



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.

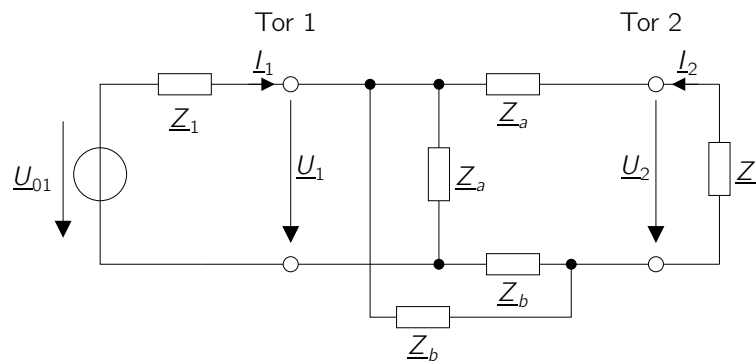
Auswertung Ihrer Klausur

A1	/ 12 P	A2	/ 12 P	A3	/ 12 P	A4	/ 14 P
-----------	--------	-----------	--------	-----------	--------	-----------	--------

Σ / 50 P — Note

Aufgabe 1) Zweitor-Rechnung

Punkte: / 12

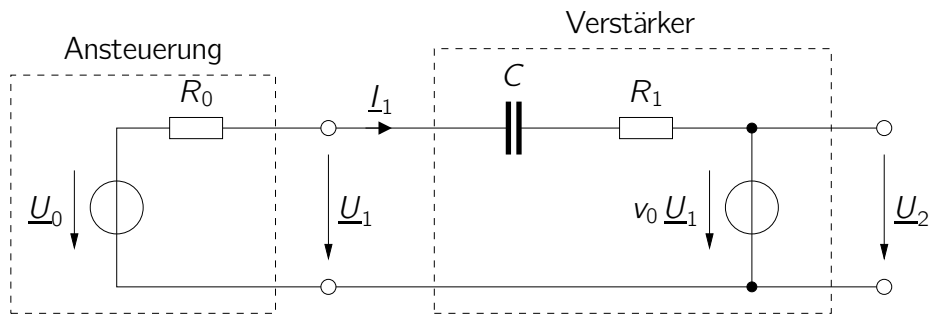
**Abb. 4:** Gegebene Schaltung.

Gegeben ist die Schaltung in Abb. 4, die das Signal der Quelle \underline{U}_{01} , \underline{Z}_1 mittels des Netzwerks aus den Impedanzen \underline{Z}_a , \underline{Z}_b auf die Last \underline{Z}_2 überträgt. Es soll das Übertragungsverhalten zwischen den Toren mit Hilfe der Zweitor-Theorie ermittelt werden.

- a) Formen Sie das Netzwerk aus \underline{Z}_a und \underline{Z}_b so um, dass es aus einer Zusammenschaltung von zwei Zweitoren dargestellt wird. Dabei soll das eine Zweitor nur die Admittanzen \underline{Z}_a und das andere nur die Admittanzen \underline{Z}_b enthalten.
- b)
 - i) Um welche Kopplung der Zweitore handelt es sich?
 - ii) Welche Zweitorparameter eignen sich für die Berechnung? Begründen Sie die Wahl anhand gemeinsamer Spannungen bzw. Ströme an den Toren der beiden Zweitore.
- c) Berechnen Sie die Elemente der beiden Zweitore und die resultierenden Elemente des zusammenschalteten Zweitores.
- d) Bestimmen Sie die Stromübertragungsfunktion $\underline{F}_I = \frac{I_2}{I_1}$ der Gesamtschaltung in Abb. 4. Geben Sie an, für welche Dimensionierungen der Zweitorelemente $\underline{F}_I = 0$ gilt.

Aufgabe 2) Stabilität, Netzwerktheorie

Punkte: / 12

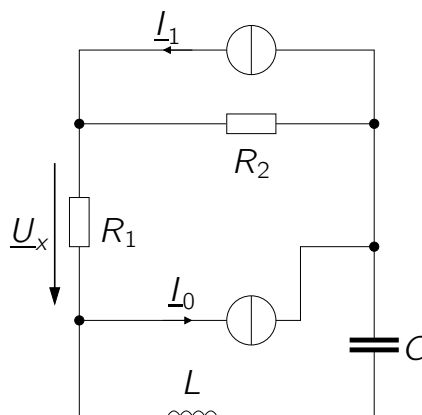
**Abbildung 2:** Zu untersuchende Schaltung.

Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 2, welche das Modell eines Verstärkers mit zugehöriger Ansteuerung darstellt. Die Ansteuerung besteht aus einer realen Spannungsquelle \underline{U}_0 mit Innenwiderstand R_0 . Die Spannungsverstärkung des Verstärkers ist

$$v_0 = \frac{\underline{U}_2(s)}{\underline{U}_1(s)} = \text{const.} \in \mathbb{R}.$$

Es gilt: $v_0 > 1$, $R_0 > 0$, $R_1 > 0$ und $C > 0$.

- Zur folgenden Stabilitätsanalyse wird die Wirkungsfunktion $\underline{F}(s) = \frac{\underline{U}_2(s)}{\underline{U}_0(s)}$ (Verstärkung der Gesamtschaltung) betrachtet. Bestimmen Sie diese.
- Würde sich zur Analyse der Stabilität der *Gesamtschaltung* aus Abb. 2 auch die Eingangsimpedanz des Verstärkers $\underline{Z}_{\text{ein}}(s) = \frac{\underline{U}_1(s)}{\underline{I}_1(s)}$ eignen? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Berechnen Sie die Polstelle(n) der Wirkungsfunktion $\underline{F}(s)$ aus Aufgabenteil a) und ermitteln Sie eine Bedingung für R_1 , so dass die Gesamtschaltung stabil ist.
- Ist es mit der Schaltung aus Abb. 2 durch geeignete Wahl von R_0 , R_1 und C prinzipiell möglich, eine sinusförmige Schwingung (aufklingend, stabil oder abklingend) zu erzeugen? Begründen Sie Ihre Antwort.

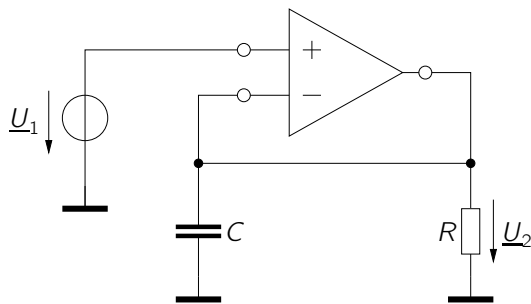
Aufgabe 3) Elementare Netzwerkberechnung, äquivalente Umformung Punkte: / 12**Abbildung 3:** Zu berechnendes Netzwerk.

Gegeben ist das Netzwerk in Abb. 1, in dem die Spannung \underline{U}_x zu berechnen ist.

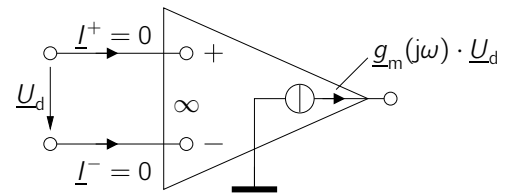
- Zeichnen Sie den Graphen, sowie Baum und Co-Baum des Netzwerks in Abb. 1 und nummerieren Sie die Knoten und Zweige. Jeder Zweig darf maximal ein Bauelement und eine begleitende Quelle enthalten.
- Stellen Sie die Knoteninzidenzmatrix $[A_g]$ des umgeformten Netzwerks auf.
- Wählen Sie einen Bezugsknoten und leiten Sie die Knotenadmittanzmatrix $[\underline{Y}_n]$ sowie den Vektor der Knotenströme $[\underline{I}_{qn}]$ des Netzwerks formal mit Hilfe der Knoteninzidenzmatrix her. Verwenden Sie dazu die Diagonal-Matrix $[\underline{Y}]$ welche die Bauelemente des Netzwerks beinhaltet.
- Geben Sie mit Hilfe der Ergebnisse aus Aufgabenteil c) einen Ausdruck zur Berechnung der Spannung \underline{U}_x an.

Aufgabe 4) Frequenzgang, Bode-Diagramm

Punkte: / 14



Modell des Transkonduktanz-Verstärkers

**Abbildung 4.1:** Links: zu analysierende Transkonduktanz-Verstärkerschaltung. Rechts: Modell des Transkonduktanz-Verstärkers.

Gegeben ist die in Abb. 4.1 links gezeigte Transkonduktanz-Verstärkerschaltung. Der Transkonduktanz-Verstärker beinhaltet eine gesteuerte Stromquelle am Ausgang, wie im Modell auf der rechten Seite dargestellt. Die Verstärkung $\underline{g}_m(j\omega)$ ist frequenzabhängig.

- Bestimmen Sie allgemein den Frequenzgang $\underline{F}(j\omega) = \frac{\underline{U}_2(j\omega)}{\underline{U}_1(j\omega)}$ der Schaltung.
- Welchen Wert nimmt $\underline{F}(j\omega)$ für den Sonderfall $|\underline{g}_m(j\omega)| \rightarrow \infty$ an?
- Gehen Sie davon aus, dass der Sonderfall aus b) äquivalent zu einer unendlich hohen Verstärkung \underline{F}_a des Hauptzweitors in der Darstellung

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

ist und bestimmen Sie auf diese Weise \underline{F}_2 . Geben Sie außerdem \underline{F}_a und die Schleifenverstärkung \underline{F}_0 an.

Für den Transkonduktanzverstärker gilt im Folgenden:

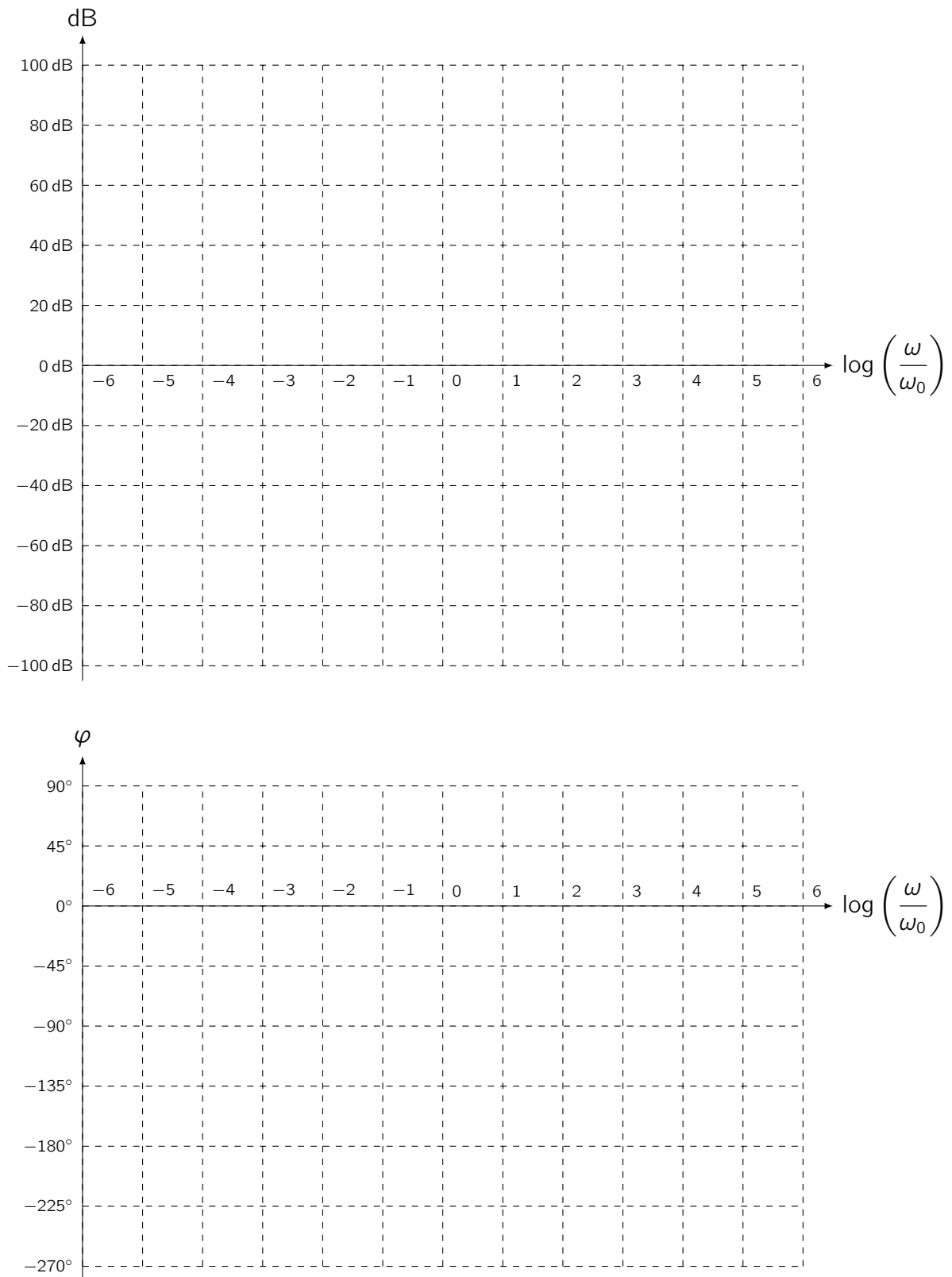
$$\underline{g}_m(j\omega) = \frac{g_0}{\left(1 + \frac{j\omega}{\omega_0}\right) \left(1 + \frac{j\omega}{100\omega_0}\right)} \quad \text{mit } g_0, \omega_0 \in \mathbb{R} > 0.$$

Falls Sie Aufgabenpunkt c) nicht lösen konnten, verwenden Sie stattdessen

$$\underline{F}_0 = \frac{a \underline{g}_m}{1 + j\omega RC} \quad \text{mit } a \in \mathbb{R} > 0.$$

- Zeichnen Sie Betrag und Phase der Schleifenverstärkung \underline{F}_0 für $C = 0$ in das Bode-Diagramm auf der nächsten Seite (Abb. 4.2) ein. Dabei soll gelten

$$|\underline{F}_0(\omega \rightarrow 0)|_{\text{dB}} = 80 \text{ dB}. \quad (1)$$

**Abbildung 4.2:** Bode-Diagramm.