Lösung 4.1:

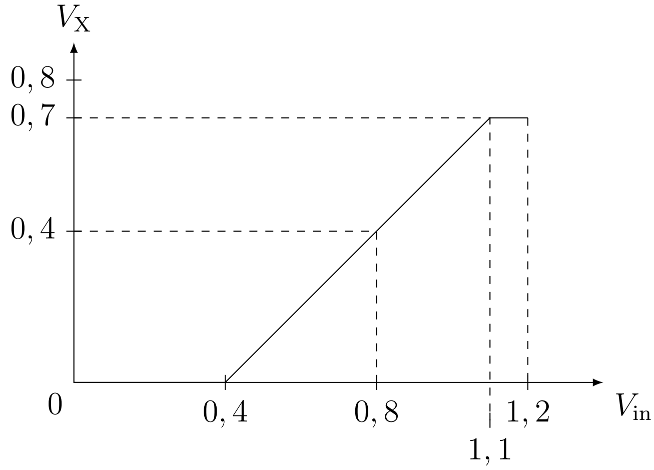
a) $(V_{\mathrm{GS}} = 0,2\mathrm{V}) < (V_{\mathrm{T}} = 0,4\mathrm{V}) \Rightarrow$ Cutoff

b) $(V_{\mathrm{GS}} = 0,1\mathrm{V}) < (V_{\mathrm{T}} = 0,4\mathrm{V}) \Rightarrow$ Cutoff

c) $(V_{\mathrm{GS}} = 1,2\mathrm{V}) > (V_{\mathrm{DS}} = 0,2\mathrm{V}) \Rightarrow$ Linear

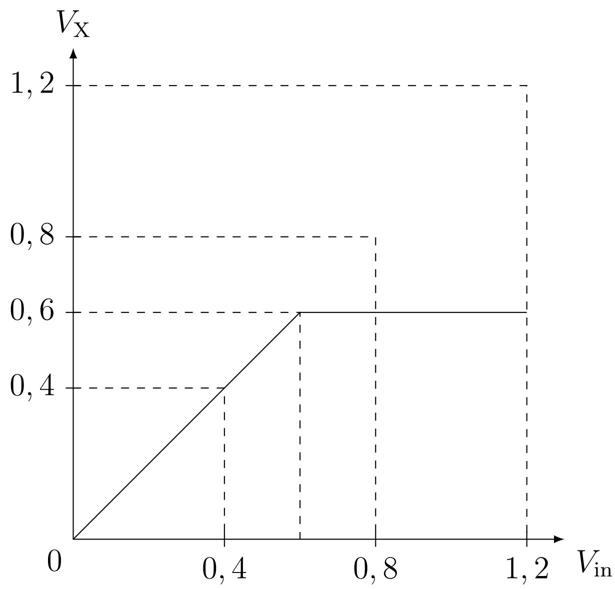
d) $(V_{\mathrm{GS}} - V_{\mathrm{T}} < 0,4\mathrm{V}) < (V_{\mathrm{DS}} = 1,0\mathrm{V}) \Rightarrow$ Saturation

Lösung 4.2:



a)

Abbildung 4.4: Betrieb des NMOS-Transistors als Spannungsfolger



b)

Abbildung 4.5: Betrieb des NMOS-Transistors als Stromfolger

Lösung 4.3:

$$C_\mathrm{g} = L\epsilon_\mathrm{ox}/t_\mathrm{ox} = (4 \cdot 8,85 \cdot 10^{-14}\mathrm{AsV^{-1}cm^{-1}} \cdot 0,1\mu\mathrm{m})/(22\text{Å}) \cong 1,6\mathrm{fF}\mu\mathrm{m}^{-1}$$
$$C_\mathrm{G} = C_\mathrm{g}W = 1,6\mathrm{fF}/\mu\mathrm{m} \cdot 0,4\mu\mathrm{m} = 0,64\mathrm{fF}$$

Cutoff ($V_\mathrm{GS} = 0$)	:	$C_\mathrm{GB} = 1/2 \cdot C_\mathrm{G}$
Linear	:	$C_\mathrm{GS} = C_\mathrm{GD} = 1/2 \cdot C_\mathrm{G}$
Sättigung	:	$C_\mathrm{GS} = 2/3 \cdot C_\mathrm{G}$

Cutoff ($V_\mathrm{GS} = 0$	:	$C_\mathrm{GS} = 0\mathrm{fF}$, $C_\mathrm{GD} = 0\mathrm{fF}$, $C_\mathrm{GB} \cong 0,64\mathrm{fF}/2 = 0,32\mathrm{fF}$
Linear	:	$C_\mathrm{GS} = 0,32\mathrm{fF}$, $C_\mathrm{GD} = 0,32\mathrm{fF}$, $C_\mathrm{GB} = 0\mathrm{fF}$
Sättigung	:	$C_\mathrm{GS} = 2/3 \cdot 0,64\mathrm{fF}= 0,43\mathrm{fF}$, $C_\mathrm{GD} = 0\mathrm{fF}$, $C_\mathrm{GB} = 0\mathrm{fF}$

Lösung 4.4:

a)

$$\Phi_\mathrm{B} = \frac{\mathrm{kT}}{\mathrm{q}} \ln \frac{N_\mathrm{A}N_\mathrm{D}}{n_\mathrm{i}^2} = 0,026\mathrm{V} \cdot \ln\left(\frac{3 \cdot 10^{17}\mathrm{cm^{-3}} \cdot 10^{20}\mathrm{cm^{-3}}}{(1,45 \cdot 10^{10}\mathrm{cm^{-3}})^2}\right) = 1\mathrm{V}$$

$$C_\mathrm{jb} = \sqrt{\frac{\epsilon_\mathrm{si}\mathrm{q}}{2\Phi_\mathrm{B}}\,\frac{N_\mathrm{A}N_\mathrm{D}}{N_\mathrm{A}+N_\mathrm{D}}} \approx \sqrt{\frac{\epsilon_\mathrm{si}\mathrm{q}N_\mathrm{A}}{2\Phi_\mathrm{B}}}$$
$$= \sqrt{\frac{(11,7)(8,85 \cdot 10^{-14}\mathrm{AsV^{-1}cm^{-1}})(1,6 \cdot 10^{-19}\mathrm{As})(3 \cdot 10^{17}\mathrm{cm^{-3}})}{2 \cdot (1\mathrm{V})}} \approx 1,6\frac{\mathrm{fF}}{\mu\mathrm{m}^2}$$

b)

$$C_\mathrm{J}(0\mathrm{V}) = C_\mathrm{jb}(Y + x_\mathrm{j})W = 1,6\frac{\mathrm{fF}}{\mu\mathrm{m}^2} \cdot (0,3\mu\mathrm{m} + 0,05\mu\mathrm{m}) \cdot 0,4\mu\mathrm{m} \approx 0,22\mathrm{fF}$$

$$C_\mathrm{J}(-1,2\mathrm{V}) = \frac{C_\mathrm{jb}(Y + x_\mathrm{j})W}{(1 - V_\mathrm{J}/\Phi_\mathrm{B})^\mathrm{m}} = \frac{0,22\mathrm{fF}}{(1-(-1,2)/1,0)^{1/2}} = 0,16\mathrm{fF}$$

c)

$$K_\mathrm{eq} = \frac{C_\mathrm{eq}}{C_\mathrm{jb}} = \frac{-2\Phi_\mathrm{B}^{1/2}}{V_2 - V_1}\left[(\Phi_\mathrm{B} - V_2)^{1/2} - (\Phi_\mathrm{B} - V_1)^{1/2}\right]$$

$$= \frac{-2 \cdot (1\mathrm{V})^{1/2}}{0\mathrm{V} - (-1,2\mathrm{V})}\left[(1\mathrm{V} - 0\mathrm{V})^{1/2} - (1\mathrm{V} - (-1,2\mathrm{V}))^{1/2}\right] = 0,8$$

$$
\begin{aligned}
C_{\mathrm{J}} &= K_{\mathrm{eq}} C_{\mathrm{jb}} (Y + x_{\mathrm{j}}) W \\
&= 0,8 \cdot 1,6 \frac{\mathrm{fF}}{\mu\mathrm{m}^2} \cdot (0,3\mu\mathrm{m} + 0,05\mu\mathrm{m}) \cdot 0,4\mu\mathrm{m} \approx 0,18\mathrm{fF}
\end{aligned}
$$

Lösung 4.5:

$$
\begin{aligned}
C_{\mathrm{f}} &= \frac{2\epsilon_{\mathrm{ox}}}{\pi} \ln\left(1 + \frac{T_{\mathrm{poly}}}{t_{\mathrm{ox}}}\right) \\
&= \frac{2 \cdot (4) \cdot (8,85 \cdot 10^{-14}\mathrm{AsV}^{-1}\mathrm{cm}^{-1})}{3,14} \ln(1 + 100) \approx 0,1 \frac{\mathrm{fF}}{\mu\mathrm{m}}
\end{aligned}
$$

$$
C_{\mathrm{ov}} = C_{\mathrm{ox}} \cdot L_{\mathrm{D}} = 1,6 \cdot 10^{-6} \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{cm}^2} \cdot 10 \cdot 10^{-9}\mathrm{m} = 0,16 \frac{\mathrm{fF}}{\mu\mathrm{m}}
$$

$$
C_{\mathrm{ol}} = C_{\mathrm{ov}} + C_{\mathrm{f}} = 0,16 \frac{\mathrm{fF}}{\mu\mathrm{m}} + 0,1 \frac{\mathrm{fF}}{\mu\mathrm{m}} = 0,26 \frac{\mathrm{fF}}{\mu\mathrm{m}}
$$