

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.

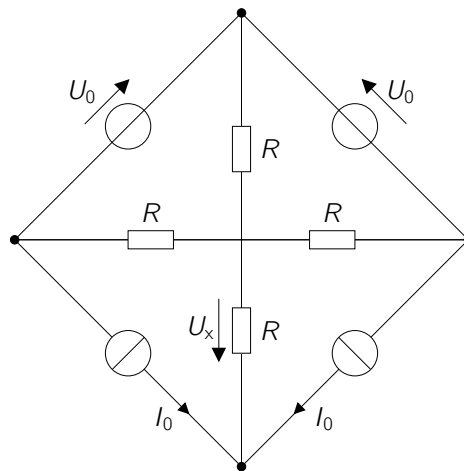
Auswertung Ihrer Klausur

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

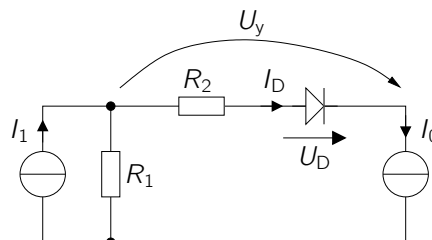
Σ / 40 P — Note

Aufgabe 1) Netzwerkberechnung

Punkte: / 9

**Abbildung 1.1:** Zu berechnendes Netzwerk.

- a) Gegeben ist das Netzwerk aus Abb. 1.1. Bestimmen Sie mit einer Methode Ihrer Wahl die Spannung U_x in Abhängigkeit der Bauteilparameter.

**Abbildung 1.2:** Zu berechnendes Netzwerk.

- b) Gegeben ist das Netzwerk aus Abb. 1.2. Für die Diode gilt die konstituierende Gleichung

$$I_D = I_S \left(e^{\frac{U_D}{U_T}} - 1 \right),$$

wobei I_S und U_T bekannt seien.

- i) Bestimmen Sie mit einer Methode Ihrer Wahl eine Gleichung für die Spannung U_y .
- ii) Berechnen Sie die von allen Quellen in Summe abgegebene Leistung P_Σ .

Aufgabe 2) Schaltungsdimensionierung

Punkte: / 11

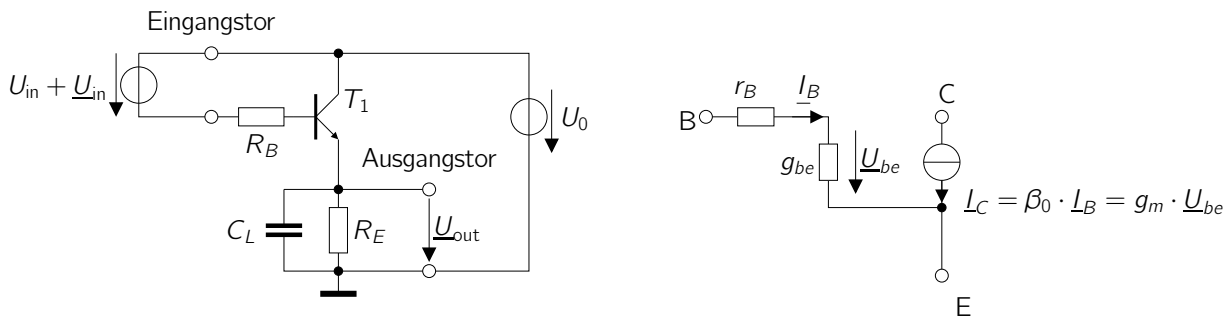


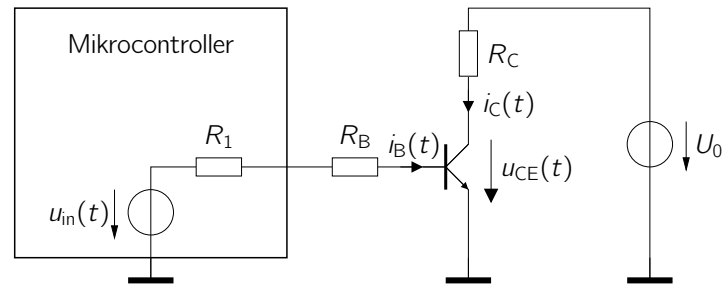
Abbildung 2: Links: Zu berechnende Schaltung. Rechts: Kleinsignal-Ersatzschaltbild des Transistors T_1 .

Gegeben ist die in Abb. 3 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 von T_1 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.
- Wie groß muss der Gleichanteil U_{in} gewählt werden, damit an R_E eine Spannung $U_{out} = 6U_{BE0}$ abfällt. Es gilt $U_{BE0} > 0$ und $U_0 = 10U_{BE0}$. Begründen Sie, ob der Arbeitspunkt des Transistor T_1 sich im normalaktiven Bereich befindet.
- Zeichnen Sie das Wechselstromersatzschaltbild und das Kleinsignal-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.

Aufgabe 3) Transistorkennlinie

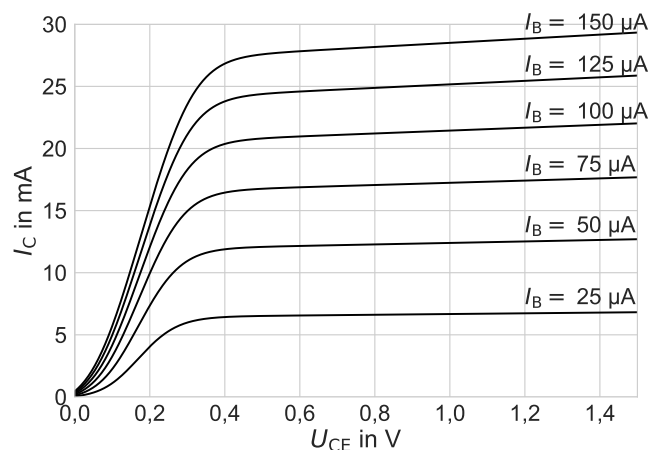
Punkte: / 9

**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 V (Transistor aus) und U_0 (Transistor ein) annehmen.

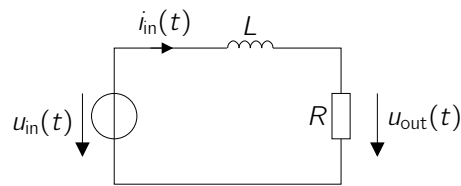
Für die Bauteilparameter gilt: $U_0 = 5\text{ V}$, $R_1 = 200\ \Omega$, $R_C = 333\ \Omega$.

- 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.

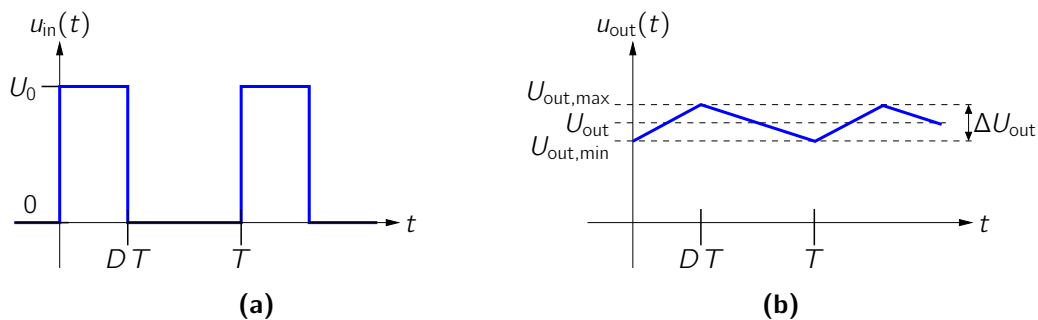
**Abbildung 3.2:** Kennlinienfeld des verwendeten Transistors.

Aufgabe 4) *Geschaltete Netzwerke*

Punkte: / 11

**Abbildung 4.1:** 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).