

Grundformeln Elektrotechnik und Elektronik

Querschnittsberechnung von **eindrätigem Rundleiter**

$$q = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \quad \text{oder} \quad D^2 \cdot 0,7854$$

Querschnittsberechnung von **Litzenleiter**

$$q = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot n \quad \text{oder} \quad d^2 \cdot 0,7854 \cdot n$$

Durchmesserberechnung von

eindrätigem Leiterquerschnitt

$$D = \sqrt{\frac{q \cdot 4}{\pi}} \quad \text{oder} \quad \sqrt{q \cdot 1,2732}$$

Durchmesserberechnung von **Litzenleiter**

$$D = \sqrt{1,34 \cdot n \cdot d}$$

q = Leiterquerschnitt (mm²)

D = Leiter-Ø (mm)

d = Einzeldraht-Ø (mm)

n = Anzahl der Drähte

Leiterwiderstand

$$R = \frac{l}{\kappa \cdot q} \quad \text{oder} \quad \frac{\rho \cdot l}{q}$$

$$R_{\text{Schleife}} = \frac{2 \cdot l}{\kappa \cdot q} \quad \text{oder} \quad \frac{2 \cdot l \cdot \rho}{q}$$

R = elektr. Gleichstrom-Widerstand (Ohm)

R_{Schleife} = Widerstand einer Hin- und Rückleitung

q = Leiterquerschnitt (mm² oder q mm)

κ (Kappa) = Leitfähigkeit

ρ (Rho) = Spez. Widerstand ($\rho = \frac{1}{\kappa}$)

l = Leiterlänge (m)

Werkstoff	Leitfähigkeit $\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$	Spez. Widerstand $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$
Kupfer	58,00	0,01724
Aluminium	33,00	0,0303
Silber	62,00	0,1613
Eisen	7,70	0,1299
Konstantan	2,00	0,50

Reihenschaltung von

Widerständen: $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

Kapazitäten: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$

Induktivitäten: $L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$

Parallelschaltungen von

Widerständen: $R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$

Kapazitäten: $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$

Induktivitäten: $L = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}}$

Ersatzwiderstand von 2 parallelgeschalteten Widerständen

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Betriebskapazität (C)

• koaxialen Leitung $C = \frac{\xi r \cdot 10^3}{18 \cdot \ln \frac{D_a}{d}}$ (nF/km)

• parallel Leitung $C = \frac{\xi r \cdot 10^3}{36 \cdot \ln \frac{D_a}{d}}$ (nF/km)

• geschirmtes, symmetrisches Leiterpaar

$$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{36 \ln \frac{2a}{d} \cdot \frac{(D_a^2 - a^2)}{(D_a^2 - a^2)}} \quad \text{(nF/km)}$$

Da = Außen-Ø über Isolierung

Ds = Durchmesser über Schirm

d = Leiterdurchmesser

a = Abstand zwischen zwei Adern – Leitermitte zu Leitermitte

ξ = Dielektrizitätskonstante

Ohmsches Gesetz

Die Stromstärke (I) ist proportional der Spannung (U) und umgekehrt proportional dem Widerstand (R)

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

I = Stromstärke (Ampere – A)

R = elektr. Widerstand (Ω)

U = elektr. Spannung (V)

Leitwert

$$G = \frac{1}{R} \quad 1S = \frac{1}{1\Omega} \quad \text{oder} \quad 1\mu S = \frac{1}{1M\Omega}$$

S (Siemens) = Reziprokwert eines Widerstandes

bezeichnet man als **Leitwert**

Seine Einheit ist 1 Siemens = 1/Ohm

G = elektrischer Leitwert

Betriebskapazität

• Einleiter gegen Erde

$$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{18 \ln \frac{D_i}{d}} \quad \text{(nF/km oder pF/m)}$$

• Ungeschirmtes, symmetrisches Leiterpaar

$$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{36 \ln \frac{2a}{d}} \quad \text{(nF/km oder pF/m)}$$

• Koaxiales Leiterpaar

$$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{18 \ln \frac{D_i}{d}} \quad \text{(nF/km oder pF/m)}$$

• Geschirmtes, symmetrisches Leiterpaar

$$C_B = \frac{\xi r \cdot 10^3}{36 \ln \frac{2a}{d} \cdot \frac{(D_a^2 - a^2)}{(D_a^2 - a^2)}} \quad \text{(nF/km oder pF/m)}$$

Di = Außen-Ø über Einzelader (mm)

Da = Außen-Ø über Gesamtdadern (mm)

d = Leiter-Ø (mm)

a = Abstand zwischen Leitermitte zu Leitermitte

Induktivität aus parallelen Leitern

für niedrige Frequenzen

$$L = 0,4 \left(\ln \frac{D_a}{r} + 0,25 \right) \text{ mH/km}$$

für hohe Frequenzen

$$L = 0,4 \left(\ln \frac{D_a}{r} + 0 \right) \text{ mH/km}$$

Induktivität bei koaxialen Leitungen

bei hohen Frequenzen

$$L = 0,2 \left(\ln \frac{D_a}{r} + 0 \right) \text{ mH/km}$$

Da = Abstand – Leitermitte zu Leitermitte

r = Radius des Leiters

ξr = relative Dielektrizitätskonstante

Wellenwiderstand (Z)

für koaxiale Leitung $Z = \frac{60}{\sqrt{\xi r}} \cdot \ln \frac{D}{d} \quad (\Omega)$

D = Durchmesser über Isolierung

d = Leiter-Ø

für Fernmeldekabel

für niedrige Frequenz $Z = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} \quad (\Omega) \cdot \tan \varphi = 1, \quad \varphi = 45^\circ$

für hohe Frequenz $Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (\Omega)$

R = Widerstand (Ω/km)

L = Induktivität (mH/km)

C = Kapazität (nF/km)

ω = 2 π f

Wellenlänge $\lambda = \frac{V}{f}$

λ = Wellenlänge

V = Ausbreitungsgeschwindigkeit

(Lichtgeschwindigkeit: 300 000 km/s)

f = Frequenz

Einheiten Neper (N), Dezibel (dB) und Bel (B)

1 Np = 8,686 dB

1 dB = 0,1151 Np = $\frac{1}{10}$ Bel

1 Bel = 10 dB = 1,1513 Np