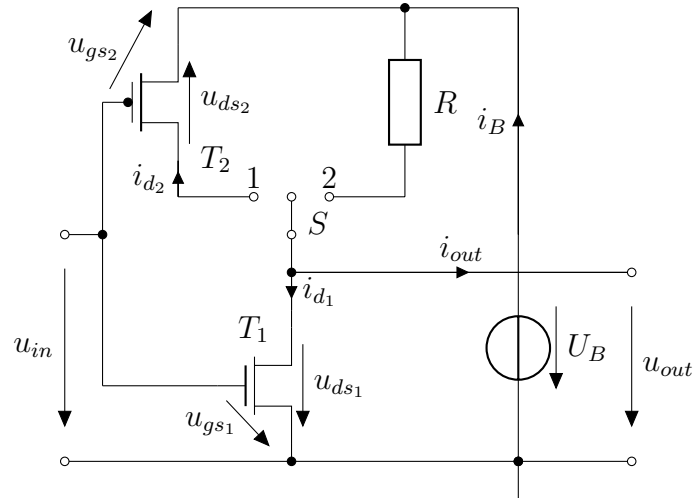


Aufgabe 1 MOSFET-CMOS

Gegeben sei die folgende Schaltung:



Der Transistor T_1 sei durch folgende Gleichungen beschrieben:

$$i_{d1} = \begin{cases} 0 & \text{für } u_{gs1} - U_{th,1} \leq 0 \\ \beta_1 \cdot ((u_{gs1} - U_{th,1}) \cdot u_{ds1} - \frac{1}{2} \cdot u_{ds1}^2) & \text{für } 0 \leq u_{gs1} - U_{th,1} \leq u_{ds1} \\ \frac{1}{2} \beta_1 \cdot (u_{gs1} - U_{th,1})^2 & \text{für } 0 \leq u_{gs1} - U_{th,1} \leq u_{ds1} \end{cases}$$

Ferner gelte es $U_{th,1} = -U_{th,2} = 2\text{V}$, $\beta_1 = \beta_2 = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{A}}{\text{V}^2}$ und $U_B = 5\text{V}$, $R = 6\text{k}\Omega$, und bei Position 2 $i_{out} = 0\text{A}$.

Zunächst sei der Schalter an der Position 2.

- Geben Sie u_{out} in Abhängigkeit von u_{ds1} an.
- Geben Sie u_{out} in Abhängigkeit von i_{d1} , R , U_B an.
- Berechnen Sie u_{out} , wenn $u_{in} = 1\text{V}$ gewählt wurde.
- Jetzt sei $u_{in} = 3\text{V}$. Geben Sie an, bei welcher Spannung u_{ds1} der Übergang zwischen linearem Bereich und Sättigungsbereich stattfindet.
- Berechnen Sie jetzt mit $u_{in} = 3\text{V}$ unter der Annahme, dass T_1 sich in der Sättigung befindet, die Ausgangsspannung u_{out} .
- Überprüfen Sie jetzt, ob Ihre Annahme aus der letzten Teilaufgabe richtig war.

Nun sei die Funktion für die von der Spannungsquelle U_B entnommene Momentanleistung gegeben: $p(t) = U_B \cdot i_B(t)$.

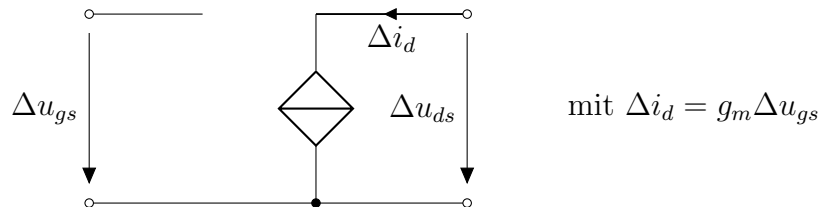
- Wie groß ist die Momentanleistung an der Batterie U_B für $u_{in} = 3\text{V}$?

Jetzt sei der Schalter zur Position 1 umgeschaltet.

- h) Geben Sie $p(t)$ in Abhängigkeit von U_B und i_{d2} an.
- i) Berechnen Sie die Momentanleistung an der Batterie U_B für diese Position des Schalters S wiederum für $u_{in} = 3V$. Bestimmen sie dafür zunächst den Arbeitsbereich des Transistors T_2 .
- j) Welche Position des Schalters ist aus dem Aspekt der statischen Verlustleistung vorzuziehen?

Schließlich wird der Schalter für eine Kleinsignalanalyse zur Position 2 umgeschaltet.

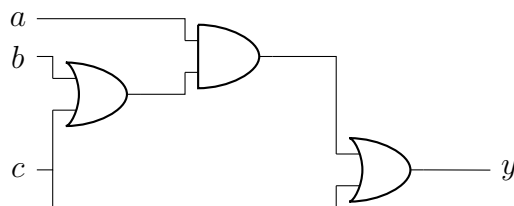
- k) Die Eingangsspannung habe auch einen Wechselanteil Δu_{in} . Zeichnen Sie ein Kleinsignal-ESB der Schaltung, indem Sie den nMOS-Transistor mit folgendem ESB ersetzen:



- l) Bestimmen Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung $\nu = \left. \frac{\Delta u_{out}}{\Delta u_{in}} \right|_{\Delta i_{out}=0}$ formelmäßig.

Aufgabe 2 Logikschaltungen

Gegeben sei folgende Logikschaltung auf Gatter-Ebene:



- a) Formulieren Sie die Boolesche Funktion für diese Gatterschaltung.
- b) Vereinfachen Sie diese Funktion soweit wie möglich, wobei die Terme nicht invertiert sein dürfen.
- c) Zeichnen Sie eine Schaltung auf Transistor-Ebene in CMOS-Technologie, die die Funktion aus Teilaufgabe b ohne weitere Umschreibungen realisiert.
- d) Wie viele Transistoren werden dafür benötigt?
- e) Wenden Sie nun DeMorgansche Gesetze auf diese Funktion an, um sie auf eine Realisierung vorzubereiten, wobei ausschließlich NAND Gatter mit zwei Eingängen und Inverter zur Verfügung stehen.
- f) Zeichnen Sie diese Funktion auf Transistor-Ebene nun. Wie viele Transistoren sind dafür benötigt?