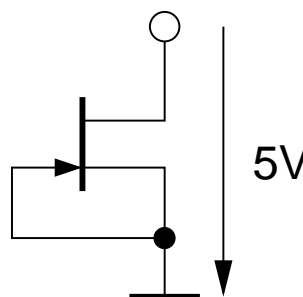


Aufgabe 1) *Betriebsbereich.*

Gegeben ist der Feldeffekttransistor mit der Beschaltung in folgender Abbildung und $U_P = -3\text{V}$.

In welchem Betriebsbereich befindet sich der Transistor?



Aufgabe 2) *Inversion, Verarmung.*

Erläutern Sie die Ursache, aufgrund der

- der Kanalbereich eines MOSFET an Majoritätsträgern verarmt.
- Minoritätsträger lokal eine höhere Konzentration als Majoritätsträger besitzen (Inversion).
Woher kommen die Minoritätsträger?
- sich der Inversionskanal eines MOSFET an der Halbleiteroberfläche an der Grenze zum Oxid bildet.

Aufgabe 3) *Messung der Pinch-Off-Spannung.*

Sie wollen die Pinch-off-Spannung eines Sperrschicht-Feldeffekttransistors näherungsweise durch eine Messung der Sperrschichtkapazität bestimmen. Die Materialkonstanten, sowie die Dotierung oder U_D sind nicht bekannt. Machen Sie einen Vorschlag für ein geeignetes Messverfahren.

Hinweis: Überlegen Sie, ob durch Kurzschluss oder Leerlauf geeigneter Anschlüsse des Transistors Vereinfachungen möglich sind. Sie können annehmen, dass aufgrund der Sperrpolung der Sperrschicht ein vernachlässigbar kleiner Strom im Kanal fließt.

Aufgabe 4) *Steilheit, Fläche des Transistors, Ersatz v. Bipolar durch FET.*

Hinweis: Die Steilheit g_m ist eine wichtige Kenngröße für einen Transistor im Arbeitspunkt. Sie gibt an, wie stark sich der Kollektor- (bzw. Drain-) Strom des Transistors verändert, wenn die Basis-Emitter- (bzw. Gate-Source-) Spannung um einen bestimmten Arbeitspunkt ausgelenkt wird.

Es gilt:

$$g_m := \frac{\partial I_C}{\partial U_{BE}} \quad \text{für Bipolar-Transistor}$$

$$g_m := \frac{\partial I_D}{\partial U_{GS}} \quad \text{für Feldeffekt-Transistor}$$

- a) Ein Bipolar-Transistor wird im Arbeitspunkt mit $I_{C0} = 4 \text{ mA}$ betrieben, U_T sei 26 mV . Berechnen Sie die Steilheit g_m des Transistors. Wie groß ist die Fläche des eigentlichen Transistors, wenn die maximale Stromdichte $1 \frac{\text{mA}}{\mu\text{m}^2}$ beträgt?
- b) Der Bipolar-Transistor soll jetzt bei gleichem Arbeitspunktstrom von 4 mA durch einen n-Kanal-Feldeffekttransistor gleicher Steilheit ersetzt werden. Die minimale in der Technologie realisierbare Gate-Länge beträgt $L = 2,5 \mu\text{m}$. Die **SiO**₂-Oxiddicke mit $\epsilon_r = 4$ beträgt $d_{\text{ox}} = 50 \text{ nm}$. Nehmen Sie $\mu_n = 600 \frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$ an. Wie groß wird die Fläche der Gate-Elektrode?