

Formelsammlung Elektrotechnik I

Konstanten

Elementarladung: $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

elektrische Feldkonstante: $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$

Elektronendichte von Kupfer: $n_{\text{Cu}} = 8,48 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$

spezifische Leitfähigkeit von Kupfer: $\kappa_{\text{Cu}} = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

spezifische Leitfähigkeit von Aluminium: $\kappa_{\text{Al}} = 35 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

Formeln

Ladungsmenge: $Q = P \cdot (+e) + N \cdot (-e) \quad q_{t_1 \rightarrow t_2} = \int_{t_1}^{t_2} i(t) dt$

Coulomb-Kraft: $\vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r_{12}^2} \cdot \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}$

Stromstärke: $i(t) = \frac{dq}{dt} \quad |I| = \int_A \vec{J} \cdot d\vec{A} = \int J \cdot dA \cdot \cos(\angle \vec{J}, \vec{A})$

Stromdichte: $\vec{J} = \frac{|dI|}{dA_{\perp}} \cdot \vec{e}_{A_{\perp}}$

Strömungsgeschwindigkeit der Elektronen: $v = \frac{|I|}{e \cdot n \cdot A} \quad \vec{v} = \frac{\vec{J}}{n \cdot (-e)}$

Spannung: $U = \frac{W}{Q}$

statischer/dynamischer Widerstand/Leitwert: $R = \frac{U}{I} = \frac{1}{G} \quad r = \frac{dU}{dI} = \frac{1}{g}$

Widerstandsdimensionierung des linearen Leiters: $R = \frac{l}{\kappa \cdot A}$

Dreieck-Stern-Umwandlung: $R_1 = \frac{R_{31} \cdot R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ usw.

Stern-Dreieck-Umwandlung: $R_{31} = \frac{R_3 \cdot R_1}{R_1 \parallel R_2 \parallel R_3}$ usw.

Spannungsteiler (Reihenschaltung): $\frac{U_{ges}}{U_{R_x}} = \frac{R_{ges}}{R_x}$ bzw. $\frac{U_{R_x}}{U_{R_y}} = \frac{R_x}{R_y}$

Stromteiler (Parallelschaltung): $\frac{I_{ges}}{I_{R_x}} = \frac{R_x}{R_{ges}}$ bzw. $\frac{I_{R_x}}{I_{R_y}} = \frac{R_y}{R_x}$

Wirkungsgrad: $\eta = \frac{W_{Nutz}}{W_{Gesamt}} = \frac{W_{Nutz}}{W_{Nutz} + W_{Verlust}} = 1 - \frac{W_{Verlust}}{W_{Gesamt}}$

bzw: $\eta = \frac{P_{Nutz}}{P_{Gesamt}} = \frac{P_{Nutz}}{P_{Nutz} + P_{Verlust}} = 1 - \frac{P_{Verlust}}{P_{Gesamt}}$

elektrische Energie: $W_{el} = U \cdot I \cdot t$ (Gleichgrößen) $W_{el} = \int_{t_1}^{t_2} u(t) \cdot i(t) \cdot dt$ (Wechselgrößen)

Antriebsenergie eines Motors: $W_{mech} = M \cdot 2\pi \cdot n \cdot t$ (Drehmoment $M = F \cdot r$, Drehzahl n)

Wärmeenergie: $W_{therm} = Q_{12} = m \cdot c \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$

Leistung: $P = \frac{W}{t}$

elektrische Leistung: $P = U \cdot I$ (Gleichgrößen) $P = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t) \cdot i(t) \cdot dt$ (Wechselgrößen)

Leistungsverhältnis Reihenschaltung: $\frac{P_{ges}}{P_x} = \frac{R_{ges}}{R_x}$ bzw. $\frac{P_x}{P_y} = \frac{R_x}{R_y}$

Leistungsverhältnis Parallelschaltung: $\frac{P_{ges}}{P_x} = \frac{R_x}{R_{ges}}$ bzw. $\frac{P_x}{P_y} = \frac{R_y}{R_x}$

elektrische Feldstärke: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$ im homogenen elektrischen Feld auch $E = \frac{U}{s}$

Spannung im elektrischen Feld: $U_{12} = \int_{\text{Punkt1}}^{\text{Punkt2}} \vec{E} \cdot d\vec{s}$

Verschiebungsdichte (elektrostatisches Feld): $\vec{D} = \epsilon \cdot \vec{E}$

Verschiebungsfluss (elektrostatisches Feld): $\psi = Q = \int_A \vec{D} \cdot d\vec{A}$

materialabhängige Dielektrizitätskonstante: $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$

Stromdichte (elektrisches Strömungsfeld): $\vec{J} = \kappa \cdot \vec{E}$

Kapazität: $C = \frac{Q}{U}$

Kapazitätsdimensionierung des Plattenkondensators: $C = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$

Kapazitätsdimensionierung des Wickelkondensators: $C = 2 \cdot \frac{\epsilon \cdot A}{d}$

Parallelschaltung von Kondensatoren: $C_{ers} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

Reihenschaltung von Kondensatoren: $C_{ers} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}}$

Reihenschaltung von 2 Kondensatoren: $C_{ers} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$

kapazitiver Spannungsteiler (Reihenschaltung, Anfangszustand: $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$):

$$\frac{U_{ges}}{U_{C_x}} = \frac{C_x}{C_{ges}} \text{ bzw. } \frac{U_{C_x}}{U_{C_y}} = \frac{C_y}{C_x}$$

Ladungsteiler (Parallelschaltung): $\frac{Q_{ges}}{Q_{C_x}} = \frac{C_{ges}}{C_x}$ bzw. $\frac{Q_{C_x}}{Q_{C_y}} = \frac{C_x}{C_y}$

Strom- Spannungsbeziehung der Kapazität: $i(t) = C \cdot \frac{du(t)}{dt}$ bzw. $u(t) = \frac{1}{C} \cdot \int_0^t i(t) \cdot dt + u(t=0)$

Energie des geladenen Kondensators: $W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$