

DC-Netzwerke

www.n.ethz.ch/~zrene/nus1/nus1.html

3.1 Spannungs- und Stromquellen

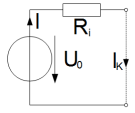
• Ideale Quellen:



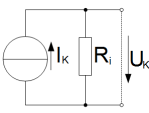
→ Keine Verlustleistung

• Reale Stromquelle Leerlaufspannung: $U_0 = R_i \cdot I_0$

• Reale Spannungsquelle Kurzschlussstrom: $I_K = \frac{U_0}{R_i}$



Reale Spannungsquelle



Reale Stromquelle

Umwandlung: $[U\text{-Quelle}] U_0 = R_i \cdot I_0 [I\text{-Quelle}]$

• Kirchhoff'sche Maschenregel: $\sum_{\text{Masche}} U_k = 0$

• Kirchhoff'sche Knotenregel: $\sum_{\text{Knoten}} I_k = 0$

• Leistungsanpassung

Die Leistung wird maximiert, wenn gilt: $R_L = R_i$

Wechselwirkung Quelle \Leftrightarrow Verbraucher

- Gleichmässige Energieabgabe ist nur bei identischen Quellen möglich.
- Leistungsabgabe von zusammengeschalteten Spannungsquellen ist unterschiedlich, wenn sie über versch. R_i oder U_L verfügen.
- Quellen können zu Verbrauchern werden.

3.2 Einfache Netzwerkberechnungen

[R] Seriell: $R_{ges} = \sum_{k=1}^n R_k$

[R] Parallel: $\frac{1}{R_{ges}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k} \quad n = 2 \rightarrow R_{ges} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

[C] Seriell: $\frac{1}{C_{ges}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{C_k} \quad n = 2 \rightarrow C_{ges} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

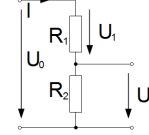
[C] Parallel: $C_{ges} = \sum_{k=1}^n C_k$

[L] Seriell: $L_{ges} = \sum_{k=1}^n L_k$

[L] Parallel: $\frac{1}{L_{ges}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{L_k} \quad n = 2 \rightarrow L_{ges} = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$

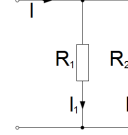
3.3 Spannungs-/Stromteiler

Spannungsteiler



$$U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Stromteiler



$$I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Belasteter Spannungsteiler:

$$R'_2 = \frac{R_2 R_L}{R_2 + R_L} \rightarrow \frac{U_2}{U} = \frac{R'_2}{R_1 + R'_2} = \frac{R_2 R_L}{R_1 (R_2 + R_L) + R_2 R_L}$$

3.4 Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_L}{P_{ges}} \cdot 100\% = \frac{I^2 R_L}{I^2 (R_i + R_L)} \cdot 100\% = \frac{R_L / R_i}{1 + R_L / R_i} \cdot 100\%$$

Umgeformt (1-140): $\eta = \left(1 - \frac{I}{I_{max}}\right) \cdot 100\%$

Bei der Leistungsanpassung beträgt der Wirkungsgrad 50%.

3.5 Widerstandsmessung (1-131)

• Mit korrekter Spannungsmessung:

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{U_V}{I_A - I_V} = \frac{U_V}{I_A - U_V / R_V} = \frac{U_V R_V}{I_A R_V - U_V}$$

• Mit korrekter Strommessung:

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{U_V - U_A}{I_A} = \frac{U_V - R_A I_A}{I_A}$$

3.6 Superpositionsprinzip

Für jede Quelle das Netzwerk analysieren, die Anderen ausschalten, Resultate addieren.

- Spannungsquellen → Kurzschliessen
- Stromquellen → Leerlauf