



Name .....  
Vorname .....  
Matrikelnummer .....  
Studiengang (Semester) .....

### Wichtige Hinweise zur Bearbeitung

Die Bearbeitungszeit der Aufgaben beträgt **60 Minuten**. Es sind **alle Hilfsmittel** erlaubt, mit Ausnahme elektronischer Geräte, die zur Kommunikation verwendet werden können. Dazu gehören zum Beispiel: Laptops, Handys, e-Book-Reader, Smart-Watches etc.

Gewertet werden nur Lösungen mit **vollständigem Lösungsweg** und Begründung.

Verwenden Sie bitte für jede Aufgabe ein eigenes Lösungsblatt, das Sie mit Ihrem **Namen, Ihrer Matrikelnummer und der Nummer** der darauf bearbeiteten Aufgabe versehen. Verwenden Sie ausschließlich das vom Lehrstuhl gestellte Papier.

In etwa die Hälfte der mittleren Gesamtpunktzahl von drei Aufgaben ist zum Bestehen erforderlich.

### Auswertung Ihrer Klausur

---

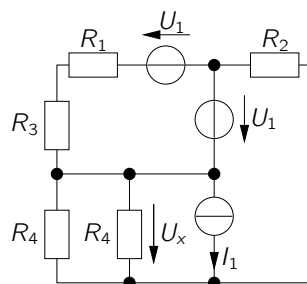
<b>A1</b>	/ 9 P	<b>A2</b>	/ 13 P	<b>A3</b>	/ 7 P	<b>A4</b>	/ 11 P
-----------	-------	-----------	--------	-----------	-------	-----------	--------

---

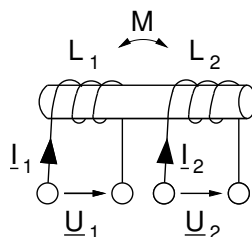
$\Sigma$  / 40 P — Note

**Aufgabe 1) Netzwerkberechnung**

Punkte: / 9

**Abbildung 1.1:** Zu berechnende Schaltung.

- a) Gegeben ist das Netzwerk mit Gleichspannungs- und Gleichstromquellen aus Abb. 1.1.
- Ermitteln Sie eine Gleichung für  $U_x$  in Abhängigkeit von den Bauteilparametern. Verwenden Sie hierzu eine Methode Ihrer Wahl.
  - Berechnen Sie die in Summe von den Quellen abgegebene Leistung.

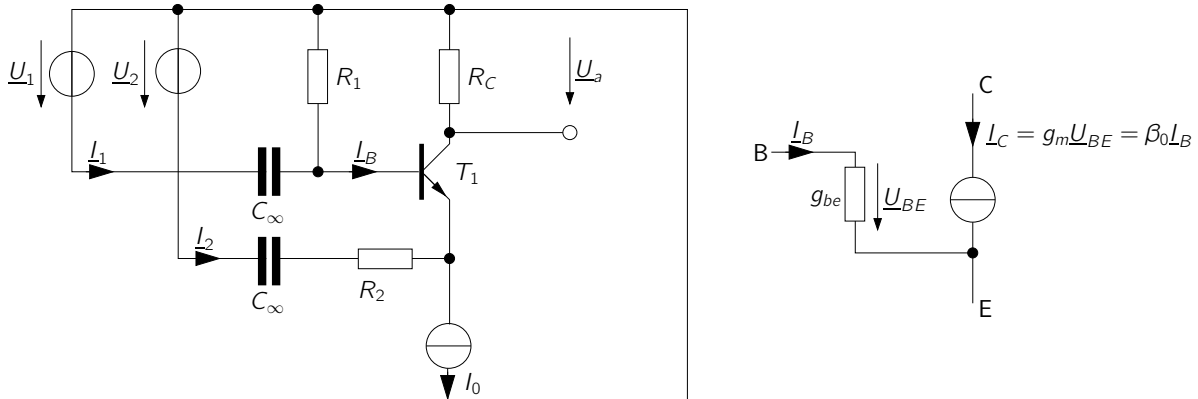
**Abbildung 1.2:** Zu berechnende Schaltung.

- b) Gegeben ist die Anordnung mit zwei Induktivitäten aus Abb. 1.2:

Zeichnen Sie das zugehörige Ersatzschaltbild und bestimmen Sie die Zweitorgleichungen. Achten Sie auf die richtige Wahl der Vorzeichen entsprechend den Spannungs- und Strompfeilen. Es gilt für die Koppelinduktivitäten  $L_{12} = L_{21} = M$ .

**Aufgabe 2) Schaltungsdimensionierung**

Punkte: / 13



**Abb. 2:** Links: Zu berechnende Schaltung mit den Signalspannungen  $\underline{U}_1$  und  $\underline{U}_2$  am Eingang und  $\underline{U}_a$  am Ausgang. Rechts: Kleinsignal-Ersatzschaltbild des Transistors  $T_1$ .

Gegeben ist die in Abbildung 2 links gezeigte Schaltung zur Subtraktion der beiden Kleinsignalspannungen  $\underline{U}_1$  und  $\underline{U}_2$ . Die beiden Koppelkapazitäten  $C_\infty$  sind in erster Näherung als Kurzschlüsse für  $\omega > 0$  zu betrachten. Für den Transistor gilt das Kleinsignal-Ersatzschaltbild aus Abbildung 2 rechts.  $I_0$  ist eine Gleichstromquelle.

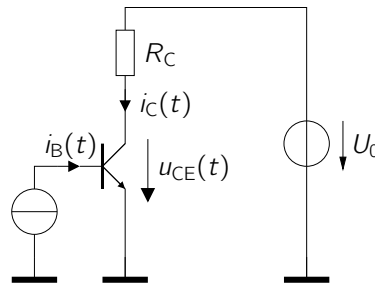
- Zeichnen Sie das Gleichstrom-Ersatzschaltbild der Schaltung.
- Bestimmen Sie die Widerstände  $R_1$  und  $R_C$  in Abhängigkeit des Arbeitspunktstroms  $I_0$  und der Gleichstrom-Stromverstärkung  $B$  des Transistors so, dass gilt:  $U_{CE} = 10U_{BE}$  und  $U_a = 5U_{BE}$ .  $U_{BE}$  kann als bekannt und konstant angenommen werden. Was muss für den Basisstrom  $I_B$  gelten, damit sich der Arbeitspunkt des Transistors im normal aktiven Bereich befindet.

Im Folgenden gilt:  $1 + \beta_0 \approx \beta_0$  und  $g_m = \beta_0 g_{be}$ .

- Zeichnen Sie das Wechselstrom-Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung.
- Berechnen Sie die Spannungsverstärkungen  $\left. \frac{U_a}{U_1} \right|_{U_2=0}$ .
- Berechnen Sie die Spannungsverstärkungen  $\left. \frac{U_a}{U_2} \right|_{U_1=0}$ . Ermitteln Sie die Ausgangsspannung  $\underline{U}_a = \underline{U}_a(\underline{U}_1, \underline{U}_2)$  für den Fall, dass beide Quellen  $\underline{U}_1$  und  $\underline{U}_2$  aktiv sind.

**Aufgabe 3)** Transistor- und Diodenkennlinie

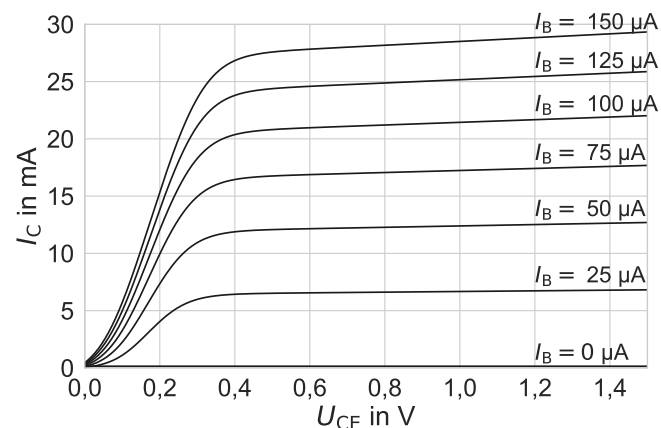
Punkte: / 7

**Abbildung 3.1:** Ansteuerung eines Transistors mit einer Stromquelle.

- a) Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 3.1, bei der ein Transistor von einer Stromquelle an seiner Basis angesteuert wird. Die Stromquelle kreiert Ströme in  $25 \mu\text{A}$  quantisierten Schritten von  $0..150 \mu\text{A}$

Für die Bauteilparameter gilt:  $U_0 = 1,2\text{V}$ ,  $R_C = 40 \Omega$ .

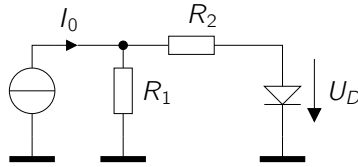
- i) Bestimmen Sie die Lastgerade der Schaltung und zeichnen Sie diese in Abb. 3.2 ein. Geben Sie die Schnittpunkte mit den Achsen in Abhängigkeit der Bauteile der Schaltung an.
- ii) Der Transistor in Abb. 3.1 soll als Schalter betrieben werden. Die Ansteuerströme des Transistors sollen dazu so gewählt werden, dass für den ersten Arbeitspunkt gilt  $U_{CE} \leq 0,4\text{V}$  und für den zweiten  $U_{CE} \geq 0,8\text{V}$ . Zeichnen Sie die Arbeitspunkte in das Kennlinienfeld in Abb. 3.2 ein. Geben Sie Werte für den Basisstrom  $I_B$  für die jeweiligen Arbeitspunkte an.

**Abbildung 3.2:** Kennlinienfeld des verwendeten Transistors.

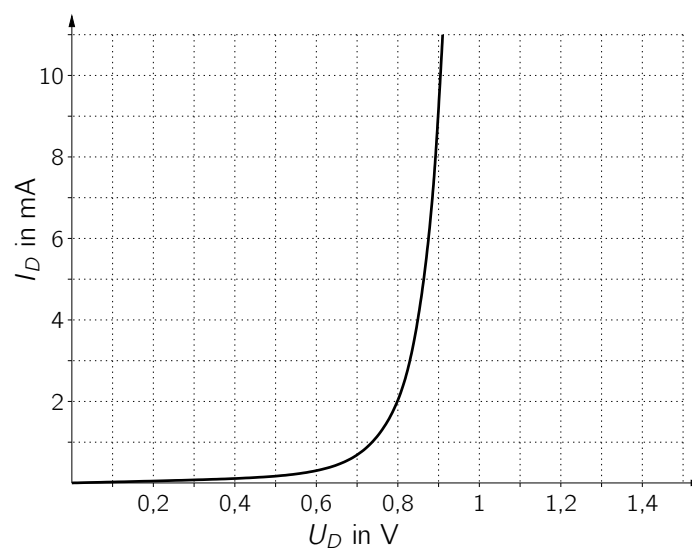
- b) Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 3.3, bei der die Diode von einer Stromquelle angesteuert wird.

Zeichnen Sie in das Kennlinienfeld der Diode in Abb. 3.4 die Lastgerade ein und bestimmen Sie den Arbeitspunkt der Diode und damit die Diodenspannung  $U_D$  graphisch.

Bauteilparameter:  $I_0 = 14 \text{ mA}$ ,  $R_1 = R_2 = 100 \Omega$



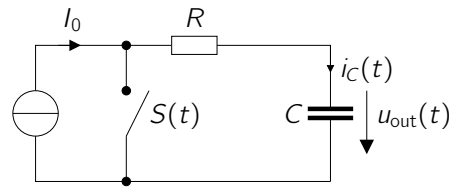
**Abbildung 3.3:** Ansteuerung einer Diode mit einer Stromquelle.



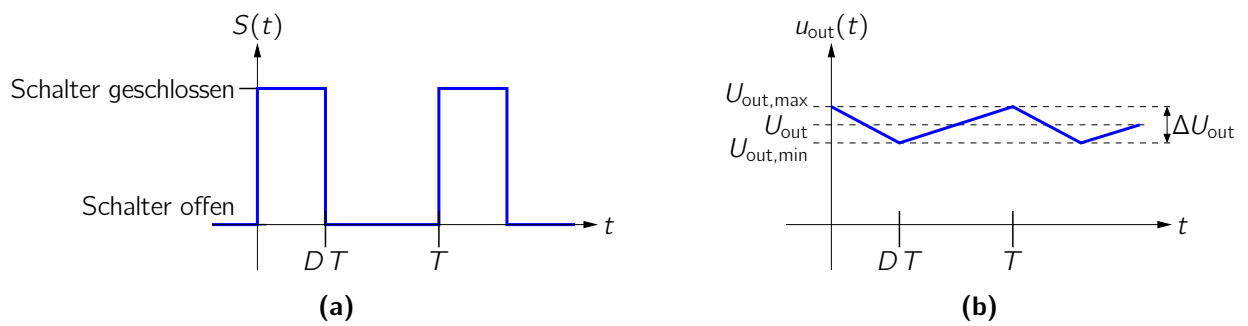
**Abbildung 3.4:** Kennlinienfeld der verwendeten Diode.

**Aufgabe 4)** *Geschaltete Netzwerke*

Punkte: / 11

**Abbildung 4.1:** Ansteuerung eines RC-Gliedes.

Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 4.1, bei der eine vom Schalterzustand  $S(t)$  abhängige Spannung an einem R-C-Glied anliegt. Der Schalterzustand  $S(t)$  hat den in Abb. 4.2a gezeigten, rechteckförmigen und periodischen Verlauf mit Duty-Cycle  $D$  und Periodenlänge  $T$ . Abb. 4.2b zeigt qualitativ den Verlauf der Spannung  $u_{\text{out}}(t)$  am Kondensator  $C$ .

**Abbildung 4.2:** Zeitverläufe des Schalter-Zustandes  $S(t)$  und der Ausgangsspannung  $u_{\text{out}}(t)$ .

- a) Stellen Sie allgemein eine Differentialgleichung für die Spannung  $u_{\text{out}}(t)$  jeweils für die Zeitintervalle

$$0 \leq t < DT \quad \text{und} \quad DT \leq t < T \quad (1)$$

auf.

- b) Finden Sie Lösungen für die Differentialgleichungen der beiden Zeitintervalle aus Aufgabenteil a).

Sie können für die folgenden Aufgabenteile als Näherung annehmen, dass für die Bauteilparameter gilt  $RC \ll \frac{1}{T}$ .

- c) Berechnen Sie mit Hilfe der Näherung aus den Lösungen der Differentialgleichungen den Anfangswert  $u_{\text{out}}(t = 0)$  mit

$$u_{\text{out}}(t = 0) = U_{\text{out,max}} \quad (2)$$

in Abhängigkeit des Duty-Cycles  $D$  und der Bauteilparameter.

Hinweis: Es gilt  $e^x \approx (1 + x)$  für  $|x| \ll 1$

- d) Ermitteln Sie den Mittelwert  $U_{\text{out}}$  von  $u_{\text{out}}(t)$  in Abhängigkeit der Bauteilparameter.