

Formelsammlung

Elektrische Größen

Elektrische Ladung:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Ohmsches Gesetz:

$$R = \frac{U}{I}$$

Elektrischer Leitwert:

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

Elektrische Arbeit:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} U \cdot I \, dt$$

Elektrische Leistung:

$$P = \frac{dW}{dt} = U \cdot I$$

Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{W_{\text{nutz}}}{W_{\text{ges}}} = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{ges}}}$$

Gleichstromkreise

Reihenschaltung von Widerständen:

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Spannungsteilerregel:

$$\frac{U_{R_1}}{U_{R_2}} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\frac{U_{R_1}}{U_q} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Parallelschaltung von Widerständen:

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

Stromteilerregel:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{G_1}{G_2}$$

$$\frac{I_1}{I} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{G_1}{G_1 + G_2}$$

Elektrisches Feld

Elektrische Feldkonstante:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$$

$$U_{AB} = \int_A^B \vec{E} \, d\vec{s}$$

Elektrische Verschiebungsflussdichte:

$$D = \frac{d\Psi}{dA_{\perp}}$$

Permittivität:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \vec{E}$$

Elektrische Feldkonstante:

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

Kapazität

Kapazität:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$$

Bauteilgleichung des Kondensators:

$$i_C = C \cdot \frac{du_C}{dt}$$

$$u_C = \frac{1}{C} \int i_C \, dt$$

Parallelschaltung von Kapazitäten:

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Reihenschaltung von Kapazitäten:

$$\frac{1}{C_{\text{ges}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Ladevorgang der RC-Schaltung:

$$u_C(t) = U_q \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$\tau = R \cdot C$$

Entladevorgang der RC-Schaltung:

$$u_C(t) = u_{C_0} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Magnetfeld

Magnetische Flussdichte:

$$\Phi = \iint \vec{B} \, d\vec{A}$$

Magnetische Feldstärke:

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r \cdot \vec{H}$$

Magnetische Feldkonstante:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

Durchflutungsgesetz:

$$\oint \vec{H} d\vec{l} = \sum_0 I = \Theta$$

Induktivität

Bauteilgleichung der Induktivität:

$$u_L = L \frac{di_L}{dt}$$

$$i_L = \frac{1}{L} \int u_L dt$$

Reihenschaltung von Induktivitäten:

$$L_{\text{ges}} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

Parallelschaltung von Induktivitäten:

$$\frac{1}{L_{\text{ges}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

Wechselgrößen

Frequenz und Periodendauer:

$$f = \frac{1}{T}$$

Phasenlaufzeit und Nullphasenwinkel:

$$t' = -\frac{\varphi [^\circ]}{2\pi \cdot f} = -\frac{\varphi [^\circ]}{360^\circ \cdot f}$$

Kreisfrequenz

$$\omega = 2\pi f$$

Arithmetischer Mittelwert

$$\bar{x} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} x(t) dt$$

Gleichrichtwert

$$|\bar{x}| = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} |x(t)| dt$$

Effektivwert

$$X = X_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} (x(t))^2 dt}$$

Komplexe Zahlen

Betrag, Phase, Realteil, Imaginärteil:

$$z = |z| = \sqrt{\text{Re}\{z\}^2 + \text{Im}\{z\}^2}$$

$$\varphi = \angle z = \arctan \frac{\text{Im}\{z\}}{\text{Re}\{z\}} (+\pi)$$

$$\text{Re}\{z\} = z \cdot \cos \varphi, \quad \text{Im}\{z\} = z \cdot \sin \varphi$$

Konjugiert komplexe Größe:

$$z^* = a - jb = ze^{-j\varphi}$$

Addition komplexer Größen:

$$z_1 + z_2 = (a_1 + a_2) + j(b_1 + b_2)$$

Induktionsgesetz in vereinfachter Form:

$$u_i = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

Ladevorgang der RL-Schaltung:

$$i(t) = \frac{U_q}{R} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L} \cdot t}\right)$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

Entladevorgang der RL-Schaltung:

$$i(t) = i_{L_0} \cdot e^{-\frac{R_2}{L} \cdot t}$$

Effektivwert eines Sinussignals

$$U = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \hat{u}$$

Blindwiderstand der Induktivität

$$X_L = \omega L$$

Blindwiderstand der Kapazität

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

Scheinwiderstand / Impedanz an einem Bauelement:

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{\hat{u}}{\hat{i}}$$

Phasenverschiebung an einem Bauelement:

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$

Multiplikation komplexer Größen:

$$z_1 \cdot z_2 = (a_1 a_2 - b_1 b_2) + j(a_1 b_2 + a_2 b_1)$$

$$z_1 \cdot z_2 = z_1 z_2 e^{j(\varphi_1 + \varphi_2)}$$

Division komplexer Größen:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{(a_1 a_2 + b_1 b_2) + j(a_2 b_1 - b_2 a_1)}{a_2^2 + b_2^2}$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1}{z_2} e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

Komplexe Wechselstromrechnung

Scheinwiderstand / Impedanz:

$$\underline{Z} = \frac{\underline{u}}{\underline{i}} = \frac{\hat{u}}{\hat{i}} = \frac{U}{I} = \frac{U}{I} \cdot e^{j(\varphi_u - \varphi_i)}$$

Komplexer Leitwert / Admittanz:

$$\underline{Y} = \frac{\underline{i}}{\underline{u}} = \frac{\hat{i}}{\hat{u}} = \frac{I}{U} = \frac{I}{U} \cdot e^{j(\varphi_i - \varphi_u)} = \frac{1}{\underline{Z}}$$

	R	L	C
Zeitbereich	$u(t) = R \cdot i(t)$	$u(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$	$u(t) = \frac{1}{C} \cdot \int i(t) dt$
Impedanz	$\underline{Z} = R$	$\underline{Z} = j\omega L$	$\underline{Z} = \frac{1}{j\omega C}$
Admittanz	$\underline{Y} = \frac{1}{R}$	$\underline{Y} = \frac{1}{j\omega L}$	$\underline{Y} = j\omega C$

Leistung im Wechselstromkreis

Wirkleistung:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Leistungsfaktor:

$$PF = \cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Blindleistung:

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Komplexe Scheinleistung:

$$\underline{S} = \underline{U} \cdot \underline{I}^* = P + jQ$$

Scheinleistung:

$$S = U \cdot I$$

Schwingkreis

Resonanzbedingung:

$$\text{Im}\{\underline{Z}\} = \text{Re}\{\underline{Y}\} = 0$$

Dämpfungsfaktor:

$$d = \frac{1}{Q}$$

Gütefaktor - Reihenschwingkreis:

$$Q = \frac{\omega_r L}{R} = \frac{1}{\omega_r RC}$$

45°-Frequenzen:

$$\omega_{\pm 45^\circ} = \omega_r \left(\sqrt{1 + \left(\frac{1}{2Q}\right)^2} \pm \frac{1}{2Q} \right)$$

Gütefaktor (Parallelschwingkreis):

$$Q = \frac{\omega_r C}{G} = \frac{1}{\omega_r GL}$$

Bandbreite:

$$B_\omega = \omega_{+45^\circ} - \omega_{-45^\circ} = \frac{\omega_r}{Q}$$