

Name
Vorname
Matrikelnummer
Studiengang (Semester)

Wichtige Hinweise zur Bearbeitung

Die Bearbeitungszeit der Aufgaben beträgt **120 Minuten**. Es sind **alle Hilfsmittel** erlaubt, mit Ausnahme elektronischer Geräte, die zur Kommunikation verwendet werden können. Dazu gehören zum Beispiel: Laptops, PDAs, Handys, 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.

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

Beachten Sie bitte die an jeder Aufgabe **angegebene Punktzahl**. Sie ist ein Anhaltspunkt für die Schwierigkeit und den erforderlichen Arbeitsaufwand.

Heften Sie bitte **alle** Aufgaben- und Lösungsblätter, die Sie abgeben, zusammen.

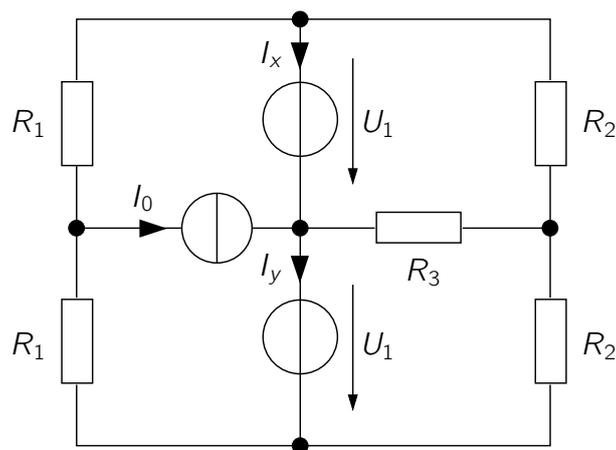
Auswertung Ihrer Klausur

A1 / 12 P	A2 / 11 P	A3 / 12 P	A4 / 13 P	A5 / 12 P
A6 / 12 P	A7 / 13 P			

Σ / 85 P — Note

Aufgabe 1) Netzwerkberechnung

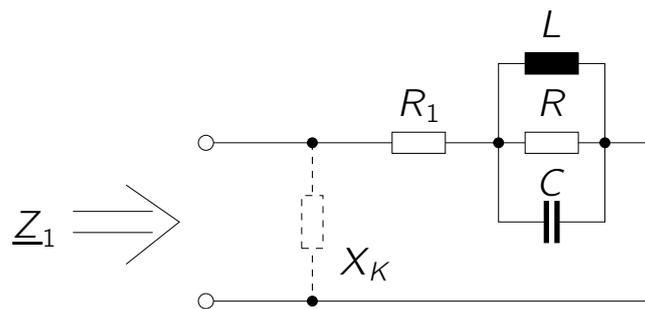
Punkte: / 12

**Abb. 1:** Zu berechnende Schaltung.

- Geben Sie für die in Abb. 1 dargestellte Schaltung einen Baum und den zugehörigen Co-Baum an.
- Berechnen Sie mit einer Methode Ihrer Wahl die beiden Ströme I_x , I_y durch die beiden Spannungsquellen U_1 .
- Berechnen Sie die gesamte Verlustleistung P_{Σ} der Schaltung.

Aufgabe 2) Komplexe Rechnung, Ortskurve

Punkte: / 11

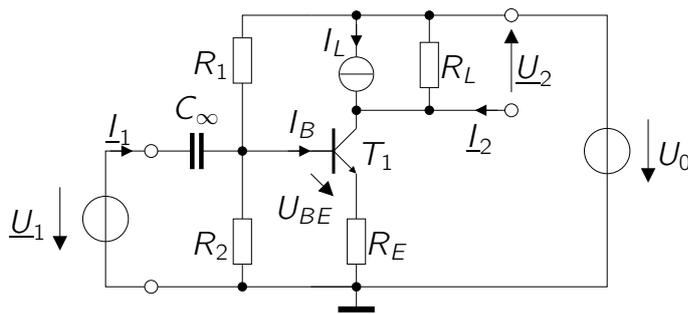
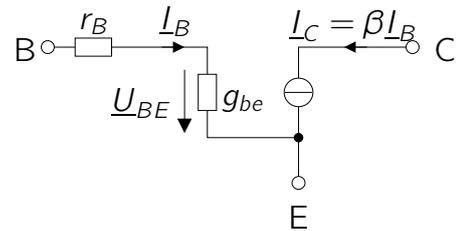
**Abb. 2:** Zwei Eintore mit den Admittanzen \underline{Y}_1 und \underline{Y}_2 .

Betrachtet wird zunächst das Eintor in Abb. 2 ohne die Kompensationsreaktanz X_K .

- Berechnen Sie die Eingangsimpedanz \underline{Z}_1 des Eintors (Ohne X_K).
- Zeichnen Sie qualitativ den Verlauf der Ortskurve von \underline{Z}_1 . Markieren Sie die Punkte, bei denen Real- und Imaginärteil jeweils ihre Maximal- und Minimalwerte besitzen. Geben Sie diese Werte und die Frequenzen bei denen sie erreicht werden an.
- In das Eintor soll nun die Kompensationsreaktanz X_K nach Abb. 2 hinzugefügt werden. X_K kann entweder durch eine Induktivität oder eine Kapazität realisiert werden. Wählen Sie das Bauelement (induktiv/kapazitiv) und bestimmen Sie dessen Wert so, dass der Imaginärteil von \underline{Z}_1 bei der Frequenz, bei der das unkompensierte \underline{Z}_1 den induktiven Maximalwert angenommen hatte, zu Null wird.

Aufgabe 3) Schaltungsdimensionierung und -berechnung

Punkte: / 12

Kleinsignal-Ersatzschaltbild von T_1 

$$I_C = gm \cdot U_{BE}, \quad gm = r_e^{-1} = \beta \cdot g_{be}$$

Abb. 3: Links: Zu berechnende Schaltung mit Eingangsspannung \underline{U}_1 (reine Wechselspannungsquelle) und Ausgangsspannung \underline{U}_2 . Rechts: Kleinsignal-Ersatzschaltbild des Transistors T_1 .

Für die im Folgenden zu berechnende Schaltung in Abb. 3 gelten: Basis-Emitter-Spannung im Arbeitspunkt $U_{BE} = \text{const.}$, Stromverstärkung im normalaktiven Bereich $\beta = 10$, $I_L = \text{const.}$ (Gleichstromquelle), $C_\infty \rightarrow \infty$.

- Dimensionieren Sie R_1 in Abhängigkeit von R_2 , U_0 , I_L und R_E so, dass der Lastwiderstand R_L im Arbeitspunkt stromlos ist. Hinweis: Beachten Sie die Wirkung des Basisstroms I_B .
- Geben Sie eine Formel für die Verlustleistung des Transistors in Abhängigkeit der Schaltungsparameter an. Nehmen Sie dabei an, dass die Verlustleistung des Transistors bei Aussteuerung unverändert bleibt.
- Zeichnen Sie das Kleinsignalerersatzschaltbild der Schaltung und berechnen Sie mit einer Methode Ihrer Wahl die Spannungsverstärkung $\underline{v}_u = \left. \frac{U_2}{U_1} \right|_{I_2=0}$. Für den Transistor soll das Kleinsignalerersatzschaltbild in Abb. 3 (rechts) gelten.

Aufgabe 4) Rückkopplung, Zweitor

Punkte: / 13

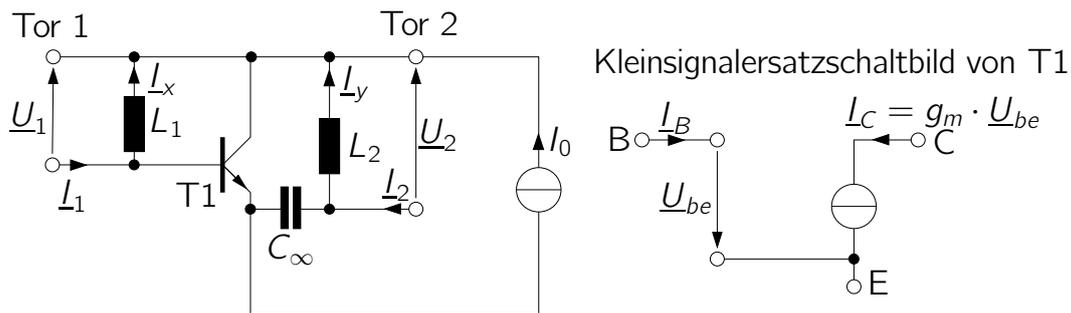


Abb. 4: Links: Rückgekoppelte Transistorschaltung. Rechts: Kleinsignal-Ersatzschaltbild des Transistors.

Gegeben ist die rückgekoppelte Transistorschaltung in Abbildung 4 links. Der Eingang der Schaltung befindet sich an Tor 1, der Ausgang an Tor 2. Die rechte Seite zeigt das Kleinsignalersatzschaltbild des Transistors T1. Der Kondensator C_∞ kann für alle Betriebsfrequenzen als idealer Kurzschluss angenommen werden. Für die Spannungen und Ströme an den beiden **gekoppelten** Induktivitäten L_1, L_2 gilt:

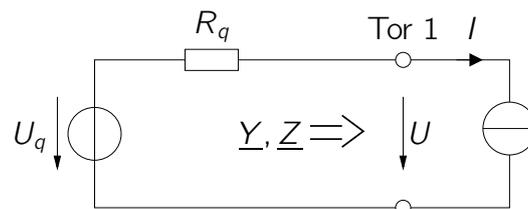
$$\underline{U}_1 = j\omega L_{11} \underline{I}_x + j\omega M \underline{I}_y \quad (1)$$

$$\underline{U}_2 = j\omega M \underline{I}_x + j\omega L_{22} \underline{I}_y \quad (2)$$

- Zeichnen Sie das Wechselstromersatzschaltbild der Transistorschaltung. Um welche Transistorgrundschaltung handelt es sich?
- Formen Sie das Wechselstromersatzschaltbild für eine Berechnung mit einem Haupt- und einem Rückkopplungszweitor um. Ordnen Sie dazu den Transistor T1 dem Hauptzweitor und die restlichen Bauelemente dem Rückkopplungszweitor zu.
- Um welche Art der Rückkopplung handelt es sich? Wählen Sie eine für die Art der Rückkopplung geeignete Matrizendarstellung aus und geben Sie allgemein das entsprechende Matrixgleichungssystem an. Begründen Sie Ihre Wahl indem Sie jeweils für Tor 1 und 2 angeben, welche Torgröße (Strom bzw. Spannung) der Gesamtmatrix sich aus der Summe der Torgrößen der beiden Einzelmatrizen zusammensetzt.
- Bestimmen Sie die Elemente der Matrix des Haupt- und des Rückkopplungszweitors, sowie die Elemente der daraus resultierenden Matrix der Gesamtschaltung. Für den Transistor gilt die Kleinsignal-Ersatzschaltung auf der rechten Seite.
- Zwischen Aus- und Eingangsadmittanz besteht der Zusammenhang $\underline{Y}_{22} = a\underline{Y}_{11} + b$. Bestimmen Sie a und b .

Aufgabe 5) Stabilität, Netzwerktheorie

Punkte: / 12

**Abb. 5:** Zu untersuchendes Netzwerk.

Betrachtet wird die in Abb. 5 gezeigte Schaltung in der eine Quelle mit Innenwiderstand (U_q, R_q) eine Widerstandsnachbildung an Tor 1 in Form einer gesteuerten Quelle $I(U)$ ansteuert. Die gesteuerte Quelle stellt ihren Strom I im nicht zu erreichenden Idealfall so ein, daß an Tor 1 gilt $U/I = R = 1/G$. Aufgrund einer Zeitverzögerung T in der Reaktion des Stromes auf die am Tor 1 anliegende Spannung gilt daher der Zusammenhang

$$I = GUe^{-j\omega T}.$$

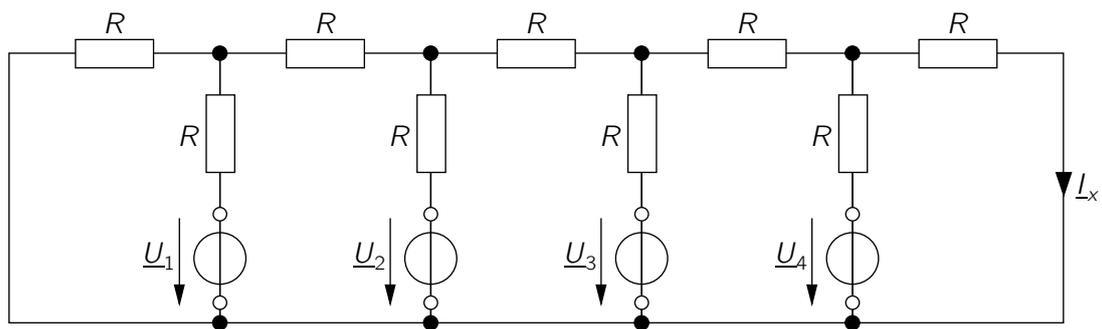
- a) Geben Sie die Wirkungsfunktion \underline{Y} oder \underline{Z} für den Strom-Spannungszusammenhang an Tor 1 an. Begründen Sie Ihre Wahl für \underline{Y} oder \underline{Z} .

Analysieren Sie die Stabilität der Gesamtschaltung:

- b) Ermitteln Sie allgemein alle Pole der Netzwerkfunktion $\frac{I}{U_q} = H(s)$.
- c) Unter welcher Bedingung wird die Gesamtschaltung instabil?
- d) Geben Sie eine Beziehung für den Zusammenhang zwischen Zeitverzögerung T und möglichen Oszillationsfrequenzen im Fall einer Instabilität an.

Aufgabe 6) *Gleichtakt-/Gegentaktzerlegung*

Punkte: / 12

**Abb. 6:** Zu analysierende Widerstandsleiter-Struktur.

Gegeben ist die in Abb. 6 gezeigte Widerstandsleiter-Struktur, über deren Verlauf verteilt die Spannungen \underline{U}_1 , \underline{U}_2 , \underline{U}_3 , \underline{U}_4 eingespeist werden. Das Netzwerk ist linear, d. h. es gilt der Überlagerungssatz.

- Bestimmen Sie den Strom \underline{I}_x mit Hilfe geeigneter Gleichtakt-/Gegentaktzerlegungen der einspeisenden Spannungsquellen.
- Erläutern (Begründen) Sie worin im vorliegenden Fall der Vorteil einer Berechnung mittels der Gleichtakt-/Gegentaktzerlegung gegenüber anderen denkbaren Berechnungsmethoden besteht.

Aufgabe 7) Operationsverstärker, Bodediagramm

Punkte: / 13

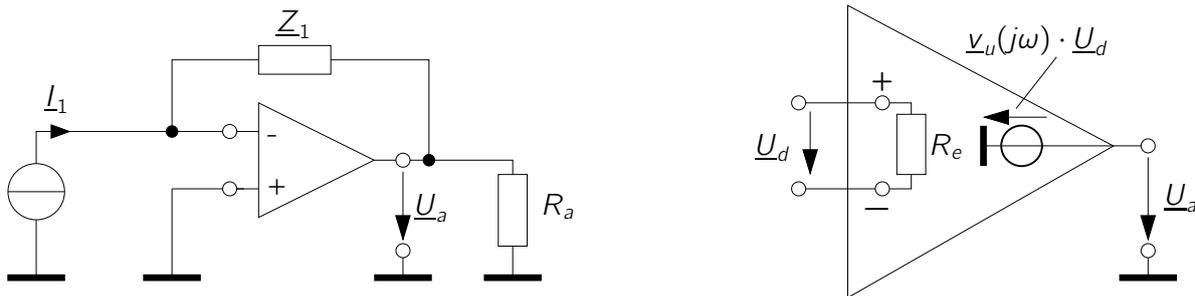


Abb. 7: Links: zu analysierende Operationsverstärkerschaltung. Rechts: Modell des Operationsverstärkers mit Ausgangswiderstand R_2 .

Betrachtet wird die Operationsverstärkerschaltung in Abb. 7.

- a) Bestimmen Sie die Wirkungsfunktion $\underline{F}(j\omega) = \frac{\underline{U}_a}{\underline{I}_1}$ der Operationsverstärkerschaltung in Abb. 7 links mit dem zugehörigen Modell in der Abb. 7 rechts.
- b) Bringen Sie die Wirkungsfunktion aus Aufgabenpunkt a) in die Standardform

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{\underline{F}_a}{1 + \underline{F}_a \underline{F}_2}$$

und geben Sie \underline{F}_a und \underline{F}_2 an.

Im Folgenden gilt $\underline{Z} = j\omega L$, $\underline{v}_u = \frac{v_0}{(1 + \frac{j\omega}{\omega_0})(1 + \frac{j\omega}{100\omega_0})}$, $v_0 = 10^5$, $\frac{R_e}{L} = \omega_x = 10\omega_0$.

- c) Stellen Sie die Schleifenverstärkung $\underline{F}_2 \underline{F}_a$ aus Aufgabenpunkt b) in einer für die Darstellung im Bode-Diagramm geeigneten Form dar und tragen Sie Betrags- und Phasenverlauf in die Abbildung auf dem nächsten Blatt ein. **Hinweis:** Falls Sie die Schleifenverstärkung nicht ermitteln konnten, verwenden Sie:

$$\underline{F}_2 \underline{F}_a = \underline{v}_u \left(1 + \frac{j\omega}{\omega_x}\right)^{-1}, \omega_x = 10\omega_0.$$

- d) Ermitteln Sie mit Hilfe des Bodediagramms die Phasenreserve. Ist die Schaltung stabil?
- e) Bestimmen Sie die Bereiche des Verhältnisses $\frac{R_e}{L} = \omega_x$, in denen die Schaltung stabil ist.

Name:

Matr.#:

