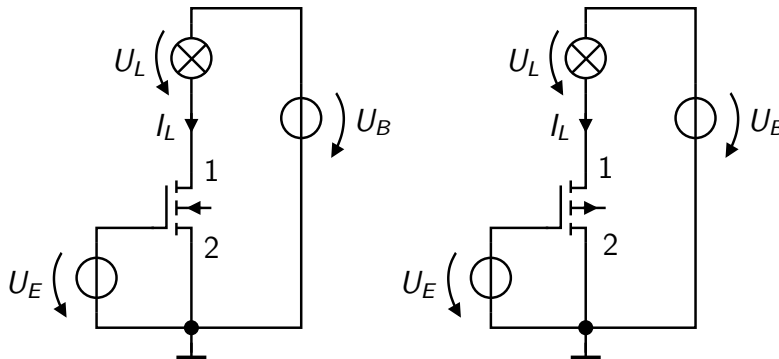


Technische Grundlagen der Informatik: Übungssatz 9

Aufgabe 9.1

Eine n-Kanal bzw. p-Kanal MOSFET und eine Lampe seien wie folgt zusammen geschaltet.



Dimensionierung:

Lampe mit:
 $R_L = 10\Omega$

n-Kanal MOSFET mit:
 $U_t = 1V$

p-Kanal MOSFET mit:
 $U_t = -1V$

- (a) Für welchen Wertebereich von U_{GS} sind die MOSFETs jeweils gesperrt?
- (b) MOSFET sind Unipolartransistoren, der Drain-Strom kann in beide Richtungen durch den Kanal fließen. Zur Berechnung des Drain-Stroms muss jedoch bekannt welche der beiden Anschlüsse 1 und 2 (siehe Schaltung) die Funktion des Drains bzw. die Funktion des Source annimmt. Nach welchem Kriterium wird dies entschieden? Welches Vorzeichen hat daraufhin der Drain-Strom? (Anmerkung: Dies ist nur in integrierten Schaltungen möglich. Bei Einzeltransistoren ist Bulk mit Source intern verbunden. Zudem ist der Transistor nicht symmetrisch aufgebaut.)
- (c) Betrachten Sie zunächst nur die linke Schaltung. Geben Sie in Abhängigkeit von den folgenden Werten für U_B und U_E an: welche Funktion die Anschlüsse 1 und 2 annehmen, ob ein Strom durch die Lampe fließt und diese damit leuchtet, und, wenn ja, in welcher Richtung der Strom durch die Lampe fließt (I_L positiv oder negativ). Der Bulk-Anschluss sei jeweils mit dem niedrigsten Potential in der Schaltung verbunden, sodass die Bulk-Diode immer sperrt.

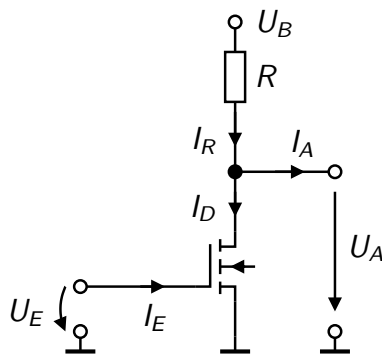
U_B/V	U_E/V	Anschluss 1	Anschluss 2	Lampe leuchtet	Strom- richtung
5	-5				
5	0				
5	5				
0	-5				
0	0				
0	5				
-5	-5				
-5	0				
-5	5				

- (d) **Zusatzaufgabe:** Betrachten Sie jetzt nur die rechte Schaltung. Geben Sie in Abhängigkeit von den folgenden Werten für U_B und U_E an: welche Funktion die Anschlüsse 1 und 2 annehmen, ob ein Strom durch die Lampe fließt und diese damit leuchtet, und, wenn ja, in welcher Richtung der Strom durch die Lampe fließt (I_L positiv oder negativ). Der Bulk-Anschluss sei jeweils mit dem höchsten Potential in der Schaltung verbunden, sodass die Bulk-Diode immer sperrt.

U_B/V	U_E/V	Anschluss 1	Anschluss 2	Lampe leuchtet	Strom- richtung
5	-5				
5	0				
5	5				
0	-5				
0	0				
0	5				
-5	-5				
-5	0				
-5	5				

Aufgabe 9.2

Ein MOSFET sei wie folgt beschaltet, der Ausgang ist dabei unbelastet:

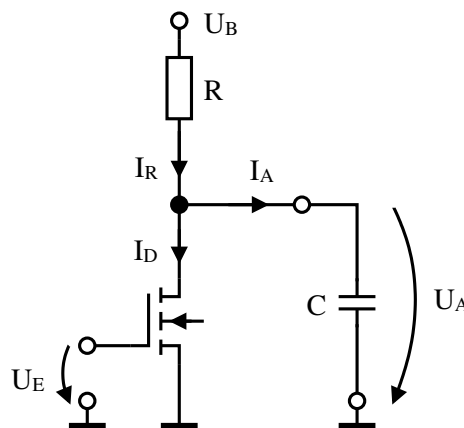


$$\begin{aligned}
 U_B &= 5,0V \\
 I_A &= 0A \\
 R &\in \{1k\Omega, 10k\Omega, 100k\Omega\} \\
 \text{MOSFET:} \\
 \beta &= 40\mu A/V^2 \\
 U_{th} &= 1,0V
 \end{aligned}$$

- Es sei $U_E = 0V$. Berechnen Sie für alle drei Werte von R die Ausgangsspannung U_A und den Eingangsstrom I_E .
- Es sei $U_E = U_B$. Berechnen Sie für alle drei Werte von R die Ausgangsspannung U_A und den Eingangsstrom I_E .
- Welcher Wert für R eignet sich am besten, wenn die Schaltung als Inverter für digitale Logik arbeiten soll?

Aufgabe 9.3

Ein MOSFET sei wie folgt beschaltet, der Ausgang ist dabei durch die Kapazität C (z.B. einer Leitung und/oder des Gates eines nachfolgenden MOSFETs) belastet:



$$\begin{aligned}
 U_B &= 5,0V \\
 R &= 200k\Omega \\
 C &= 20fF \\
 \text{MOSFET:} \\
 \beta &= 20\mu A/V^2 \\
 U_{th} &= 1,0V
 \end{aligned}$$

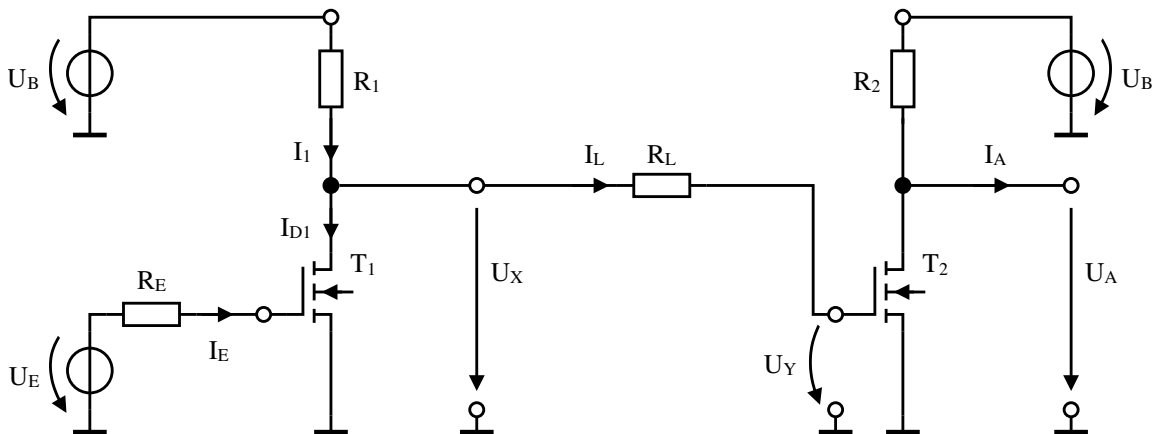
- Es sei $U_E = 0V$. Berechnen Sie U_A im eingeschwungenen Zustand ($\frac{d}{dt} = 0$).
- Beschreiben Sie qualitativ den Verlauf von U_A wenn der Eingang von $U_E = 0V$ auf $U_E = U_B$ sofort umschaltet.

(c) Welche Ausgangsspannung U_A wird nach unendlicher Zeit erreicht?

Aufgabe 9.4

Zusatzaufgabe:

Ein Digitalsignal U_E wird mit Hilfe zweier Treiberstufen (NMOS-Inverter) über eine ohmsche Leitung mit dem Widerstand R_L übertragen.



Dimensionierung:

$$\begin{aligned} U_B &= 5,0\text{V} & U_E &= 5,0\text{V} \\ I_A &= 0\text{A} & R_E &= 1,0\Omega \end{aligned}$$

MOSFET:

$$\begin{aligned} \beta &= 40\mu\text{A}/\text{V}^2 \\ U_{th} &= 1,0\text{V} \end{aligned}$$

- Welcher Bereich ist für U_X maximal zulässig, damit bei $U_E = 5,0\text{V}$ am Ausgang wieder $U_A = 5,0\text{V}$ gilt? Hinweis: Geben Sie zunächst den nötigen Arbeitsbereich von T_2 an.
- In welchem Arbeitsbereich befindet sich demnach T_1 ?
- Wie groß muss R_1 mindestens sein, damit die Bedingung für U_X eingehalten wird? Das Ergebnis ist auf zwei Dezimalstellen genau anzugeben!