

Formelsammlung zur Elektrotechnik (Grundlagen)

Knotengleichung:
(Kirchhoff 1)

Maschengleichung:
(Kirchhoff 2)

Nur bei linearer
U/I - Kennlinie:

Serienschaltung R:

Parallelschaltung R:

$$\sum I = 0$$

$$\sum U = 0$$

$$U = I \cdot R$$

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

In der Serienschaltung addieren sich d. Widerstände. In d. Parallelschaltung addieren sich d. Leitwerte (bei Wechselstrom geometrisch!).

Spannungsteilerregel: In einer direkten Serienschaltung verhalten sich die Spannungsabfälle wie die zugehörigen Widerstandswerte.

Drahtwiderstand: $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$ Temperaturabhängigkeit: $\Delta R = \alpha \cdot R_{20} \cdot \Delta \vartheta$ $\alpha = \frac{1}{K}$ statt α oft auch T_K (in ppm oder %)

Farbcode für elektronische Bauelemente:

Farbe	SI	GO	SW	BN	RT	OR	GE	GN	BL	VI	GR	WS
Wert	---	---	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mult.	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9
Tol.	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$	---	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	---	---	$\pm 0,5\%$	$\pm 0,25\%$	$\pm 0,1\%$	---	---

Elektrostatik / Kondensator:

$$E = \frac{F}{Q} \quad E = \frac{U}{d} \quad E = 1 \frac{V}{m} \quad Q = I \cdot t \quad Q = 1 C = 1 As \quad C = \frac{Q}{U} \quad W_{el} = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

Plattenkond.: $C = 1F$ $C = \frac{A \cdot \epsilon}{d}$ $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ Parallelschaltung C: $C_{ges} = C_1 + C_2 + \dots$ Serienschaltung C: $\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$ Aufladung an U = const.: $\tau = R \cdot C$ (0,5 U₀ nach 0,7 τ)

Elektrische Leistung, Arbeit, Wirkungsgrad:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad W \quad \text{mit } \cos \varphi = 1 \text{ für Ohm'sche Widerstände oder Gleichstrom} \rightarrow P = \frac{U^2}{R} \text{ bzw. } P = I^2 \cdot R; \quad S = U \cdot I \quad [VA]$$

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \quad P = \frac{W}{t} \quad P = M \cdot \omega \quad \text{Elektrowärme: } Q_w = \Delta \vartheta \cdot c \cdot m \quad c_{Wasser} = 4,19 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

Elektromagnetismus:

$$\Theta = N \cdot I = \sum H_i \cdot l_i \quad (\text{Durchflutungsgesetz}) \quad [H] = 1 \frac{A}{m} \quad B = \mu \cdot H \quad \mu = \mu_0 \cdot \mu_r \quad [B] = 1T \quad \Phi = B \cdot A \quad [\Phi] = 1 Wb$$

$$u_i = N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{bzw. } u_i = L \cdot \frac{di}{dt} \quad (\text{Induktionsgesetz}) \quad L = 1H \quad W_{mag} = \frac{L \cdot I^2}{2} \quad A_L \text{-Wert: } L = A_L \cdot N^2$$

Sinusförmige Wechselgrößen:

$$U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} \quad u = \hat{U} \cdot \sin(\omega t \pm \varphi) \quad \omega = 2\pi f$$

RLC-Zweipole („gemischte Schaltungen“):

Alle folgenden Formeln gelten nur für sinusförmige Wechselgrößen (Zeigerdarstellung)!
Alle Rechenregeln für Widerstände (R) gelten **sinngemäß** auch für Impedanzen (Z)! Alle Größen müssen aber stets geometrisch richtig (d.h. vektoriell oder mit Hilfe der komplexen Rechnung) zusammengesetzt werden!!! **Richtungsregeln:** Bei Spule: Strom eilt 90° nach (Spule: spät); Kondensator 90° vor!

Serienschaltung: Widerstandsdiagramm \Leftrightarrow Spannungsdiagramm

Parallelschaltung: Leitwertdiagramm \Leftrightarrow Stromdiagramm

Geometrische Berechnung: $U = I \cdot Z$ $X_L = \omega \cdot L$ $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$ Resonanz: $X_L = X_C$ bzw. $B_L = B_C \rightarrow f_r$

Komplexe Berechnung:

$$X_L = j \cdot \omega \cdot L \quad X_C = -j \cdot \frac{1}{\omega \cdot C} \quad \text{oder } \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}, \quad \text{da } j^2 = -1 \quad \underline{S} = \underline{U} \cdot \underline{I}^* \quad P = |S| \cdot \cos \varphi \quad Q = |S| \cdot \sin \varphi$$

Allgemeine Rechenregeln der komplexen Rechnung: $\underline{Z} = \text{Re} + j \cdot \text{Im}$ $\underline{Z} = |Z| \cdot e^{j\varphi}$ $|Z| = \sqrt{\text{Re}^2 + \text{Im}^2}$ $\tan \varphi = \frac{\text{Im}}{\text{Re}}$

$$\underline{A} \cdot \underline{B} = |A| \cdot |B| \cdot e^{j(\varphi_A + \varphi_B)} \quad \frac{\underline{A}}{\underline{B}} = \frac{|A|}{|B|} \cdot e^{j(\varphi_A - \varphi_B)} \quad \frac{1}{\underline{Z}} = \frac{1}{|Z|} \cdot e^{-j\varphi} \quad \text{für } \underline{Z}_1 \text{ parallel } \underline{Z}_2: \underline{Z}_g = \frac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_2}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}$$

Wirkleistung im symmetrischen Dreiphasen-Drehstromnetz:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi \quad (\text{Leitergrößen}) \quad \text{oder} \quad P = 3 \cdot U_{Str} \cdot I_{Str} \cdot \cos \varphi \quad (\text{Stranggrößen}) \quad P_{Dreieck} = 3 \cdot P_{Stern}$$

Kompensation auf $\cos \varphi = 1$: Induktiver und kapazitiver Blindstromanteil müssen sich aufheben!

Wichtige physikalische Konstanten: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/Am}$ $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$