



Name
Vorname
Matrikelnummer
Studiengang

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.

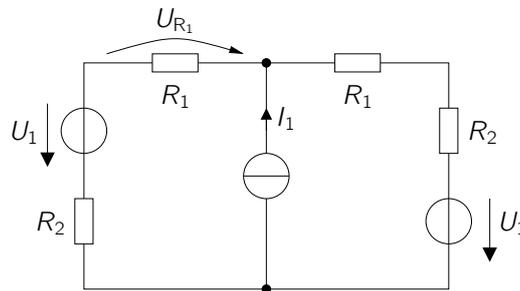
Auswertung Ihrer Klausur

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

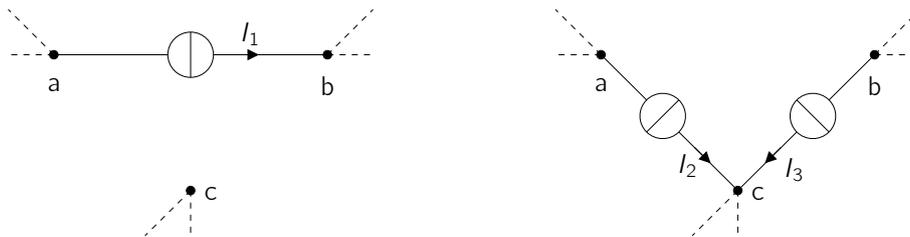
Σ / 42 P — Note

Aufgabe 1) Netzwerkberechnung

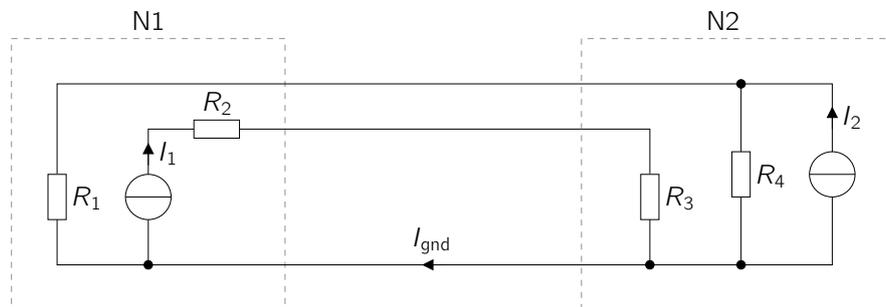
Punkte: / 11

**Abbildung 1.1:** Zu berechnendes Netzwerk.

- a) Gegeben ist das Netzwerk aus Abb. 1.1.
- Bestimmen Sie mit einer Methode Ihrer Wahl eine Gleichung für die Spannung U_{R_1} am Widerstand R_1 .
 - Berechnen Sie die von allen Widerständen in Summe aufgenommene Leistung P_{Σ} .

**Abbildung 1.2:** Zwei Schaltungen.

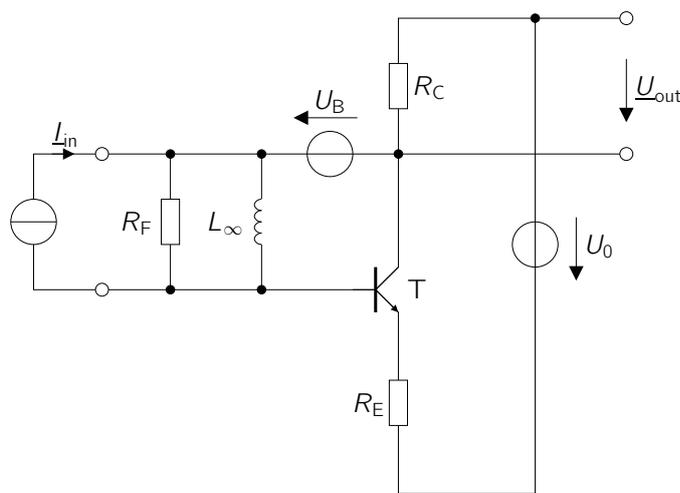
- b) Bestimmen Sie für die in Abb. 1.2 rechts dargestellte Schaltung die Ströme I_2 und I_3 so, dass diese Schaltung bezüglich der Spannungen und Ströme an den Knoten a, b und c äquivalent zur in Abb. 1.2 links abgebildeten Schaltung ist.

**Abbildung 1.3:** Verbundene Komponenten N1 und N2.

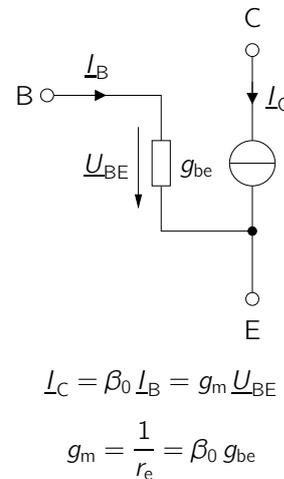
- c) Bestimmen Sie den Strom I_{gnd} in der Verbindungsleitung zwischen den beiden Komponenten N1 und N2 in Abb. 1.3 mithilfe des Überlagerungssatzes (Superpositionsprinzip).

Aufgabe 2) Schaltungsdimensionierung

Punkte: / 11



Kleinsignal-Ersatzschaltbild von T

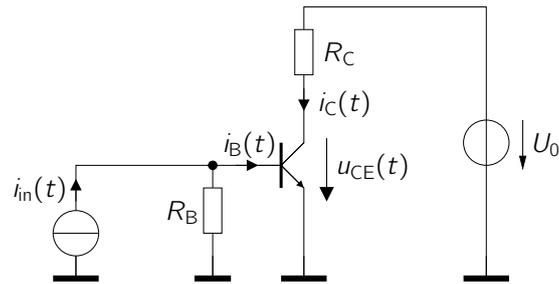
**Abbildung 2:** Links: Zu berechnende Schaltung. Rechts: Kleinsignal-Ersatzschaltbild des Transistors T.

Gegeben ist die in Abb. 2 gezeigte Verstärkerschaltung. Die Quellen U_0 und U_B sind reine Gleichspannungsquellen. Als Eingangssignal dient die monofrequente Stromquelle I_{in} . Der Transistor habe im normal-aktiven Bereich die (Großsignal-)Stromverstärkung $B = B_F$. Die Induktivität L_∞ kann im relevanten Frequenzbereich als unendlich groß angenommen werden.

- Zeichnen Sie das Gleichstromersatzschaltbild der Schaltung.
- Ermitteln Sie eine Dimensionierungsvorschrift für U_B , sodass an R_C im Arbeitspunkt die Hälfte der Versorgungsspannung U_0 abfällt. Nehmen Sie dabei an, dass die Basis-Emitter-Spannung im Arbeitspunkt $U_{BE} = U_{BE,0}$ bekannt sei. Es gilt zudem $I_B \ll I_C$.
- Bestimmen Sie den Wertebereich, in dem die Spannung U_B variiert werden kann, sodass der Transistor T im normal-aktiven Bereich bleibt. Nehmen Sie weiterhin $U_{BE} = U_{BE,0}$ als konstant und $I_B \ll I_C$ an.
- Zeichnen Sie das Wechselstromersatzschaltbild der Schaltung aus Abb. 2 links.
- Zeichnen Sie das Kleinsignal-Wechselstromersatzschaltbild und berechnen Sie allgemein die Übertragungsfunktion $\underline{H} = \frac{U_{out}}{I_{in}}$ der Schaltung. Sie können als Näherung annehmen, dass $\beta_0 \gg 1$.

Aufgabe 3) Transistorkennlinie

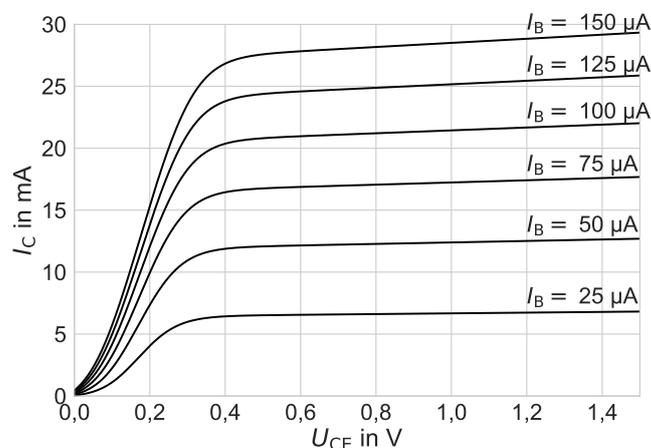
Punkte: / 9

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

Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 3.1, bei der ein Transistor von einer Stromquelle $i_{in}(t)$ ein- und ausgeschaltet wird. Die Stromquelle $i_{in}(t)$ kann die Werte 0 A (Transistor aus) und I_0 (Transistor ein) annehmen.

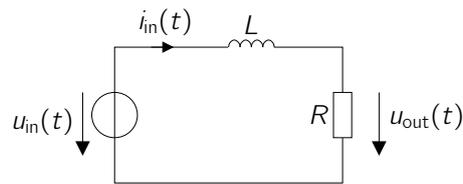
Für die Bauteilparameter gilt: $U_0 = 5\text{ V}$, $I_0 = 1\text{ mA}$, $R_C = 500\ \Omega$.

- Wie groß ist der Strom $I_{C,\max}$, der durch den Kollektor des Transistors maximal fließen kann? Gehen Sie dabei an dieser Stelle davon aus, dass die Spannung $u_{CE}(t) = 0\text{ V}$ bei eingeschaltetem Transistor beträgt.
- Wie groß muss der Basisstrom $i_B(t)$ gemäß des Kennlinienfeldes aus Abb. 3.2 bei eingeschaltetem Transistor mindestens sein, damit am Transistor höchstens eine Spannung von $u_{CE}(t) \leq U_{CE,\min} = 0,3\text{ V}$ abfällt?
- Dimensionieren Sie den Widerstand R_B so, dass der Transistor komplett durchgeschaltet werden kann ($U_{CE,\min} = 0,3\text{ V}$). Nehmen Sie für die Spannung $U_{BE} = 0,7\text{ V}$ an.
- Bestimmen Sie erneut den maximalen Kollektorstrom $I_{C,\max}$ wie in Aufgabenteil (a) mit $u_{CE}(t) = U_{CE,\min} = 0,3\text{ V}$ bei eingeschaltetem Transistor. Wie stark unterscheidet sich das Ergebnis (in Prozent) von jenem aus Aufgabenteil (a)? Beurteilen Sie, ob es aufgrund des neu berechneten Stroms $I_{C,\max}$ erforderlich wäre, auch die Dimensionierung des Widerstands R_B erneut durchzuführen.

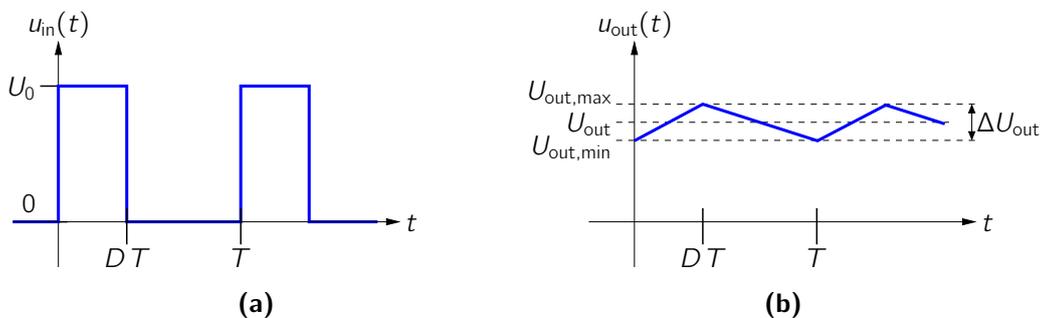
**Abbildung 3.2:** Kennlinienfeld des verwendeten Transistors.

Aufgabe 4) *Geschaltete Netzwerke*

Punkte: / 11

**Abbildung 4.1:** R-L-Glied mit zeitabhängiger Eingangsspannung $u_{in}(t)$.

Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 4.1, bei der eine Eingangsspannung $u_{in}(t)$ an einem R-L-Glied anliegt. Die Eingangsspannung $u_{in}(t)$ 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 $u_{out}(t)$ am Widerstand R .

**Abbildung 4.2:** Spannungsverläufe $u_{in}(t)$ und $u_{out}(t)$.

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

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

auf.

Sie können für die folgenden Aufgabenteile als Näherung annehmen, dass die Spannung $u_{out}(t)$ am Widerstand R nur minimal um ihren Mittelwert U_{out} schwankt und daher als ungefähr gleich zu U_{out} betrachtet werden kann.

- b) Stellen Sie unter dieser Näherung erneut Differenzialgleichungen für die beiden Zeitintervalle auf.
- c) Berechnen Sie den Mittelwert U_{out} von $u_{out}(t)$ in Abhängigkeit des Duty-Cycles D und der Bauteilparameter.
- d) Ermitteln Sie eine Dimensionierungsvorschrift für die Induktivität L , sodass die Spannung $u_{out}(t)$ maximal um eine vorgegebene Differenz $\Delta U_{out} := U_{out,max} - U_{out,min}$ um den Mittelwert U_{out} schwankt (siehe Abb. 4.2).