



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.

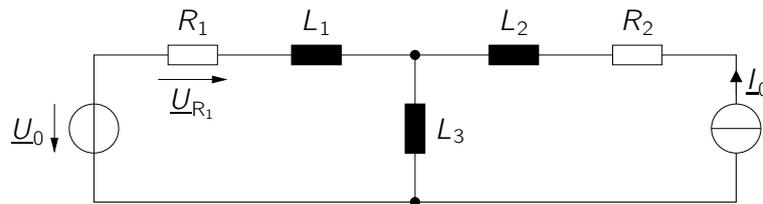
Auswertung Ihrer Klausur

A1	/ 9 P	A2	/ 11 P	A3	/ 8 P	A4	/ 11 P
-----------	-------	-----------	--------	-----------	-------	-----------	--------

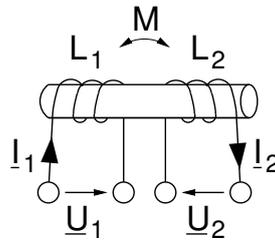
Σ / 39 P — Note

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 \underline{U}_{R_1} 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: / 11

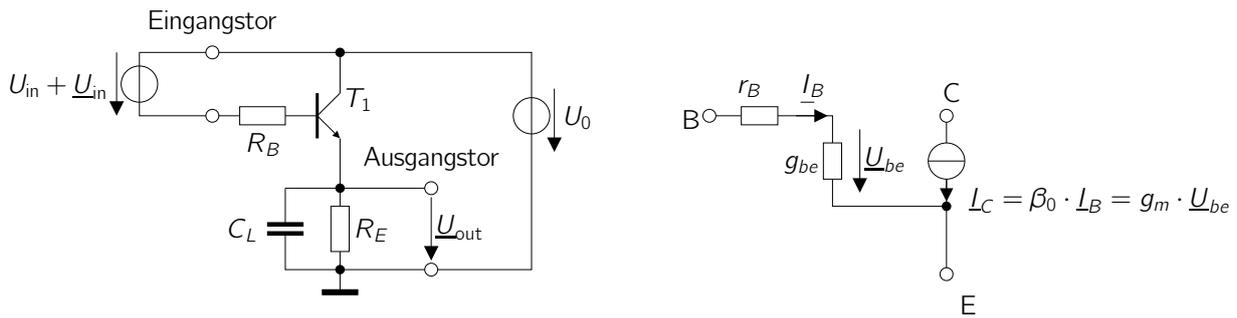


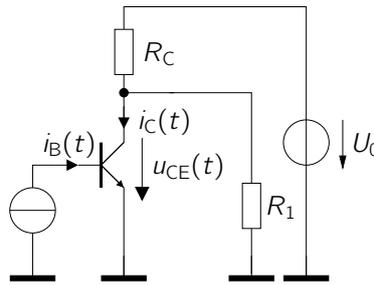
Abbildung 2: Links: Zu berechnende Schaltung. Rechts: Kleinsignal-Ersatzschaltbild des Transistors T_1 .

Gegeben ist die in Abb. 2 gezeigte Schaltung. Das Eingangssignal $U_{in} + \underline{U}_{in}$ weist einen Gleichanteil U_{in} und einen Wechselanteil \underline{U}_{in} auf.

- Bestimmen Sie unter der Annahme, dass die Basis-Emitter-Spannung im Arbeitspunkt $U_{BE} = U_{BE0}$ bekannt ist und der Basisstrom, mit $I_B \ll I_C$, vernachlässigt werden kann, den Kollektorstrom I_C des Transistors im Arbeitspunkt (Formel). Leiten Sie aus der Formel für I_C die Steilheit g_m des Transistors ab.
- Geben Sie den minimalen und maximalen Gleichanteil U_{in} des Eingangssignals an, so dass der Transistor T_1 sich im normalaktiven Bereich befindet.
- Zeichnen Sie das Wechselstromersatzschaltbild der Schaltung. Um welche Grundschaltung handelt es sich?
- Berechnen Sie allgemein die Spannungsübertragungsfunktion $\underline{V}_u = \frac{\underline{U}_{out}}{\underline{U}_{in}}$ der Schaltung unter Berücksichtigung des Basisstroms. Sie können mit den Näherungen des T-Operator-Ersatzschaltbildes rechnen.
- Im Folgenden sei $R_E = (\frac{1}{g_{be}} + r_B + R_B)/\beta$. Bestimmen Sie den Wert der Spannungsübertragungsfunktion im Gleichstromfall, d.h. $V_u(0) = \frac{U_{out}}{U_{in}} \Big|_{\omega=0}$.

Aufgabe 3) Transistor- und Diodenkennlinie

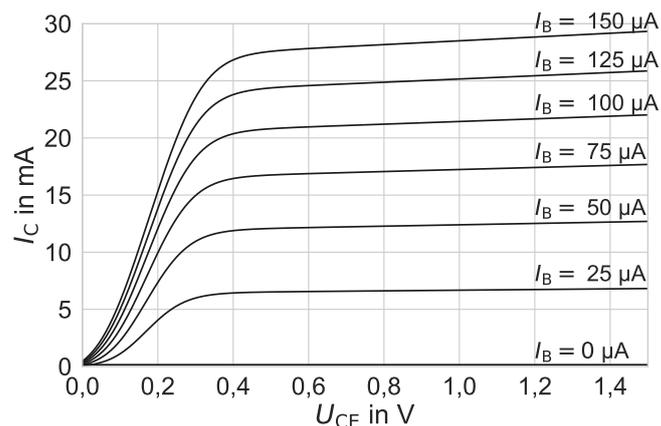
Punkte: / 8

**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: $U_0 = 3 \text{ V}$, $R_C = 100 \Omega$, $R_1 = 50 \Omega$.

- 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.
- 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 Spannungsquelle 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: $U_0 = 2\text{ V}$, $R_1 = 200\ \Omega$, $R_2 = 300\ \Omega$

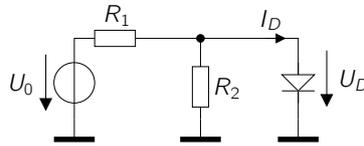


Abbildung 3.3: Ansteuerung einer Diode mit einer Stromquelle.

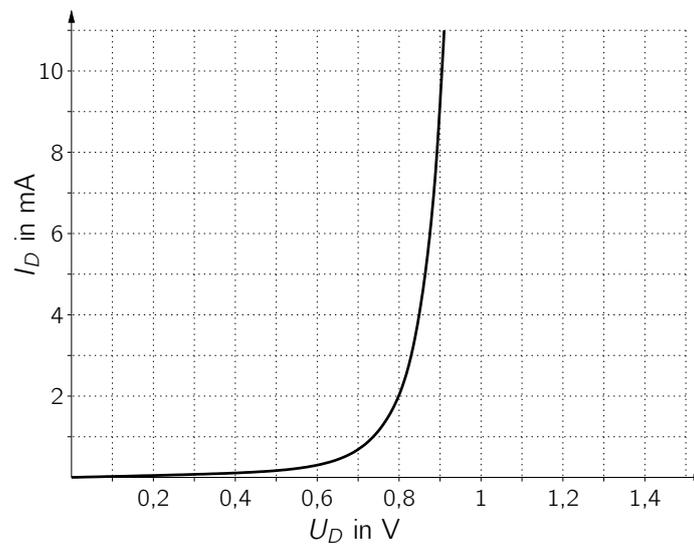
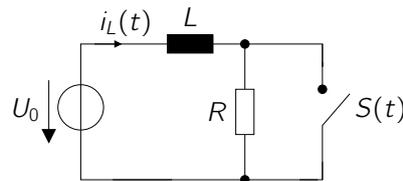


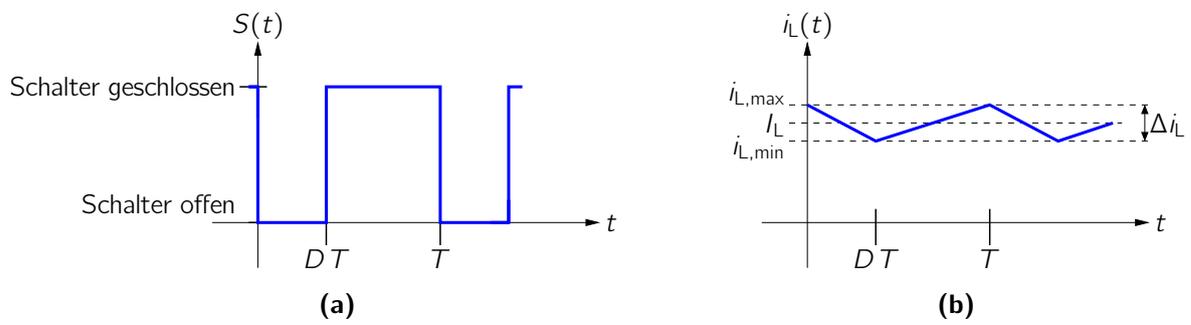
Abbildung 3.4: Kennlinienfeld der verwendeten Diode.

Aufgabe 4) *Geschaltete Netzwerke*

Punkte: / 11

**Abbildung 4.1:** Ansteuerung eines L-R-Gliedes.

Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 4.1, bei der eine vom Schalterzustand $S(t)$ abhängiger Strom durch die Induktivität L fließt. 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 des Stroms $i_L(t)$ durch die Induktivität L .

**Abbildung 4.2:** Zeitverläufe des Schalter-Zustandes $S(t)$ und der Ausgangsspannung $i_L(t)$.

- a) Stellen Sie allgemein eine Differentialgleichung für die Spannung $i_L(t)$ 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 $\frac{R}{L} \ll \frac{1}{T}$.

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

$$i_L(t=0) = i_{L,max} \quad (2)$$

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 I_L von $i_L(t)$ in Abhängigkeit der Bauteilparameter.