

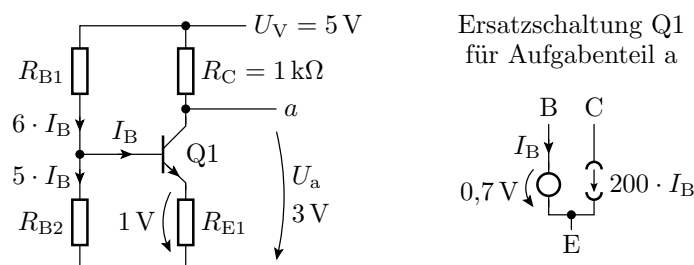
Klausur Elektronik II WS 2014

**Hinweise:** Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Schreiben Sie die Lösungen, so weit es möglich ist, auf die Aufgabenblätter und die Ergebnisse in die Lösungstabellen unter den Aufgaben. Tragen Sie Namen, Matrikelnummer und Studiengang in die nachfolgende Tabelle ein. Zum Bestehen sind  $\geq 20$  Punkte erforderlich. Geben Sie die Aufgabenblätter zum Schluss mit ab. Für die mit dem Simulator zu lösende Aufgabe 2d sind die eingegebene Schaltung und das Simulationsergebnis als Bildschirmfotos abzugeben.

Name	Matrikelnummer	Studiengang	Punkte	ZPHÜ*	Note

\* Zusatzpunkte für Hausübungen

**Aufgabe 1:** Gegeben ist die nachfolgende Transistorschaltung mit den Spannungen und Strömen im Arbeitspunkt.

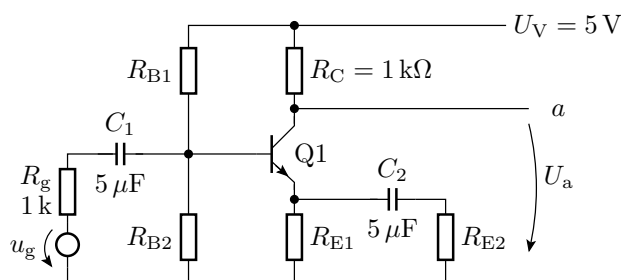


Berechnen Sie mit Hilfe der Ersatzschaltung für den Transistor die Werte der fehlenden Ströme, Spannungen und Widerstände in der nachfolgenden Tabelle. 5P

$U_{RB1}$	$I_{RB1}$	$R_{B1}$	$U_{RB2}$	$I_{RB2}$	$R_{B2}$	$U_{RE1}$	$I_{RE1}$	$R_{E1}$	$U_{RC}$	$I_{RC}$	$R_C$
						1 V					1 kΩ

**Aufgabe 2:**  $U_a$

Geben Sie die nachfolgende Schaltung in den Simulator ein.



- a) Lesen Sie die Ausgangsspannung  $U_a$  im Arbeitspunkt und schätzen Sie die maximale Amplitude des Ausgabesignals ab. 2P

$U_a$ :		max. Amplitude:	
---------	--	-----------------	--

- b) Bestimmen Sie mit  $R_{E2} = 2\text{ k}\Omega$  den Frequenzgang und lesen Sie daraus die Verstärkung im mittleren Bereich sowie die obere und untere Übergangsfrequenz ab. 3P

Verstärkung: $v_u = \frac{u_a}{u_Q}$	untere Grenzfrequenz	obere Grenzfrequenz

- c) Legen Sie den Widerstand  $R_{E2}$  so fest, dass die Verstärkung  $v_u = \frac{u_a}{u_Q} = -5$  beträgt. 1P

$R_{E2}$	
----------	--

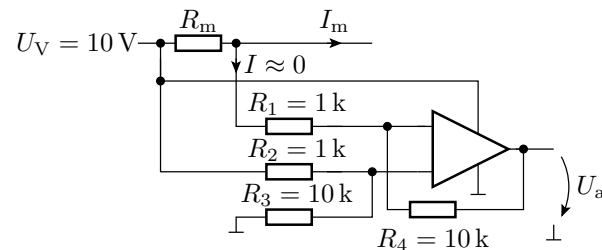
- d) Passen Sie die Werte der Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  so an, dass die untere Übergangsfrequenz kleiner 20 Hz wird. Beschränken Sie sich dabei auf die handelsübliche Kapazitätswerte 1  $\mu\text{F}$ , 2  $\mu\text{F}$ , 5  $\mu\text{F}$ , 10  $\mu\text{F}$ , 20  $\mu\text{F}$ , ... etc. 2P

Abzugebende Bildschirmfotos: <name>\_2dSch.png (Schaltung) und <name>\_2dFG.png (Frequenzgang).

**Aufgabe 3:** Die nachfolgende Schaltung soll den Versorgungsstrom  $I_V$  nach der Formel

$$U_m = 5\ \Omega \cdot I_m \quad (1)$$

in eine Messspannung umwandeln.



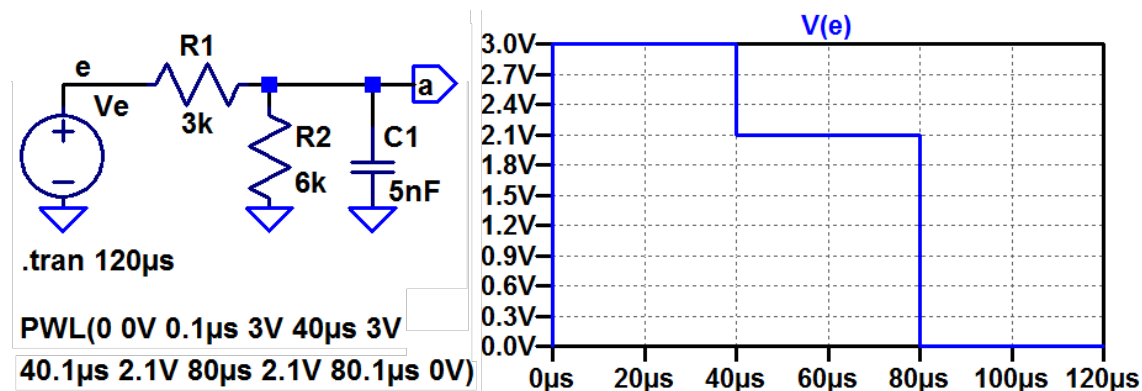
- a) Ergänzen Sie im Symbol des Operationsverstärkers die Eingangsbezeichnungen »+« und »-« so, dass der Verstärker rückgekoppelt arbeitet. 1P
- b) Bestimmen Sie aus der Schaltung die Gleichung zur Abbildung von  $I_m$  auf  $U_m$ . Wie groß ist  $R_m$  zu wählen, damit Gleichung 1 gilt? 2P

$U_m =$	$R_m =$
---------	---------

- c) In welchem Bereich darf der zu messende Strom liegen, wenn die Eingangsspannungen im Bereich von 0 bis 5 V und die Ausgangsspannung im Bereich von 0 bis 4,5 V liegen muss? 2P

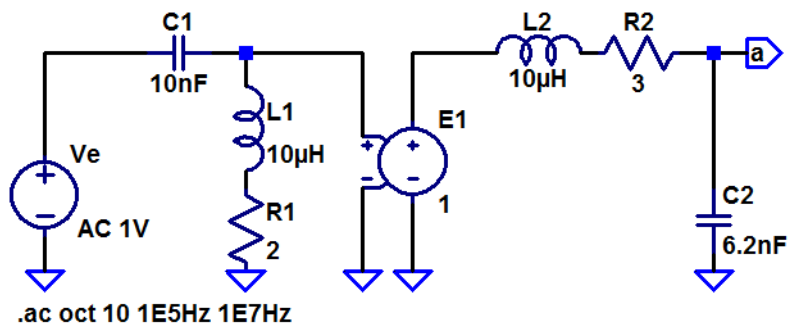
$< I_m <$
-----------

**Aufgabe 4:** Gegeben ist das nachfolgende geschaltete RC-Glied und der Eingangsspannungsverlauf.



- Transformieren Sie die Schaltung in ein geschaltetes RC-Glied mit einem Ersatzwiderstand und einer Ersatzspannungsquelle. 2P
- Bestimmen Sie die Zeitkonstante  $\tau$ . 1P
- Zeichnen Sie die stationäre Spannung  $U_C^+$  und den Spannungsverlauf  $u_a$  über der Kapazität in die Abbildung ein. 2P

**Aufgabe 5:** Gegeben ist die Schaltung eines Filters.



- Bestimmen Sie rechnerisch die komplexe Übertragungsfunktion (Formel mit  $R_1$ ,  $C_1$  als Parameter genügt). 3P

$$\frac{U_a}{U_e} =$$

- Bestimmen Sie den Amplituden- und Phasenfrequenzgang per Simulation. 2P

**Aufgabe 6:** An einem abrupten pn-Übergang sei die Donatordichte  $N_D = 10^{14} \text{cm}^{-3}$  und die Akzeptordichte  $N_A = 10^{16} \text{cm}^{-3}$ . Bestimmen Sie jeweils für das n- und das p-Gebiet bei einer Temperatur von  $T = 300 \text{K}$

- die Dichte  $n$  der beweglichen Elektronen und die Dichte  $p$  der beweglichen Löcher, 2P

- b) den Abstand des chemischen Potentials  $\zeta$  von der Valenzbandkante  $W_V$  und der Leitungsbandkante  $W_L$ , 2P
- c) die Breite der Sperrschicht  $w_n$  bzw.  $w_p$  des spannungsfreien pn-Übergangs und 2P
- d) die Diffusionsspannung. 1P

Hilfestellungen: Die Breite der Bandlücke in Silizium ist  $W_g = W_L - W_V \approx 1,1 \text{ eV}$ , die Temperaturspannung  $U_T \approx 26 \text{ mV}$ , die Rechengrößen der Boltzmannnäherung sind  $N_V \approx 15 \cdot 10^{18} \cdot \text{cm}^{-3}$  und  $N_L \approx 24 \cdot 10^{18} \cdot \text{cm}^{-3}$  und die intrinsische Leitfähigkeit beträgt für 300 K  $n_i \approx 2 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-3}$ . Elementarladung  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . Dielektrizitätskonstante von Silizium  $\epsilon_{\text{Si}} \approx 10^{-10} \frac{\text{F}}{\text{m}}$ .

	$n$	$p$	$\zeta_p - W_V$	$W_L - \zeta_p$	Sperrschichtbreite
n-Gebiet					
p-Gebiet					

Diffusionsspannung:

**Aufgabe 7:** Gegeben seien folgende Parameter einer Diode  $I_s = 200 \text{ pA}$ ,  $N = 1,6$ ,  $C_{j0} = 4 \text{ pF}$ ,  $M = 0,4$ ,  $V_j = 0,7 \text{ V}$  und  $T_t = 10 \text{ ns}$ . Bestimmen Sie im Arbeitspunkt  $I_D = 3 \text{ mA}$  (Durchlassbereich) und  $T = 300 \text{ K}$

- a) die Spannung  $U_D$  über der Diode, 1P
- b) den differentiellen Widerstand  $r_D$  der Kleinsignalersatzschaltung, 1P
- c) die Diffusionskapazität  $C_D$ . 1P
- d) Wie groß ist die Sperrschichtkapazität  $C_S$  bei  $U_D = 0$ ? 1P
- e) Wie groß ist die Sperrschichtkapazität  $C_S$  bei  $U_D = -10 \text{ V}$ ? 1P

$U_D$	$r_D$	$C_D$	$C_S$ bei $U_D = 0 \text{ V}$	$C_S$ bei $U_D = -10 \text{ V}$

### Zur Bewertung:

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	Summe
max. Punktzahl	5	8	5	5	5	7	5	40
erzielte Punktzahl								