Terminierte Hausarbeit

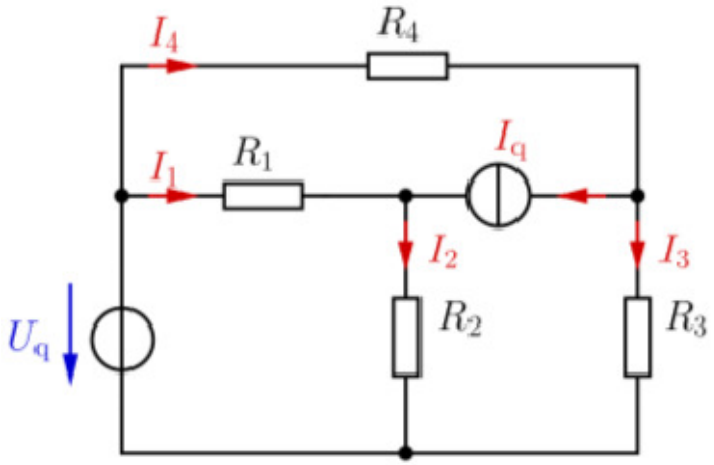
(Leistungsnachweis 1/2)

Start:	am 10.06. um 14:00 Uhr (PDF auf MOODLE-Kursseite)
Bearbeitungszeit:	150 Minuten
Ende:	am 10.06. bis 16:30 (PDF in MOODLE-Datenbank)
Gesamtpunktzahl:	30 Punkte

Achtung! Die MOODLE-Datenbank ist nach 16:35 geschlossen!

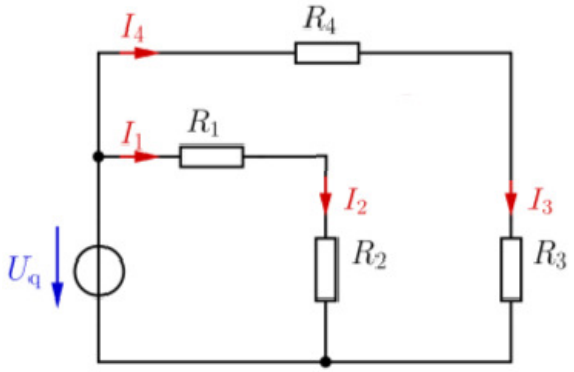
1. Bearbeiten Sie die Aufgaben in einem Texteditor (z.B. Word)!
2. Exportieren Sie das Ergebnis in eine PDF-Datei!
3. Übernehmen Sie falls nötig die Schaltungen per Screenshot in die Lösung!
4. Geben Sie in jeder Rechnung und zu jedem Ergebnis die Einheiten an!
5. Geben Sie den Rechenweg klar strukturiert und leserlich an!
6. Verwenden Sie einen Formeleditor (z.B. Word, TeX oder mit dem FoxitReader wie in der Übung)!

Aufgabe 1: Überlagerungsverfahren (10 Punkte)

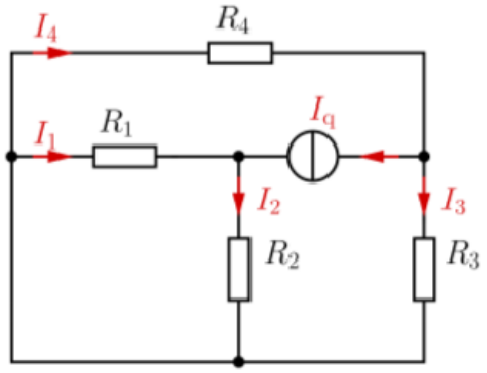


1. Zeichnen Sie die Einzelnetzwerke und beschreiben Sie den Vorgang. (je 2 Punkte)

Stromquelle stillegen (Open)



Stpannungsquelle stillegen (Short)



2. Bestimmen Sie die Ströme für R_1=1.5Ω, R_2=1Ω, R_3=2.2Ω und R_4=3.3Ω.(4 Punkte)

Stromquelle still:

$$\begin{aligned} R &= (R_1 + R_2) \,||\, (R_3 + R_4) \\ &= \frac{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2) + (R_3 + R_4)} = 1,71875\Omega \\ I'_{1,2} &= \frac{U_q}{R_1 + R_2} = \frac{U_q}{2,5\Omega} \\ I'_{3,4} &= \frac{U_q}{R_3 + R_4} = \frac{U_q}{5,5\Omega} \end{aligned}$$

Spannungsquelle still:

$$\begin{aligned} R &= R_1 \,||\, R_2 + R_3 \,||\, R_4 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = 1,92\Omega \\ I''_1 &= \frac{U_1}{R_1} = \frac{1}{R_1} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_q = 0,4 \cdot I_q \\ I''_2 &= \frac{U_2}{R_2} = \frac{1}{R_2} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_q = 0,6 \cdot I_q \\ I''_3 &= \frac{U_3}{R_3} = \frac{1}{R_3} \cdot \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} \cdot I_q = 0,6 \cdot I_q \\ I''_4 &= \frac{U_4}{R_4} = \frac{1}{R_4} \cdot \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} \cdot I_q = 0,4 \cdot I_q \end{aligned}$$

Ergebnis:

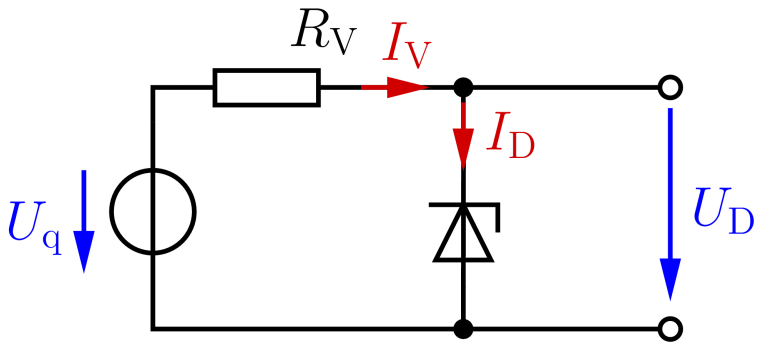
$$I_1 = 0,4S \cdot U_q + 0,6 \cdot I_q \qquad I_2 = 0,4S \cdot U_q + 0,6 \cdot I_q$$
$$I_3 = \frac{U_q}{5,5\Omega} + 0,6 \cdot I_q \qquad I_4 = \frac{U_q}{5,5\Omega} + 0,4 \cdot I_q$$

3. Bestimmen Sie die Spannungen aus den in Teil 2 berechneten Strömen (2 Punkte)

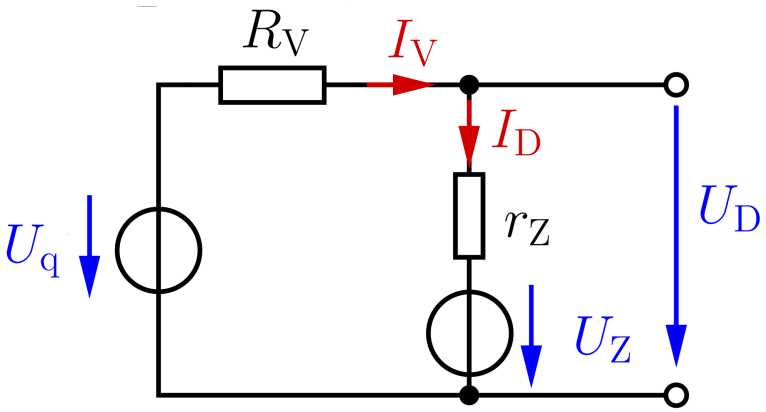
Welche Beziehung muss zwischen U_q und I_q gelten, damit $U_{R1} = 0$ gilt?

$$\begin{aligned} U_1 &= 1,5 \cdot \left(\frac{U_q}{2,5\Omega} + 0,4 \cdot I_q \right) = 0,6S \cdot U_q + 0,6 \cdot I_q \\ U_2 &= 1 \cdot \left(\frac{U_q}{2,5\Omega} + 0,6 \cdot I_q \right) = 0,4S \cdot U_q + 0,6 \cdot I_q \\ U_3 &= 2,2 \cdot \left(\frac{U_q}{5,5\Omega} + 0,6 \cdot I_q \right) = 0,4S \cdot U_q + 1,32 \cdot I_q \\ U_4 &= 3,3 \cdot \left(\frac{U_q}{5,5\Omega} + 0,4 \cdot I_q \right) = 0,6S \cdot U_q + 1,32 \cdot I_q \\ 0 &= 0,6S \cdot U_q + 0,6 \cdot I_q \leftrightarrow 0,6S \cdot U_q = -0,6 \cdot I_q \leftrightarrow \underline{U_q = -I_q} \end{aligned}$$

Aufgabe 2: Spannungsstabilisierung mit Z-Diode (10 Punkte)



1. Zeichnen Sie die linearisierte Ersatzschaltung für $U_D > U_Z$. (2 Punkte)



2. Berechnen Sie den Glättungsfaktor für $U_Z = 10V$ und $r_z = 10m\Omega$, (5 Punkte)
einer Eingangsspannung von $U_q = 12V$ und einer Änderung der Eingangsspannung $\triangle U_q$ um $+15\%$ sowie $R_V = 6\Omega$.

$$\begin{aligned} U_D &= U_Z + U_{rz} = U_z + \frac{(U_q - U_Z)r_z}{R_V + r_z} \\ &= \frac{r_z}{r_z + R_V} \cdot U_q + U_Z \cdot \left(1 - \frac{r_z}{R_V + r_z}\right) \\ f &= \frac{r_z}{r_z + R_V} \\ U_D &= f \cdot U_q + (1 - f) \cdot U_Z \end{aligned}$$

Werte einsetzen

$$\begin{aligned} f &= \frac{10m\Omega}{10m\Omega + R_V} \\ U_D &= f \cdot 1 \cdot U_q + (1 - f) \cdot U_Z = f \cdot 12V + (1 - f) \cdot 10V \\ U'_D &= f \cdot 1.15 \cdot U_q + (1 - f) \cdot U_Z = f \cdot (12V + 1,8V) + (1 - f) \cdot 10V \\ U'_D - U_D &= f \cdot 0,15 \cdot U_q = f \cdot 1,8V = \triangle U_D \end{aligned}$$

Glättungsfaktor G

$$G = \frac{\triangle U_q}{\triangle U_D} = \frac{1}{f} = 1 + \frac{R_V}{r_z} = \boxed{1 + \frac{R_V}{r_z}} = 1 + \frac{6\Omega}{10m\Omega} = \underline{601}$$

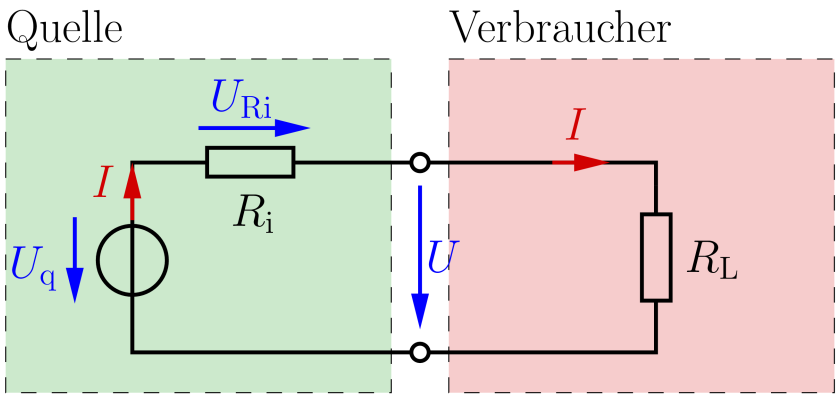
3. Berechnen Sie nun den Stabilisierungsfaktor S (3 Punkte)
Wie groß muss R_V sein, damit Stabilisierung und Glättungsfaktor gleich sind?
Wie groß sind Stabilisierungsfaktor und Glättungsfaktor in diesem Fall?

Stabilisierungsfaktor S

$$\begin{aligned} S &= \frac{\triangle U_q/U_q}{\triangle U_D/U_D} = \frac{\triangle U_q}{U_q} \cdot \frac{U_D}{\triangle U_D} = \frac{0,15 \cdot U_q}{U_q} \cdot \frac{f \cdot U_q + (1 - f) \cdot U_Z}{f \cdot 0,15 \cdot U_q} \\ &= 1 + \left(\frac{f \cdot U_q + (1 - f) \cdot U_Z}{f \cdot U_q}\right) = 1 + \frac{U_Z}{U_q} \cdot \left(\frac{1}{f} - 1\right) = 1 + \frac{U_Z}{U_q} \cdot \left(\frac{r_z + R_V}{r_z} - 1\right) \\ &= 1 + \frac{U_Z}{U_q} \cdot \left(1 + \frac{R_V}{r_z} - 1\right) = \boxed{1 + \frac{U_Z}{U_q} \cdot \frac{R_V}{r_z}} = 1 + 0,834 \cdot \frac{6\Omega}{10m\Omega} = \underline{501} \end{aligned}$$

$G = S \leftrightarrow 1 + \frac{R_V}{10m\Omega} = 1 + \frac{10V}{12V} \cdot \frac{R_V}{10m\Omega} \leftrightarrow \underline{R_V = 0}$. Dann gilt $\underline{G = S = 1}$.

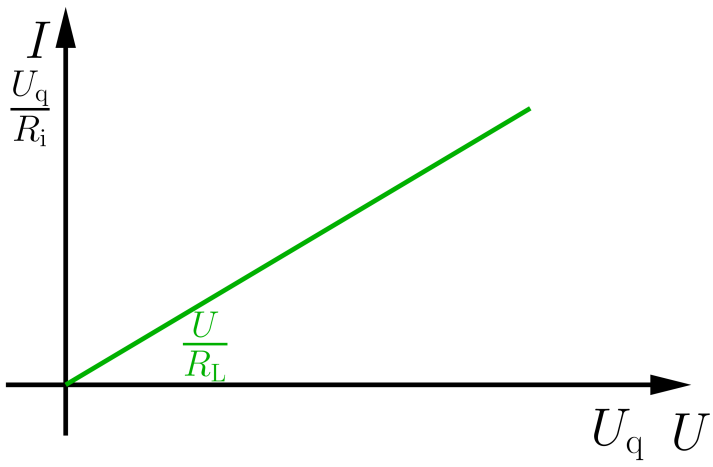
Aufgabe 3: Arbeitspunkt (10 Punkte)



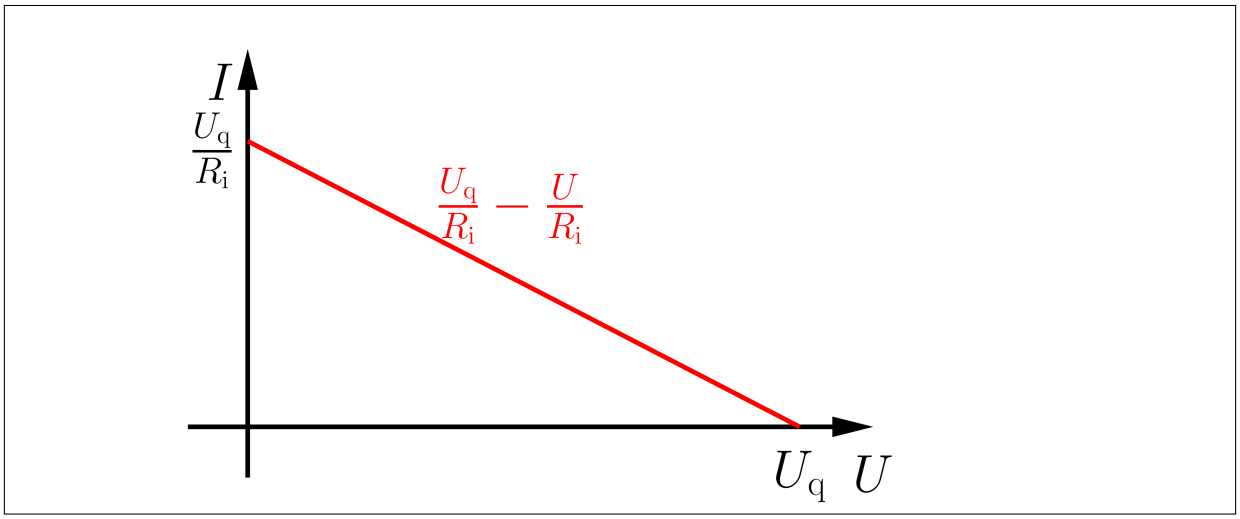
1. Was ist der Arbeitspunkt (Definition) ? (2 Punkte)

Der Arbeitspunkt eines Bauelements wird durch den Strom I und die Spannung U bestimmt, der durch das Bauelement fliesst bzw. der an dem Bauelement abfällt.

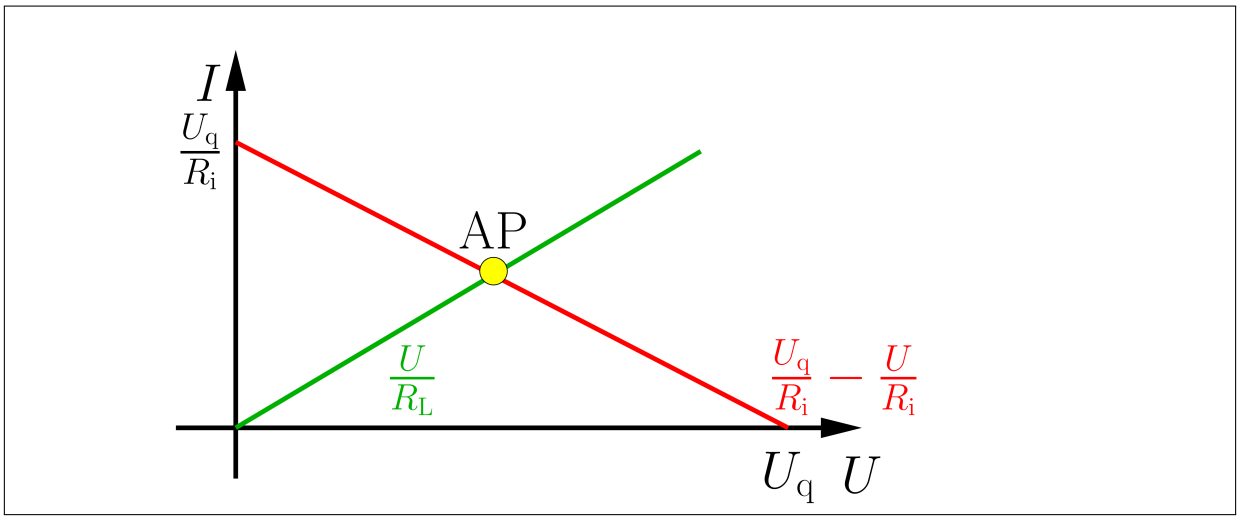
2. Zeichnen Sie die Lastgerade des Widerstands $R_L = 0.2k\Omega$ (2 Punkte)



3. Zeichnen Sie die Arbeitsgerade der linearen Spannungsquelle (2 Punkte)
   mit $U_q = 5V,\ R_i = 50\Omega$



4. Bestimmen Sie den Arbeitspunkt des Widerstands R_L grafisch (2 Punkte)
   Verwenden Sie die Werte aus den vorherigen Aufgabenteilen.



5. Bestimmen Sie den Arbeitspunkt des Widerstands R_L rechnerisch (2 Punkte)
   Verwenden Sie die Werte aus den vorherigen Aufgabenteilen.

$$
\begin{aligned}
R_L \cdot I &= U_q - R_i \cdot I = 5V - 50\Omega \cdot I \\
I_L &= \frac{U_q}{R_L + R_i} = \frac{5V}{200\Omega + 50\Omega} = 20mA \\
U_L &= R_L \cdot I = \frac{R_L}{R_L + R_i} \cdot U_q = \frac{200\Omega}{200\Omega + 50\Omega} \cdot 5V = 4V
\end{aligned}
$$

Ergebnis: $\underline{\text{AP} = (4V, 20mA)}$