

Musterlösung zur Klausur

Technische Informatik II

vom 7. 3. 2001

IDA
7. 3. 2001

II-1 MOS-TRANSISTOR

- a) Die Ausgangsbeschaltung der in Bild 2-1 gezeigten Transistorstufe (bestehend aus U_B , R_3 und R_4) läßt sich in eine Ersatzschaltung überführen, die aus U_B' und R_3' besteht (Bild 2-2). Wie groß sind U_B' und R_3' ?

Die Spannung U_B' entspricht der Spannung am Spannungsteiler mit R_3 und R_4 (gleiche Leerlaufspannung):

$$U_B' = U_B \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = 10V \cdot \frac{900\Omega}{100\Omega + 900\Omega} = 9V$$

R_3' entspricht der Parallelschaltung von R_3 und R_4 :

$$R_3' = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{100\Omega \cdot 900\Omega}{100\Omega + 900\Omega} = 90\Omega$$

Alternativ kann R_3' durch Gleichsetzen der Kurzschlußströme beider Varianten bestimmt werden:

$$I_{KS} = \frac{U_B}{R_3} = \frac{U_B'}{R_3'} \rightarrow R_3' = \frac{U_B'}{U_B} \cdot R_3 = \frac{9V}{10V} \cdot 100\Omega = 90\Omega$$

- b) Bestimmen Sie grafisch den Arbeitspunkt des Transistors T.

Wegen $I_G = 0$ ergibt sich U_{GS} einfach aus der Spannung am Spannungsteiler mit R_1 und R_2 :

$$U_{GS} = U_B \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10V \cdot \frac{50k\Omega}{50k\Omega + 200k\Omega} = 2V$$

Die Arbeitsgerade am Ausgangskreis kann durch die Wertepaare für Leerlaufspannung und Kurzschlußstrom von U_B' und R_3' ermittelt werden:

$$I_{KS} = \frac{U_B'}{R_3'} = \frac{9V}{90\Omega} = 100mA$$

Leerlaufspannung: [9 V, 0 mA]

Kurzschlußstrom: [0 V, 100 mA]

Der Arbeitspunkt wird am Schnittpunkt von der Arbeitsgeraden mit der Ausgangskennlinie des Transistors für $U_{GS} = 2V$ abgelesen:

Arbeitspunkt: [5,7 V, 40 mA]

- c) Bestimmen Sie grafisch die Spannungsverstärkung A für eine Aussteuerung des Eingangssignals um $DU_E = 1V (\pm 0,5V)$.

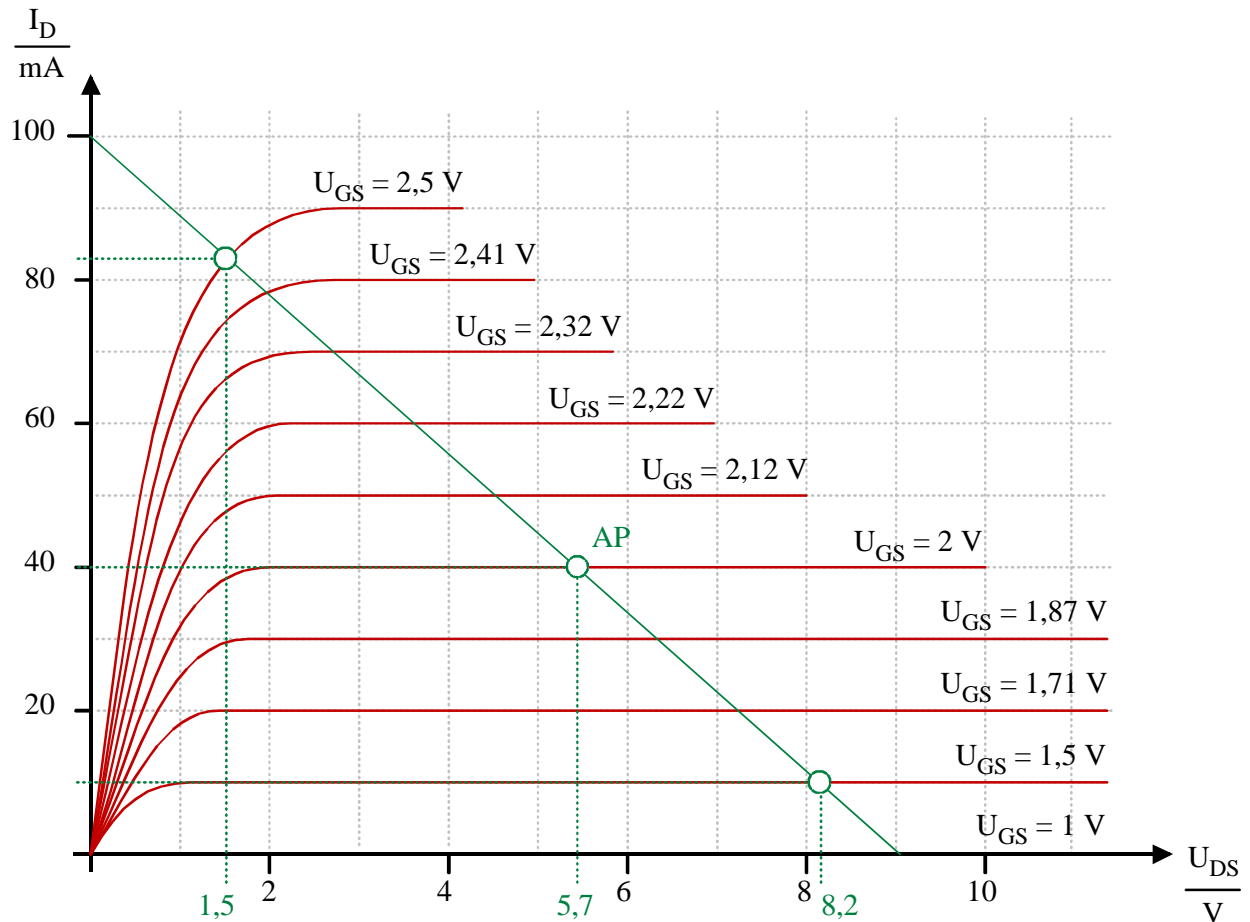
Zwei weitere Schnittpunkte werden benötigt:

$$U_{GS,1} = 2V + 0,5V = 2,5V \rightarrow U_{DS,1} = 1,5V$$

$$U_{GS,2} = 2V - 0,5V = 1,5V \rightarrow U_{DS,2} = 8,2V$$

Die Spannungsverstärkung ergibt sich zu

$$A = \frac{U_{DS,2} - U_{DS,1}}{U_{GS,2} - U_{GS,1}} = \frac{8,2\text{V} - 1,5\text{V}}{1,5\text{V} - 2,5\text{V}} = -6,7$$



- d) Für den Transistor gelte $\mu_N \cdot c_{OX} = 1 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$. Ermitteln Sie U_t sowie das Verhältnis $\frac{w}{l}$ des MOS-Transistors an Hand der Ausgangskennlinien im Sättigungsbereich.

Für den Sättigungsbereich gilt:

$$I_D = \frac{w}{l} \cdot \mu_N c_{OX} \cdot \frac{1}{2} \cdot (U_{GS} - U_t)^2$$

Für $U_{GS,0} = U_t$ ist $I_D = 0 \rightarrow$ Ablesen an der Ausgangskennlinie für $I_D = 0 \rightarrow U_t = U_{GS,0} = 1\text{V}$

Mit einer beliebigen Ausgangskennlinie (z. B. $U_{GS} = 2\text{V}$, $I_D = 40\text{mA}$) läßt sich $\frac{w}{l}$ berechnen:

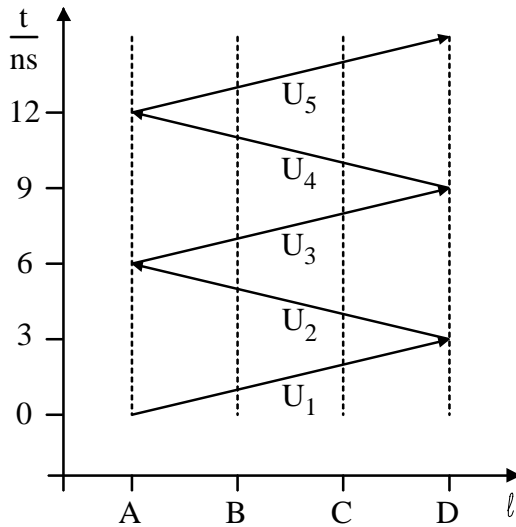
$$\frac{w}{l} = \frac{I_D}{\mu_N c_{OX} \cdot \frac{1}{2} \cdot (U_{GS} - U_t)^2} = \frac{40\text{mA}}{1 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot (2\text{V} - 1\text{V})^2} = 80$$

II-2 BUSLEITUNG

a) Geben Sie die Werte der Reflexionsfaktoren an den Stellen A und D an.

$$r_A = \frac{Z_A - Z_1}{Z_A + Z_1} = \frac{100 \Omega - 50 \Omega}{100 \Omega + 50 \Omega} = 0,33 \qquad r_D = \frac{Z_{\text{TERM}} - Z_3}{Z_{\text{TERM}} + Z_3} = \frac{150 \Omega - 50 \Omega}{150 \Omega + 50 \Omega} = 0,5$$

b) Zeichnen Sie den Impulsfahrplan mit Angabe der Spannungswerte für die reflektierten Impulse für den Zeitbereich 0 ns ≤ t ≤ 12 ns.



$$U_1 = U_0 \cdot \frac{Z_1}{Z_1 + Z_A} = 4 \text{ V}$$

$$U_2 = U_1 \cdot r_D = 2 \text{ V}$$

$$U_3 = U_2 \cdot r_A = 0,67 \text{ V}$$

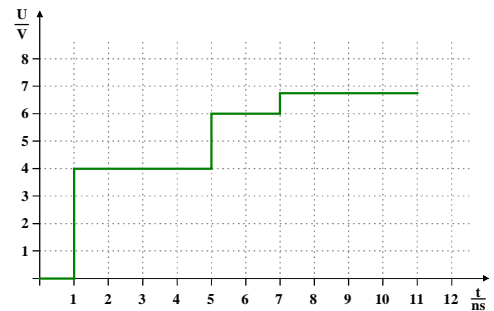
$$U_4 = U_3 \cdot r_D = 0,33 \text{ V}$$

$$U_5 = U_4 \cdot r_A = 0,17 \text{ V}$$

c) Zeichnen Sie für den Zeitbereich 0 ns ≤ t ≤ 11 ns die Spannungsverläufe an den Stellen B und D.

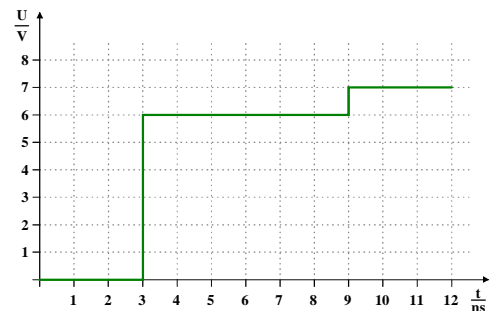
B

0...1 ns:	0	=	0 V
1...5 ns:	U_1	=	4 V
5...7 ns:	$U_1 + U_2$	=	6 V
7...11 ns:	$U_1 + U_2 + U_3$	=	6,67 V

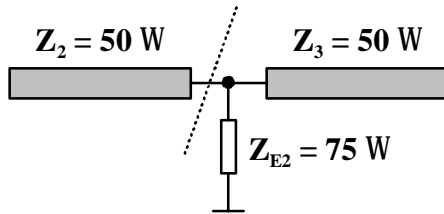


D

0...3 ns:	0	=	0 V
3...9 ns:	$U_1 + U_2$	=	6 V
9...15 ns:	$U_1 + U_2 + U_3 + U_4$	=	7 V



- d) Der Empfängerbaustein RX_2 habe jetzt eine Eingangsimpedanz $Z_{E2} = 75 \Omega$. Geben Sie für die Stelle C die Reflexions- und Brechnungsfaktoren an.



Für hinlaufende Wellen (von links nach rechts) liegt die Eingangsimpedanz des Empfängers Z_{E2} parallel zur Leitungsimpedanz Z_3 :

$$Z_{3\parallel E2} = Z_3 \parallel Z_{E2} = \frac{Z_3 \cdot Z_{E2}}{Z_3 + Z_{E2}} = \frac{50\Omega \cdot 75\Omega}{50\Omega + 75\Omega} = 30\Omega$$

Damit ergibt sich der Reflexionsfaktor zu:

$$r_C = \frac{Z_{3\parallel E2} - Z_3}{Z_{3\parallel E2} + Z_3} = \frac{30\Omega - 50\Omega}{30\Omega + 50\Omega} = -0,25$$

Für den Brechnungsfaktor gilt:

$$b_C = r_C + 1 = 0,75$$

Wegen der Symmetrie gelten diese Werte gleichermaßen für hin- und rücklaufende Wellen.