



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

---

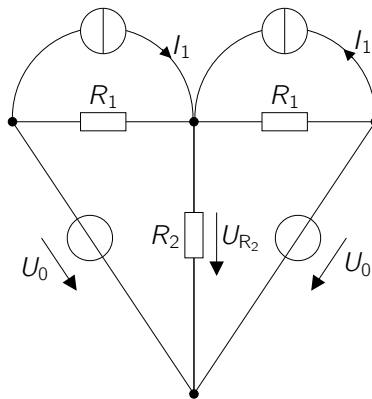
<b>A1</b>	/ 11 P	<b>A2</b>	/ 11 P	<b>A3</b>	/ 9 P	<b>A4</b>	/ 11 P
-----------	--------	-----------	--------	-----------	-------	-----------	--------

---

$\Sigma$  / 42 P — Note

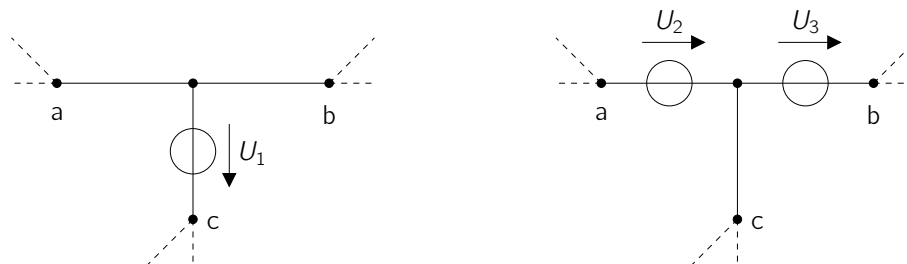
**Aufgabe 1) Netzwerkberechnung**

Punkte: / 11

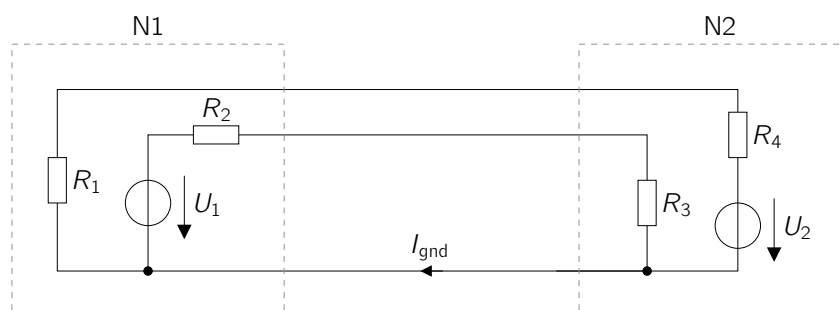
**Abbildung 1.1:** Zu berechnendes Netzwerk.

a) Gegeben ist das Netzwerk aus Abb. 1.1.

- i) Bestimmen Sie mit einer Methode Ihrer Wahl eine Gleichung für die Spannung  $U_{R_2}$  am Widerstand  $R_2$ .
- ii) Berechnen Sie die von allen Widerständen in Summe aufgenommene Leistung  $P_{\Sigma}$ .

**Abbildung 1.2:** Zwei Schaltungen.

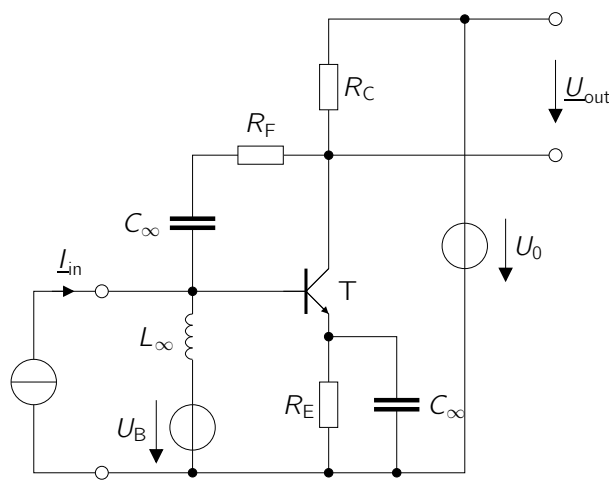
b) Bestimmen Sie für die in Abb. 1.2 rechts dargestellte Schaltung die Spannungen  $U_2$  und  $U_3$  so, dass diese Schaltung bezüglich der Spannungen und Ströme an den Knoten a, b und c äquivalent zur in Abb. 1.2 links abgebildeten Schaltung ist.

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

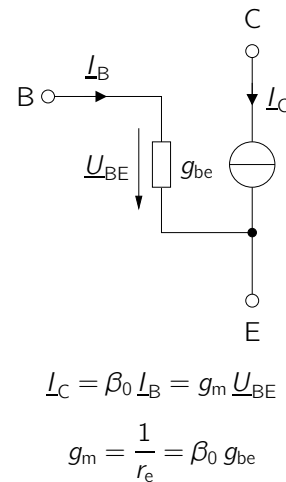
c) Bestimmen Sie den Strom  $I_{\text{gnd}}$  in der Verbindungsleitung zwischen den beiden Komponenten N1 und N2 in Abb. 1.3 mithilfe des Überlagerungssatzes (Superpositionsprinzip).

**Aufgabe 2) Schaltungsdimensionierung**

Punkte: / 11



Kleinsignal-Ersatzschaltbild von T



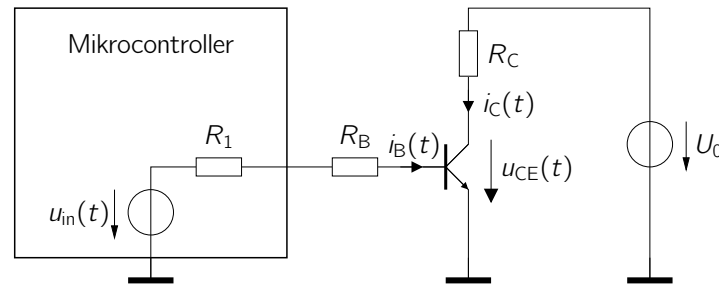
**Abbildung 2:** Links: Zu berechnende Schaltung. Rechts: Kleinsignal-Ersatzschaltbild des Transistors T.

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 Kondensatoren  $C_\infty$  und die Induktivität  $L_\infty$  können 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

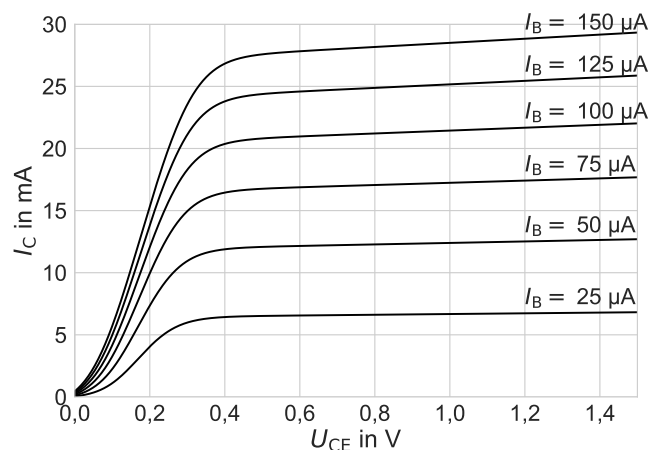
Punkte: / 9

**Abbildung 3.1:** Ansteuerung eines Transistors mit einem Mikrocontroller.

Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 3.1, bei der ein Transistor von einem Mikrocontroller ein- und ausgeschaltet wird. Als Modell für den Ausgang des Mikrocontrollers wird eine reale Spannungsquelle bestehend aus  $u_{in}(t)$  und  $R_1$  angenommen. Die Spannung  $u_{in}(t)$  kann die Werte  $0\text{ V}$  (Transistor aus) und  $U_0$  (Transistor ein) annehmen.

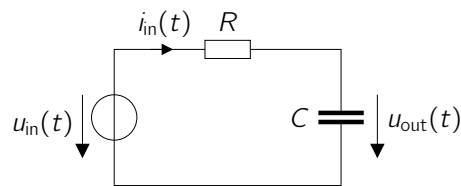
Für die Bauteilparameter gilt:  $U_0 = 5\text{ V}$ ,  $R_1 = 200\ \Omega$ ,  $R_C = 500\ \Omega$ .

- 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  $u_{CE}(t) \leq U_{CE,min} = 0,2\text{ V}$  abfällt?
- Dimensionieren Sie den Widerstand  $R_B$  so, dass der Transistor komplett durchgeschaltet werden kann ( $U_{CE,min} = 0,2\text{ V}$ ). 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  $u_{CE}(t) = U_{CE,min} = 0,2\text{ V}$  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.

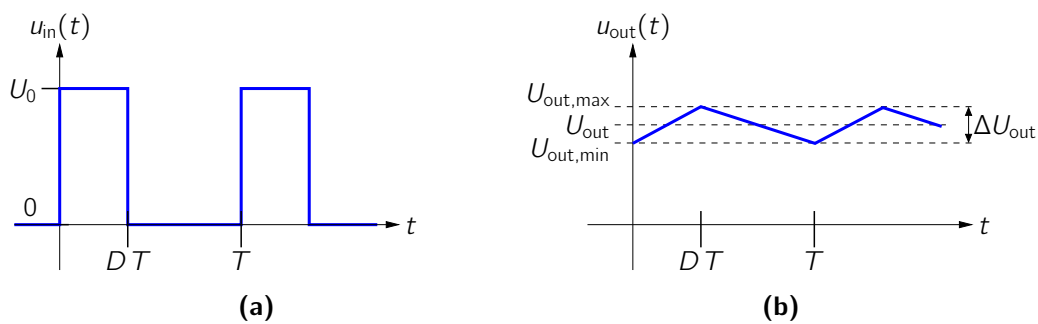
**Abbildung 3.2:** Kennlinienfeld des verwendeten Transistors.

**Aufgabe 4) Geschaltete Netzwerke**

Punkte: / 11

**Abbildung 4.1:** Ansteuerung eines Transistors mit einem Mikrocontroller.

Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 4.1, bei der eine Eingangsspannung  $u_{in}(t)$  an einem R-C-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 Kondensator  $C$ .

**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 der Strom  $i_{in}(t)$  jeweils während der Zeitintervalle  $0 \leq t < DT$  und  $DT \leq t < T$  konstant ist, da die Ausgangsspannung  $u_{out}(t)$  nur minimal um ihren Mittelwert  $U_{out}$  schwankt.

- 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 Kapazität  $C$ , 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).