

Elektrotechnik:

Ladung: $Q = I \cdot t = C \cdot U$

Ladungsdichte: $\rho = e_0 \cdot n$

Stromdichte: $J = \frac{I}{A}$

Wärmeenergie: $W = U \cdot Q$

ohmsches Gesetz: $U = R \cdot I$

ohmscher Leitwert: $G = \frac{I}{U}$

spezifischer Widerstand: $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$

Leitfähigkeit: $\gamma = \frac{1}{\rho}$

Temperaturabhängigkeit Widerstand:

$$R_2 = R_1 \cdot [1 + \alpha_1(\vartheta_2 - \vartheta_1)] \quad [\alpha] = K^{-1}$$

Energie: $W = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t$

Leistung: $P = \frac{W}{t} = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$

Wirkungsgrad: $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$

$$\Delta P_{\%} = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \cdot 100\% \quad P_V = P_{zu} - P_{ab}$$

Serienschaltung:

$$R_{ges} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$\frac{1}{G_{ges}} = \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} + \frac{1}{G_3}$$

$$Q_{ges} = Q_1 = Q_2 = Q_3 \rightarrow \frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

Parallelschaltung:

$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad R_{ges} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$G_{ges} = G_1 + G_2 + G_3$$

$$Q_{ges} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \rightarrow C_{ges} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

Umrechnung Spannungs- /Strom-Quelle:

$$UQ \rightarrow IQ: I_0 = \frac{U_0}{R_i} \quad IQ \rightarrow UQ: U_0 = I_0 \cdot R_i$$

Unbelasteter Spannungsteiler:

$$\frac{U_{\mu}}{U} = \frac{R_{\mu}}{\Sigma R_U}$$

Belasteter Spannungsteiler:

$$R_{2L} = \frac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L}$$

Querstromverhältnis: $q = \frac{I_q}{I_L} = \frac{R_L}{R_2}$

Stromteiler:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{G_1}{G_2} = \frac{R_2}{R_1} \quad \frac{I_1}{I_{ges}} = \frac{\text{Gegenzweig } R}{R_{ges \text{ von Zweigen}}} = \frac{G_1}{G_{ges \text{ von Zweigen}}}$$

Spannungsfehlerschaltung:

$$R = \frac{U - U_{iA}}{I} = \frac{U}{I} - R_{iA} \quad U_{iA} = I \cdot R_{iA}$$

Stromfehlerschaltung:

$$R = \frac{U}{I - I_{iV}} = \frac{U}{I - \frac{U}{R_{iV}}} \quad I_{iV} = \frac{U}{R_{iV}}$$

Brückenschaltung:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad (\text{wenn Brücke abgeglichen})$$

Schleifdrahtmessbrücke:

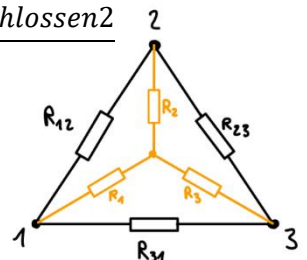
$$R_x = R_N \cdot \frac{l_1}{l_2}$$

Stern- Dreiecks- Transformation:**Umrechnung von Δ in Stern**

$$R = \frac{\text{eingeschlossen1} \cdot \text{eingeschlossen2}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

Umrechnung von Stern in Δ

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_1}{\text{gegenüberliegender } R}$$

**Ersatzspannungs- und Stromquelle:**

Leerlaufspannung U_0 : U_0 berechnen (Spannungsteiler)

Innenwiderstand R_i : (Spannungsquelle kurzschließen)

(Stromquelle durch Leerlauf ersetzen)

Kurzschlussstrom I_K : $I_K = \frac{U}{R_1}$ (manche R ignorieren)

Zusammenhang: $U_0 = R_i \cdot I_K$

Leistung maximal: $P = \frac{(U_0)^2}{4 \cdot R_i}$

Innere Verlustleistung: $P_V = I^2 \cdot R_i$

Lösungsmethoden bei komplexer Schaltung:

Maschen und Knotensatz:

Kirchhoff 1: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

Kirchhoff 2: $U_1 + U_2 + U_3 = 0$ (g. Pfeil \rightarrow -U)

$$m = z - (k - 1) \quad K = k - 1$$

Überlagerungssatz:

Spannungsquelle kurzschließen: $R_i = 0$

Stromquelle durch Leerlauf ersetzen $R_i \rightarrow \infty$

- Jeweils:
1. Spannungen zeichnen
 2. Ströme einzeichnen (gleich gepfeilt)
Wichtig für spätere Vorzeichen!
 3. Rechnen

Knotenpotentialanalyse: (mit Leitwert)

1. Knoten beschriften
2. Bezugsknoten wählen ($\varphi_0 = 0V$) nicht in Matrix
3. ggf. Spannungsquelle mit Widerstand tauschen
4. Bekannte potentiale kennzeichnen (Fuß von Pfeil)
5. Matrix aufstellen für alle φ und unbekannte Knoten
6. Auf Ergebnisseite die Ströme eintragen
7. Äquivalentumformung der bekannten φ
8. Matrix berechnen
9. Hilfe: $U = (\varphi_{Herkunft} - \varphi_{Hinkunft})$

Maschenstromanalyse: (mit Widerstand)

1. Baum einzeichnen, sodass keine Stromquelle drin ist und alle Knoten erfasst werden
2. Komplemente sind Zweige zwischen Baum, die Ströme von denen werden in der Matrix aufgestellt (wenn sie unbekannt sind)
3. Komplemente entsprechen auch die Maschen
Maschenrichtung \rightarrow Komplementstrom-Richtung
4. Koppelleitwerte: gleichgepfeilt +, gegengepfeilt -
5. Spannungsquellen: gleichgepfeilt -, gegengepfeilt +
6. Stromquellen dann äquivalent umformen
7. Matrix errechnen

Kondensatoraufgabe:

Berechnung $u_c(t)$

1. U_A berechnen
2. R_E berechnen (nach der Veränderung)
Spannungsquelle kurzschließen
Kondensator Klemmen sind Bezugspunkte
3. U_E berechnen
4. τ berechnen mit Formel
5. mit großer Formel $u_c(t)$ berechnen

Berechnung $i_c(t)$

1. Formel von oben verwenden
2. $u_c(t)$ ermitteln \rightarrow siehe oben
3. $i_c(t) = C \cdot (U_A - U_E) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \cdot \left(-\frac{1}{\tau}\right)$
(Kettenregel)
4. τ mit Formel ersetzen
5. C rauskürzen

Kondensator:

Kapazität: $C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d}$

Elektrische Feldstärke: $E = \frac{U}{d}$

$$i_c(t) = \frac{dQ}{dt} = C \cdot \frac{du_c(t)}{dt}$$

Energie: $dW = \frac{I^2 \cdot t}{C} \cdot dt \quad W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$

$$u_c(t) = U_E + (U_A - U_E) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

mit $\tau = R_E \cdot C$

Spule:

Induktivität: $L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot n^2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot z}$

Feldstärke: $H = \frac{n \cdot I}{z}$

Gesamtfluss: $\psi = n \cdot \Phi = L \cdot I$

$$i_L(t) = I_E + (I_A - I_E) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$u_L(t) = L \cdot \frac{di_L(t)}{dt} = (I_E - I_A) \cdot R_E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

mit $\tau = \frac{L}{R_E}$

Mechanik:

$$P_{mech} = M \cdot \omega = F \cdot r \cdot 2\pi \cdot f$$

$$A = r^2 \cdot \pi = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Einheitentabelle / Präfixe / Mathemerkhilfen

Basisgröße	Basiseinheit	Kurzzeichen	Zeichen
Länge	Meter	m	l
Masse	Kilogramm	kg	m
Zeit	Sekunde	s	t
Elektrische Stromstärke	Ampere	A	I
Temperatur	Kelvin	K	T
Stoffmenge	Mol	Mol	n
Lichtstärke	Candela	cd	I _v
Kraft	Newton	1 N = 1 kg · m · s ⁻² = 1 V · A · s · m ⁻¹	F
Energie	Joule	1 J = 1 kg · m ² · s ⁻² = 1 V · A · s = 1 Nm	W
Leistung	Watt	1 W = 1 kg · m ² · s ⁻³ = 1 V · A	P
Ladung	Coulomb	1 C = 1 A · s	Q
Spannung	Volt	1 V = 1 kg · m ² · s ⁻³ · A ⁻¹ = 1 W · A ⁻¹	U
Widerstand	Ohm	1 Ω = 1 kg · m ² · s ⁻³ · A ⁻² = 1 V · A ⁻¹	R
Leitwert	Siemens	1 S = 1 kg ⁻¹ · m ⁻² · s ³ · A ² = 1 V ⁻¹ · A = Ω ⁻¹	G
Kapazität	Farad	1 F = 1 kg ⁻¹ · m ⁻² · s ⁴ · A ² = 1 C · V ⁻¹ = 1 As · V ⁻¹	C
Induktivität	Henry	1 H = 1 kg · m ² · s ⁻² · A ⁻² = 1 Wb · A ⁻¹ = 1 Vs · A ⁻¹	L
Magnetischer Fluss	Weber	1 Wb = 1 kg · m ² · s ⁻² · A ⁻¹ = 1 V · s	Φ (ψ)
Induktion	Tesla	1 T = 1 kg · s ⁻² · A ⁻¹ = 1 Wb · m ⁻²	B
Magnetische Feldstärke		[H] = A · m ⁻¹	H
spezifischer Widerstand		[ρ] = Ω · mm ² · m ⁻¹	ρ „rho“
Leitfähigkeit		[Y] = m · Ω ⁻¹ · mm	Y
Drehmoment		[M] = Nm	M
Winkelgeschwindigkeit		[ω] = rad · s ⁻¹	ω
Frequenz		[f] = 1/s = s ⁻¹	f

10 ²⁴	Yotta	Y
10 ²¹	Zetta	Z
10 ¹⁸	Exa	E
10 ¹⁵	Peta	P
10 ¹²	Tera	T
10 ⁹	Giga	G
10 ⁶	Mega	M
10 ³	Kilo	k
10 ²	Hekto	h
10 ¹	Deka	da

10 ⁻¹	Dezi	d
10 ⁻²	Zenti	c
10 ⁻³	Milli	m
10 ⁻⁶	Mikro	μ
10 ⁻⁹	Nano	n
10 ⁻¹²	Piko	p
10 ⁻¹⁵	Femto	f
10 ⁻¹⁸	Atto	a
10 ⁻²¹	Zepto	z
10 ⁻²⁴	Yokto	y

Differenzialrechnung:

Produktregel: $f(x) = u \cdot v \rightarrow f'(x) = u' \cdot v + u \cdot v'$

Quotientenregel: $f(x) = \frac{u}{v} \rightarrow f'(x) = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}$

Kettenregel: $f(g(x)) \rightarrow f' \cdot (g(x)) \cdot g'(x)$

Potenzgesetze:

$a^m \cdot a^n = a^{m+n}$	$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$
$a^n \cdot b^n = (ab)^n$	$\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n$
$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$	

Mehrfacher Spannungsteiler:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{U_1}{U_{CD}} \cdot \frac{U_{CD}}{U_{AB}} \cdot \frac{U_{AB}}{U_2} \rightarrow \frac{\text{groß}}{\text{klein}}$$

