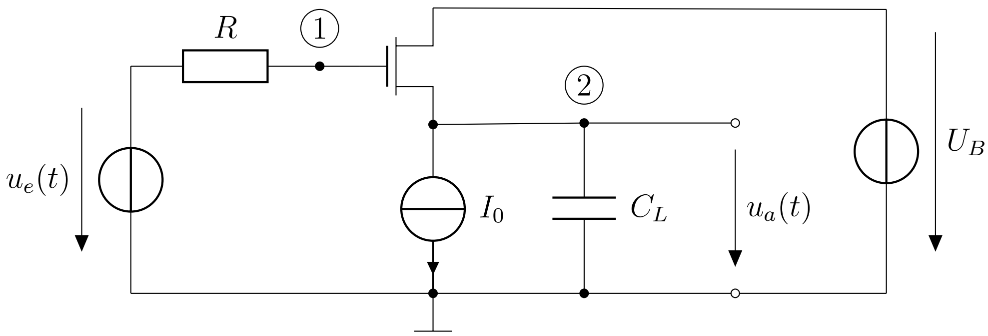
Aufgabe 1 (nach GOP SS06)

Das dynamische Kleinsignalverhalten des MOS-Spannungsfolgers im folgenden Bild soll mit Hilfe der komplexen Wechselstromrechnung untersucht werden.



Nachdem die Schaltung mit einem passenden Kleinsignalersatzschaltbild des Transistors linearisiert und eine Quellenumwandlung durchgeführt wurde, ergibt sich folgende Knotenspannungsbeschreibung im Kleinsignalbetrieb in Form von $\mathbf{Y}_k \cdot U_k = I_q$, wobei U_{k1} bzw. U_{k2} die Spannungen der Knoten 1 bzw. 2 bezeichnen:

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{R} + pC_{GS} & -pC_{GS} \\ -pC_{GS} - g_m & g_m + pC_L + pC_{GS} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_{k1} \\ U_{k2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta u_e}{R} \\ 0 \end{bmatrix}$$

a) Bestimmen Sie mit Hilfe der Knotenspannungsanalyse die Übertragungsfunktion $H(p) = \frac{\Delta u_a}{\Delta u_e}$ und bringen Sie diese auf die Form $H(p) = \frac{a_2p^2+a_1p+a_0}{b_2p^2+b_1p+b_0}$.

b) Faktorisieren Sie $H(p)$. Bestimmen Sie dabei die Polstellen und Nullstellen in Abhängigkeit von g_m, C_{GS} und C_L. Für die Polstellen p_1 und p_2 wird $|p_1| \ll |p_2|$ angenommen.

Hinweis: Der Nenner $N(p)$ der Übertragungsfunktion kann in folgender Form dargestellt werden:

$$N(p) = b_0 \left(\frac{p}{-p_1} + 1\right)\left(\frac{p}{-p_2} + 1\right) = b_0 \frac{p^2}{p_1 p_2} - b_0 \left(\frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2}\right) p + b_0$$

Unter der Annahme $|\frac{1}{p_1}| \gg |\frac{1}{p_2}|$ können Sie durch Koeffizientenvergleich p_1 und p_2 näherungsweise bestimmen.

Für eine spezielle Dimensionierung der Schaltung ergibt sich:

$$H(p) = \frac{\left(1 + \frac{p}{1000s^{-1}}\right)}{\left(1 + \frac{p}{10s^{-1}}\right)\left(1 + \frac{p}{100s^{-1}}\right)}$$

c) Zeichnen Sie das Betrags-Bodediagramm $v(\omega) = 20log|H(j\omega)|dB$ der Übertragungsfunktion.

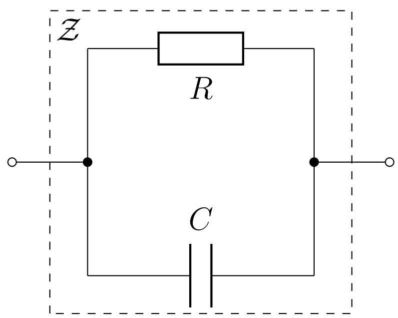
Hinweis: Aus der Zeichnung muss ersichtlich sein, wie Sie den logarithmischen Betragsverlauf konstruiert haben!

d) Zeichnen Sie das Phasen-Bodediagramm $\varphi(\omega) = arg(H(j\omega))$.
Hinweis: Aus der Zeichnung muss ersichtlich sein, wie Sie den Phasenverlauf konstruiert haben!

e) Welches Filterverhalten liegt vor?

Aufgabe 2 (nach GOP SS03 Wdh.)

In der folgenden Aufgabe sollen die Ortskurven der Impedanz und Admittanz einer verlustbehafteten Kapazität $\mathcal{Z}$ ermittelt werden. Es gelte, $R, C > 0$ und die verlustbehaftete Kapazität wird folgendermaßen gegeben:



a) Wie lautet der Ausdruck für die Admittanz $Y(\omega) = \frac{1}{Z(\omega)}$?

b) Zeichnen Sie die Ortskurve von $Y(\omega)$ für $0 \leq \omega < \infty$. Kennzeichnen Sie die Punkte der Ortskurve mit den Kreisfrequenzen $\omega = 0$ bzw. $\omega \to \infty$, sowie den Verlauf der Ortskurve für steigende Frequenzen.

c) Berechnen Sie $Z(\omega)$ und geben Sie deren Real- und Imaginärteil an.

d) Zeichnen Sie die Ortskurve von $Z(\omega)$ für $0 \leq \omega < \infty$. Kennzeichnen Sie die Punkte der Ortskurve mit den Kreisfrequenzen $\omega = 0$ bzw. $\omega \to \infty$, sowie den Verlauf der Ortskurve für steigende Frequenzen.