

## Technische Grundlagen der Informatik: Übungssatz 10

### Aufgabe 10.1

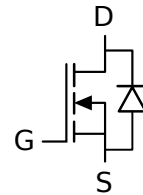
Betrachten Sie das Datenblatt eines Transistors vom Typ 2N7000G [0]  
(s. auch Lehrveranstaltungs-Homepage).

[0] <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/2N7000-D.PDF>

Nehmen Sie zunächst als Umgebungsbedingung Raumtemperatur an.

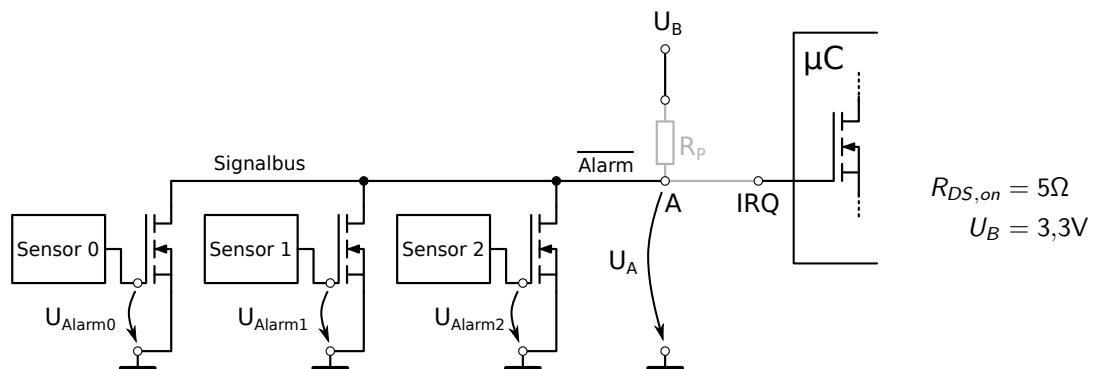
- Wie groß ist  $U_{th}$ ?
- Skizzieren Sie den Verlauf des Übergangs zwischen aktivem Bereich und Pinch-off Bereich für die verschiedenen Werte von  $U_{GS}$ .
- Bestimmen Sie  $U_{th}$  für eine Umgebungstemperatur von  $50^\circ\text{C}$ ,  $U_{GS} = U_{DS}$  und  $I = 1\text{mA}$ .
- Welche maximale Einschaltverzögerung hat der Transistor, wenn Sie am Gate einen Eingangspegel von 5V von einer Signalquelle mit  $R_i$  50Ω anlegen? Berechnen sie analog dazu die maximale Ausschaltverzögerung.

- Zusatzaufgabe:** Üblicherweise findet sich direkt an den Transistoren eine Diode wie in der Skizze gezeigt. Was ist deren Ursache und Anwendung?



### Aufgabe 10.2

Ein Temperatursensor meldet das Überschreiten eines Grenzwertes durch eine steigende Flanke an seinem Ausgang ( $U_{Alarm} < U_{th} \rightarrow U_{Alarm} > U_{th}$ ). Mehrere Sensoren seien jeweils über einen Transistor an eine gemeinsame Busleitung gekoppelt die das Signal zur Verarbeitung weitergibt. Betrachten Sie die Schaltung zunächst ohne den Widerstand  $R_P$ . Der Widerstand eines Ausgangstransistors im durchgesteuerten Zustand wird als  $R_{DS,on}$  bezeichnet.



- Stellen Sie eine Wahrheitstabelle für  $U_A$  ( $U_{Alarm0}, \dots, U_{Alarm2}$ ) auf. Nehmen Sie dazu an, dass  $U_B \geq \text{"High"} > U_{th}$  und  $0V \leq \text{"Low"} < U_{th}$  gelten. Überlegen Sie sich was passiert wenn alle Transistoren schalten.

- (b) Welchen Effekt hat die Erweiterung der Schaltung um den Widerstand  $R_P$ ? Welche Logische Funktion erfüllt die Schaltung in diesem Fall?
- (c) Wählen Sie einen E-12 Widerstand für den Fall dass  $U_B = 3,3V$  und der maximale Drainstrom eines Transistors  $100\mu A$  betragen darf? Wie groß ist dann der minimale Drainstrom (sofern einer fließt) in der gewählten Konfiguration?
- (d) Nehmen Sie an, dass die Transistoren ausschließlich im aktiven Bereich betrieben werden. In diesem Fall können sie durch einen Widerstand  $R_{DS,on} = 5\Omega$  ersetzt werden. Das Busprotokoll schreibt vor dass  $U_{Low} < 0,3 \cdot U_B$  sein muss, um sicher als "Low" erkannt zu werden. Kann diese Bedingung eingehalten werden?

**Hinweis:** Machen Sie sich zunächst klar, wie sich die Zahl der durchschaltenden Teilnehmer auf  $U_A$  auswirkt.

- (e) Die Temperatursensoren sollen auf einer Platine mit dem Interrupteingang eines Mikrocontrollers verbunden werden. Zeichnen und bemessen Sie die Ersatzschaltung für die Leitung von "A" zu "IRQ" mit der Länge  $l = 20cm$ , dem Querschnitt  $A = 0,1mm^2$ , dem spezifischen Widerstand  $\rho_{Kupfer} = 1,7 \cdot 10^{-8}\Omega m$  und einer Kapazität von  $10pF$  je Meter Adernlänge.

**Hinweis:** Modellieren sie die Leitung als Ohmschen Leiter, der Wellenwiderstand kann vernachlässigt werden. Als Rückleiter wird die gemeinsame Masselage der Platine genutzt. Gehen sie davon aus, dass für den Rückleiter dieselben Parameter gelten wie für die Leitung zwischen "A" und "IRQ".

- (f) Welche Zeitkonstante ergibt sich für einen Schaltvorgang ("High"  $\rightarrow$  "Low", low-aktiv!) am Leitungsende, wenn dort ein Gate mit einer Kapazität  $C_G = 10 pF$  angeschlossen ist? Stellen Sie eine allgemeinere Gleichung in Abhängigkeit von der Leitungslänge auf.
- (g) **Zusatzaufgabe:** Nehmen Sie an, dass  $\tau = 3ns$  und die Umschaltzeit der Transistoren  $10ns$  beträgt. Wie hoch ist die Signalverzögerung vom Anschlagen des Sensors bis zum registrieren des Alarms, wenn der angeschlossene Eingang bei  $0,3 \cdot U_B$  schaltet?