



# Fachprüfung

## Elektronik II

19. März 2025

Name:		Vorname:	
Matr.-Nr.:		Fachrichtung:	

A	B1	B2	B3	Gesamt
/32	/17	/11	/10	/70

Als Unterlagen für die Prüfung ist ein beidseitig handschriftlich beschriebenes DIN-A4-Blatt zugelassen. Alternativ kann auch ein einseitig bedrucktes DIN-A4-Blatt verwendet werden. Die Kombination aus einem teils handschriftlichen und teils bedruckten Blatt ist nicht zulässig und wird unmittelbar als Täuschungsversuch gewertet. In jedem Fall ist das DIN-A4-Blatt mit Name und Matrikelnummer zu versehen. Mobiltelefone sind nicht zugelassen.

## Teil A: Kurzfragen

Bitte markieren Sie alle richtigen Aussagen.

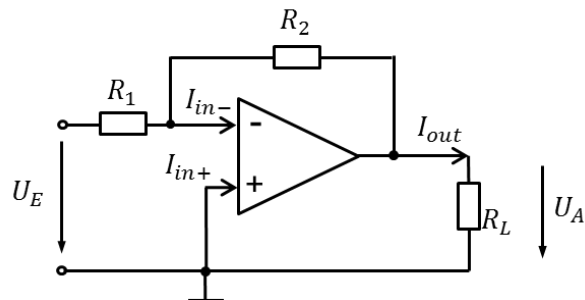
### Aufgabe A1

#### 1.1 Logik Gatter (4 Punkte)

- ☐ Ein CMOS-Inverter erreicht im Gegensatz zum n-MOS Inverter einen minimalen logischen Ausgangspegel von 0 Volt.
- ☐ Ein NOR-Gatter in CMOS-Logik benötigt einen zusätzlichen Inverter am Ausgang, um die Logikpegel korrekt darzustellen.
- ☐ Die dynamische Verlustleistung eines CMOS-Gatters ist proportional zur Schaltfrequenz und der Lastkapazität.
- ☐ In Analogschaltungen werden MOS-Transistoren bevorzugt im Sättigungsbereich betrieben, um eine konstante Verstärkung sicherzustellen.

#### 1.2. Invertierender Verstärker (4 Punkte)

- ☐ Die Spannung zwischen den Eingängen des Operationsverstärkers ist immer gleich der Betriebsspannung.
- ☐ Eine Erhöhung des Feedback-Widerstandes  $R_2$  vergrößert betragsmäßig die Verstärkung
- ☐ Der Eingangswiderstand der Schaltung entspricht dem Rückkopplungswiderstand  $R_2$ .
- ☐ Ein Kondensator parallel zum Rückkopplungswiderstand stabilisiert die Temperaturabhängigkeit des Verstärkers.

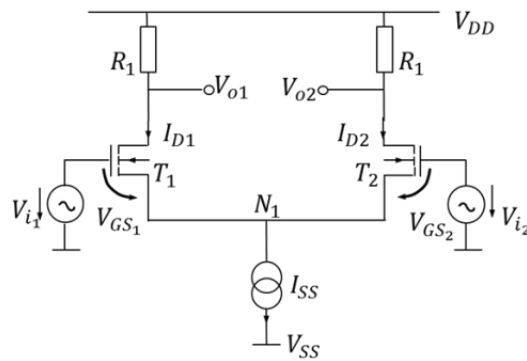


#### 1.3 Bandbreite eines gegengekoppelten OPs (4 Punkte)

- ☐ Die Bandbreite eines gegengekoppelten Spannungsverstärkers ist die Frequenz, bei der die Verstärkung um 3 dB gegenüber ihrem maximalen Wert abgefallen ist.
- ☐ Die Stärke der Rückkopplung eines gegengekoppelten Verstärkers hat keinen Einfluss auf die Bandbreite.
- ☐ Das sog. Verstärkungs-Bandbreite-Produkt (*gain-bandwidth product – GBW*) ist die maximale Verstärkung geteilt durch die Bandbreite bei dieser Verstärkung.
- ☐ Die Amplitude und Phase steigen beide mit zunehmender Frequenz an

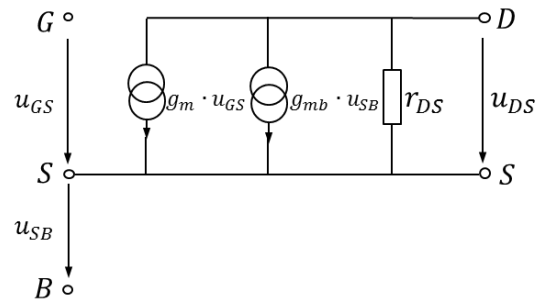
#### 1.4 Großsignalverhalten der Differenzstufe (4 Punkte)

- ☐ Wenn ein Transistor sperrt und der Strom  $I_{SS}$  komplett durch den anderen Transistor fließt, ist die obere Grenze für die Eingangsspannung erreicht
- ☐ Der Aussteuerbereich wird durch das W/L-Verhältnis der Transistoren eingestellt
- ☐ Der Aussteuerbereich ist durch den Strom  $I_{SS}$  einstellbar
- ☐ Ein kleiner Strom  $I_{SS}$  führt zu größerer Verlustleistung



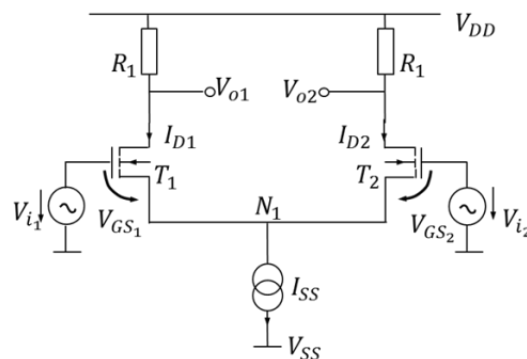
#### 1.5 Kleinsignalverhalten von Transistoren (4 Punkte)

- ☐ Der Parameter  $g_m$  ist über das  $\frac{W}{L}$ -Verhältnis einstellbar.
- ☐ Der Widerstand  $r_{DS}$  modelliert den Substrateffekt im ESB
- ☐ Die Kanallängenmodulation führt zu einem kleineren  $u_{out}$  und reduziert somit die Verstärkung.
- ☐ Die Stromquelle  $g_{mb} \cdot u_{SB}$  modelliert die Kanallängenmodulation, es gilt  $g_{mb} \gg 0$ .



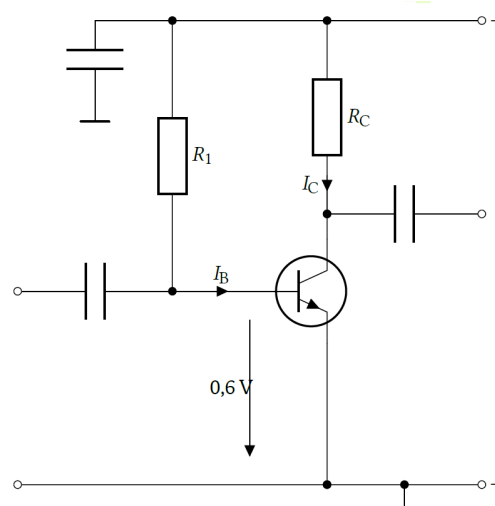
#### 1.6 Differenzstufe (4 Punkte)

- ☐ Schaltungstechnisch ist es sinnvoll die Bulk-Anschlüsse mit Source zu verbinden.
- ☐ Technologisch ist es vorteilhaft die Bulk-Anschlüsse mit Masse zu verbinden.
- ☐ Sowohl schaltungs- und technologietechnisch ist es sinnvoll die Bulk-Anschlüsse mit den jeweiligen Drain-Anschlüssen zu verbinden.
- ☐ Die Bulk-Anschlüsse müssen mit den jeweiligen Gate-Anschlüssen verbunden werden, da ansonsten die Transistoren immer sperren.



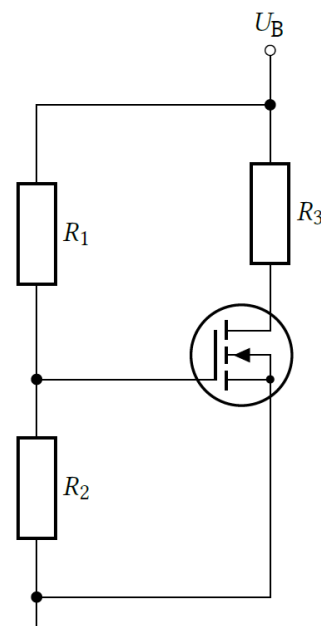
1.7 Die Betriebsspannung beträgt 5 V, der Kollektorstrom soll 4mA betragen, die Gleichstromverstärkung des Transistors beträgt 200. Berechnen Sie den Vorwiderstand  $R_1$  (4 Punkte)

- ☐ ca. 200k $\Omega$
- ☐ ca. 715k $\Omega$
- ☐ ca. 68k $\Omega$
- ☐ ca. 2,3k $\Omega$



1.8 Wie groß muss  $R_2$  gewählt werden, damit sich eine Spannung von 2,8V zwischen Gate und Source einstellt?  $U_B=44V$ ,  $R_1=10k\Omega$ ,  $R_3=2,2k\Omega$  (4 Punkte)

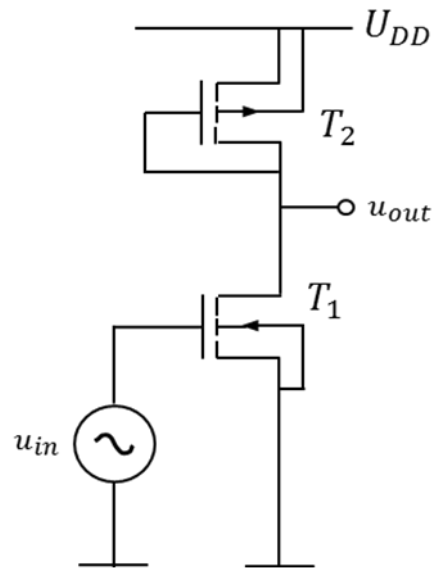
- ☐ ca. 680 $\Omega$
- ☐ ca. 1405 $\Omega$
- ☐ ca. 68 $\Omega$
- ☐ ca. 820 $\Omega$



## Teil B: Aufgaben

### Aufgabe B1 p-Kanal-Transistor als Lastelement

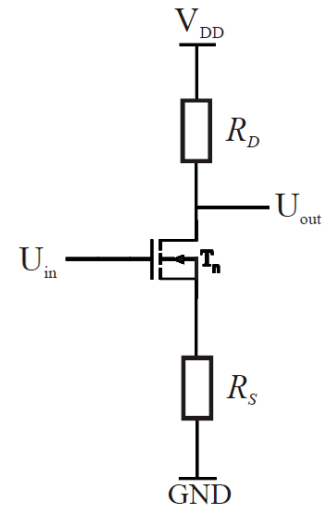
- Stellen Sie für die nebenstehende Schaltung das Kleinsignalersatzschaltbild (ESB) auf. **(2 Punkte)**
- Bestimmen Sie  $r_{out}$  unter der Annahme, dass gilt  $g_m \gg \frac{1}{r_{DS}}$ . **(2 Punkte)**
- Bestimmen Sie die Kleinsignal-Verstärkung A. **(3 Punkte)**
- Welchen Wert nimmt die Kleinsignal-Verstärkung an, wenn die beiden Transistoren T1 und T2 über ein identisches W/L-Verhältnis verfügen. Nehmen Sie hierbei an, dass gilt  $\beta_{0n} \approx 3\beta_{0p}$ . **(4 Punkte)**
- Wodurch ist die Annahme  $\beta_{0n} \approx 3\beta_{0p}$  zu begründen? **(2 Punkte)**
- Das W/L-Verhältnis von T2 ist nun gegeben mit  $\left(\frac{W}{L}\right)_p = \frac{5\mu m}{15\mu m}$ . Bestimmen Sie das W/L-Verhältnis von T1 so, dass sich eine Kleinsignal-Verstärkung von -100 ergibt. **(4 Punkte)**



Aufgabe B2 Analoge Schaltung

Geben sei folgende Schaltung:

$$\begin{aligned}
 V_{DD} &= 5V \\
 U_{Th0n} &= 0,8V \\
 \beta_{0n} &= \frac{100\mu A}{V^2} \\
 \lambda_n &= 0,1V^{-1} \\
 R_S &= 35k\Omega \\
 R_D &= 100k\Omega
 \end{aligned}$$



- Dimensionieren Sie den Transistor so dass der Arbeitspunkt ( $U_{in} = 2,5V$ ,  $U_{out} = 2,5V$ ) eingestellt wird.  
Welche Spannung fällt über dem Widerstand  $R_S$  ab? (die Kanallängenmodulation  $\lambda$  kann bei dieser Dimensionierung vernachlässigt werden) **(3 Punkte)**
- Skizzieren Sie das Kleinsignal-ESB für die Schaltung. (Die Kapazitäten sind nicht zu berücksichtigen) **(3 Punkte)**
- Berechnen Sie die Kleinsignalparameter des Transistors ( $g_m$ ,  $g_{DS}$ ). **(2 Punkte)**
- Berechnen Sie den Wert der Verstärkung der Schaltung. **(3 Punkte)**

Aufgabe B3

## Stromspiegel mit Gegenkopplung

- Stellen Sie das Kleinsignalersatzschaltbild (ESB) für die nebenstehende Schaltung auf. **(2 Punkte)**
- Das Gatepotential  $U_{GG}$  des Transistor  $T_1$  kann als konstant angesehen und damit im ESB auf Masse gelegt werden. Ermitteln Sie den Ausgangswiderstand der Schaltung. **(2 Punkte)**
- Ersetzen Sie den Widerstand  $R$  in der nebenstehenden Schaltung so durch einen Transistor, dass eine Stromspiegel-Kaskode entsteht. **(2 Punkte)**
- Berechnen Sie den Ausgangswiderstand für die Stromspiegel-Kaskode. **(2 Punkte)**
- Bestimmen Sie die minimale Ausgangsspannung  $U_{out}$  der Stromspiegel-Kaskode. **(2 Punkte)**

