

Bernd Huber, Fabian Steiner

Thema: MOSFETs, Logiksynthese

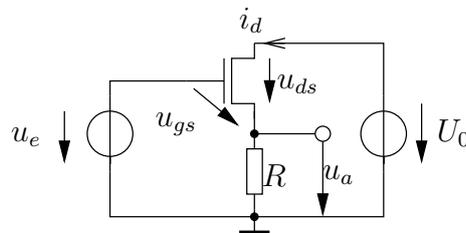
Aufgabe 1

Zeichne das Schaltbild einer CMOS-Schaltung, mit deren Hilfe die folgenden beiden Funktionen realisiert werden können:

1. $Y = (AB + C) \cdot \overline{(D + E)}$
2. $Y = AB + C(A + B)$ Was wird hier durch diese Funktion realisiert?

Aufgabe 2 (nach GOP 07/08)

Folgende MOS-Transistorschaltung soll untersucht werden.

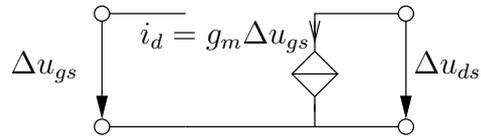


Der Transistor ist ein n-Kanal FET vom Anreicherungstyp und wird durch folgende Gleichungen beschrieben:

$$i_d = \begin{cases} 0, & u_{gs} - U_{th} \leq 0 \\ \beta \left((u_{gs} - U_{th})u_{ds} - \frac{1}{2}u_{ds}^2 \right), & 0 \leq u_{gs} - U_{th} \leq u_{ds} \\ \frac{\beta}{2}(u_{gs} - U_{th})^2, & 0 \leq u_{gs} - U_{th} \leq u_{ds} \end{cases}$$

Die Arbeitspunkteinstellung erfolgt über die konstante Spannungsquelle $U_0 > 0$. u_e bezeichnet die Eingangsspannung. Der Ausgang u_a des Verstärkers sei unbeschaltet.

1. Wie wird die Zuordnung von Drain und Source beim n-Kanal-MOSFET festgelegt?
2. Zeige durch Widerspruch, dass für den Fall $u_e > U_{th}$ der Transistor in dieser Schaltung sich nicht im Sperrbereich befinden kann.
3. In welchem Bereich befindet sich der Transistor für den Fall $U_{th} < u_e < U_0$. Begründe deine Antwort. **Hinweis:** Drücke $u_{ds} - u_{gs}$ in Abhängigkeit von u_e und U_0 aus.
4. Bestimme unter der Annahme, dass der Transistor sich im Sättigungsbereich befindet, die Ausgangsspannung u_a in Abhängigkeit von u_e , U_0 , U_{th} , R und β .
5. Im Folgenden soll das Kleinsignalverhalten der Schaltung untersucht werden. Für den Transistor soll dabei folgendes Ersatzschaltbild verwendet werden:



6. Die Eingangsspannung u_e bestehe aus einem Gleichanteil U_e und einem Kleinsignalanteil Δu_e . Zeichnen Sie ein Kleinsignalersatzschaltbild der Schaltung. Achte darauf, Eingangs- und Ausgangstor klar zu beschriften.
7. Bestimme aus dem ESB die Kleinsignal-Spannungsverstärkung $v = \left. \frac{\Delta u_a}{\Delta u_e} \right|_{\Delta i_a=0}$ formelmäßig.
8. Bestimme aus dem ESB die Kleinsignal-Ausgangswiderstand $r_a = \left. \frac{\Delta u_a}{\Delta i_a} \right|_{\Delta u_e=0}$ formelmäßig.
9. Untersuche, welche sinnvolle Verstärkungsaufgabe die Schaltung erfüllen kann, wenn $g_m \gg \frac{1}{R}$ sei.