

10. Juli 2017

## Probeklausur in " Elektronische Schaltungen "

Aufkleber

**Zu beachten:**

1. Die Dauer der Prüfung beträgt 1,5 Stunden.
2. Taschenrechner und Zeichenmaterial dürfen verwendet werden. Weitere Hilfsmittel sind **nicht** erlaubt.
3. Die Bearbeitung der Aufgaben **muss** auf den nachgehefteten Blättern erfolgen. Der Lösungsweg muss bei Berechnungen eindeutig erkennbar sein.
4. Tragen Sie Ihre Lösungen in die markierten Felder bei den jeweiligen Aufgaben ein. Geben Sie zu den Zahlenwerten auch die zugehörigen Einheiten an !

Punkte	*.1	*.2	*.3	*.4	*.5	*.6	Summe
Aufg. 1	3	5					8
Aufg. 2	3	6	6	7	6	6	34
Aufg. 3	3	2	4	8	4	5	26
Aufg. 4	6	4	9	4	3		26
Aufg. 5	3	6	9	10			28
Aufg. 6	2	6	4	4			16
Aufg. 7	3	6	6				15

## Aufgabe 1

- 1.1 Skizzieren Sie die Strom-Spannungskennlinien der Schaltung in Bild 1.1 im Durchlass- und im Sperrbereich! (Die eingezeichneten Pfeile geben die positive Zählrichtung an. Die Diode ist eine Si-Diode und die Z-Diode ist vom Typ ZD 3,9). (3 Punkte)

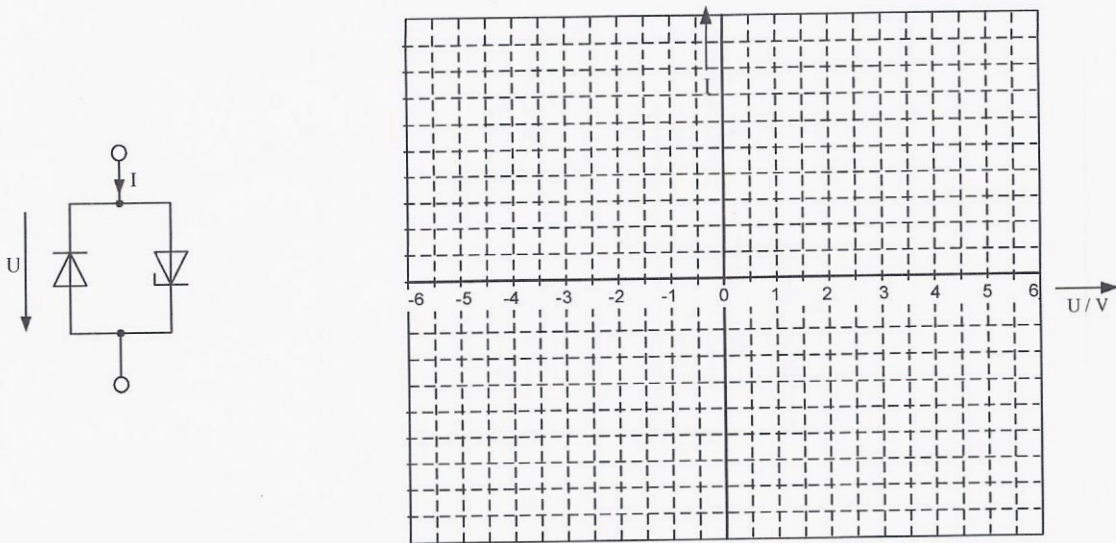


Bild 1.1

- 1.2 Gegeben ist eine unvollständige Schaltung nach Bild 1.2. Die Spannung  $U_a = 3,3 \text{ V}$  soll mittels einer Z-Diode ( $U_Z = 3,3 \text{ V}$ ) stabilisiert werden. ( $U_0 = 5 \text{ V}$ )  
 Im Arbeitsbereich soll ein Strom  $2 \text{ mA} < I_Z < 6 \text{ mA}$  durch die Z-Diode fließen. Der Strom im Lastwiderstand soll  $I_L = 50 \text{ mA} \pm 2 \text{ mA}$  betragen. Bestimmen Sie die Werte für  $R_L$  und die von Ihnen verwendeten Bauelemente unter Verwendung der E24 Reihe.  
**Ergänzen Sie die Schaltung mit den notwendigen Bauelementen!** (5 Punkte)

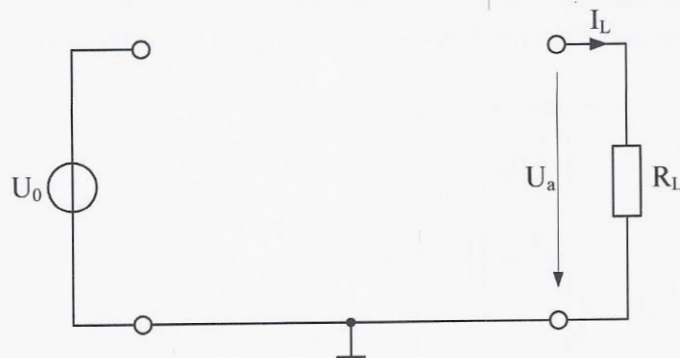


Bild 1.2

## Aufgabe 2

Gegeben sei eine Verstärkerschaltung nach Bild 2.1. Der Transistor habe eine Stromverstärkung von  $\beta = B = 300$ . Die Kondensatoren können für Wechselstrom als Kurzschluss betrachtet werden. Die Widerstände haben folgende Werte:  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_C = 3,9 \text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 910 \Omega$ .

(Annahme:  $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ ,  $I_B \ll I_Q$ ,  $I_C \approx I_E$ )

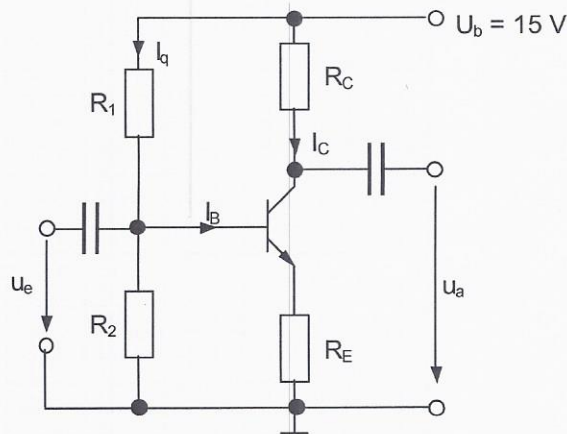


Bild 2.1

- 2.1 In welcher Grundsaltung wird der Transistor betrieben? (3 Punkte)
- 2.2 Skizzieren Sie das Großsignalersatzschaltbild für die Schaltung in Bild 2.1 ! (6 Punkte)
- 2.3 Skizzieren Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild für die Schaltung in Bild 2.1 ! (6 Punkte)
- 2.4 Berechnen Sie für den Arbeitspunkt der Schaltung folgende Werte: den Kollektorstrom  $I_{C,A}$ , die Kollektor-Emitter-Spannung  $U_{CE,A}$  und die Steilheit  $S$  ( $U_T = 26 \text{ mV}$ ,  $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ ). (7 Punkte)
- 2.5 An den Eingang wird eine Wechselspannung  $u_e$  angelegt. Berechnen Sie den Eingangswiderstand  $r_e$ , den Ausgangswiderstand  $r_a$  und die Spannungsverstärkung  $A = u_a / u_e$  der Schaltung ! (6 Punkte)
- 2.6 Verändern Sie die Schaltung in Bild 2.2 durch **Hinzufügen eines zusätzlichen Bauelements und Dimensionierung des Lastwiderstands  $R_L$**  (E24-Reihe) so, dass die Kleinsignal-Wechselspannungsverstärkung  $A$  etwa -165 beträgt. ( $R_C = 3,9 \text{ k}\Omega$ ) (6 Punkte)

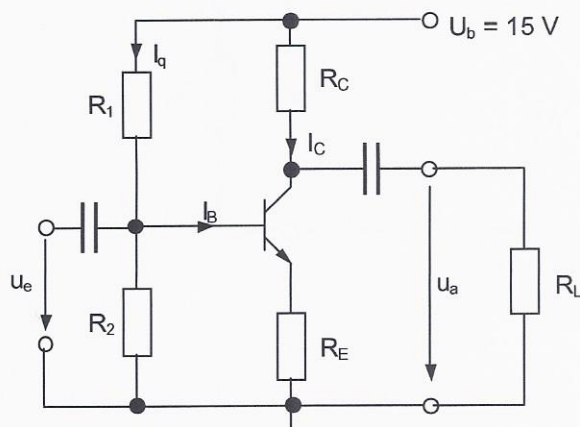


Bild 2.2

### Aufgabe 3:

Gegeben sei die Schaltung nach Bild 3.1. Die Kondensatoren können für Wechselstrom als Kurzschluss betrachtet werden. Die Schwellenspannung des Transistors ist  $U_{th} = -4 \text{ V}$ . Die Widerstände haben folgende Werte:  $R_G = 1 \text{ M}\Omega$ ,  $R_D = 1,8 \text{ k}\Omega$ ,  $R_L = 200 \text{ k}\Omega$ .

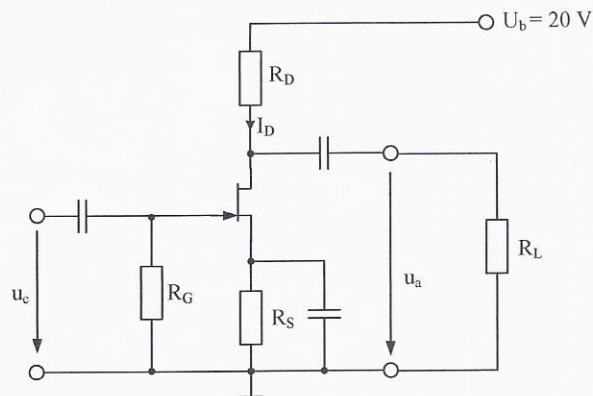


Bild 3.1

Der Transistor hat ein Kennlinienfeld nach Bild 3.2

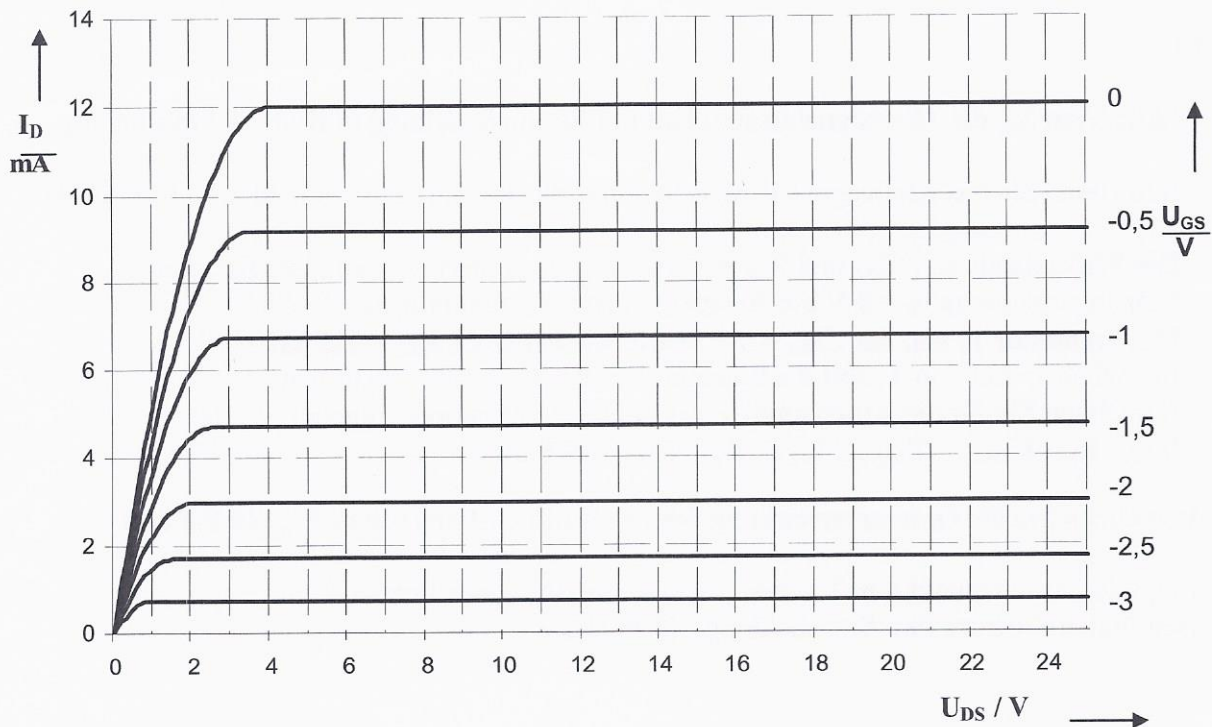


Bild 3.2

- 3.1 In welcher Grundschaltung wird der Transistor betrieben? (3 Punkte)
- 3.2 Lesen Sie aus dem Kennlinienfeld den Drainstrom  $I_{D0}$  ab! (2 Punkte)
- 3.3 Skizzieren Sie das Großsignal -Ersatzschaltbild für die Schaltung in Bild 3.1! (4 Punkte)
- 3.4 Der Arbeitspunkt der Schaltung soll bei der Gate-Source-Spannung  $U_{GS} = -1,5 \text{ V}$  liegen. Berechnen Sie den Steilheitskoeffizienten  $\beta$ , den Drainstrom  $I_D$ , den Wert des Widerstands  $R_S$  und die Drain-Source-Spannung  $U_{DS}$ . (5 Punkte)  
Tragen Sie nun die Lastgerade in das Kennlinienfeld ein und markieren Sie den Arbeitspunkt! (3 Punkte)
- 3.5 Skizzieren Sie das Kleinsignal – Ersatzschaltbild der Schaltung in Bild 3.1! (4 Punkte)
- 3.6 Berechnen Sie den Eingangswiderstand  $r_e$ , die Steilheit  $S$  im Arbeitspunkt und die Kleinsignal-Spannungsverstärkung  $A$  der Schaltung in Bild 3.1! (5 Punkte)

#### Aufgabe 4

Gegeben ist eine 2-stufige Verstärkerschaltung nach Bild 4.1 mit MOSFETs vom Anreicherungstyp. Die Daten der Transistoren sind:  $\beta = 1,39 \text{ mA/V}^2$ ,  $U_{th} = 4 \text{ V}$

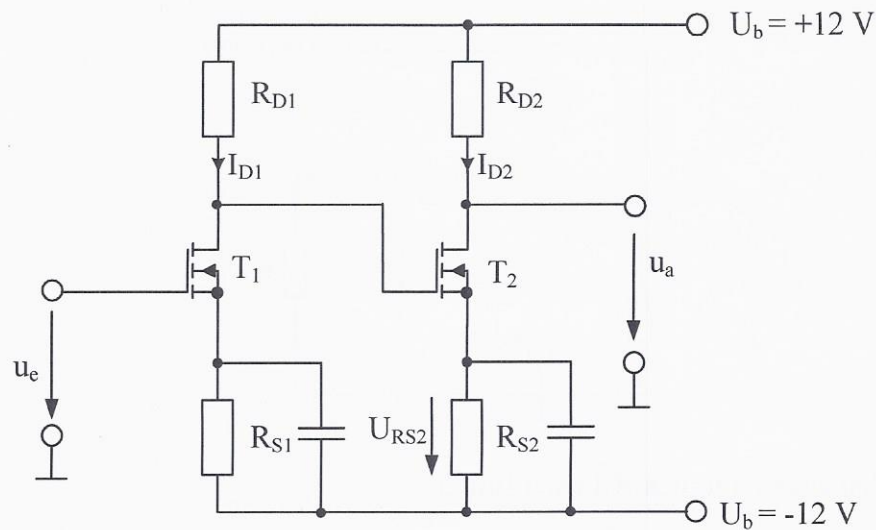


Bild 4.1

- 4.1 Skizzieren Sie das Großsignalersatzschaltbild für die Schaltung in Bild 2.1 ! (6 Punkte)
- 4.2 Skizzieren Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild für die Schaltung in Bild 2.1 ! (4 Punkte)
- 4.3 Die Widerstände  $R_{S1}$ ,  $R_{S2}$  und  $R_{D2}$  sollen so dimensioniert werden, dass für eine Eingangsspannung  $u_e = 0 \text{ V}$  die Ausgangsspannung ebenfalls  $u_a = 0 \text{ V}$  ist. Der Transistor  $T_1$  soll bei  $U_{GS1} = 7 \text{ V}$  betrieben werden. ( $R_{D1} = 1,5 \text{ k}\Omega$ ). Im Arbeitspunkt von  $T_2$  soll die Spannung an  $R_{S2}$   $U_{RS2} = 5 \text{ V}$  betragen. Berechnen Sie für die Arbeitspunkte der beiden Transistoren folgende Werte:  $I_{D1,A}$ ,  $R_{S1}$ ,  $U_{DS1,A}$ ,  $U_{GS2,A}$ ,  $I_{D2,A}$ ,  $R_{S2}$ ,  $R_{D2}$ . (9 Punkte)
- 4.4 Berechnen Sie die Gesamtverstärkung des zweistufigen Verstärkers  $A_{ges}$ ! (4 Punkte)
- 4.5 Liegt der Arbeitspunkt von Transistor 2 noch im Sättigungsbereich ? Begründen Sie kurz Ihre Entscheidung! (3 Punkte)

## Aufgabe 5

Gegeben ist eine Schaltung mit drei Operationsverstärkern nach Bild 5.1. Alle OP-Verstärker können als ideal betrachtet werden. Die passiven Bauelemente haben folgende Werte:

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 20 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 30 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = 20 \text{ nF}$ .

Die Aussteuergrenzen der OP-Verstärker sind  $\pm 15 \text{ V}$ .

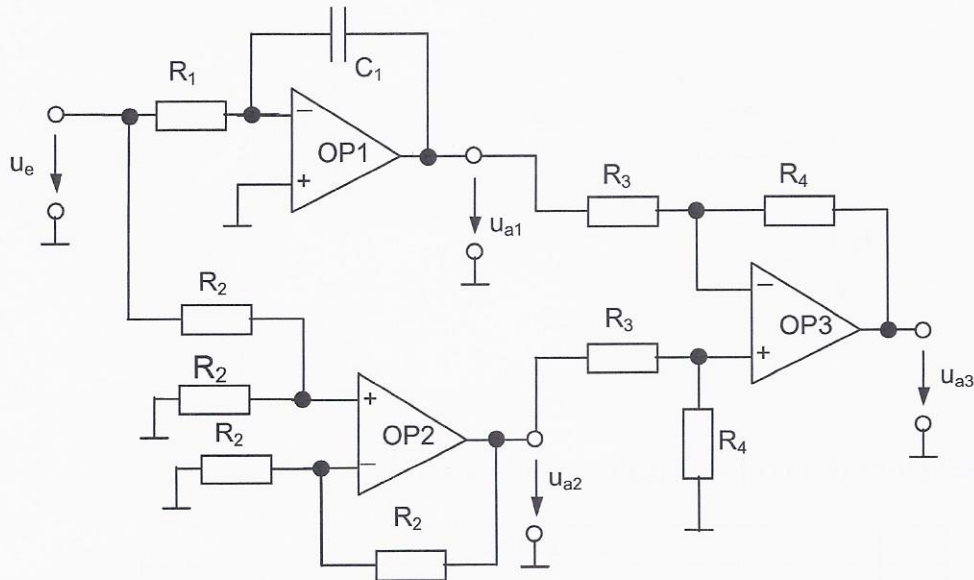
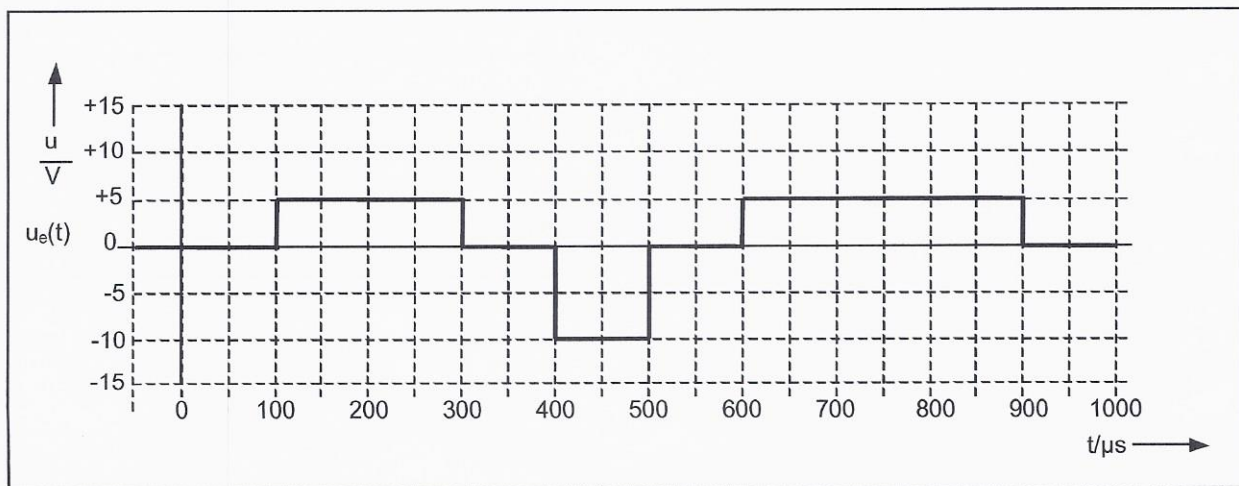


Bild 5.1

- 5.1 Nennen Sie die drei charakteristischen Eigenschaften eines "idealen" Operationsverstärkers! (3 Punkte)
- 5.2 Nennen Sie exakt die Schaltungen, in denen die drei Operationsverstärker betrieben werden ! (6 Punkte)
- 5.3 Geben Sie formelmäßig die Ausgangsspannungen  $u_{a1}(t)$ ,  $u_{a2}(t)$ , und  $u_{a3}(t)$  als Funktion einer zeitlich veränderlichen Eingangsspannung  $u_e(t)$  an. Setzen Sie die Werte der Bauelemente zur Berechnung von Zeitkonstanten und Verstärkungsfaktoren ein. (9 Punkte)
- 5.4 Stellen Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannungen  $u_{a1}(t)$ ,  $u_{a2}(t)$ , und  $u_{a3}(t)$  aus Bild 5.1 dar, wenn die Eingangsspannung  $u_e(t)$  den folgenden zeitlichen Verlauf hat ! (10 Punkte)



## Aufgabe 6

Gegeben ist eine Schaltung nach Bild 6.1. Der Operationsverstärker soll ideale Eigenschaften besitzen. **Die Aussteuer Grenzen des Operationsverstärkers sind  $\pm 12\text{ V}$ .** Die Bauelemente haben folgende Daten:  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 20\text{ k}\Omega$ ,

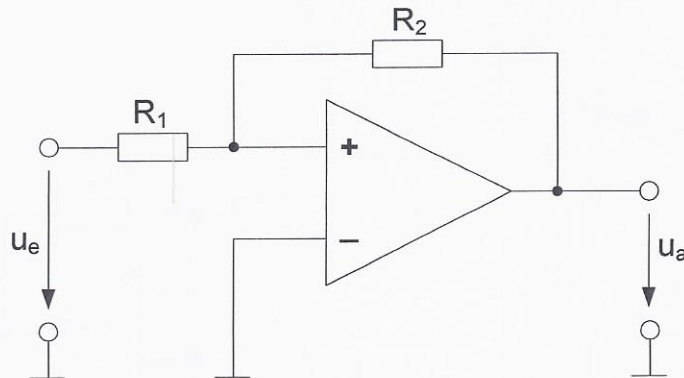


Bild 6.1

6.1 Welche Schaltung ist in Bild 6.1 realisiert? (2 Punkte)

Schaltung:

6.2 Berechnen Sie die Werte der Eingangsspannung  $u_e$  für die  $U_D = 0$  wird !  
(  $-12\text{ V} < u_e < +12\text{ V}$  ) (6 Punkte)

$u_{e1} =$

$u_{e2} =$

- 6.3 Am Eingang der Schaltung liegt eine Eingangsspannung  $u_e$  nach Bild 6.2 an. Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung  $u_a$  ! (4 Punkte)

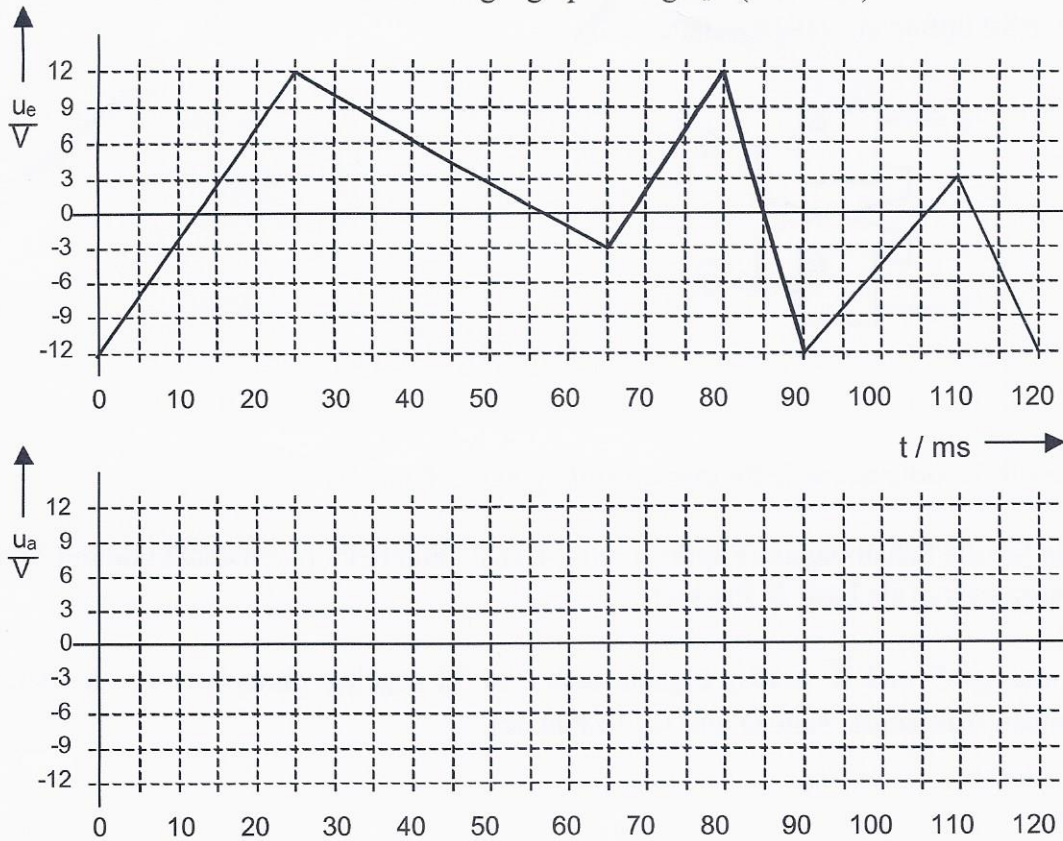
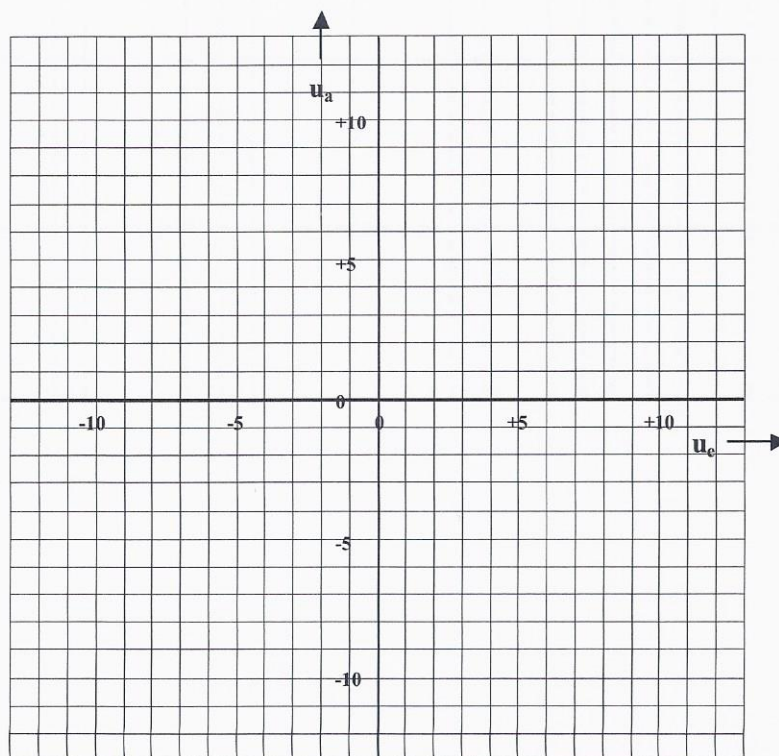


Bild 6.2

- 6.4 Skizzieren Sie den Verlauf der Ausgangsspannung  $u_a$  über der Eingangsspannung  $u_e$  ! (4 Punkte)



### Aufgabe 7:

Bild 7.1 zeigt ein RS-Flipflop aus NAND-Gattern.

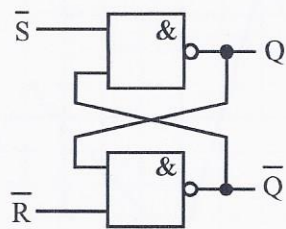


Bild 7.1

- 7.1 Geben Sie die Wahrheitstabelle für dieses Flipflop an! (3 Punkte)
- 7.2 Skizzieren Sie die Schaltung des Flipflops mit n-Kanal Feldeffekt Transistoren und mit FET's vom Verarmungstyp als Last! (6 Punkte)
- 7.3 An die Eingänge  $\bar{S}$  und  $\bar{R}$  werden Signale nach Bild 7.2 angelegt. Skizzieren Sie das daraus resultierenden Ausgangssignale Q und  $\bar{Q}$ ! (6 Punkte)

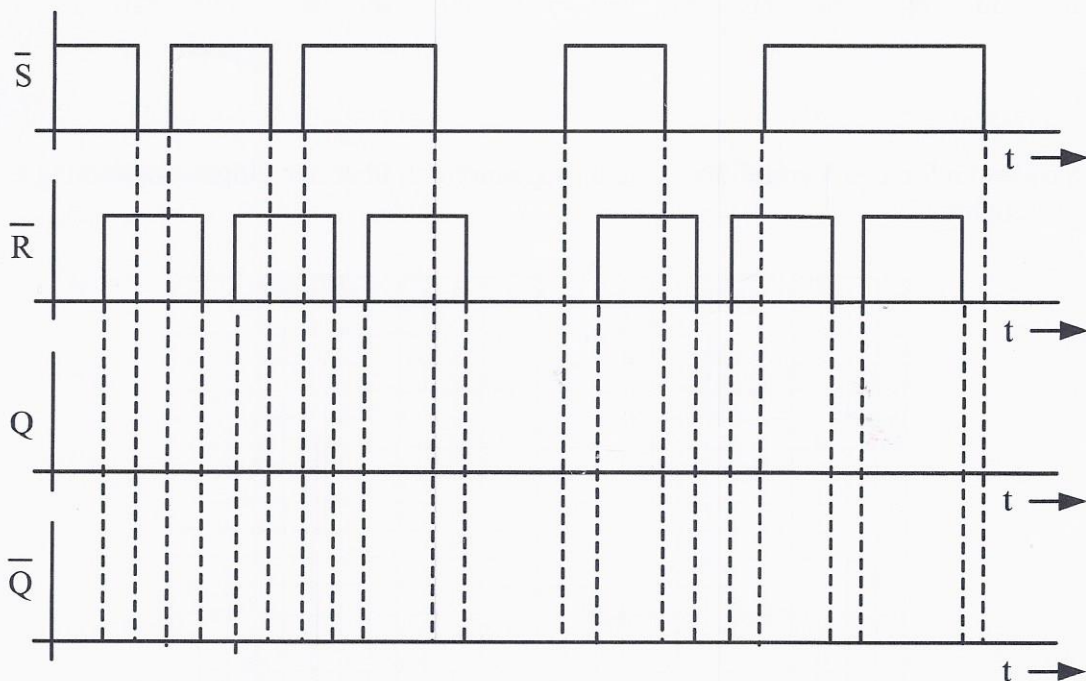


Bild 7.2