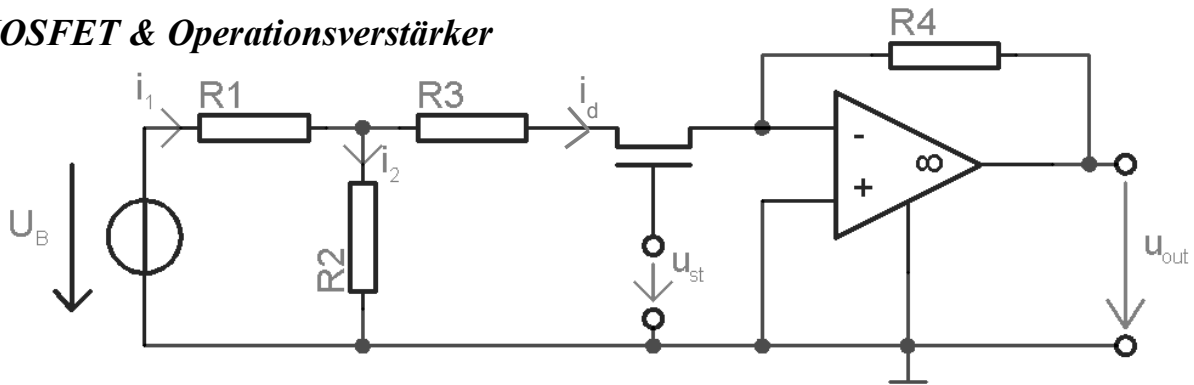


## ST1-TUTORÜBUNG – BLATT 11

### 1. MOSFET & Operationsverstärker



Sei  $U_B > 0$ ,  $R_1 = R_2 = R_4 = 2R$  und  $R_3 = R$ . Der Operationsverstärker arbeite im linearen Bereich. Für den FET gelte folgende Leitwertsbeschreibung:

$$i_g = 0; \quad i_d = \begin{cases} 0 & 0 \geq u_{gs} - 1V \\ \beta \left( (u_{gs} - 1V) u_{ds} - \frac{1}{2} u_{ds}^2 \right) & 0 \leq u_{gs} - 1V \leq u_{ds} \\ \frac{1}{2} \beta (u_{gs} - 1V)^2 & 0 \leq u_{gs} - 1V \leq u_{ds} \end{cases}$$

- \*a) Begründe, warum der linke Anschluss des FETs der Drain-Anschluss sein muss.
- \*b) Welche Beziehung besteht zwischen  $i_1$ ,  $i_2$  und  $i_d$ ?
- \*c) Gib  $i_2$  in Abhängigkeit von  $i_d$ ,  $u_{ds}$  und  $R$  an.
- d) Berechne  $i_1$  in Abhängigkeit von  $i_d$ ,  $u_{ds}$  und  $R$ .
- e) Zur Arbeitspunktbestimmung verwendet man bei FET-Schaltungen sog. virtuelle Quellen. Gib die für diese Schaltung gültige virtuelle Quellengleichung in Abhängigkeit von  $U_B$  und  $R$  an.

Nun sei  $\beta = 2 \cdot 10^{-3} \text{AV}^{-2}$ ,  $u_{st} = 2\text{V}$ ,  $R = 250\Omega$  und  $U_B = 8\text{V}$ . Für die folgenden Teilaufgaben wird ein  $u_{ds}$ - $i_d$ -Diagramm mit  $u_{ds} \in [0\text{V}; 5\text{V}]$  und  $i_d \in [0\text{mA}; 10\text{mA}]$  benötigt.

- \*f) Gib  $u_{gs}$  an und zeichne die zugehörige  $u_{ds}$ - $i_d$ -Kennlinie. Berechne dazu zumindest zwei geeignete Funktionswerte. Kennzeichne im Diagramm die verschiedenen Arbeitsbereiche.
- g) Zeichne die virtuelle Quellenkennlinie in das  $u_{ds}$ - $i_d$ -Diagramm ein und markiere den Arbeitspunkt des FET. In welchem Bereich arbeitet der FET?
- \*h) Gib  $u_{out}$  in Abhängigkeit von  $i_d$  an.
  - i) Bestimme  $i_d$  am Arbeitspunkt graphisch und berechne daraus  $u_{out}$ .
  - \*j) Für welche Werte von  $u_{st}$  arbeitet der FET im Sperr-, linearen und Sättigungsbereich? Zeichne die FET Kennlinie für den Grenzfall zwischen lin. und Sättigungsbereich in das Diagramm ein.
  - k) Stelle einen Zusammenhang zwischen  $u_{out}$  und  $u_{st}$  auf (Fallunterscheidung!) und löse ihn für Sperr- und Sättigungsbereich nach  $u_{out}$  auf. Wie verhält sich  $u_{out}$  für große  $u_{st}$ ?
  - l) Skizziere die  $u_{st}$ - $u_{out}$ -Kennlinie qualitativ.

## 2. *Wahr oder falsch?*

- a) Im Sättigungsbereich ist die Kennlinie eines Op-Amps unabhängig von seinem Verstärkungsfaktor  $A$ .
- b) Ein pn-Übergang hat eine stückweise lineare Kennlinie.
- c) Bei allen Enhancement-FETs ist  $U_{TH} > 0$ .
- d) Ein idealer Gyrator ist reziprok.
- e) Ein Optokoppler kann als gesteuerte Quelle angesehen werden.
- f) Eine ideale Spannungsquelle ist spannungsgesteuert.