



**Aufgabe 1)** *Operationsverstärker, Bode-Diagramm.*

**Fortsetzung von Übung 12, Aufgabe 1**

Für den Operationsverstärker gilt im Folgenden:

$$\underline{v}_u(j\omega) = \frac{V_0}{(1 + \frac{j\omega}{\omega_0}) (1 + \frac{j\omega}{10\omega_0}) (1 + \frac{j\omega}{10000\omega_0})}.$$

- d) Zeichnen Sie Betrag und Phase von  $\underline{F}_a$  für den unkompensierten Fall  $C = 0$  in das Bode-Diagramm auf der nächsten Seite ein. Markieren und geben Sie den entsprechenden Wert für  $\underline{F}_a(\omega \rightarrow 0)$  an der Betragsachse an.
- e) Ermitteln Sie anhand des Verlaufs von  $\underline{F}_a$  im Bode-Diagramm unter 2a) die kleinste Verstärkung  $\left| \frac{1}{\underline{F}_2} \right|$ , die möglich ist, bevor eine Phasenreserve von  $45^\circ$  unterschritten wird. Tragen Sie den entsprechenden Verlauf von  $\left| \frac{1}{\underline{F}_2} \right|$  in das Bode-Diagramm ein.

Hinweis: Es gilt in der logarithmischen Darstellung für die Schleifenverstärkung

$$|\underline{F}_0|_{\text{dB}} = |\underline{F}_a|_{\text{dB}} - \left| \frac{1}{\underline{F}_2} \right|_{\text{dB}}.$$

**Aufgabe 2)** *Stabilität, Netzwerktheorie (aus Klausur SS2009).*

Gegeben ist in Abb. 1 eine allgemeine Spannungsquelle  $\underline{U}_0(s)$  mit dem Innenwiderstand  $R$ , welche eine Schaltung ansteuert, die eine Induktivität nachbildet.

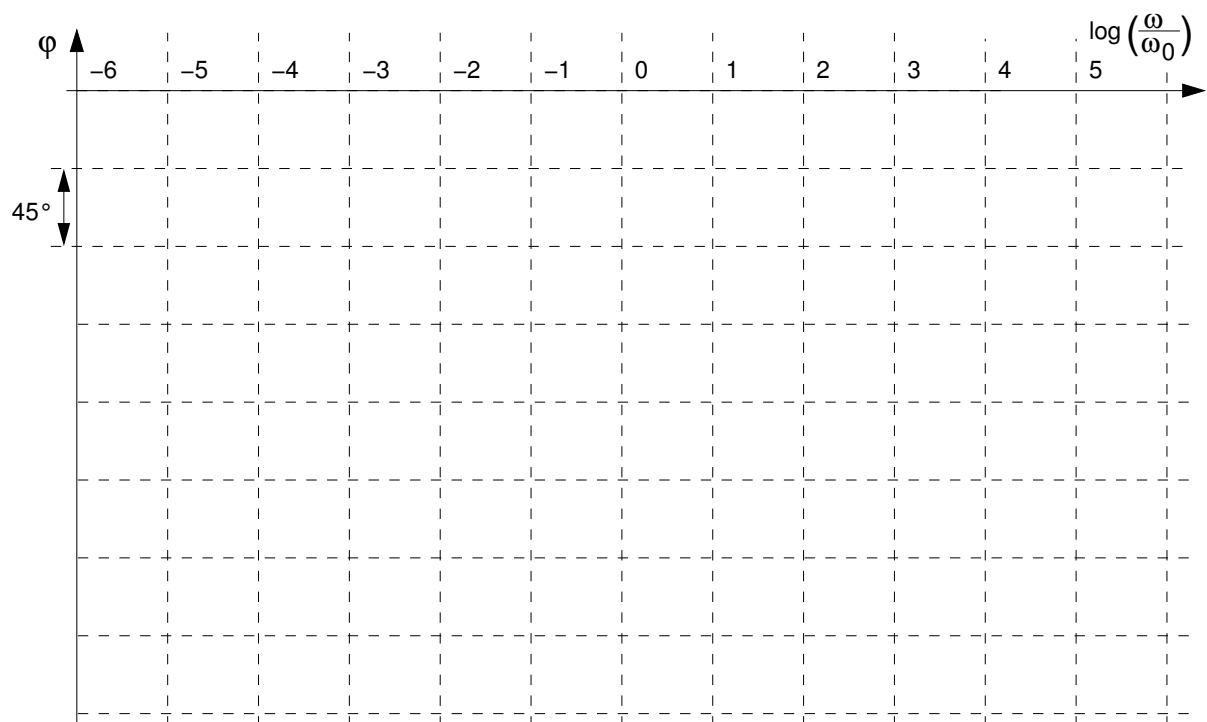
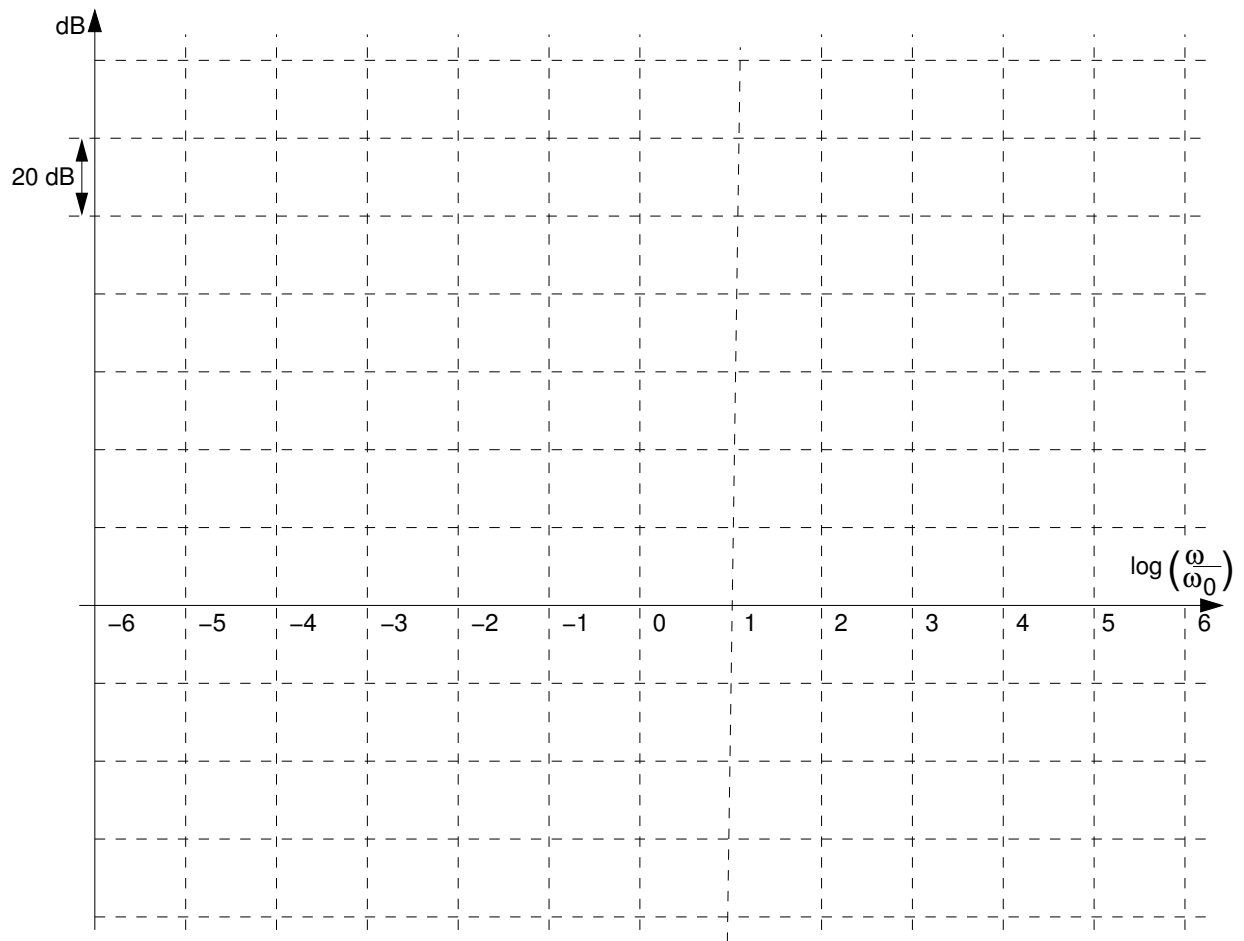
- a) Bestimmen Sie die Eingangsimpedanz  $\frac{U}{I}$  der Nachbildung und geben Sie die Induktivität  $L$  der Nachbildung in Abhängigkeit der Schaltungselemente an.
- b) Analysieren Sie die Stabilität der Gesamtschaltung für

$$\underline{g}_{m1} = g_{m01} = \text{const.} \in \mathbb{R} > 0$$

$$\underline{g}_{m2} = \frac{g_{m02}}{1 + \frac{s}{\omega_2}} \quad \text{mit} \quad \{g_{m02}, \omega_2\} \in \mathbb{R} > 0$$

anhand einer Wirkungsfunktion des Netzwerks (Lage der Pole).

- c) Die ansteuernde Quelle erzeugt im Zeitbereich eine Diracimpuls-förmige Anregung  $u_0(t) = \delta(t)$ . Geben Sie den zugehörigen Strom  $i(t)$  durch die Quelle an.  
Hinweis: Zur inversen Laplace-Transformation gebrochen rationaler Funktionen eignet sich der Heavisidesche Entwicklungssatz.



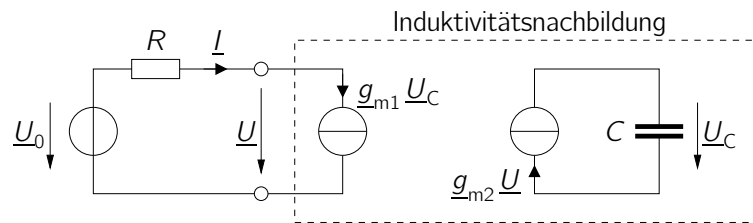


Abbildung 1: Kleinsignalerersatzschaltbild einer elektronischen Induktivitätsnachbildung.

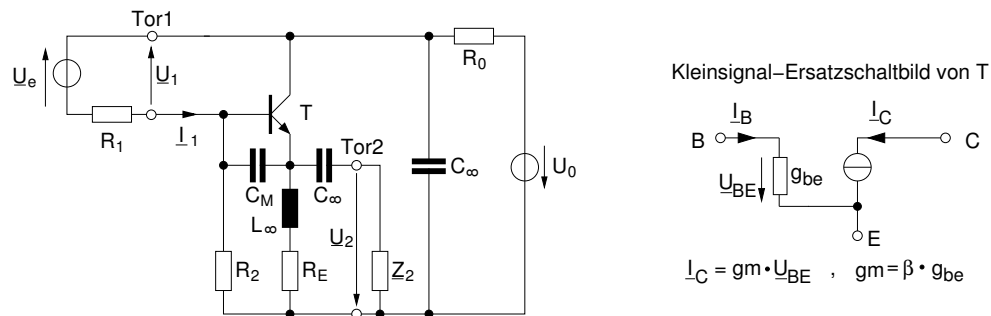


Abbildung 2: Zu untersuchende Transistorschaltung.

**Aufgabe 3) Rückkopplung, Zweitor.**

Gegeben ist die Schaltung in Abbildung 2 links. Darin kann  $\omega C_\infty$  für alle Betriebsfrequenzen als unendlich groß angenommen werden. Für den Transistor T gilt das auf der rechten Seite dargestellte Kleinsignalerersatzschaltbild.

- Zeichnen Sie das Wechselstromersatzschaltbild der Transistorschaltung. Um welche Transistorgrundschaltung handelt es sich?
- Formen Sie das Wechselstromersatzschaltbild zwischen den Toren 1 und 2 für eine Berechnung mit einem Haupt- und einem Rückkopplungszweitor um. Ordnen Sie dazu den Transistor T dem Hauptzweitor und die restlichen Bauelemente dem Rückkopplungszweitor zu. Die Zweitore werden durch die reale Quelle aus  $\underline{U}_e$  und  $R_1$  an Tor 1 angesteuert und durch die Impedanz  $\underline{Z}_2$  an Tor 2 belastet.
- Zeichnen Sie das Kleinsignalerersatzschaltbild der Schaltung aus dem vorangegangenen Aufgabenpunkt. Verwenden Sie dazu das Transistor-Ersatzschaltbild aus Abb. 2 rechts.
- Um welche Art der Rückkopplung handelt es sich? Wählen Sie eine für die Art der Rückkopplung geeignete Matrizendarstellung aus. Begründen Sie Ihre Entscheidung!
- Bestimmen Sie die Elemente der Matrix von Haupt- und Rückkopplungszweitor anhand des Kleinsignalerersatzschaltbildes. Bestimmen Sie die Elemente der Matrix der Gesamtschaltung.
- Bestimmen Sie die Eingangsimpedanz  $\underline{Z}_{ein} = \frac{U_1}{I_1}$  für beliebige Last  $\underline{Z}_2$  mit Hilfe der Matrizendarstellung.

**Besprechung** des Blatts: Mi., 24.07.2019 von 13:00 - 15:00 Uhr in Geb. C6.3, HS II (!).