

Lösungsübersicht ET1 WS 2006/7

Die Lösungen sind z.T. ausführlicher kommentiert und diskutiert als es während einer Klausur möglich ist.

1.

Aktiver Zweipol 1

[15]

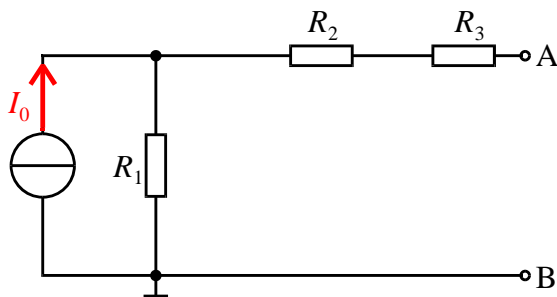


Abb. 1a: Aktiver Zweipol 1 mit einer Stromquelle und drei Widerständen

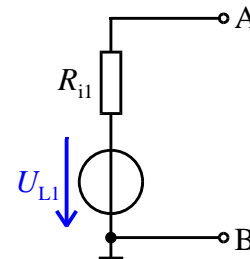
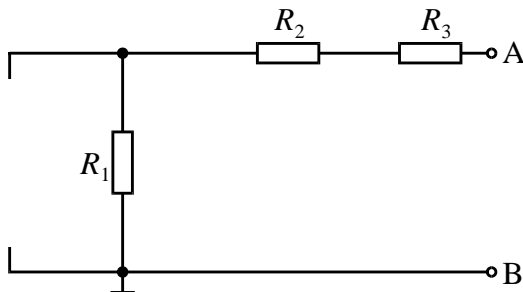
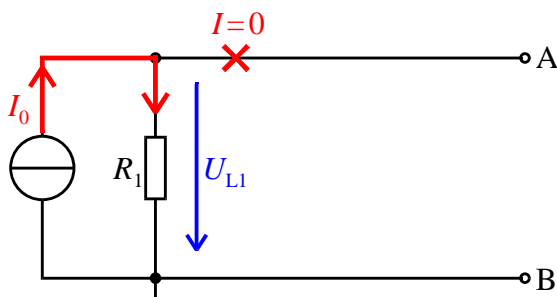


Abb. 1b: Spannungsquellen-Ersatzschaltung des aktiven Zweipols 1

1.1 Innenwiderstand R_{i1} und Leerlaufspannung U_{L1} in *allgemeiner* Rechnung



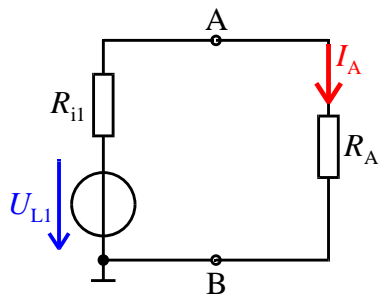
$$R_{i1} = R_1 + R_2 + R_3$$



$$U_{L1} = I_0 R_1$$

1.2 $R_{i1} = 100 \, \Omega + 200 \, \Omega + 400 \, \Omega = 700 \, \Omega$, $U_{L1} = 10 \, \text{mA} \cdot 100 \, \Omega = 1 \, \text{A} \cdot \frac{\text{V}}{\text{A}} = 1 \, \text{V}$

1.3 Leistung P_{A1} , die in einem Arbeitswiderstand $R_A = 400 \Omega$ umgesetzt wird

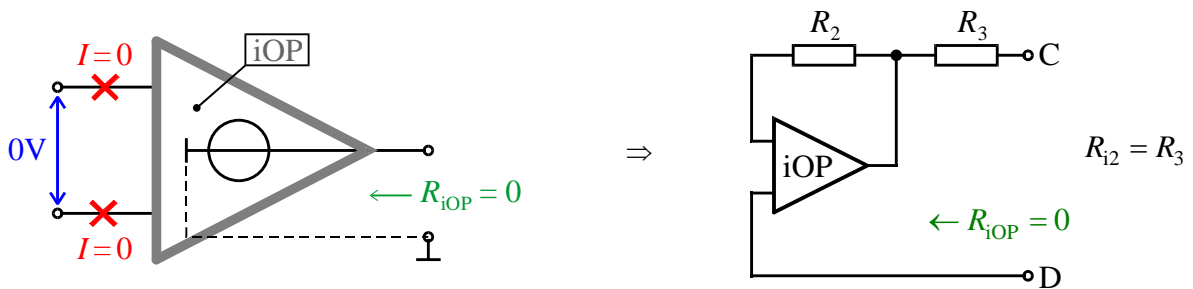


$$\left. \begin{aligned} P_{A1} &= I_A^2 R_A \\ I_A &= \frac{U_{L1}}{(R_{i1} + R_A)} \end{aligned} \right\} P_{A1} = \frac{U_{L1}^2 R_A}{(R_{i1} + R_A)^2} = 0,331 \text{ mW}$$

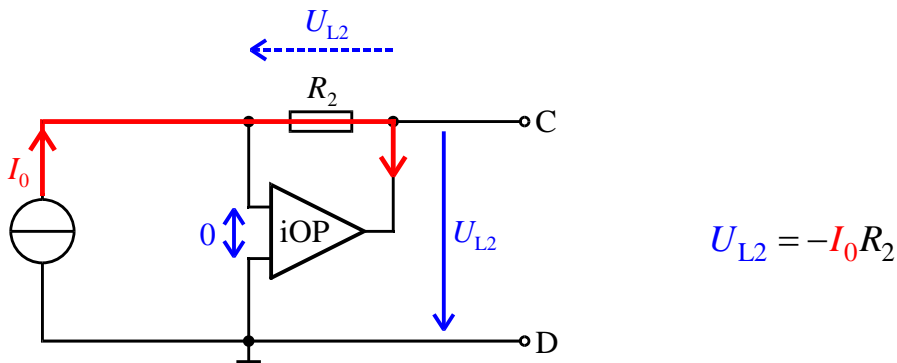
2. Aktiver Zweipol 2 [20]

<p>Abb. 2a: Aktiver Zweipol 2 mit einer Stromquelle, einem idealen OP und drei Widerständen</p>	<p>Abb. 2b: Spannungsquellen-Ersatzschaltung des aktiven Zweipols 2</p>
--	--

2.1 Innenwiderstand R_{i2} in *allgemeiner* Rechnung

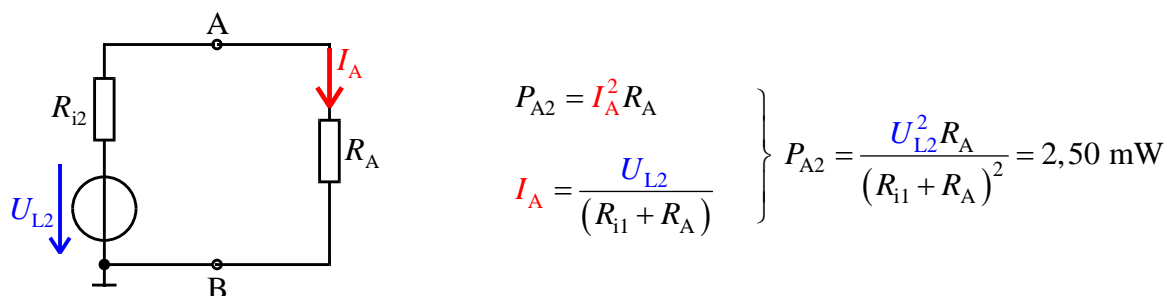


2.1 Leerlaufspannung U_{L2} in *allgemeiner* Rechnung



2.2 $R_{i2} = 400 \Omega$, $U_{L2} = -10 \text{ mA} \cdot 200 \Omega = -2 \text{ A} \cdot \frac{\text{V}}{\text{A}} = -2 \text{ V}$

2.3 Leistung P_{A2} , die in einem Arbeitswiderstand $R_A = 400 \Omega$ umgesetzt wird



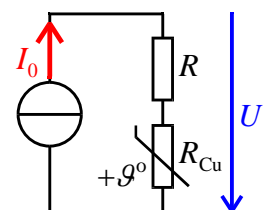
3. Temperaturabhängige Spannung [20]

3.1 Temperaturkoeffizient des Gesamtwiderstands $\alpha_{20\text{ges}}$

$$R_{\text{ges}}(T) = (R + R_{\text{Cu}20}) \left[1 + \alpha_{20\text{ges}} \left(\frac{T}{^\circ\text{C}} - 20 \right) \text{K} \right]$$

$$\alpha_{20\text{ges}} = \frac{R_{\text{Cu}20} \alpha_{\text{Cu}20}}{R + R_{\text{Cu}20}}$$

} Skript 407, S. 46



3.2 Gesamtspannung $U = f(T)$

$$U(T) = I_0 R_{\text{ges}}(T)$$

$$R_{\text{ges}}(T = -20 \text{ °C}) = 153,71 \text{ } \Omega$$

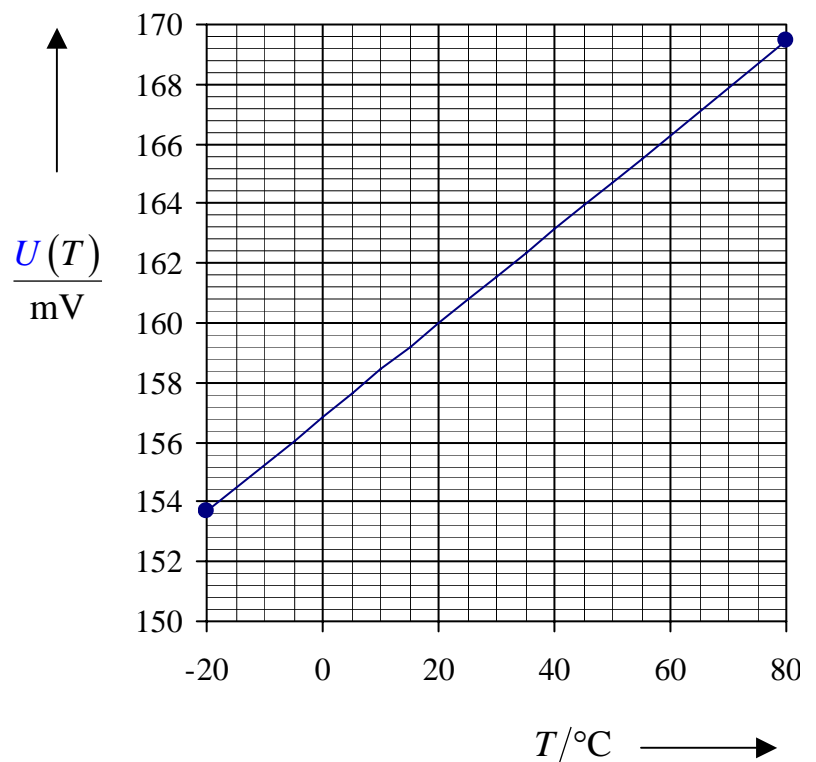
$$U(T = -20 \text{ °C}) = 1 \text{ mA} \cdot 153,71 \text{ } \Omega$$

$$U(T = -20 \text{ °C}) = 153,71 \text{ mV}$$

$$R_{\text{ges}}(T = +80 \text{ °C}) = 169,43 \text{ } \Omega$$

$$U(T = +80 \text{ °C}) = 1 \text{ mA} \cdot 169,43 \text{ } \Omega$$

$$U(T = +80 \text{ °C}) = 169,43 \text{ mV}$$



3.3 Temperaturkoeffizient der Gesamtspannung α_{20U}

Temperaturkoeffizient des Gesamtwiderstands $\alpha_{20\text{ges}}$:

$$\alpha_{20\text{ges}} = \frac{R_{\text{Cu}20} \alpha_{\text{Cu}20}}{R + R_{\text{Cu}20}} = 0,0009825 \text{ K}^{-1} \approx 0,983 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

Der Temperaturkoeffizient der Gesamtspannung α_{20U} stimmt wegen der Stromspeisung I_0 mit dem Temperaturkoeffizienten des Gesamtwiderstands $\alpha_{20\text{ges}}$ überein:

$$U(T) = I_0 R_{\text{ges}}(T) \quad \Rightarrow \quad \alpha_{20U} = 0,9825 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

Der Temperaturkoeffizient der Gesamtspannung α_{20U} kann auch aus dem Diagramm $U = f(T)$ ermittelt werden:

$$\alpha_{20U} = \frac{1}{U_{20}} \left[\frac{\Delta U}{\Delta T} \right]_{20} = \frac{1}{160 \text{ mV}} \left[\frac{169,4 \text{ mV} - 153,7 \text{ mV}}{80 \text{ °C} - (-20 \text{ °C})} \right] \approx 0,983 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

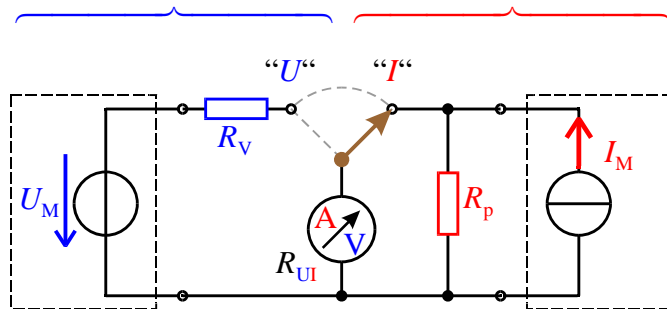
4. Strom- und Spannungsmessung

[20]

4.1 Messbereiche (U_M , I_M)

Spannungsmessung
Messbereichserweiterung
mit Reihenwiderstand

Strommessung
Messbereichserweiterung
mit Parallelwiderstand



4.2 Messbereiche (R_V , R_P)

$$R_V = R_{UI} \left(\frac{U_M}{U_N} - 1 \right)$$

$$R_P = R_{UI} \frac{1}{\left(\frac{I_M}{I_N} - 1 \right)}$$

$$I_N = \frac{U_N}{R_{UI}}$$

4.3 Widerstandswerte R_V , R_P

$$I_N = \frac{U_N}{R_{UI}} = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 1 \text{ mA} \quad \text{Nennwert des Instrumentenstromes}$$

$$U_M = 10 \text{ V} \quad \rightarrow \quad \text{Spannungsmessbereich}$$

$$I_M = 1 \text{ A} \quad \rightarrow \quad \text{Strommessbereich}$$

$$R_{UI} = 1 \text{ k}\Omega \quad \rightarrow \quad \text{Innenwiderstand des Instruments}$$

$$R_V = 1 \text{ k}\Omega \cdot \left(\frac{10 \text{ V}}{1 \text{ A}} - 1 \right) = 9 \text{ k}\Omega$$

$$R_P = 1 \text{ k}\Omega \cdot \frac{1}{\left(\frac{1 \text{ A}}{0,001 \text{ A}} - 1 \right)} = 1,001 \dots \Omega$$

4.4 Leistung, die im Messinstrument (R_{UI} , U_N) umgesetzt wird!

$$P_{UI} = I_N^2 R_{UI} = \frac{U_N^2}{R_{UI}} = 1 \text{ mW}$$

5. Strom- Spannungsbeziehung am Kondensator [15]

5.1 + 5.2 Stromzeitverlauf $i(t)$

$$i = C \frac{du_0}{dt}$$

