Universität des Saarlandes
Lehrstuhl für Elektronik und Schaltungstechnik
Schaltungstechnik, SS 2017 — Übung 11

Aufgabe 1) *Stabilität, Netzwerktheorie (aus Klausur SS2009).*

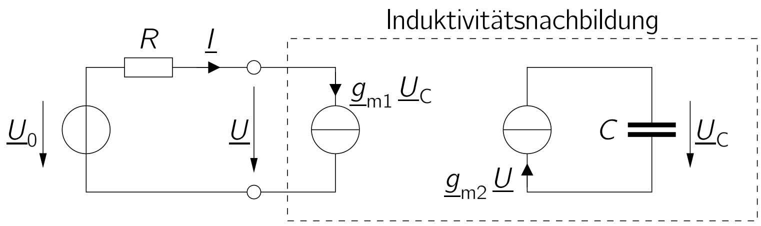


Abbildung 1: Kleinsignalersatzschaltbild einer elektronischen Induktivitätsnachbildung.

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 $\frac{\underline{U}}{\underline{I}}$ der Nachbildung und geben Sie die Induktivität L der Nachbildung in Abhängigkeit der Schaltungselemente an.

b) Analysieren Sie die Stabilität der <u>Gesamtschaltung</u> für

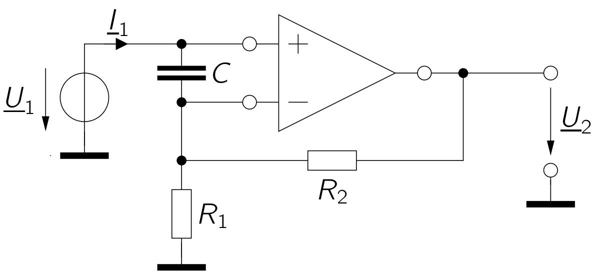
$$\underline{g}_{\mathrm{m1}} = g_{\mathrm{m01}} = \text{const.} \in \mathbb{R} > 0$$

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

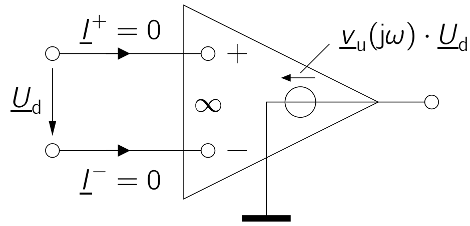
anhand einer Wirkungsfunktion des Netzwerks (Lage der Pole).

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.
<u>Hinweis:</u> Zur inversen Laplace-Transformation gebrochen rationaler Funktionen eignet sich der Heavisidesche Entwicklungssatz.

Aufgabe 2) *Operationsverstärker, Bode-Diagramm.*



Modell des Operationsverstärkers



Gegeben ist die links gezeigte Operationsverstärkerschaltung mit einem Kondensator C zur Frequenzgangskompensation. Das Modell des Operationsverstärkers, der eine frequenzabhängige Verstärkung $\underline{v}_\mathrm{u}(\mathrm{j}\omega)$ aufweist, ist auf der rechten Seite dargestellt.

1. (a) Bestimmen Sie allgemein den Frequenzgang $\underline{F}(\mathrm{j}\omega) = \frac{\underline{U}_2(\mathrm{j}\omega)}{\underline{U}_1(\mathrm{j}\omega)}$ der Schaltung.

   (b) Welchen Wert nimmt $\underline{F}(\mathrm{j}\omega)$ für den Sonderfall $|\underline{v}_u(\mathrm{j}\omega)| \longrightarrow \infty$ an?

   (c) Gehen Sie davon aus, dass der Sonderfall aus 1b) äquivalent zu einer unendlich hohen Verstärkung $\underline{F}_\mathrm{a}$ des Hauptzweitors in der Darstellung

   $$\underline{F}(\mathrm{j}\omega) = \frac{\underline{F}_\mathrm{a}}{1 + \underline{F}_\mathrm{a}\underline{F}_2}$$

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

Für den Operationsverstärker gilt im Folgenden:

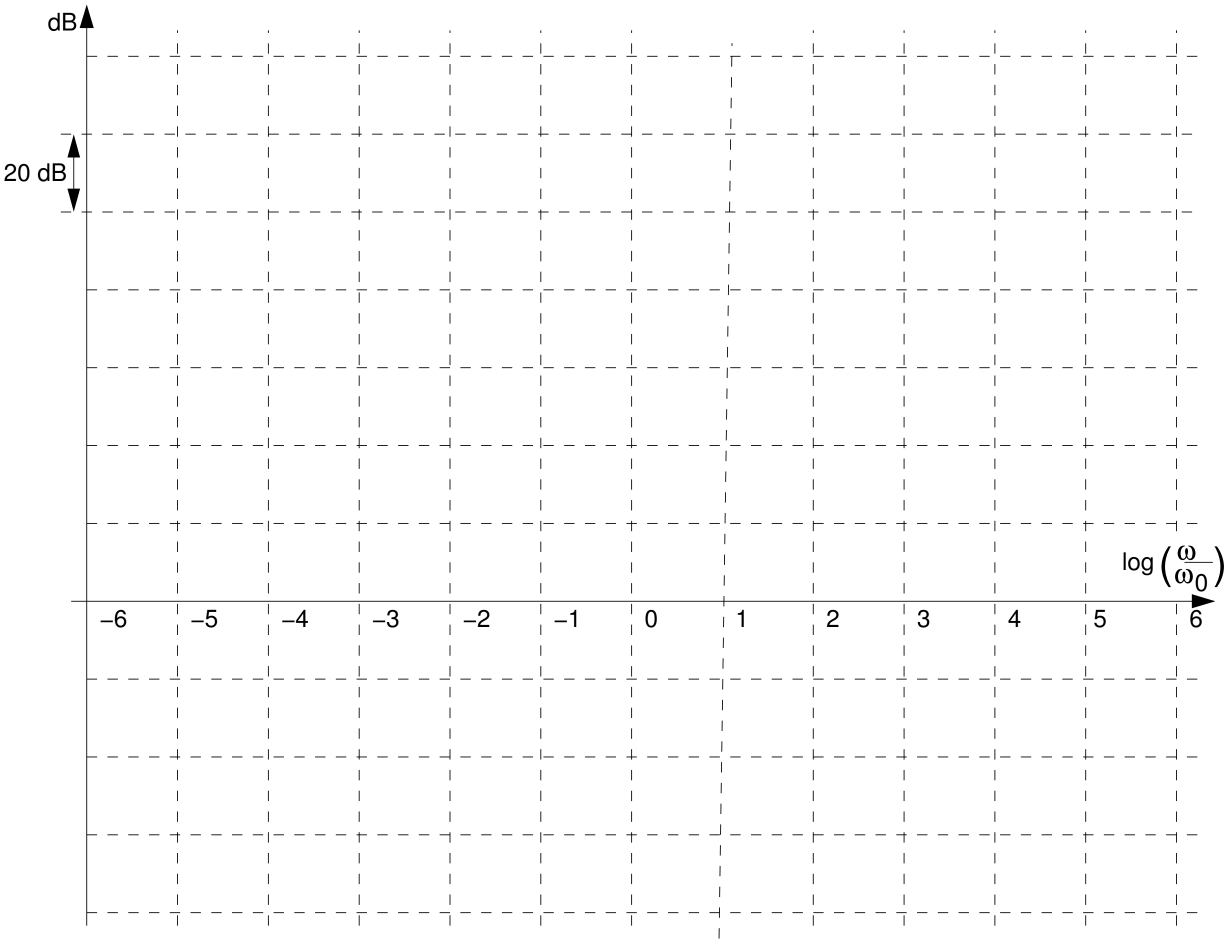
$$\underline{v}_\mathrm{u}(\mathrm{j}\omega) = \frac{v_0}{\left(1 + \frac{\mathrm{j}\omega}{\omega_0}\right)\left(1 + \frac{\mathrm{j}\omega}{10\,\omega_0}\right)\left(1 + \frac{\mathrm{j}\omega}{10000\,\omega_0}\right)}.$$

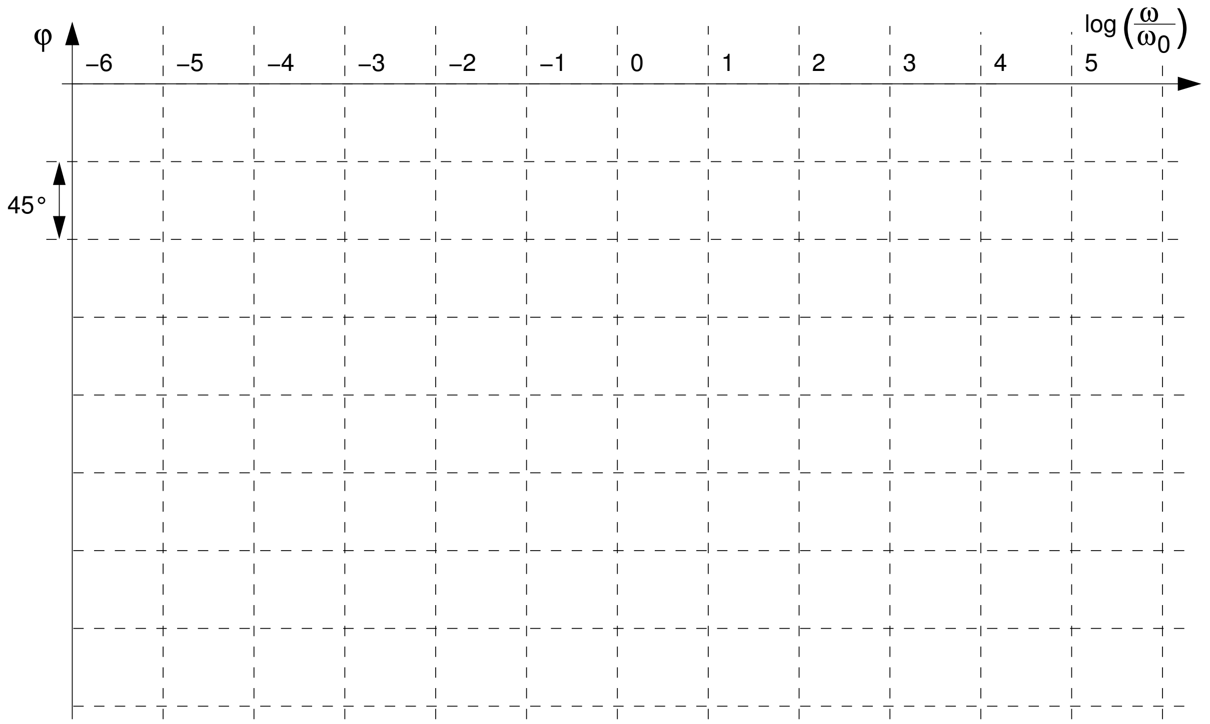
Falls Sie Aufgabenpunkt c) nicht lösen konnten, verwenden Sie im Folgenden $\underline{F}_2 = a = \text{const.} \in \mathbb{R} > 0$ und $\underline{F}_a = \frac{\underline{v}_u(\mathrm{j}\omega)}{(1-a)(1+\mathrm{j}\omega\, R\, C)}$.

2. (a) Zeichnen Sie Betrag und Phase von $\underline{F}_\mathrm{a}$ für den unkompensierten Fall $C = 0$ in das Bode-Diagramm auf der nächsten Seite ein. Markieren und geben Sie den entsprechenden Wert für $\underline{F}_\mathrm{a}(\omega \to 0)$ an der Betragsachse an.

   (b) Ermitteln Sie anhand des Verlaufs von $\underline{F}_\mathrm{a}$ im Bode-Diagramm unter 2a) die kleinste Verstärkung $\left|\frac{1}{\underline{F}_2}\right|$, die möglich ist, bevor eine Phasenreserve von 45° unterschritten wird. Tragen Sie den ensprechenden Verlauf von $\left|\frac{1}{\underline{F}_2}\right|$ in das Bode-Diagramm ein.

   Hinweis: Es gilt in der logarithmischen Darstellung für die Schleifenverstärkung $|\underline{F}_0|_\mathrm{dB} = |\underline{F}_\mathrm{a}|_\mathrm{dB} - \left|\frac{1}{\underline{F}_2}\right|_\mathrm{dB}$.





Besprechung von Aufgabe 1 und dem Anfang von Aufgabe 2 sowie des Rests von Blatt 10: 27.07.2017