

Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Formelsammlung

Elektroberufe
(Energietechnik)



Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Allgemeine Hinweise	5
2. Allgemeine Zeichen	6
3. Allgemeine Grundlagen	
Dreisatzrechnung	7
Prozentrechnung, Zinsrechnung	8
Potenzen	8
Umstellen von Gleichungen	9
4. Geometrie	
Teilung von Längen	10
Längen am rechtwinkligen Dreieck (Pythagoras)	10
Quadrat, Rechteck	10
Parallelogramm, Raute	11
Trapez	11
Dreieck	11
Regelmäßiges Vieleck	11
Kreis, Kreisring, Kreisbogen	12
Längen und Winkel im rechtwinkligen Dreieck (Winkelfunktionen)	12
5. Stereometrie	
Würfel, Prisma, Pyramide	13
Zylinder	13
Hohlzylinder	14
Kegel, Kugel	14
6. Physikalische Berechnungen	
Masse, Dichte	15
Gleichförmige, geradlinige Bewegung	15
Gleichförmige Drehbewegung	15
Grundgesetz der Dynamik	15
Gewichtskraft	15
Zusammensetzung von Kräften, Kräftezerlegung	16
Kraftmoment (Drehmoment)	16
Hebel	16/17
Mechanische Arbeit	17
Potentielle Energie	17
Mechanische Leistung	17
Wirkungsgrad	18
Schiefe Ebene	18
Feste und lose Rolle	18
Temperatur	19
Längen- und Volumenausdehnung	19
Wärmemenge	20
Mischungstemperatur	20
Zug, Druck	20
7. Übersetzungsberechnungen	
Flachriementrieb, Keilriementrieb	21
Zahnradtrieb	22
Schneckenrieb	22
Kraftmoment (Drehmoment) bei Zahnradtrieben	22
8. Allgemeine Grundlagen der Elektrotechnik	
Leitwert, Leiterwiderstand	23
Widerstandsänderung bei Temperaturänderung	23
Ohmsches Gesetz	24
Stromdichte	24
Reihenschaltung von Widerständen	24
Knotenpunktregel	24
Parallelschaltung von Widerständen	24/25

Inhaltsverzeichnis		Seite
8. Allgemeine Grundlagen der Elektrotechnik (Fortsetzung)		
Umwandlung von Dreieck- in Sternschaltung		25
Spannungsteiler		25/26
Widerstandsbrücke		26
Meßbereichserweiterung		26
Widerstandsbestimmung durch Strom und Spannung		27
Chemische Spannungsquellen		27
Elektrische Leistung, Arbeit, Kosten der Arbeit		28
Wirkungsgrad		29
Elektrische Arbeit und Wärme		29
9. Magnetisches Feld		
Magnetische Durchflutung		30
Magnetische Feldstärke		30
Magnetische Flußdichte (Induktion)		31
Magnetischer Fluß		31
Magnetische Zugkraft		31
Kraft auf stromdurchflossenen Leiter		31/32
Induktion der Bewegung		32
Induktivität einer Spule		32
Schaltung von Induktivitäten		32
10. Elektrisches Feld		
Elektrische Feldstärke		33
Kapazität eines Kondensators		33
Ladung eines Kondensators		33
Schaltung von Kondensatoren		34
Spannungsteilung		34
11. Grundgrößen des Wechselstromkreises		
Frequenz, Periodendauer		35
Phasenverschiebungswinkel		35
Kreisfrequenz		35
Scheitelwert, Effektivwert, Augenblickswert		35
Arithmetischer Mittelwert		35
Kapazitiver und induktiver Blindwiderstand		36
Scheinwiderstand		36
Wechselstromleistung		36
12. Berechnungen im Wechselstromkreis		
Reine Kapazität im WS-Kreis		37
Reihen- und Parallelschaltung von R und C		37
Reine Induktivität im WS-Kreis		38
Reihen- und Parallelschaltung von R und L		38
Reihen- und Parallelschaltung von R , L und C		39
Reihen- und Parallelresonanz		40
13. Drehstrom		
Sternschaltung		41
Dreieckschaltung		42
Drehstromleistung		43
Netzkomensation		43
14. Leistungsberechnung		
Unverzweigte Gleichstrom-, Wechselstrom- und Drehstromleitung		44
15. Elektrische Maschinen		
Einphasentransformator		45
Drehstromtransformator		45
Synchrone Umdrehungsfrequenz, Schlupf		46

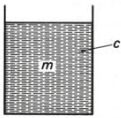
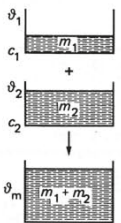
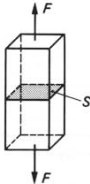
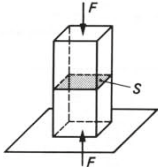
Inhaltsverzeichnis		Seite
	15. Elektrische Maschinen (Fortsetzung)	
	Einphasen-Wechselstrommotor	46
	Drehstrommotor	46
	Gleichstrommotor, -generator	47
	Anlaufstrom, Anlaufwiderstand	47
	16. Elektronik	
	Verlustleistung einer Diode	48
	Zulässige Verlustleistung einer Z-Diode	48
	Differentieller Widerstand einer Z-Diode	48
	Spannungsstabilisierung	48
	Kollektor-Basis-Gleichstromverhältnis	49
	Transistorgrößen	49
	Transistor-Emitter-Schaltung	49
	Kippschaltung	50
	Operationsverstärker	51/52
	17. Vorlage für Ergänzungen	53
	18. Tabellen	
	Tabelle 1: Beziehungen zwischen den Einheiten wichtiger Größen	54
	Stichwortverzeichnis	55/56

1. Allgemeine Hinweise

Die vorliegende Formelsammlung enthält Formeln, die bei den Zwischen- und Abschlußprüfungen in den Elektroberufen (Energietechnik) vorkommen können. Sie wurden auf der Grundlage der in den vergangenen Jahren von der PAL erarbeiteten Aufgabensätze zusammengestellt. Durch die Beschränkung auf die Grundformeln wird bewußt die Formelsammlung im Umfang klein gehalten und damit Übersichtlichkeit und schnelle Handhabung erreicht. Formeln spezieller Ausbildungsbereiche, wie Elektromaschinenbau, wurden nicht aufgenommen. Sie würden die in diesen Bereichen nicht tätigen Auszubildenden nur verunsichern.

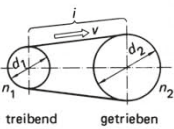
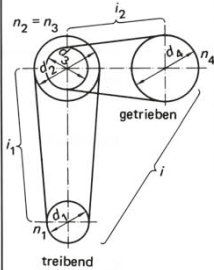
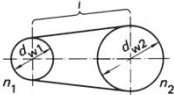
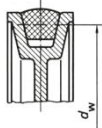
Die in der Spalte „Einheit“ der Formelsammlung genannten Einheiten sind die in der Praxis am häufigsten vorkommenden Einheiten. Grundsätzlich kann auch mit anderen dezimalen Teilen und Vielfachen der Einheit gerechnet werden.

Das Zeichen 1) hinter einer Gleichung weist darauf hin, daß diese Gleichung eine Zahlenwertgleichung ist. Sie führt nur dann zum richtigen Ergebnis, wenn die in der Spalte „Einheit“ angegebenen Einheiten verwendet werden.

Skizze	Formelzeichen	Größe	Einheit	Formel
Wärmemenge 	Q m ϑ_1 ϑ_2 $\Delta \vartheta$ c	Wärmemenge Masse Temperatur vor Erwärmung Temperatur nach Erwärmung Temperaturdifferenz spezifische Wärmekapazität	kJ kg °C °C K $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$Q = c \cdot m \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$ $Q = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta$
Mischungstemperatur 	m_1, m_2 ϑ_1, ϑ_2 ϑ_m c_1, c_2	Massen Temperaturen der Stoffe Mischungstemperatur spezifische Wärmekapazitäten	kg °C °C $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$\vartheta_m = \frac{c_1 \cdot m_1 \cdot \vartheta_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot \vartheta_2}{c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2}$
Zug 	σ_z $\sigma_{z, \text{zul}}$ R_e R_m F F_{zul} S v	Zugspannung zulässige Zugspannung Streckgrenze Zugfestigkeit Zugkraft zulässige Zugkraft Querschnittsfläche Sicherheitszahl	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ N N mm^2	$\sigma_z = \frac{F}{S}$ $\sigma_{z, \text{zul}} = \frac{R_e}{v}$ zähe Werkstoffe, z.B. Stahl $\sigma_{z, \text{zul}} = \frac{R_m}{v}$ spröde Werkstoffe, z.B. Gußeisen $F_{\text{zul}} = \sigma_{z, \text{zul}} \cdot S$
Druck 	σ_d $\sigma_{d, \text{zul}}$ $\sigma_{d, F}$ $\sigma_{d, B}$ F F_{zul} S v	Druckspannung zulässige Druckspannung Quetschgrenze Druckfestigkeit Druckkraft zulässige Druckkraft Querschnittsfläche Sicherheitszahl	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ N N mm^2	$\sigma_d = \frac{F}{S}$ $\sigma_{d, \text{zul}} = \frac{\sigma_{d, F}}{v}$ zähe Werkstoffe, z.B. Stahl $\sigma_{d, \text{zul}} = \frac{\sigma_{d, B}}{v}$ spröde Werkstoffe, z.B. Gußeisen $F_{\text{zul}} = \sigma_{d, \text{zul}} \cdot S$
Spezifische Wärmekapazität des Wassers: $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$				

7. Übersetzungsberechnungen

21

Skizze	Formelzeichen	Größe	Einheit	Formel
Einfacher Flachriementrieb  treibend getrieben	d_1	Durchmesser treibende Scheibe	mm	$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$
	d_2	Durchmesser getriebene Scheibe	mm	$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad 1)$
	n_1	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl) treibende Scheibe	min^{-1}	$v = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{60 \cdot 1000} \quad 1)$
	n_2	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl) getriebene Scheibe	min^{-1}	$i = \frac{d_2}{d_1}$
	v	Riemen- geschwindigkeit	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	$i = \frac{n_1}{n_2}$
	i	Übersetzungs- verhältnis		$i > 1$ Übersetzung ins Langsame $i < 1$ Übersetzung ins Schnelle
Doppelter Flachriementrieb  treibend getrieben	d_1, d_3	Durchmesser treibende Scheiben	mm	$n_1 \cdot d_1 \cdot d_3 = n_4 \cdot d_2 \cdot d_4$
	d_2, d_4	Durchmesser getriebene Scheiben	mm	$i_1 = \frac{d_2}{d_1}$
	n_1	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl) 1. treibende Scheibe	min^{-1}	$i_1 = \frac{n_1}{n_2}$
	n_2	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl) 1. getriebene Scheibe	min^{-1}	$i_2 = \frac{d_4}{d_3}$
	n_3	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl) 2. treibende Scheibe	min^{-1}	$i_2 = \frac{n_3}{n_4}$
	n_4	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl) 2. getriebene Scheibe	min^{-1}	$i = i_1 \cdot i_2$
	i_1	1. Einzelübersetzung		$i = \frac{n_1}{n_4}$
	i_2	2. Einzelübersetzung		
	i	Gesamtübersetzung		$i = \frac{d_2 \cdot d_4}{d_1 \cdot d_3}$
Einfacher Keilriementrieb  	d_{w1}	Wirkdurchmesser treibende Scheibe	mm	$n_1 \cdot d_{w1} = n_2 \cdot d_{w2}$
	d_{w2}	Wirkdurchmesser getriebene Scheibe	mm	$i = \frac{d_{w2}}{d_{w1}}$
	n_1	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl) treibende Scheibe	min^{-1}	$i = \frac{n_1}{n_2}$
	n_2	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl) getriebene Scheibe	min^{-1}	
	i	Übersetzungs- verhältnis		

Stichwortverzeichnis

- Anlaßwiderstand 47
 Anlaufstrom 47
 Arbeit, elektrische 28
 Arithmetischer Mittelwert 35
 Augenblickswert 35
- Blindwiderstand, induktiver 36
 Blindwiderstand, kapazitiver 36
- Chemische Spannungsquelle 27
- Dichte 15
- Diode
 differentieller Widerstand einer Z-Diode 48
 Verlustleistung 48
- Drehbewegung, gleichförmig 15
 Drehmoment (Kraftmoment) 16
 bei Zahnradtrieben 22
 Drehstrom 41, 42, 43
 Drehstrom-Asynchronmotor 46
 Drehstromleistung 43
 Drehstromleitung 44
 Drehstrommotor 46
 Drehstromtransformator 45
- Dreieck
 Längen und Winkel 12
 Pythagoras 10
 Fläche 11
- Dreieckschaltung 25, 42
 Dreisatzrechnung 7
 Druck 20
- Durchflutung, magnetische 30
- Dynamik, Grundgesetz 15
- Effektivwert 35
- Einheiten wichtiger Größen, Beziehungen 54
- Einphasen-Wechselstrommotor 46
- Einphasentransformator 45
- Einseitiger Hebel 16
- Elektrische Arbeit 28
- Elektrische Arbeit, Kosten 28
- Elektrische Leistung 28
- Elektrische Maschinen 45, 46, 47
- Elektrisches Feld 33, 34
- Elektronik 48, 49, 50, 51, 52
- Feldstärke
 elektrische 33
 magnetische 30
- Feste Rolle 18
- Festigkeitsberechnungen 20
- Flächenberechnungen 10, 11, 12
- Flachriementrieb 21
- Frequenz 35
- Geschwindigkeit 15
- Gewichtskraft 15
- Gleichförmige Drehbewegung 15
- Gleichförmige, geradlinige Bewegung 15
- Gleichstromgenerator 47
- Gleichstrommotor 47
- Gleichstromleitung 44
- Gleichungen, umstellen 9
- Griechisches Alphabet 6
- Grundgesetz der Dynamik 15
- Hebel
 zweiseitig 17
 einseitig 16
- Hohlzylinder 14
- Induktion der Bewegung 32
- Induktivität einer Spule 32
- Induktivität im Wechselstromkreis 38
- Kapazität im Wechselstromkreis 37
- Kegel 14
- Keilriementrieb 21
- Kippschaltung 50
- Knotenpunktregel 24
- Kollektor-Basis-Gleichstromverhältnis 49
- Kondensator
 Kapazität 33
 Ladung 33
 Parallelschaltung 34
 Reihenschaltung 34
- Kräfte
 addieren 16
 subtrahieren 16
- Kräftezerlegung 16
- Kräftezusammensetzung 16
- Kraftmoment (Drehmoment) 16
 bei Zahnradtrieben 22
- Kreis 12
- Kreisbogen 12
- Kreisfrequenz 35
- Kreisring 12
- Kugel 14
- Längen am rechtwinkligen Dreieck 10, 12
- Längenausdehnung 19
- Leistung, elektrische 28
- Leitungsberechnungen 44
- Leitwert 23
- Leitwiderstand 23
- Lose Rolle 18
- Magnetische Durchflutung 30
- Magnetische Feldstärke 30
- Magnetische Flußdichte 31
- Magnetische Zugkraft 31
- Magnetischer Fluß 31
- Magnetisches Feld 30, 31, 32
- Masse 15
- Mathematische Zeichen 6
- Mechanische Arbeit 17
- Mechanische Leistung 17
- Mischungstemperatur 20
- Netzkomensation 43
- Ohmsches Gesetz 24
- Operationsverstärker 51, 52
- Parallelogramm 11
- Parallelresonanz 40
- Parallelschaltung
 von mehr als zwei Widerständen 25
 von zwei Widerständen 24
- Parallelschaltung von chemischen Spannungsquellen 27
- Parallelschaltung von mehreren Induktivitäten 32
- Parallelschaltung von Wirkwiderstand und Induktivität 38
- Parallelschaltung von Wirkwiderstand und Kondensator 37

-
- Parallelschaltung von Wirkwiderstand, Induktivität und Kapazität 39
 Parallelschaltung von zwei Induktivitäten 32
 Periodendauer 35
 Phasenverschiebungswinkel 35
 Potentielle Energie 17
 Potenzen 8
 Prisma 13
 Prozentrechnung 8
 Pyramide 13
 Pythagoras 10

 Quadrat 10

 Randabstände 10
 Raute 22
 Rechteck 10
 Regelmäßiges Vieleck 11
 Reihenresonanz 40
 Reihenschaltung von chemischen Spannungsquellen 27
 Reihenschaltung von Induktivitäten 32
 Reihenschaltung von Widerständen 24
 Reihenschaltung von Wirkwiderstand und Induktivität 38
 Reihenschaltung von Wirkwiderstand und Kondensator 37
 Reihenschaltung von Wirkwiderstand, Induktivität und Kapazität 39

 Scheinwiderstand 36
 Scheitelwert 35
 Schiefe Ebene 18
 Schlupf 46
 Schneckentrieb 22
 Spannung 24
 Spannungsmesser 26
 Spannungsstabilisierung 48
 Spannungsteiler, belasteter 26
 Spannungsteiler, unbelasteter 25
 Spannungsteilung bei Reihenschaltung 34
 Spannungsquellen, chemische 27
 Spitze-Spitze-Wert 35
 Sternschaltung 25
 Sternschaltung 41
 Stromdichte 24
 Strommesser 26
 Stromstärke 24
 Synchrone Umdrehungsfrequenz 46

 Teilung von Längen 10
 Temperatur 19
 Transformator 45
 Transistor-Emitterschaltung 49
 Transistorgößen 49
 Trapez 11

 Übersetzungsberechnungen 21, 22
 Übersetzungsverhältnis 21, 22
 Umfangsgeschwindigkeit 15
 Umstellen von Gleichungen 9

 Verlustleistung einer Diode 48
 Vieleck, regelmäßiges 11
 Volumenausdehnung 19
 Volumenberechnungen 13, 14
 Vorsätze für dezimale Teile und Vielfache 6
 Vorsatzzeichen für dezimale Teile und Vielfache 6

 Wärmemenge 20, 29
 Wechselstrom-Maschinen 46
 Wechselstromkreis, Berechnungen 37, 38, 39, 40
 Wechselstromkreis, Grundgrößen 35, 36
 Wechselstromleistung 36
 Wechselstromleitung, Berechnung 44
 Widerstand 24
 Widerstandsänderung bei Temperaturänderung 23
 Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmesser 27
 Widerstandsbrücke 26
 Winkel im rechtwinkligen Dreieck 12
 Winkelfunktionen, Berechnungen 12
 Winkelhebel 17
 Wirkungsgrad 18, 29
 Würfel 13

 Zahnradberechnungen 22
 Zahnradtrieb 22
 Zinsrechnung 8
 Zug 20
 Zugkraft, magnetische 31
 Zweiseitiger Hebel 17
 Zylinder 13
-