

Elektronische Schaltungen SS 2020

5. Tutoriumsblatt – Aufgaben

Operationsverstärker, MOS Schaltkreise

– Abgabe –

Aufgabe 1

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen digitale Schaltungen mit Feldeffekt-Transistoren.

a) Ergänzen Sie die Wahrheitstabelle und bestimmen Sie die logische Funktion!

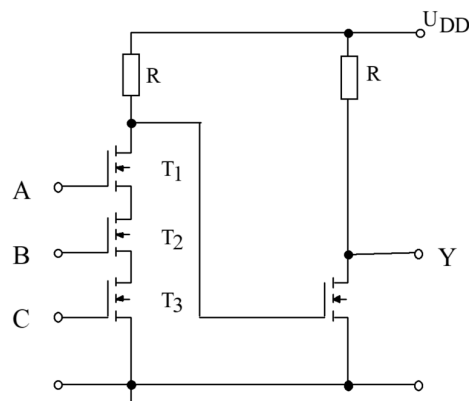


Abbildung 1

Wahrheitstabelle:

A	B	C	Y
1	1	1	
1	0	1	
0	1	1	
0	0	1	
1	1	0	
1	0	0	
0	1	0	
0	0	0	

Logische Funktion:

b) Modifizieren Sie die folgende Schaltung durch Einzeichnen einer oder mehrerer Verbindungen derart, dass die gegebene Wahrheitstabelle erfüllt wird!

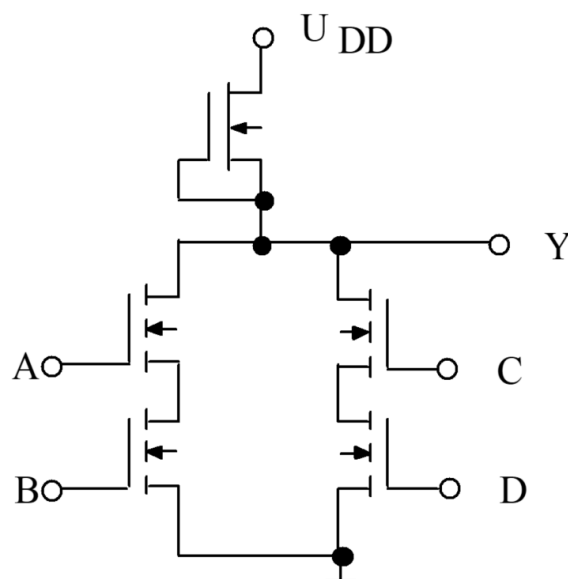


Abbildung 2

Wahrheitstabelle:

A	B	C	D	Y
1	1	1	1	0
1	0	1	1	0
0	1	1	1	0
0	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	0	0	1	0
0	1	0	1	1
0	0	0	1	1
1	1	1	0	0
1	0	1	0	1
0	1	1	0	0
0	0	1	0	1
1	1	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1
0	0	0	0	1

Aufgabe 2

- a) Zeichnen Sie ein 2-fach NAND Gatter mit n-Kanal MOSFET Transistoren und einem Lasttransistor vom Verarmungstyp.
- b) Zeichnen Sie ein 2-fach NOR Gatter in CMOS-Technik.

– Im Tutorium –

Aufgabe 3

Gegeben ist eine Schaltung mit 3 Operationsverstärkern nach Abbildung 3. Die Widerstände haben die Werte: $R_1 = 10,303 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 510 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10,0 \text{ k}\Omega$ und $R_4 = 10,0 \text{ k}\Omega$.

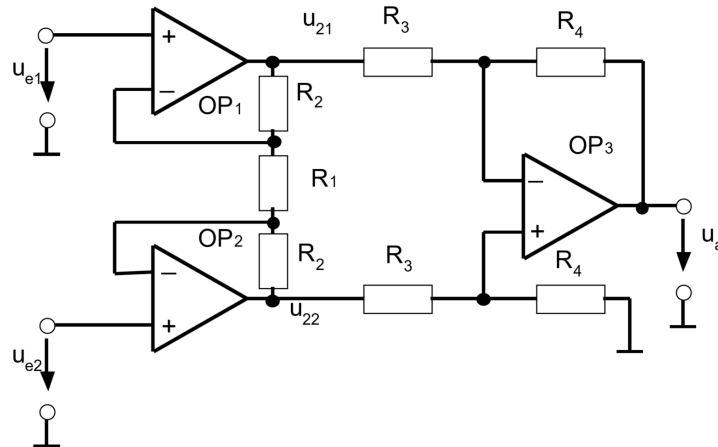


Abbildung 3

- In welchen Grundsaltungen werden die Verstärker OP_1 , OP_2 und OP_3 betrieben?
- Bestimmen Sie formelmäßig die Ausgangsspannung u_a als Funktion der Eingangsspannungen u_{e1} und u_{e2} und berechnen Sie die Verstärkung A der Schaltung!
- Wie ändert sich die Verstärkung, wenn $R_4 = 20,0 \text{ k}\Omega$ ist?
- Wie groß muss R_1 werden, damit die Gesamtverstärkung der Schaltung $A = 1000$ ist? ($R_2 = 510 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10,0 \text{ k}\Omega$ und $R_4 = 10,0 \text{ k}\Omega$)

Aufgabe 4

Zur Abschätzung von Schaltzeiten und Störabständen digitaler Schaltungen soll ein idealisierter Inverter (Abbildung 4) mit dem zeitlichen Verlauf von Eingangsspannung U_E und Ausgangsspannung U_A nach Abbildung 5 betrachtet werden.

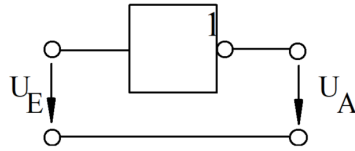


Abbildung 4

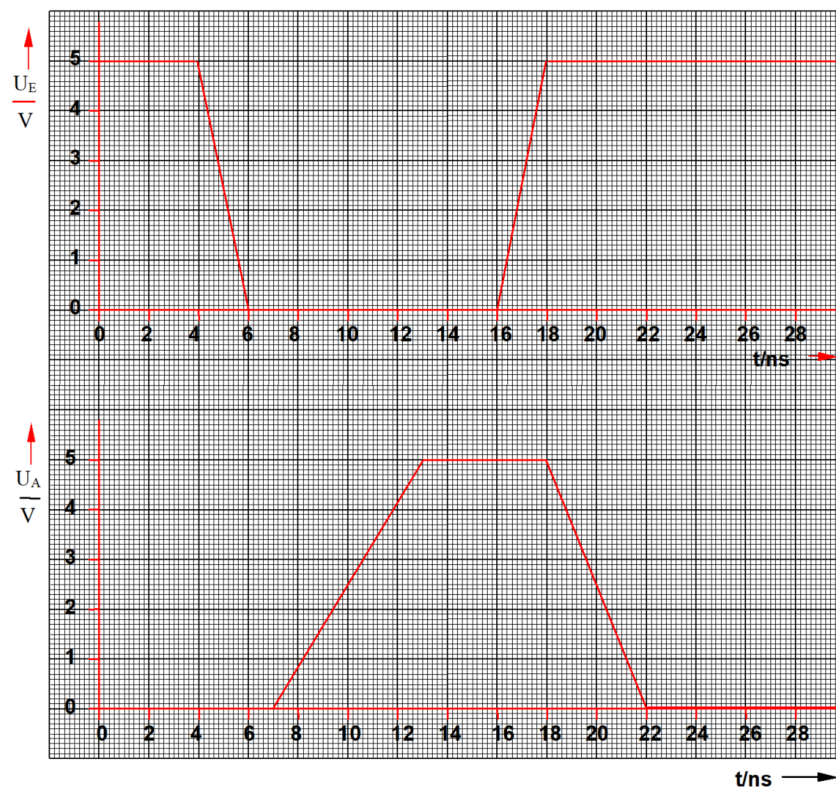


Abbildung 5

a) Bestimmen Sie aus Abbildung 5 folgende Daten des Inverters:

- Verzögerungszeit beim Übergang vom HIGH-Pegel zum LOW-Pegel am Eingang
- Verzögerungszeit beim Übergang vom LOW-Pegel zum HIGH-Pegel am Eingang
- Anstiegszeit der Ausgangsspannung

- Abfallzeit der Ausgangsspannung
- Gatterlaufzeit des Inverters

b) Der Inverter hat eine Übertragungskennlinie nach Abbildung 6. Ermitteln Sie graphisch die absoluten (ΔU_H , ΔU_L) und die relativen (Z_H , Z_L) Störabstände des Inverters.

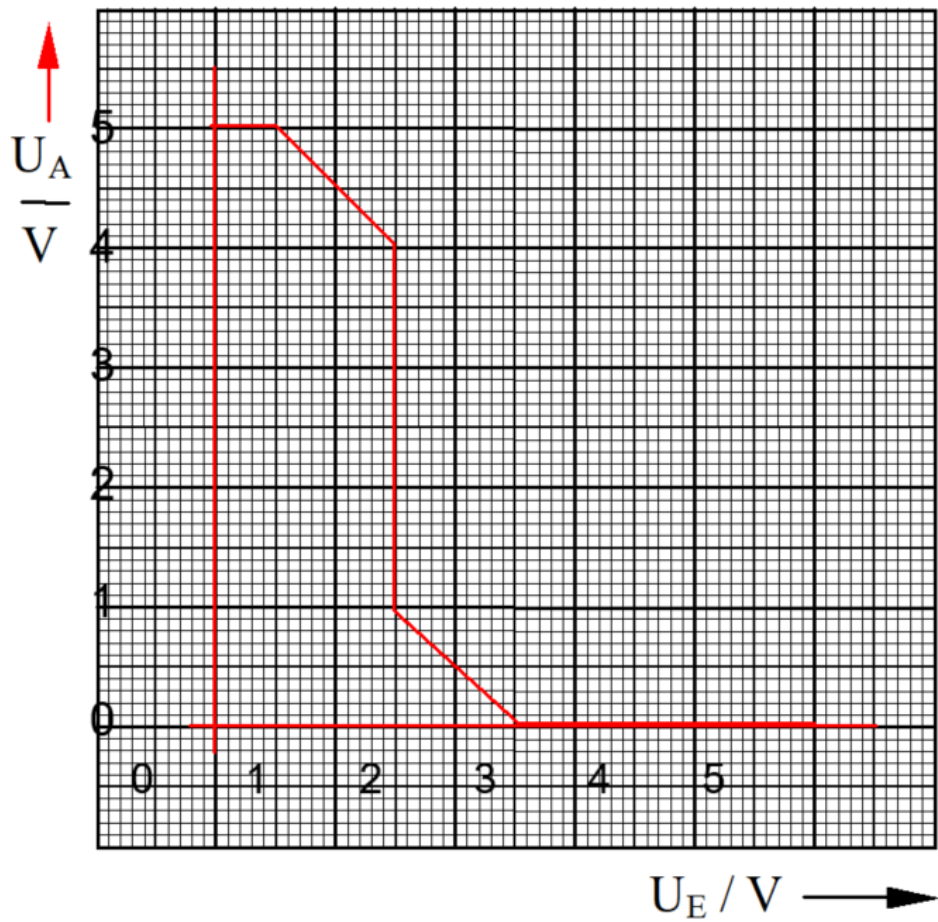
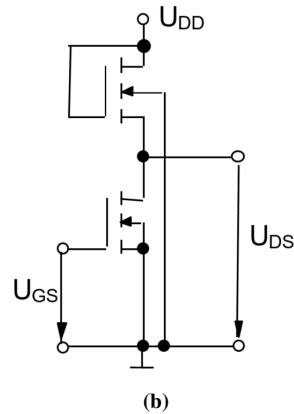
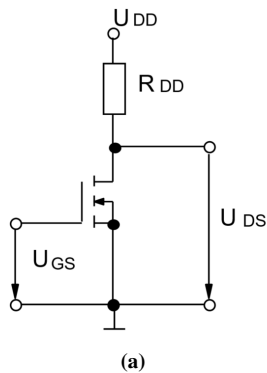


Abbildung 6

Aufgabe 5

Zwei Inverter mit einem n-Kanal Feldeffekt-Transistor und einem Lastwiderstand bzw. einem Lasttransistor sind in Abbildungen 7a und 7b dargestellt. Das Kennlinienfeld des Transistors mit der Lastkennlinie (Schaltung von Abbildung 7b) zeigt Abbildung 8.



- a) Der Lastwiderstand sei $R_{DD} = 8 \text{ k}\Omega$. Tragen Sie die Lastgerade in das Kennlinienfeld ein. Skizzieren Sie die Übergangskennlinien der beiden Inverterschaltungen (U_{DS} über U_{GS}), wenn die Inverter bei $U_{DD} = 10 \text{ V}$ betrieben werden. (Lasttransistor: $U_{th} = 1,2 \text{ V}$) (Ermitteln Sie die notwendigen Punkte aus dem Kennlinienfeld)
- b) Ermitteln Sie aus dem Kennlinienfeld die Steilheit S des Transistors zwischen $U_{GS} = 2 \text{ V}$ und $U_{GS} = 3 \text{ V}$ und zwischen $U_{GS} = 3,5 \text{ V}$ und $U_{GS} = 4,5 \text{ V}$.
- c) Am Eingang der Schaltungen liegt eine Spannung $U_{GS} = 10 \text{ V}$ an. Berechnen Sie die Verlustleistungen der Inverter für diesen Fall.

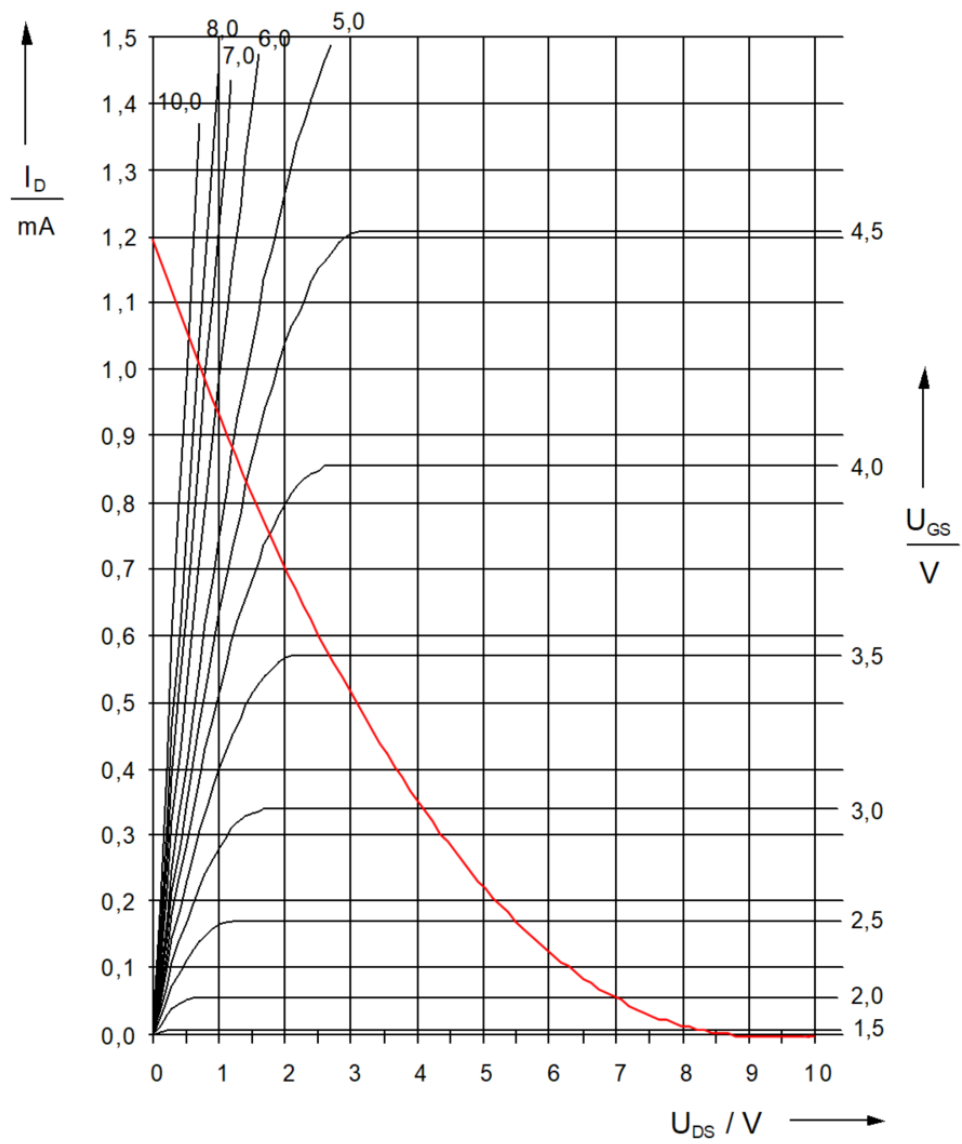


Abbildung 8