



# Einführung in die Elektronik

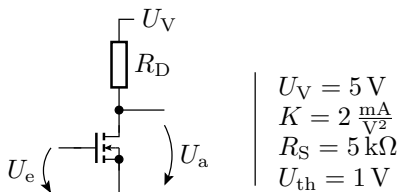
## Große Übung 4

G. Kemnitz, C. Giesemann

Institut für Informatik, Technische Universität Clausthal

9. Dezember 2013

## Aufgabe 4.1: MOS-Verstärker



- Stellen Sie die Übertragungsfunktion  $U_a = f(U_e)$  mit dem Transistor im Einschnürbereich auf.
- Für welchen Bereich der Eingangsspannung gilt die Übertragungsfunktion im Aufgabenteil zuvor?
- Wie groß ist die Verstärkung  $v_u = \frac{dU_a}{dU_e}$  in dem bestimmten Eingangsspannungsbereich?
- Bei welcher Eingangsspannung beträgt die Verstärkung  $v_u = -5$ ?

## Aufgabe 4.2: PWM

Für eine pulsbreitenmodulierte Leistungssteuerung mit einem NMOS-Transistor soll gelten:

- Versorgungsspannung:  $U_V = 12\text{ V}$
- Lastwiderstand:  $R_L = 100\ \Omega$
- Periode des pulsbreitenmodulierten Signals:  $T_P = 100\ \mu\text{s}$
- 1 Zeichnen Sie die Schaltung aus Schalttransistor und Lastwiderstand.
- 2 Bestimmen Sie die relative Pulsbreite  $\eta$ , die Ein- und die Ausschaltzeit bei dem der Leitungsumsatz  $P_{RL}$  im Lastwiderstand im Mittel  $0,2\text{ W}$  beträgt.



## Aufgabe 4.3: CMOS-Gatter

Entwickeln Sie je ein FCMOS-Gatter

- 1 mit der logischen Funktion:

$$y = \overline{(x_1 x_2) (x_3 \vee x_2)}$$

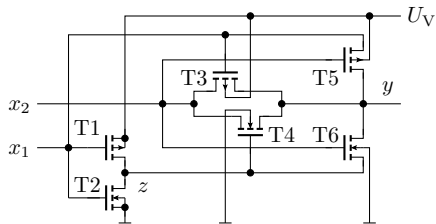
- 2 mit der logischen Funktion:

$$y = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee (\overline{x_1 \vee x_2 x_3} \wedge \bar{x}_3)$$

Hinweis: Versuchen Sie zuerst die Gleichungen soweit wie möglich zu vereinfachen.

## Aufgabe 4.4: Arbeitsbereiche

Bestimmen Sie in der nachfolgenden Transistorschaltung für alle logischen Eingabebelegungen von  $x_1$  und  $x_2$  in welchem Bereich jeder der sechs Transistoren arbeitet und den logischen Ausgabewert von  $y$ .



$x_2$	$x_1$	$z$	T1	T2	T3	T4	T5	T6	$y$
0	0								
0	1								
1	0								
1	1								

A aktiver Bereich  
S Sperrbereich

S\* Sperrbereich, wenn Paralleltransistor ein  
Z hochohmig



## Aufgabe 4.5: Verstärkerentwurf

Entwerfen Sie mit Hilfe von Operationsverstärkern Verstärker mit einem Eingangswiderstand, der gegen unendlich geht, und

- 1 einer Verstärkung von  $+4$
- 2 mit einer Verstärkung von  $-4$ .



## Aufgabe 4.6: Sensorverstärker

Entwerfen Sie einen Messverstärker für den Sperrstrom einer Photodiode mit einer Verstärkung von  $10 \text{ V/mA}$ . Über der Photodiode soll während der Messung eine konstante, vom Messstrom unabhängige Spannung  $U_D = -U_V$  anliegen.

## Aufgabe 4.7: Analogrechner

Gesucht ist eine Schaltung mit der Funktion:

$$U_a = 2V - 2 \cdot U_e$$

- 1 Entwerfen Sie die Schaltung unter Verwendung eines Operationsverstärkers.
- 2 In welchem Bereich muss die Eingangsspannung liegen, wenn die Ausgangsspannung und die Spannungen an den beiden Eingängen nur im Bereich zwischen 0 und 5 V liegen dürfen?



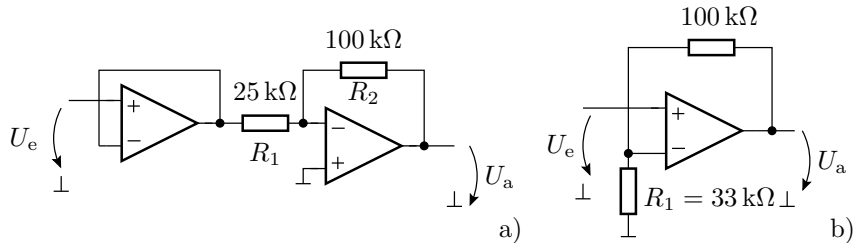


## Aufgabe 4.8: Schwellwertschalter

Entwerfen Sie unter Einbeziehung eines Operationsverstärkers einen invertierenden Schwellwertschalter mit Hysterese. Gegeben sei:  $U_{\text{trig.r}} = 3 \text{ V}$ ,  $U_{\text{trig.f}} = \frac{4}{3} \text{ V}$ ,  $U_{\text{a0}} = 0 \text{ V}$  und  $U_{\text{a1}} = 5 \text{ V}$ .

## Lösung zu Aufgabe 4.5

- 1 Der hochohmige Eingang erfordert einen Spannungsfolger vor dem invertierenden Verstärker. Berechnung der Widerstandswerte wie üblich.
- 2 Lösbar mit einem normalen nichtinvertierenden Verstärker.



## Lösung zu Aufgabe 4.6

- 1 Die Photodiode lässt sich als Stromquelle modellieren. Ein Stromverstärker lässt sich nach einem ähnlichen Prinzip wie ein invertierender Verstärker realisieren. Für K gilt  $I_E + \frac{U_A}{R} = 0$ . Wegen negativer Verstärkung zusätzlicher negierender Verstärker erforderlich.

