{P}{U \cdot t}$	$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$ $2\pi \cdot f \cdot L = X_L$ $f = \frac{X_L}{2\pi \cdot L}$
3. Die gesuchte Größe steht in einer Quotientengleichung auf dem Bruchstrich. <ul style="list-style-type: none"> • Seiten vertauschen. • Nicht gesuchte Glieder auf die rechte Seite bringen. Was links auf dem Bruchstrich steht, kommt rechts unter den Bruchstrich. Was links unter dem Bruchstrich steht, kommt rechts auf den Bruchstrich.	$R = \frac{\varrho \cdot l}{A}$ $\frac{\varrho \cdot l}{A} = R$ $l = \frac{R \cdot A}{\varrho}$	$P = \frac{F \cdot s}{t}$ $\frac{F \cdot s}{t} = P$ $F = \frac{P \cdot t}{s}$
4. Die gesuchte Größe steht in einer Quotientengleichung unter dem Bruchstrich. <ul style="list-style-type: none"> • Seiten vertauschen. • Seiten umkehren. • Nicht gesuchte Glieder auf die rechte Seite bringen (wie bei 3.) 	$R = \frac{l}{\gamma \cdot A}$ $\frac{l}{\gamma \cdot A} = R$ $\frac{\gamma \cdot A}{l} = \frac{1}{R}$ $A = \frac{l}{\gamma \cdot R}$	$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$ $\frac{1}{\omega \cdot C} = X_C$ $\frac{\omega \cdot C}{1} = \frac{1}{X_C}$ $C = \frac{1}{\omega \cdot X_C}$
5. Die gesuchte Größe steht als Potenz in einer Gleichung. <ul style="list-style-type: none"> • Seiten vertauschen. • Nicht gesuchte Glieder auf die rechte Seite bringen. • Auf beiden Seiten die Wurzel ziehen. Auf der linken Seite heben sich Wurzel und Exponent auf. 	$P = I^2 \cdot R$ $I^2 \cdot R = P$ $I^2 = \frac{P}{R}$ $I = \sqrt{\frac{P}{R}}$	$P = \frac{U^2}{R}$ $\frac{U^2}{R} = P$ $U^2 = P \cdot R$ $U = \sqrt{P \cdot R}$
6. Die gesuchte Größe steht als Wurzel in einer Gleichung. <ul style="list-style-type: none"> • Seiten vertauschen. • Beide Seiten quadrieren. Auf der linken Seite heben sich Wurzel und Exponent auf. • Nicht gesuchte Größe auf die rechte Seite bringen. • Auf beiden Seiten die Wurzel ziehen. 	$I = \sqrt{A}$ $\sqrt{A} = I$ $A = I^2$	$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $\sqrt{R^2 + X_L^2} = Z$ $R^2 + X_L^2 = Z^2$ $R^2 = Z^2 - X_L^2$ $R = \sqrt{Z^2 - X_L^2}$

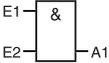
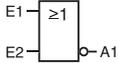
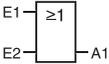
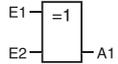
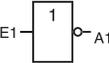
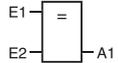
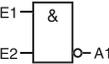
Flächenberechnung				
Dreieck, spitzwinklig				
$A = \frac{l \cdot h}{2}$	A	Flächeninhalt	m ²	
	l	Grundseite	m	
$l = \frac{2 \cdot A}{h} \quad h = \frac{2 \cdot A}{l}$	h	Höhe	m	
Dreieck, gleichschenkelig ($\alpha = \beta$)				
$A = \frac{l \cdot h}{2}$	A	Flächeninhalt	m ²	
	l	Grundseite	m	
$l_1 = \frac{l}{2} \cdot \sin \frac{\gamma}{2}$	l ₁	Schenkellänge	m	
	γ	Spitzenwinkel	Grad	
$h = \sqrt{l_1^2 - \frac{l^2}{4}}$	h	Höhe	m	
$U = l + 2 \cdot l_1$	U	Umfang	m	
Dreieck, gleichseitig ($\alpha = \beta = \gamma$)				
$A = \frac{l^2}{4} \cdot \sqrt{3} \approx 0,433 \cdot l^2$	A	Flächeninhalt	m ²	
	l	Grundseite	m	
$h = \frac{l}{2} \cdot \sqrt{3} \approx 0,866 \cdot l$	d	Innenkreisdurchmesser	m	
$U = 3 \cdot l$	D	Umkreisdurchmesser	m	
$D = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = 2 \cdot d$	h	Höhe	m	
$d = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = \frac{D}{2}$				
Trapez				
$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$	A	Flächeninhalt	m ²	
	l ₁	große Seitenlänge	m	
$l_1 = 2 \cdot l_m - l_2$	l ₂	kleine Seitenlänge	m	
$l_2 = 2 \cdot l_m - l_1$	l _m	mittlere Seitenlänge	m	
$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$	b	Breite	m	
$A = l_m \cdot b$				
$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$				
Dreieck				
$A = \frac{l \cdot h}{2}$	A	Flächeninhalt	m ²	
	l	Grundseite	m	
$l = \frac{2 \cdot A}{h} \quad h = \frac{2 \cdot A}{l}$	h	Höhe	m	
	a, b, l	Seitenlängen	m	
$A = \frac{a \cdot b \cdot \sin \gamma}{2}$	α, β, γ	Winkel	Grad	
$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$				

Gleichstromtechnik					
Spannungsteiler, unbelastet					
$U_2 = U_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ $I = \frac{U_1}{R_1 + R_2}$ $U_1 = U_2 \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2} \quad R_1 = R_2 \cdot \frac{U_1 - U_2}{U_2}$ $R_2 = R_1 \cdot \frac{U_2}{U_1 - U_2}$	U_1	Eingangsspannung	V		
	U_2	Ausgangsspannung	V		
	R_1, R_2	Teilerwiderstände	Ω		
	I	Stromstärke	A		
Spannungsteiler, belastet					
$U_2 = I \cdot \frac{R_2 \cdot R_B}{R_2 + R_B}$ $I = \frac{U_1}{R_1 + \frac{R_2 \cdot R_B}{R_2 + R_B}}$ $R_B = \frac{U_2 \cdot R_2}{R_2 - \frac{U_2}{I}} \quad R_2 = \frac{U_2 \cdot R_B}{R_B - \frac{U_2}{I}}$	U_1	Eingangsspannung	V		
	U_2	Ausgangsspannung	V		
	R_1, R_2	Teilerwiderstände	Ω		
	R_B	Belastungswiderstand	Ω		
I	Stromstärke	A			
Brückenschaltung, abgeglichen					
$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ $R_1 = R_2 \cdot \frac{R_3}{R_4} \quad R_2 = R_1 \cdot \frac{R_4}{R_3}$ $R_3 = R_4 \cdot \frac{R_1}{R_2} \quad R_4 = R_3 \cdot \frac{R_2}{R_1}$ $U_{AB} = 0 \quad I_{AB} = 0$ $I_1 = I_2 \quad I_3 = I_4$ $U_1 = U_3 \quad U_2 = U_4$	R	Widerstände	Ω		
	U	Spannungen	V		
	I	Ströme	A		
Bei abgeglichener Brückenschaltung ist die Brückendiagonale (A – B) stromlos.					
Brückenschaltung, nicht abgeglichen					
$U_{AB} \neq 0 \quad I_{AB} \neq 0$ $U_{AB} = U_2 - U_4$ $U_{AB} = U_3 - U_1$ $I_{AB} = I_1 - I_2$ $I_{AB} = I_4 - I_3$	U	Spannungen	V		
	I	Ströme	A		

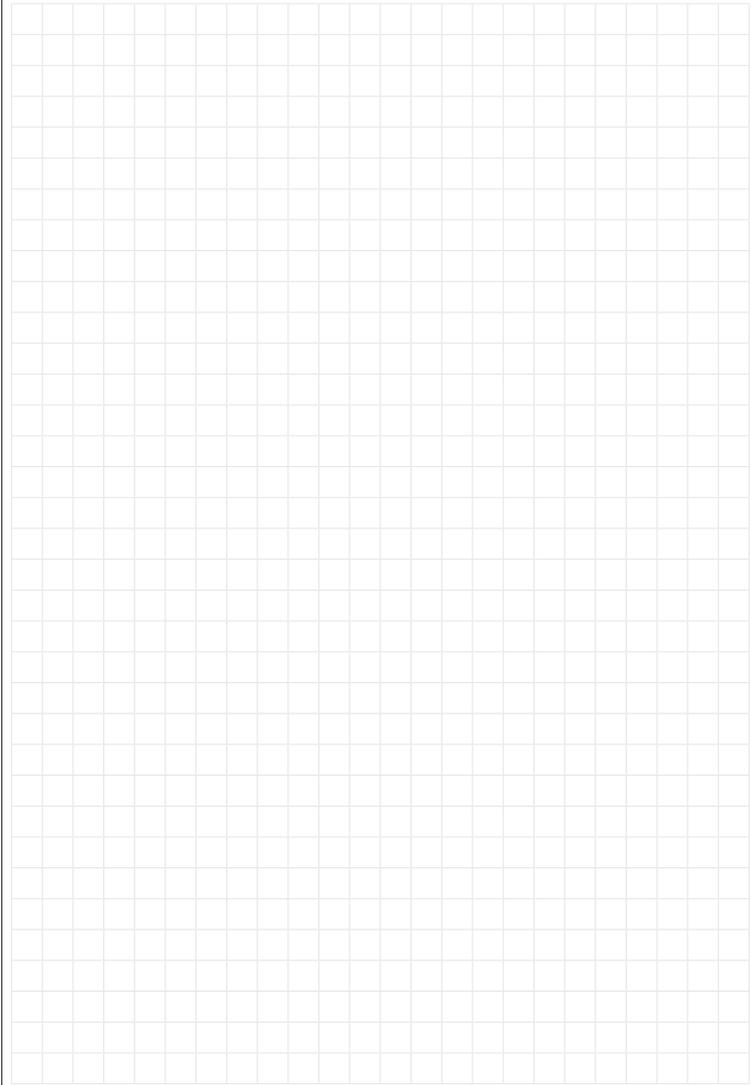
Wechselstromtechnik			
Wechselstromkreis mit induktivem Blindwiderstand			
$I = \frac{U}{X_L} = \frac{U}{2\pi \cdot f \cdot L} = \frac{U}{\omega \cdot L}$	X_L	induktiver Blindwiderstand	Ω
$Q_L = U \cdot I$	ω	Kreisfrequenz	$\frac{1}{s}$
Induktiver Blindwiderstand	L	Induktivität	H
$X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L$	f	Frequenz	Hz
	Q_L	induktive Blindleistung	var
Wechselstromkreis mit kapazitivem Blindwiderstand			
$I = \frac{U}{X_C} = \frac{U}{\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}} = U \cdot 2\pi \cdot f \cdot C = U \cdot \omega \cdot C$	X_C	kapazitiver Blindwiderstand	Ω
$Q_C = U \cdot I$	ω	Kreisfrequenz	$\frac{1}{s}$
Kapazitiver Blindwiderstand	C	Kondensatorkapazität	F
$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{\omega \cdot C}$	f	Frequenz	Hz
	Q_C	kapazitive Blindleistung	var
RL-Reihenschaltung			
$I = \frac{U}{Z}$	I	Stromstärke	A
$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$	U	anliegende Spannung	V
$\cos \varphi = \frac{U_R}{U}$	Z	Scheinwiderstand	Ω
$\sin \varphi = \frac{U_L}{U}$	U_R	Spannung am ohmschen Widerstand	V
$U_R = \sqrt{U^2 - U_L^2}$	U_L	Spannung am induktiven Widerstand	V
$U_R = U \cdot \cos \varphi$			
$U_L = \sqrt{U^2 - U_R^2}$			
$U_L = U \cdot \sin \varphi$			
Fortsetzung nächste Seite			

54

Drehstromtechnik (Dreiphasen-Wechselspannung)																
Sternschaltung, unsymmetrische Belastung mit N-Leiter																
$U_{\text{Str}} = \frac{U}{\sqrt{3}}$ $I_1 = \frac{U_{\text{Str}}}{R_1} \quad I_2 = \frac{U_{\text{Str}}}{R_2} \quad I_3 = \frac{U_{\text{Str}}}{R_3}$ 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">U_{Str}</td> <td style="width: 40%;">Strangspannung</td> <td style="width: 40%;">V</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>Außenleiterspannung</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>I_1, I_2, I_3</td> <td>Außenleiterströme</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>R_1, R_2, R_3</td> <td>Strangwiderstände</td> <td>Ω</td> </tr> </table>	U_{Str}	Strangspannung	V	U	Außenleiterspannung	V	I_1, I_2, I_3	Außenleiterströme	A	R_1, R_2, R_3	Strangwiderstände	Ω			
U_{Str}	Strangspannung	V														
U	Außenleiterspannung	V														
I_1, I_2, I_3	Außenleiterströme	A														
R_1, R_2, R_3	Strangwiderstände	Ω														
Sternschaltung, unsymmetrische Belastung ohne N-Leiter																
<p>Strangspannungen sind abhängig von den Strangwiderständen unterschiedlich groß. Der Sternpunkt wird verschoben.</p>				 												
Sternschaltung, Ausfall eines Außenleiters																
$I_2 = \frac{U_{\text{Str}}}{R_2} \quad I_3 = \frac{U_{\text{Str}}}{R_3}$ $I_2 = I_3 = \frac{U}{R_2 + R_3}$ $P' = \frac{2}{3} \cdot P$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">P</td> <td style="width: 40%;">Leistung bei Normalbetrieb</td> <td style="width: 40%;">W</td> </tr> <tr> <td>P'</td> <td>Leistung bei Ausfall eines Außenleiters</td> <td>W</td> </tr> </table> <p>Bei Ausfall von zwei Außenleitern reduziert sich die Leistung auf</p> $P'' = \frac{1}{3} \cdot P$	P	Leistung bei Normalbetrieb	W	P'	Leistung bei Ausfall eines Außenleiters	W									
P	Leistung bei Normalbetrieb	W														
P'	Leistung bei Ausfall eines Außenleiters	W														
Dreieckschaltung, unsymmetrische Belastung																
$I_{\text{Str}1} = \frac{U}{R_1} \quad I_{\text{Str}2} = \frac{U}{R_2} \quad I_{\text{Str}3} = \frac{U}{R_3}$ <p>Die Außenleiterströme können aus den Strangströmen mithilfe eines maßstäblichen Zeigerbildes ermittelt werden.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">I_{Str}</td> <td style="width: 40%;">Strangstrom</td> <td style="width: 40%;">A</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>Außenleiterspannung</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>Strangwiderstand</td> <td>Ω</td> </tr> </table>	I_{Str}	Strangstrom	A	U	Außenleiterspannung	V	R	Strangwiderstand	Ω				 			
I_{Str}	Strangstrom	A														
U	Außenleiterspannung	V														
R	Strangwiderstand	Ω														

Lichttechnik																																	
Lampenanzahl																																	
$n = \frac{E_m \cdot A}{WF \cdot \eta_B \cdot \Phi_L}$ $E_m = \frac{n \cdot WF \cdot \eta_B \cdot \Phi_L}{A}$ $A = \frac{n \cdot WF \cdot \eta_B \cdot \Phi_L}{E_m}$ $\eta_B = \frac{E_m \cdot A}{WF \cdot n \cdot \Phi_L}$	n	Lampenanzahl		lx: Lux lm: Lumen																													
	E_m	Wartungswert Beleuchtungsstärke	lx																														
	A	Grundfläche des Raumes	m ²																														
	WF	Wartungsfaktor																															
	η_B	Beleuchtungs- wirkungsgrad																															
	Φ_L	Lichtstrom je Lampe	lm																														
Logische Verknüpfungen																																	
UND			NOR																														
 $A1 = E1 \wedge E2$	<table border="1"> <thead> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	 $A1 = \overline{E1 \vee E2}$	<table border="1"> <thead> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
E1	E2	A1																															
0	0	0																															
0	1	0																															
1	0	0																															
1	1	1																															
E1	E2	A1																															
0	0	1																															
0	1	0																															
1	0	0																															
1	1	0																															
ODER			Antivalenz																														
 $A1 = E1 \vee E2$	<table border="1"> <thead> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	 $A1 = (E1 \wedge \overline{E2}) \vee (\overline{E1} \wedge E2)$	<table border="1"> <thead> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
E1	E2	A1																															
0	0	0																															
0	1	1																															
1	0	1																															
1	1	1																															
E1	E2	A1																															
0	0	0																															
0	1	1																															
1	0	1																															
1	1	0																															
NICHT			Äquivalenz																														
 $A1 = \overline{E1}$	<table border="1"> <thead> <tr><th>E1</th><th>A1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	E1	A1	0	1	1	0	 $A1 = (\overline{E1} \wedge \overline{E2}) \vee (E1 \wedge E2)$	<table border="1"> <thead> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	E1	E2	A1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1									
E1	A1																																
0	1																																
1	0																																
E1	E2	A1																															
0	0	1																															
0	1	0																															
1	0	0																															
1	1	1																															
NAND			Mithilfe von NAND- bzw. NOR-Gliedern lassen sich sämtliche logische Grundverknüpfungen (UND, ODER, NICHT) realisieren.																														
 $A1 = \overline{E1 \wedge E2}$	<table border="1"> <thead> <tr><th>E1</th><th>E2</th><th>A1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	E1				E2	A1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0														
E1	E2	A1																															
0	0	1																															
0	1	1																															
1	0	1																															
1	1	0																															

Notizen



70

Sachwortverzeichnis

A

Ankathete 19
Antivalenz 63
Äquivalenz 63
Arbeit 8, 28
–, elektrische 34

B

Basis 14
Basisspannungsleiter
–, Querstromverhältnis 66
–, Widerstandswerte 66
Beleuchtungsstärke 62
Beleuchtungswirkungsgrad 62
Bemessungsleistung 61
Beschleunigung 8, 26
Beschleunigungskraft 24
Bewegung
–, gleichförmig beschleunigte 25
–, gleichförmige, geradlinige 25
Biegemoment 8
Blindleistung 48
–, kapazitive 57
Blindleistungskompensation 57
Breite 9
Brückenschaltung
–, abgeglichen 39
–, nicht abgeglichen 39
Brummspannung 64

C

Cosinussatz 20

D

Deka 7
Dezi 7
dezimale Teile 7
Dichte 8
Dicke 9
Differenz-Eingangsspannung 66
Differenzierer 68
Drehfeldrehzahl 58
Drehmoment 8, 59
Drehstrommotor, Stromstärke 59
Drehzahl 8
Dreieck 17
–, gleichschenkliges 17
–, gleichseitiges 17

–, spitzwinkliges 17
–, stumpfwinkliges 16
Dreieckschaltung 53ff.
Dreieck-Stern-Umwandlung 40
Dreiphasen-Wechselstromleitung 56
Dreisatz
–, einfacher, direkter 13
–, einfacher, indirekter 13
–, zusammengesetzter 13
Dreisatzrechnung 12f.
Druck 8
Druckeinheiten 12
Durchflutung, magnetische 43
Durchmesser 9

E

Effektivwerte 47
Einheitengleichung 7
Einheiten, Umrechnung 7, 11f.
Einphasenmotor, Stromstärke 59
Einphasen-Wechselstromleitung 56
Einzelwirkungsgrad 31
Elektrische Feldstärke 40
Emitterschaltung 65
Emitterwiderstand 66
Energie 8
–, kinetische 29
–, potenzielle 29
Energieerhaltungssatz 29
Ersatzwiderstand 37
Erster Kirchhoffscher Satz 36
Exponent 14

F

Federkraft 25
Feldstärke
–, elektrische 8
–, magnetische 9, 43
Flächeneinheiten 11
Flächeninhalt 9
Flankensteilheit 65
Fliehkraft 25
Fluss, magnetischer 43
Flussdichte, magnetische 43
Formelumstellung 14f.
Formfaktor 47
Frequenz 9, 46

G

Gegenkathete 19
Gesamtwiderstand 37
Gesamtwirkungsgrad 31
Geschwindigkeit 9
Getriebeleistung 30f.
Gewichtskraft 24
Giga 7
Gleichstromleitung 55
Gleichstrommotor
–, Ankerspannung 59
–, Ankerstrom 60
–, Erregerstrom 60
–, induzierte Ankerspannung 60
Gleichtaktunterdrückung 67
Größengleichung 7
–, zugeschnittene 7
Größe, physikalische 7
Grundwert 14

H

Hebel
–, einseitiger 27
–, mehrfacher 27
–, zweiseitiger 27
Hekto 7
Hohlzylinder 21
Hubleistung 30
Hypotenuse 19

I

Impedanzwandler 67
Induktionsgesetz 44
Induktivität 44
Integrierer 68

K

Kaltwiderstand 36
Kegel 23
Kegelstumpf 23
Kilo 7
Klemmenspannung 38
Kompensationskondensator 57
Kondensator 42
Kondensatorkapazität 41
Kraft 9
–, resultierende 24
Krafteck 24

Krafteinheiten 12
Kräfteparallelogramm 24
Kraftpfeil 23
Kraftwirkung 45
Kreis 18
–, magnetischer 44
Kreisbogen 19
Kreisfrequenz 46
Kreisring 18
Kurzschlussspannung 60
Kurzschlussstrom 61

L
Ladung, elektrische 34
Lampenzahl 63
Länge 9
Längenänderung 32
Längeneinheiten 11
Läuferfrequenz 58
LC-Siebung 64
Leerlauf-Ausgangs-
spannung 67
Leerlaufspannung 38
Leistung 9, 29, 53, 58
–, elektrische 35
Leistungsdreieck 48
Leistungsverlust 55ff.
–, prozentualer 55ff.
Leiterwiderstand 35
Leitfähigkeit, elektrische 9
Leitungsberechnung 55
Leitwert 35
Leuchtdichte 62
Lichtausbeute 62
Lichtstärke 61
Lichttechnik 61
Logische Verknüpfungen 63

M
Masse 9
Masseinheiten 12
Mega 7
Messbereichserweiterung 40
Mikro 7
Milli 7
Mischspannung 47
Mischungstemperatur 33
Moment 8

N
NAND 63
Nano 7
NICHT 63
NOR 63

O
ODER 63
Ohmsches Gesetz 35
Operationsverstärker 66

P
Parallelogramm 16
Parallelschaltung
–, von Kondensatoren 41
–, von Spannungsquellen 38
Periodendauer 11, 46, 65
Permeabilität 44
Piko 7
Plattenkondensator 40
Potential, elektrisches 34
Potenzrechnung 14
Potenzwert 14
Prisma 21
Prozentrechnung 14
Prozentsatz 14
Prozentwert 14
Pulsfrequenz 65
Pumpenleistung 31
Pyramide 22
Pyramidenstumpf 22

Q
Quadrat 16

R
Radius 9
Raumindex 62
Raute 16
RC-Parallelschaltung 52
RC-Reihenschaltung 51
RC-Siebung 64
Rechteck 16
Rechteckspannung 48
Reibungskraft 26
Reihenschaltung
– von Kondensatoren 41
– von Spannungsquellen 38
Resonanzfrequenz 52

RL-Parallelschaltung 51
RL-Reihenschaltung 49
Rollreibung 26

S
Satz des Pythagoras 19
Schaltung von Spulen 45
Scheinleistung 48
Scheitelfaktor 47
Schlupf 58
Schlupfdrehzahl 58
Schmelzwärme 33
Siebfaktor 64
Sinussatz 20
Spannung
–, elektrische 9, 34
–, mechanische 9
Spannungsfall 55f.
–, prozentualer 55ff.
Spannungsteiler
–, belastet 39
–, unbelastet 39
Spannungsteilerregel 7
Spartransformator 61
Spule 45
Stern-Dreieck 53
Sternschaltung 53f.
Strahlensatz 20
Stromdichte 34
Stromstärke, elektrische 10, 34

T
Tastgrad 65
Tastverhältnis 65
Temperatur 31
Temperaturabhängigkeit 36
Temperaturbeiwert 36
Tera 7
Torsionsmoment 8
Transformator 60
Transistorverstärker 65
Trapez 17

U
Überdruck 8
Übersetzungsverhältnis 60
Übertemperatur 59
Umdrehungsfrequenz 8
Umfangsgeschwindigkeit 26
UND 63

72

V

Verbrennungswärme 33
Verdampfungswärme 33
Verstärker
–, invertierender 67
–, nichtinvertierender 67
Vieleck
–, regelmäßig 18
–, unregelmäßig 18
Vielfache von Einheiten 7
Volumen 10
Volumenänderung 32
Volumeneinheiten 12
Vorwiderstand 38

W

Wärmekapazität,
spezifische 10
Wärmemenge 10, 32
Wärmewirkung 36
Warmwiderstand 36
Wartungsfaktor 62
Wechselgröße 46
Wechselspannung 46
Wechselstromkreis 48f.
Wicklungen 59
Widerstand
–, Parallelschaltung 37
–, Reihenschaltung 37
Widerstand, elektrischer 10
Winkel, ebener 10
Winkelfunktionen 19

Winkelgeschwindigkeit 11, 26
Winkelhebel 27
Winkel, Phasenverschiebung 11
Winkelsumme 20
Wirkleistung 48
Wirkungsgrad 35, 58
Würfel 20

Z

Zahlenwertgleichung 7
Zeit 11
Zeiteinheiten 12
Zeitkonstante 42
Zenti 7
Zugleistung 30
Zweiter Kirchhoffscher Satz 36
Zylinder 21