

Musterlösung zur Klausur

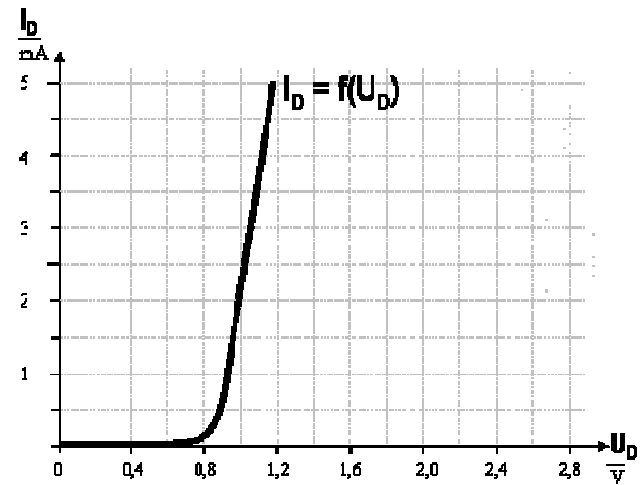
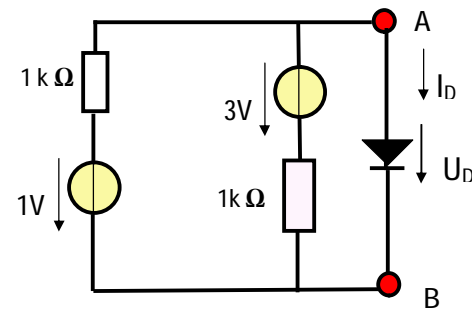
Technische Informatik I

Teil B

Frühjahr 2006

AUFGABE 1

1. Bestimmen Sie die äquivalente Spannungsquelle zwischen den Anschlüssen A und B ohne Diode.
2. Ermitteln Sie grafisch den Arbeitspunkt U_D , I_D



LÖSUNG: AUFGABE 1

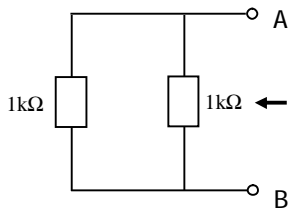
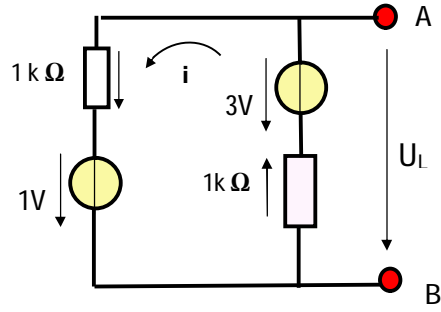
1.

$$-3V + 1000i + 1V + 1000i = 0$$

$$2000i = 2V$$

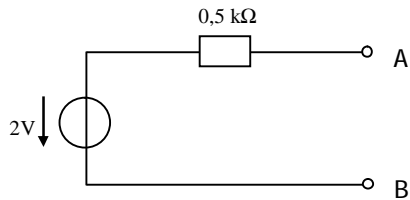
$$i = \frac{2V}{2000\Omega} = 1mA$$

$$U_L = 3V - 1000 \cdot 1mA = 2V$$

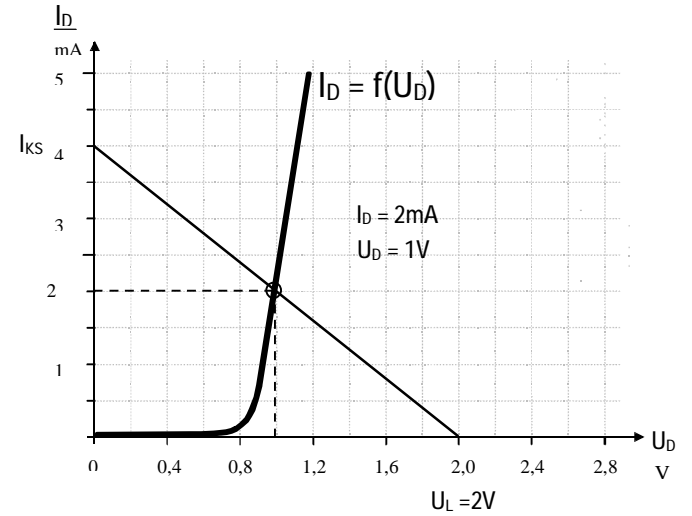


$$R_{eq} = 1k\Omega \parallel 1k\Omega = \frac{1 \cdot 1}{1 + 1} = 0,5k\Omega$$

⇒ Äquivalentspannungsquell ist:



2.



$$I_{KS} = \frac{2V}{500\Omega} = 4mA \quad (\text{Kurzschlussstrom})$$

AUFGABE 2

- Bestimmen Sie die Spannungen u_1 , u_2 und u_3 .
- Bestimmen Sie u_4 .
- Welchen Wert muss der Widerstand R_x haben, damit U_0 den Wert $+10\text{ V}$ annimmt?

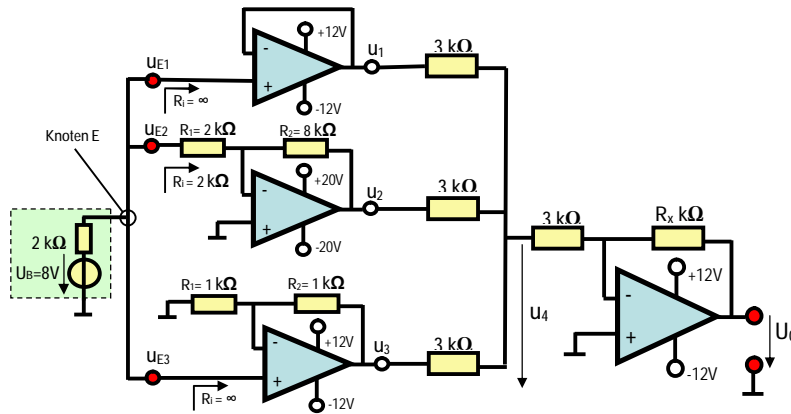
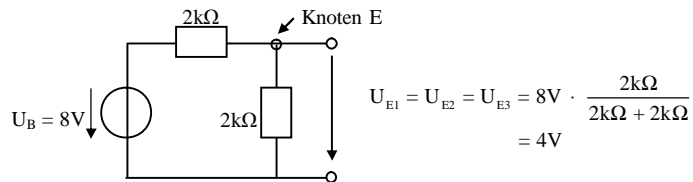


Bild 2 Schaltungen mit mehreren Operationsverstärkern

LÖSUNG: AUFGABE 2

- Spannung am Knoten E ist gleich, daher $U_{E1} = U_{E2} = U_{E3}$.

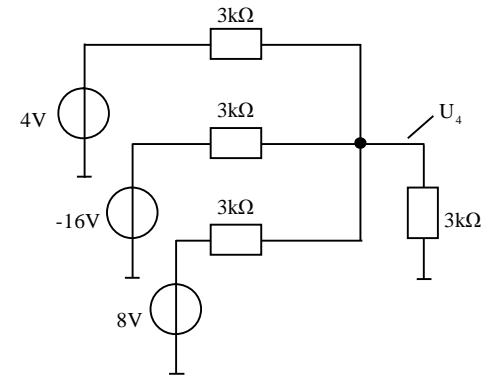


$$U_1 = U_{E1} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 4 \cdot \frac{\infty + 0}{\infty} = +4\text{V}$$

$$U_2 = U_{E2} \cdot \frac{-R_2}{R_1} = 4 \cdot \frac{-8}{2} = -16\text{V}$$

$$U_3 = U_{E3} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 4 \cdot \frac{1 + 1}{1} = +8\text{V}$$

- Äquivalente Schaltung zur Berechnung von U_4 ist



$$U_4 = 4 \cdot \frac{1}{3+1} + (-16) \cdot \frac{1}{3+1} + 8 \cdot \frac{1}{3+1}$$

$$U_4 = 1 - 4 + 2 = \underline{\underline{-1\text{V}}}$$

-

$$U_0 = U_4 \cdot \frac{-R_x}{3\text{k}\Omega}$$

$$10 = (-1) \cdot \frac{-R_x}{3\text{k}\Omega} \Rightarrow R_x = 30\text{k}\Omega$$

AUFGABE 3

DATENLEITUNG

Eine LAN Leitung (UTP) (s. Bild 3) mit Wellenwiderstand $Z_0 = 150\Omega$ und einer Laufzeit von $100\mu\text{s}$.

Der Sender hat einen Leitungstreiber mit einer Leerlaufspannung von 12V . Am Ende der Leitung werden reflexionsfreie Impulse mit einer Spannungsamplitude von 9V gemessen.

1. Berechnen Sie den Innenwiderstand Z_i des Treibers.
2. Falls der Anpassungswiderstand am Ende der Leitung entfernt wird, welchen Maximalwert können die Spannungsspitzen am Ende der Leitung annehmen? Und für wie lange?

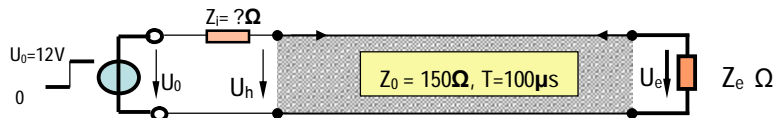


Bild 3

LÖSUNG: AUFGABE 3

1.

$$U_e = 9\text{V}$$

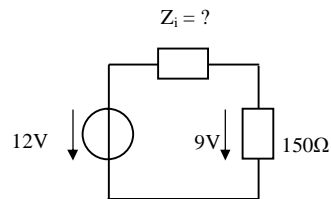
$Z_e = 150\Omega$ für angepasste Leitung (da keine Reflexion am Ende vorhanden)

$$9\text{V} = U_e = 12\text{V} \cdot \frac{150\Omega}{Z_i + 150\Omega}$$

$$9\text{V} \cdot Z_i + 9\text{V} \cdot 150\Omega = 12\text{V} \cdot 150\Omega$$

$$9\text{V} \cdot Z_i = 450\text{V}\Omega$$

$$\Rightarrow Z_i = 50\Omega$$



$$2. \quad Z_e = \infty \Rightarrow \text{Reflexionsfaktor am Ende der Leitung ist } \left(\frac{\infty - 20}{\infty + 20} \right) = 1.$$

$$\text{Der Reflexionsfaktor am Anfang der Leitung ist: } r_c = \frac{50\Omega - 150\Omega}{50\Omega + 150\Omega} = -\frac{1}{2}.$$

$$\text{Hinlaufende Spannung: } U_h = 12\text{V} \cdot \frac{150}{50 + 150} = 9\text{V}$$

$U_h = 9\text{V}$ kommt am Ende an und wird mit dem Reflexionsfaktor 1 reflektiert, also

$U_r = 1 \cdot U_h = 9\text{V}$. Es ergibt sich eine erste maximale Spannungsspitze am Ende

$U_{\text{emax}} = U_h + U_r = 9\text{V} + 9\text{V} = 18\text{V}$. Danach werden die Spannungsspitzen kleiner da

$$r_c = -\frac{1}{2}.$$

Da der Impuls zurück und wieder hin läuft ist die Spannungsspitzenzeit

$$2T = 2 \cdot 100\mu\text{s} = 200\mu\text{s}.$$

AUFGABE 4

MOSFET-SCHALTUNG

Gegeben sie die MOSFET Schaltung im Bild 4 sowie MOSFET Kennlinie im Bild 5.

Der Arbeitspunkt soll bei $U_{DS} = 4,5 \text{ V}$ und $I_D = 30 \text{ mA}$ liegen.

1. Berechnen Sie R_D .
2. Berechnen Sie R_1 um diese Arbeitspunkt zu erzielen.

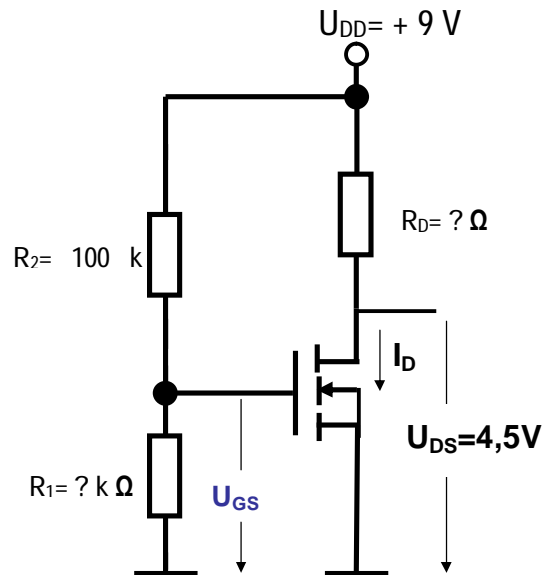


Bild 4 Schaltung mit MOS-Transistor

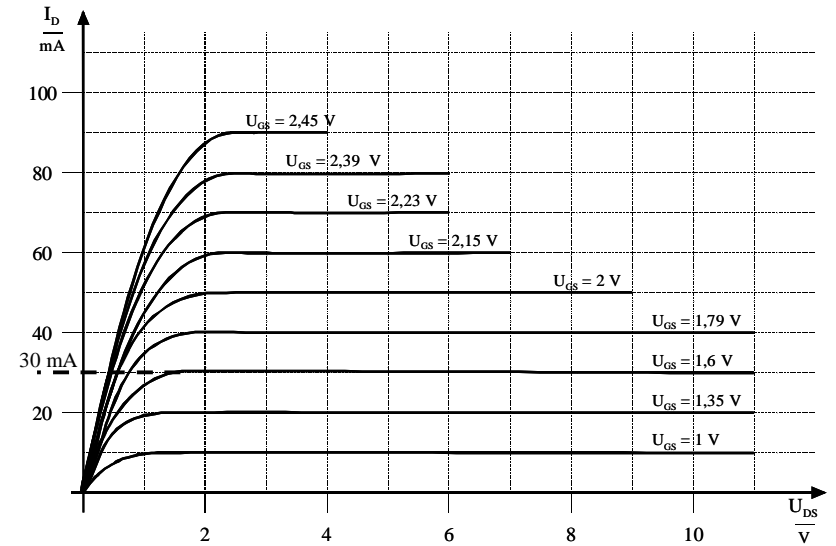


Bild 5. MOS-Transistor Kennlinie

LÖSUNG: AUFGABE 4

1.

$$\begin{aligned}
 U_{DD} &= R_D \cdot I_D + U_{DS} \\
 9\text{V} &= R_D \cdot 30\text{mA} + 4,5\text{V} \\
 \Rightarrow R_D &= \frac{4 \cdot 5\text{V}}{30\text{mA}} = 150\Omega
 \end{aligned}$$

2. Bei Arbeitspunkt $I_D = 30 \text{ mA}$ und $U_{DS} = 4,5 \text{ V}$ ist $U_{GS} = 1,6 \text{ V}$ (siehe Kennlinie)

$$\begin{aligned}
 U_{GS} &= U_{DD} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow 1,6\text{V} = 9\text{V} \cdot \frac{R_1}{R_1 + 100\text{k}\Omega} \\
 &\Rightarrow 1,6\text{V} \cdot R_1 + 16\text{V}\cdot\text{k}\Omega = 9\text{V}R_1 \\
 &\quad 16\text{V}\cdot\text{k}\Omega = 7,4\text{V}R_1 \\
 R_1 &= 21,6\text{k}\Omega
 \end{aligned}$$

AUFGABE 5

C-MOS SCHALTUNG

- Ergänzen Sie die Wahrheitstabelle für die Funktion F so, dass F den Wert F = 1 annimmt, wenn nur dann die Eingänge A, B und C höchstens einen den Wert 1 hat. Berechnen Sie danach aus der Wahrheitstabelle die Funktion F(A,B,C).
- Beweisen Sie das $F = AB + AC + ABC$ in vereinfachter Form ist
- Implementieren Sie die Funktion F aus 2. in C-MOS Technologie und zeichnen Sie die komplette Transistor Schaltung
- Berechnen Sie die maximale Schaltungsgeschwindigkeit in MHz falls die Schaltwiderstände für die P bzw. N-MOS Transistoren $R_N = R_P = 8k\Omega$, mit einer Lastkapazität von 5 pF sind.

Nr.	Eingänge			Ausgang
	A	B	C	F
0	0	0	0	
1	0	0	1	
2	0	1	0	
3	0	1	1	
4	1	0	0	
5	1	0	1	
6	1	1	0	
7	1	1	1	

LÖSUNG: AUFGABE 5

1.

$$F = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C}$$

2.

$$F = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C}$$

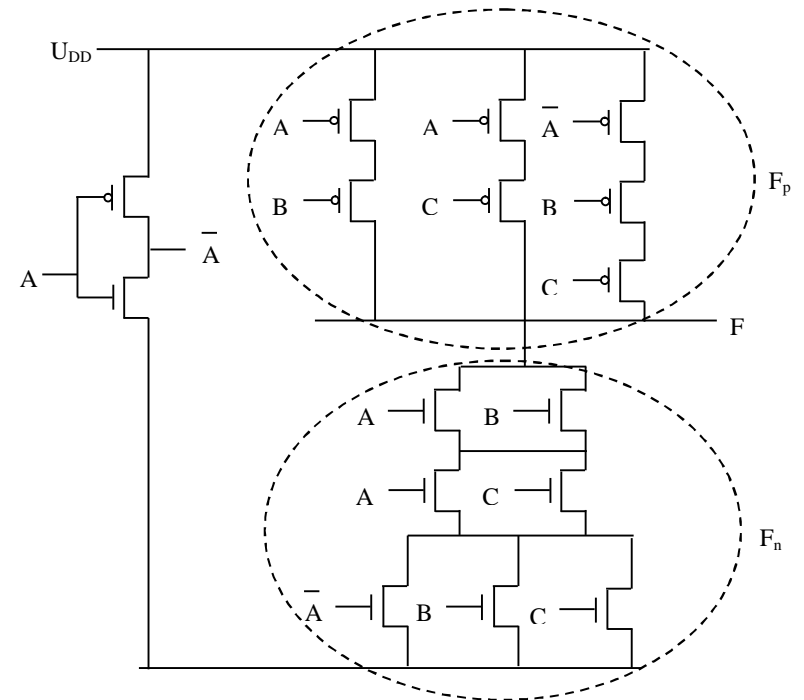
$$F = \overline{A}\overline{B}(\overline{C} + C) + \overline{A}\overline{C}(\overline{B} + B) + A\overline{B}\overline{C}$$

$$F = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}\overline{C} + A\overline{B}\overline{C}$$

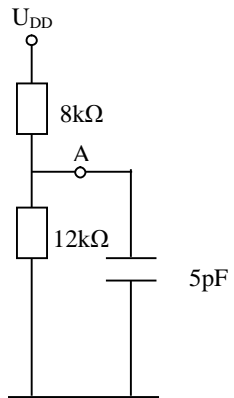
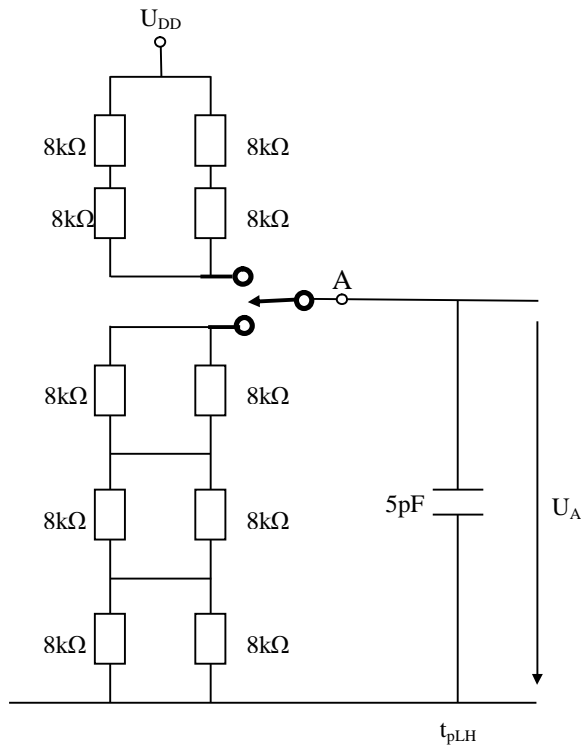
3.

$$F_p = F(\overline{x}) = AB + AC + \overline{A}BC$$

$$F_n = \overline{F} = \overline{\overline{A}\overline{B} + \overline{A}\overline{C} + A\overline{B}\overline{C}} = (A + B)(A + C)(\overline{A} + B + C)$$



4.



$$t_{pLH} = 0,69 \cdot (8k\Omega) \cdot 5pF$$

$$t_{pLH} = 27,6ns$$

$$t_{pHL} = 0,69 \cdot (12k\Omega) \cdot 5pF$$

$$t_{pHL} = 41,4ns$$

$$F_{max} = \frac{1}{t_{pLH} + t_{pHL}} = 14,49 \text{ MHz}$$