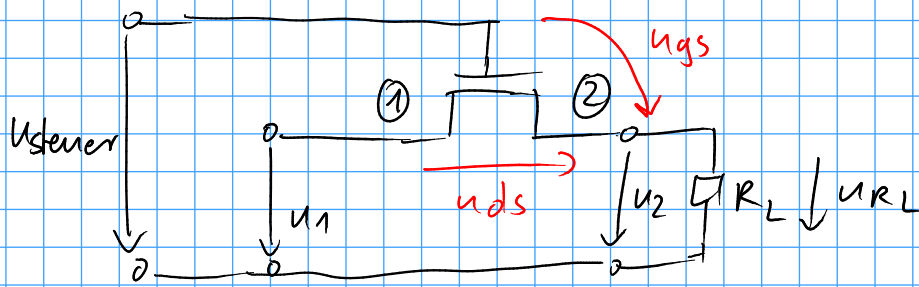


Zusatzaufgabe Blatt 8 - Aufgabe 2: Verwendung eines n-MOSFETs als Schalter



1. Fertigung von Source und Drain erfolgt durch äußere Beschaltung (aufgrund des vollkommen symmetrischen Aufbaus im Inneren); im Falle eines n-MOSFETs gilt, dass stets $u_{ds} \geq 0$ gelten muss

2. Verwendung als Schalter:

$$U_{\text{steuer}} = 0V \quad \Rightarrow \quad u_{RL} = u_2 = 0V$$

$$U_{\text{steuer}} = U_B \quad \Rightarrow \quad u_{RL} = u_2 = u_1$$

3. ges: Arbeitsbereich für $u_{RL} = 0V$; Zuordnung SID

Lös: Für obige Bedingung liegt ② auf dem kleinsten möglichen Potential, entsprechend muss ② Source sein und ① Drain

$$\text{Nun ist } u_{ds} = u_1 - u_2$$

$$\text{Bedingung für: Sperrbereich: } u_{gs} - U_{th} \leq 0$$

$$\text{lin. Bereich: } 0 \leq u_{gs} - U_{th} \leq u_{ds}$$

$$\text{Sättigung: } 0 \leq u_{gs} - U_{th} \leq u_{ds}$$

$$\text{KVL: } \underbrace{U_{\text{steuer}}}_{=0 \text{ Angabe}} = u_{gs} + \underbrace{U_{RL}}_{=0 \text{ Angabe}} \Rightarrow u_{gs} = 0V$$

$$\Rightarrow u_{gs} - U_{th} = 0 \quad \underbrace{U_{th}}_{> 0V \text{ bei Enhancement-FETs wie den vorliegenden}} < 0V$$

\Rightarrow Sperrbereich!

4. Fall 2: $U_{\text{steuer}} = U_B$, Source bei (2) (wie vorher)

$$\text{KCL: } U_{\text{steuer}} = u_{gs} + U_{RL}$$

$$U_B = u_{gs} + U_{RL} \quad \text{mit } u_1 = u_{ds} + u_2$$

$$= u_{gs} + u_1 - u_{ds} \Rightarrow u_{ds} = u_{gs} - u_1 - U_B$$

$$\text{Sättigung: } 0 \leq u_{gs} - U_{th} \leq u_{ds}$$

$$\text{Linear: } 0 \leq u_{gs} - U_{th} \geq u_{ds}$$

Sicher liegt eine der beiden obigen Fälle vor, da

$$u_{gs} = U_B - u_2$$

$$u_{ds} = u_1 - u_2$$

$$u_{gs} - U_{th} = U_B - \underbrace{u_2}_{\ll U_B} - \underbrace{U_{th}}_{\leq U_1 < U_B} \geq 0 \Rightarrow \text{Sperrbereich nicht möglich!}$$

$$\text{Sättigung} \begin{cases} U_B - u_2 - U_{th} \leq u_1 - u_2 \\ U_B - U_{th} \leq u_1 \end{cases} \Rightarrow \text{gültig für große Werte von } u_1$$

$$\text{Linear} \begin{cases} U_B - u_2 - U_{th} \geq u_1 - u_2 \\ U_B - U_{th} \geq u_1 \end{cases} \Rightarrow \text{gültig für kleine Werte von } u_1$$

Entsprechend ergibt sich für $u_{\text{krit}} = U_B - U_{\text{th}}$.

Ergänzung (nicht verlangt, aber dienlich zur Veranschaulichung):

Wir haben gesehen, für $u_1 \approx U_B$ befindet sich der MOSFET im Sättigungsbereich, also:

$$i_d = \frac{\beta}{2} (u_{gs} - U_{\text{th}})^2 = \frac{\beta}{2} (U_B - u_2 - U_{\text{th}})^2$$

mit $u_2 = R_L i_d$ liegt hier also keinerlei Abhängigkeit der Ausgangsgröße u_2 von der Eingangsgröße u_1 vor, entsprechend ist der MOSFET auch nicht mehr als Schalter brauchbar.