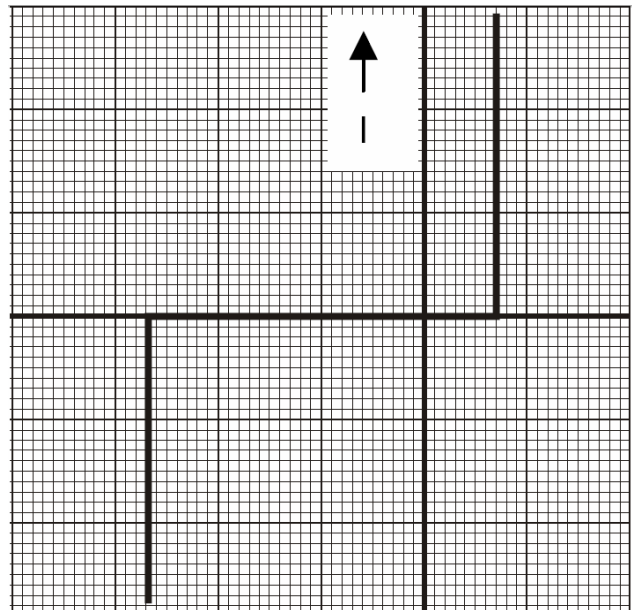


Aufgabe 1

1.1 Skizzieren Sie die I-U Kennlinie einer z Diode mit $U_z = 2,7V$ im Durchlass- und im Sperrbereich!

(Beschriften Sie Bitte den Diagramm) (3 Punkte)



1.2 Skizzieren Sie die Strom-Spannungskennlinien in Bild 1.1 und Durchlass- und in Sperrbereich! (Beschriften Sie bitte das Diagramm)

(Die eingezeichneten Pfeile geben die positive Zahlrichtung an. Die Diode ist eine Si-Diode und die z-Diode ist von Typ ZD 3.3) (4 Punkte)

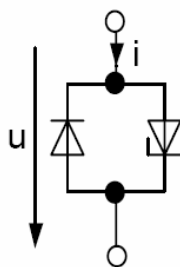
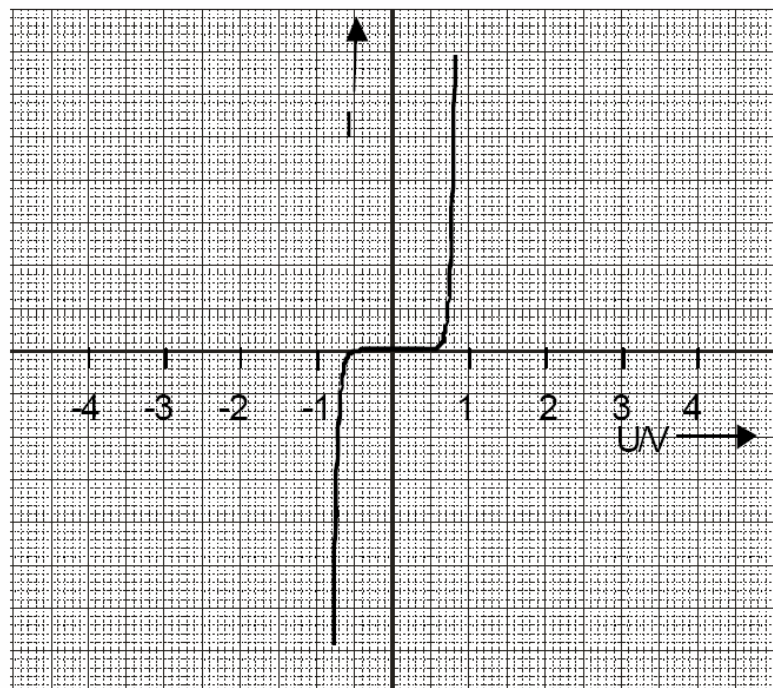


Bild 1.1



1.3 Gegeben ist eine Schaltung nach Bild 1.2. Zur Stabilisierung der Spannung U_z $\square\square\square\square$ Strom $6\text{ mA} < I_z < 12\text{ mA}$ durch die z-Diode fließen. Der Strom an $\square\square\square\square L...$ Widerstand R_L $I_L = 100\text{ mA}$ betragen. Bestimmen Sie die Widerstandswerte für R_v und R_L . Wählen Sie für die Werte aus der E24 Reihe (8Punkte)

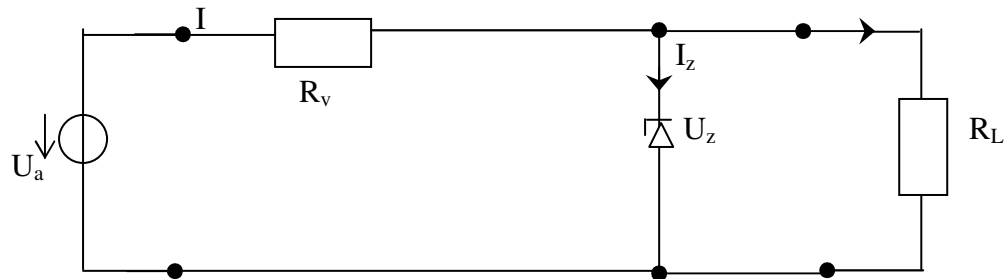


Bild 1.2

$$106\text{ mA} < I < 112\text{ mA}$$

$$R_L: R_L = \frac{U_z}{I_L} = \frac{5,1\text{ V}}{100\text{ mA}} = 51\Omega \quad (= E24)$$

$$R_v: \frac{U_o - U_z}{112\text{ mA}} < R_v < \frac{U_o - U_z}{106\text{ mA}}$$

$$\frac{6,9\text{ V}}{112\text{ mA}} < R_v < \frac{6,9\text{ V}}{106\text{ mA}}$$

$$61,6\text{ }\Omega < R_v < 65,09\text{ }\Omega$$

$$\Rightarrow E24 R_v = 62\text{ }\Omega$$

$$R_v = 62\text{ }\Omega$$

5

$$R_L = 51\Omega$$

3

Aufgabe 2

Gegeben sei eine Schaltung nach Bild 2.1. Der Transistor habe eine Stromverstärkung von $\beta = 400$. Die Widerstände haben folgende Werte $R_1 = 13\text{ k}\Omega$, $R_2 = 2\text{ k}\Omega$, $R_C = 6,3\text{ k}\Omega$, $R_E = 1,0\text{ k}\Omega$, (Annahme $U_{BE} = 0,7\text{ V}$, $I_B \gg I_{C1}$, $I_B \ll I_C$, $I_C = I_{C1}$, $\beta \rightarrow \infty$)

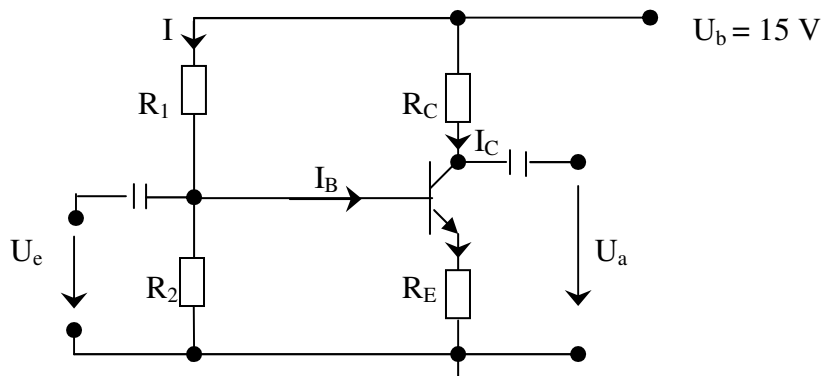


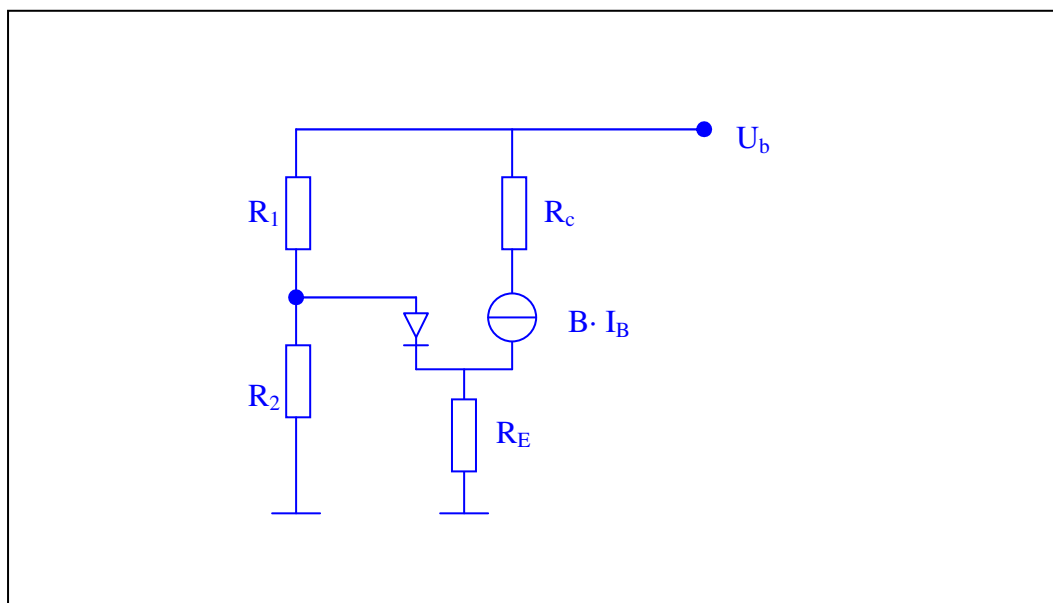
Bild 2.1

Aufgabe 2.1

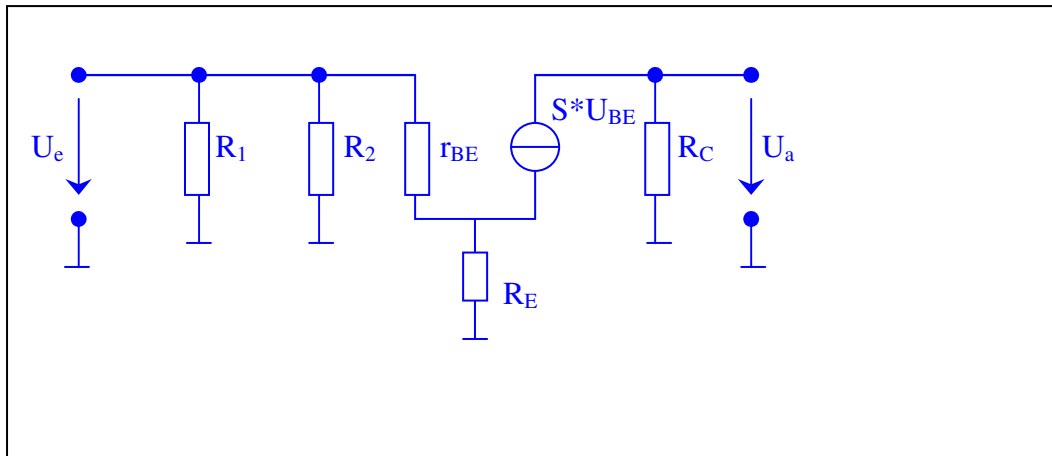
In welche Grundschaltung wird der Transistor betrieben. (3 Punkte)

Emitterschaltung mit Stromgegenkopplung

2.2 Skizzieren Sie das Großsignal- (Gleichstrom)- Ersatzschaltbild für die Schaltung in Bild 2.1 (6 Punkte)



2.3 Skizzieren Sie das Kleinsignal- Wechselstromersatzschaltbild für die Schaltung im Bild 2.1! (8 Punkte)



2.4 In welchen Arbeitspunkt (U_{CE} , I_C) wird der Transistor betrieben (6 Punkt)

?

$$? \quad U_{CE} = 0,7 + I_B \cdot R_1 \Rightarrow I_B = I_C = \frac{U_{CE} \cdot 6,7 \text{ V}}{1 \text{ K}\Omega}$$

$$= \frac{R_2}{R_2 + R_1} \cdot U_b : \frac{2 \text{ K}\Omega}{15 \text{ K}\Omega} \cdot 15 \text{ V} = 2 \text{ V}$$

$$I_E = I_C = \frac{U_E}{R_E} = \frac{1,3 \text{ V}}{1 \text{ K}\Omega} = 1,3 \text{ mA}$$

$$U_{CE} = U_2 = (R_E + R_B) \cdot I = 15 \text{ V} = 15 \text{ V} - (6,2 + 1) \cdot 1,3 \text{ mA} = 5,64 \text{ V}$$

$$U_{CE} = 5,64 \text{ V}$$

$$I = 1,3 \text{ mA}$$

2.5 Berechnen Sie den Basisstrom I_B , die Steilheit S in Arbeitspunkt, den Eingangswiderstand R_1 , den Ausgangswiderstand R_2 und die Leerlauf-Spannungsverstärkung A der Schaltung in Bild 2.1! ($U_T = 26 \text{ mV}$) (10 Punkte)

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{1,3 \text{ mA}}{400} = 3,25 \mu\text{A}$$

$$S = \frac{I_C}{U_T} = \frac{1,3 \text{ mA}}{26 \text{ mV}} = 50 \text{ mS}$$

$$? \quad R_1 \parallel R_2 \parallel (r_{BE} + \beta \cdot R_E) \quad , \quad R_{BE} = \frac{\beta}{S} = \frac{400}{50 \text{ mS}}$$

?

?

?

?

$$? \quad 13 \text{ K}\Omega \parallel 2 \text{ K}\Omega \parallel 408 \text{ K}\Omega \approx 13 \text{ K}\Omega \parallel 2 \text{ K}\Omega$$

?

?

$$? \quad S \cdot R_C = 50 \text{ mS} \cdot 6,2 \text{ K}\Omega \Rightarrow f$$

?

$$? \quad A = \frac{U_A}{U_E} = - \frac{R_2}{R_E} = \frac{6,2 \text{ K}\Omega}{1 \text{ K}\Omega} = -6,2$$

$$I_B = 3,25 \mu\text{A}$$

$$S = 50 \text{ mS}$$

$$r_1 = 1,73 \text{ K}\Omega$$

$$r_2 = 6,2 \text{ K}\Omega$$

$$A = -6,2$$

2.6 Zur Schaltung nach Bild 2.1 wird durch eine zweite Verstärkerstufe erweitert. Die zusätzlichen Widerstände haben die Werte $R_{C2} = 1 \text{ K}\Omega$, $R_{E2} = 2 \text{ K}\Omega$, $R_C = 10 \text{ K}\Omega$ (Annahme $U_{B2} = 0,7 \text{ V}$, $I_{B2} \ll I_{C2}$, $I_{C2} = I_{E2}$, $r_{CE2} = \infty$)

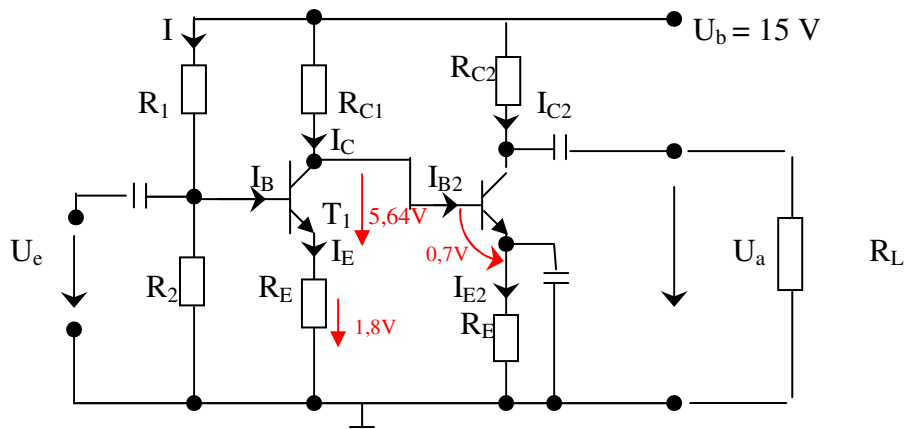


Bild 2.2

Berechnen Sie den Kollektorstrom I_{C2} und die Steilheit S_2 des Transistors 2 im Arbeitspunkt, den Eingangswiderstand R_2 , den Ausgangswiderstand R und die Gesamt-Spannungsverstärkung A die Schaltung in Bild 2.2! ($U_r = 26 \text{ mV}$) (12 Punkte)

? $= \frac{6,24\text{V}}{2 \text{ K}\Omega} = 3,12 \text{ mA} = I_{C2}$

? $S_2 = \frac{I_{C2}}{U_r} = \frac{3,12 \text{ mA}}{26 \text{ mV}} = 120 \text{ mS}$

? $r_2 = \frac{\beta}{S_2} = \frac{400}{120 \text{ mS}} = 3,33 \text{ K}\Omega$

? $r_{C2} = R_{C2} \parallel R_C = 1 \text{ K}\Omega \parallel 10 \text{ K}\Omega = 910 \Omega$

$$I_{C2} = \frac{U_{B2} - U_{BE}}{R_{C2} + R_E} = \frac{6,24\text{V} - 0,7\text{V}}{1\text{K}\Omega + 10\text{K}\Omega} = 3,12\text{mA}$$

$r_{C2} = R_{C2} \parallel R_C = 1\text{K}\Omega \parallel 10\text{K}\Omega = 910\Omega$
 $A_2 = \frac{r_{C2}}{r_2} = \frac{910\Omega}{3,33\text{K}\Omega} = 0,273$
 $A_1 = -\beta_1 \cdot \frac{R_{C1}}{R_{E1}} = -400 \cdot \frac{10\text{K}\Omega}{1\text{K}\Omega} = -4000$
 $A = A_1 \cdot A_2 = -4000 \cdot 0,273 = -1092$
 $r_2 = \frac{\beta}{S_2} = \frac{400}{120\text{mS}} = 3,33\text{K}\Omega$
 $r_{C2} = 910\Omega$
 $A = 236,6$

Aufgabe 3

Gegeben sei die Schaltung nach Bild 3.1. Der Eingangsstrom des Transistors sei vernachlässigbar klein. Die Kondensatoren können für Wechselstrom als kurzschluss betrachtet werden. Die Schwellspannung des Transistors ist $U_{th} = -6V$.

Die Widerstände haben folgende Werte $R_{\square} = 51\text{ k}\Omega$, $R_G = 510\text{ k}\Omega$, $R_D = 910\text{ }\Omega$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$

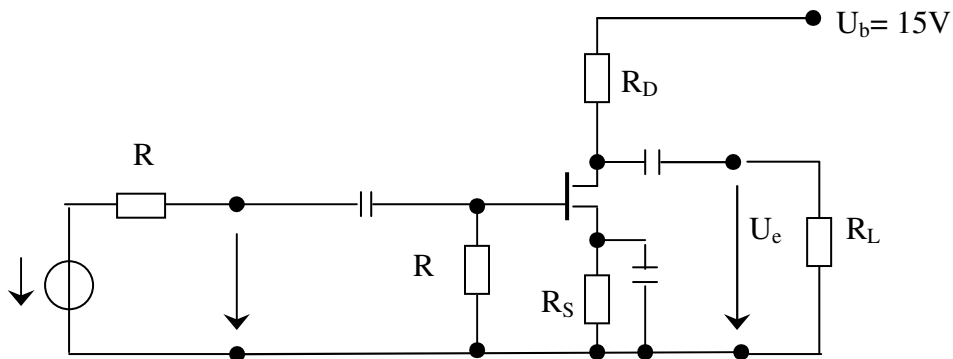
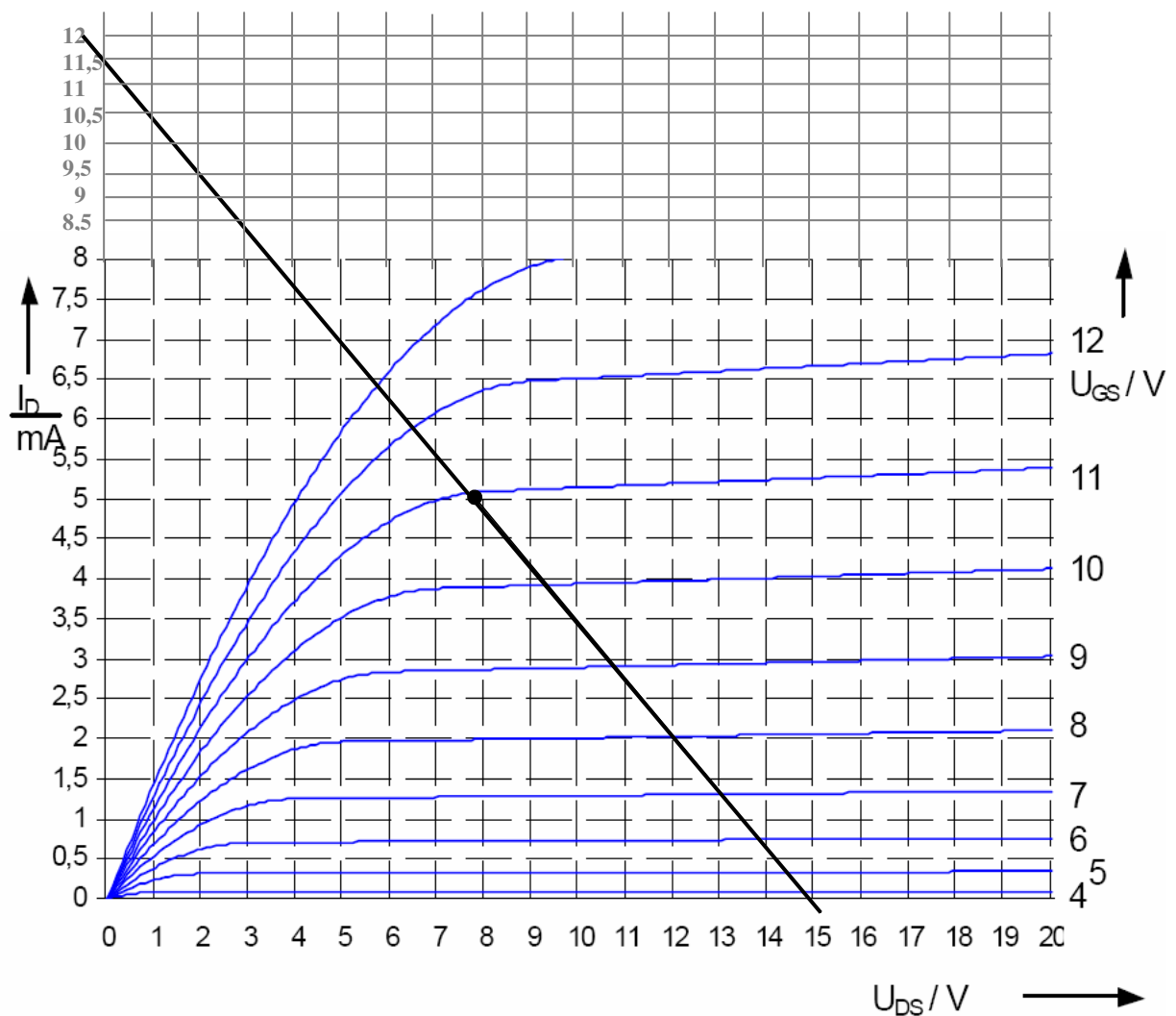


Bild 3.1

Der Transistor hat ein Kennlinienfeld nach Bild 3.2



3.1 Welche Grundschialtung wird der Transistor betrieben? (3 Punkte)

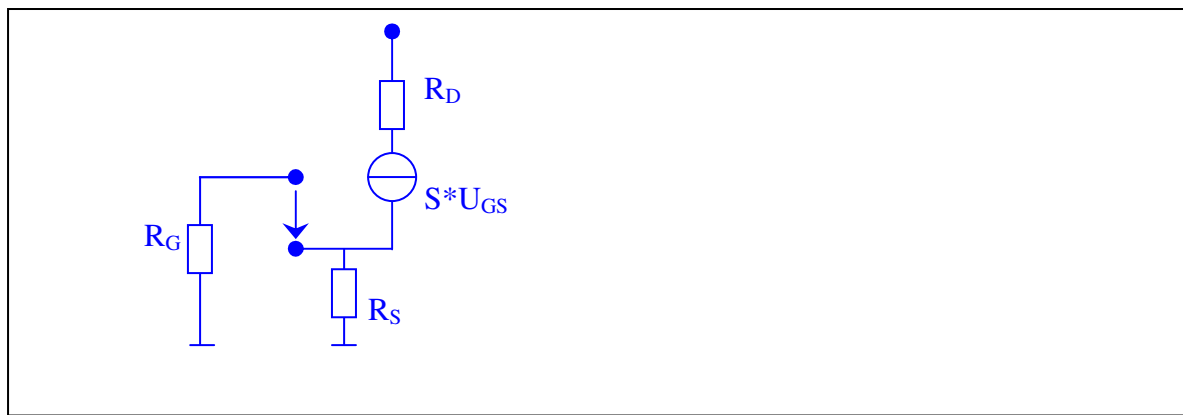
Source-Schaltung mit Gleichstromgegenkopplung

3.2 Bestimmen Sie mit den Kennlinienfeld den Drainstrom I_{D0} ! (3 Punkte)

$$I_{D0} = I_D = 0$$

$$I_{D0} = 15\text{mA}$$

3.3 zeichnen sie das Großsignal (Gleichstrom) –Ersatzschaltbild für die Schaltung im Bild 3.1 (4 Punkte)



3.4 Der Arbeitspunkt der Schaltung soll bei der Gate-source-Spannung $U_{GS} = -2,5\text{V}$ liegen. Berechnen Sie den Drainstrom und den Wert des Widerstandes R_S . (5Punkte)

Tragen Sie die Lastgerade in das Kennlinienfeld ein und markieren Sie den Arbeitspunkt! (3 Punkt)

$$I_D = \frac{\beta}{2} (U_{GS} - U_{th})^2$$

$$\frac{\beta}{2} = \frac{I_D}{U_{th}}$$

$$= \frac{15\text{mA}}{36\text{V}^2} (-2,5\text{V} + 6\text{V})^2 = \frac{15\text{mA}}{36\text{V}^2} * (3,5)^2\text{V}^2 = 5,1\text{mA}$$

$$R_S = \frac{-U_{GS}}{I_D} = \frac{2,5\text{V}}{5,1\text{mA}} = 490\ \Omega$$

↳ gerade

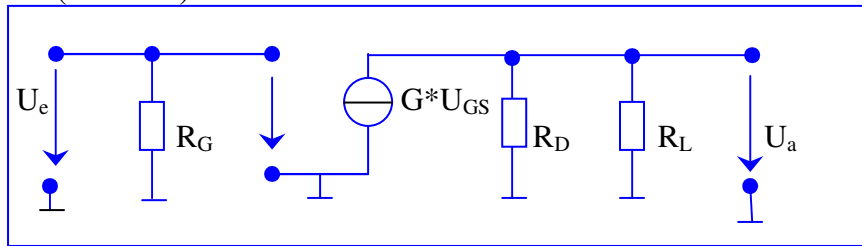
1. $I_D = 0, U_{DS} = 15\text{V}$

2. $U_{DS} = 0, I_D = \frac{U_D}{\square\square + \square\square} =$

$$I_D = 5.1\text{mA}$$

$$R_S = 490\ \Omega$$

3.5 Skizzieren Sie das Kleinsignal (Wechselstrom-Ersatzschaltbild) der Schaltung.
(6 Punkte)



3.6 Berechnen Sie den Eingangswiderstand r_e die Steiheit S in Arbeitspunkt und die Kleinsignal Wechselspannungsverstärkung A der Schaltung im Bild 3.1! (8 Punkte)

$$R_e = R_G$$

$$S = 2 \frac{I_D}{U_{th}^2} (U_{GS} - U_{th})$$

$$= 2 \frac{15 \text{ mA}}{36 \text{ V}^2} (3,5 \text{ V}) = 2,92 \text{ mS}$$

$$A = -S * (R_D \parallel R_L) = -2,92 \text{ mS} * (910 \Omega \parallel 10 \text{ K}\Omega)$$

$$= -2,92 \text{ mS} * 834 = -2,43$$

$$R_e = 510 \text{ k}\Omega$$

$$S = 2,92 \text{ mS}$$

$$A = -2,43$$

Aufgabe 4

Gegeben ist eine Schaltung mit drei Operationsverstärkern nach bild 4.1. 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 $\pm 15\text{V}$.

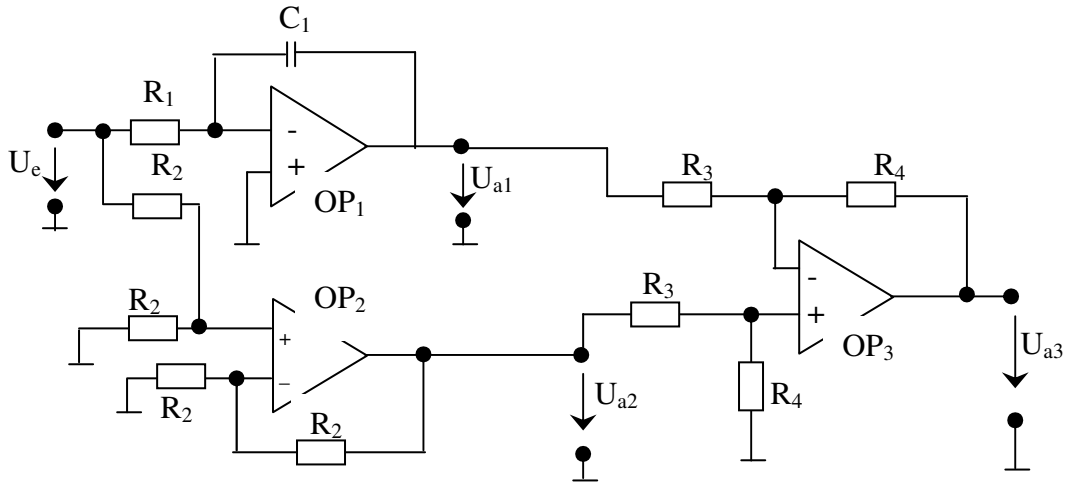


Bild 4.1

4.1 Nennen Sie drei der Eigenschaften, die man bei einem „idealen“ Operation Verstärker voraussetzt (3 Punkte)

$r_{\text{ein}} \Rightarrow \infty$	$r_{\text{aus}} \Rightarrow 0$	$A \Rightarrow \infty$
-------------------------------------	--------------------------------	------------------------

4.2 In welchen Grundschaltungen werden die Operationsverstärker betrieben (6 Punkte)

OP ₁	invertierender Integrator	2P
OP ₂	nichtinvertierender Verstärker	2P
OP ₃	Subtrahieren	2P

4.3 Berechnen Sie die Spannungen $U_{a1}(t)$, $U_{a2}(t)$ und $U_{a3}(t)$ als Funktion

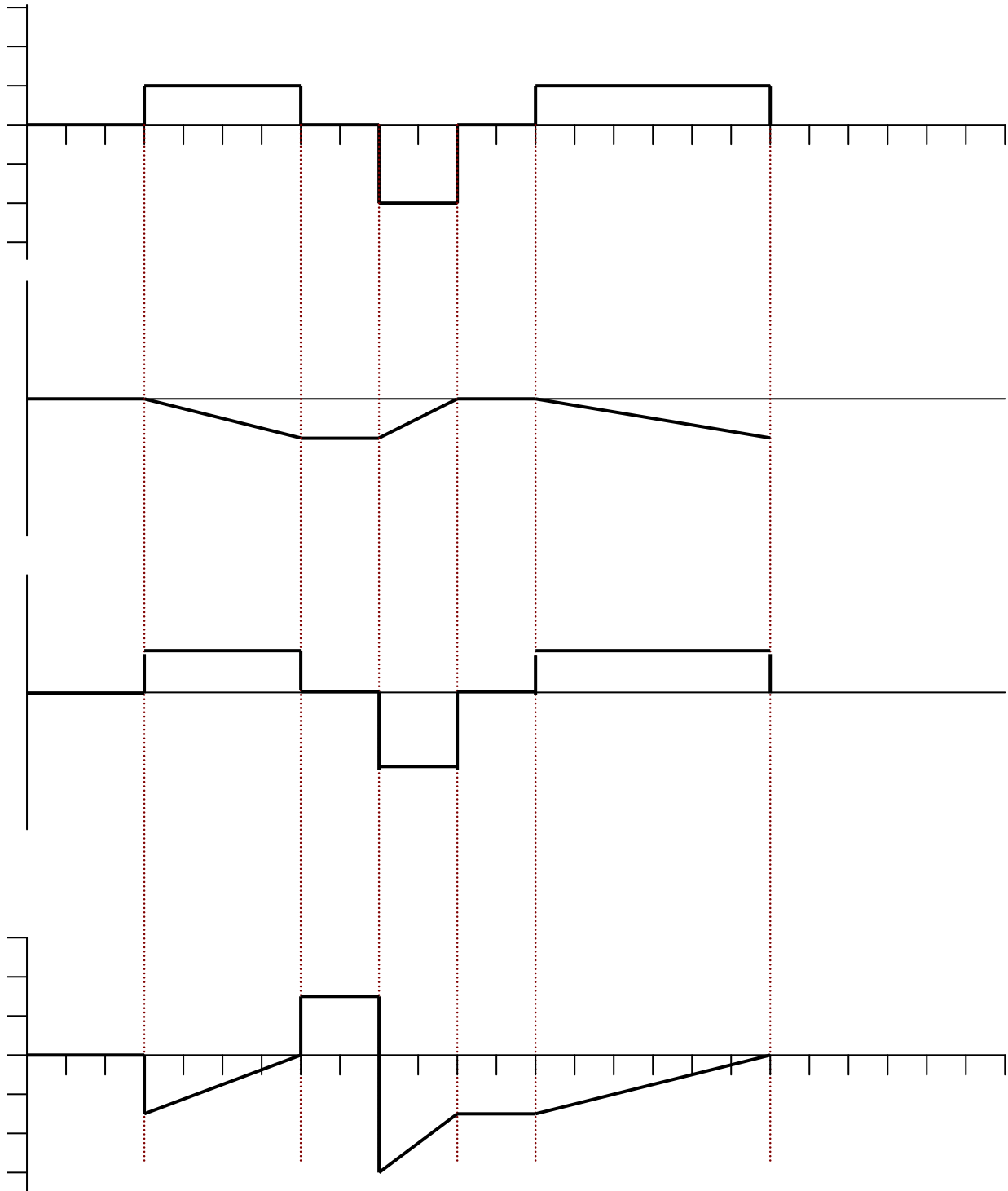
$$U_{a1}(t) = -\frac{1}{R_1 \cdot C_1} \int u_e dt = -\frac{1}{200\mu s} \int u_e dt$$

$$U_{a2}(t) = \frac{R_2}{2 \cdot R_2} \left(\frac{R_2}{R_2} + 1 \right) \cdot U_e = U_e$$

$$U_{a3}(t) = -\frac{R_4}{R_3} (U_{a1} - U_{a2}) = -\frac{3}{2} (U_{a1} - U_{a2})$$

4.4 Tragen Sie in das folgende Diagramm die Ausgangsspannungen $U_{a1(t)}$, $U_{a2(t)}$ und $U_{a3(t)}$ ein, wenn die Eingangsspannung $U_{e(t)}$ den folgenden zeitlichen Verlauf hat. (10 Punkte)

(Hinweis Berechnen Sie die Spannung U_{a1} für die Zeitpunkte $100\ \mu\text{s}$, $300\ \mu\text{s}$, $400\ \mu\text{s}$, $500\ \mu\text{s}$, $600\ \mu\text{s}$, und $900\ \mu\text{s}$)



Aufgabe 5

Gegeben ist eine Schaltung nach Bild 5.1. Der Operationsverstärker soll idealer Eigenschaften besitzen. Die Aussteuerbreiten des Operationsverstärkers sind $\pm 12\text{ V}$.

Die Bauelemente haben folgende Daten: $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $zD_1: U_z = 4,7\text{ V}$, $zD_2: U_z = 6,8\text{ V}$.

Die Durchlass – Spannung der Dioden sei $0,7\text{ V}$

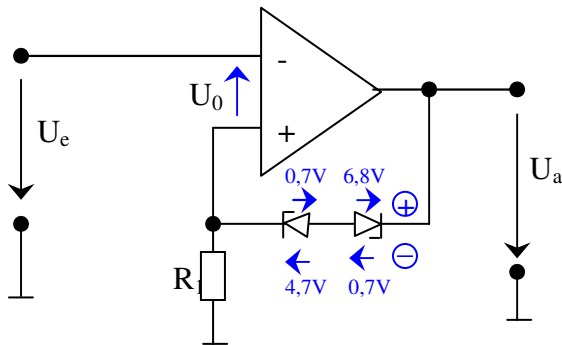


Bild 5.1

5.1 Welche Grundschialtung ist in Bild 5.1 realisiert? (3 Punkte)

Grundschialtung
Invertierender Schmitt-Trigger

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

$U_D = 0$ für $U_e = U_{R1}$

- $U_e = -12\text{ V} \Rightarrow U_a = +12\text{ V} \Rightarrow U_{R1} = 12\text{ V} - 6,8\text{ V} - 0,7\text{ V} = 4,5\text{ V}$
- $U_e = +12\text{ V} \Rightarrow U_a = -12\text{ V} \Rightarrow U_{R1} = -12\text{ V} + 4,7\text{ V} + 0,7\text{ V} = -6,6\text{ V}$

$$U_{e1} = 4,5\text{ V}$$

$$U_{e2} = -6,6\text{ V}$$

5.3 Am Eingang der Schaltung liegt eine Eingangsspannung U_e nach Bild 5.2 an Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung u_a ! (6Punkte)

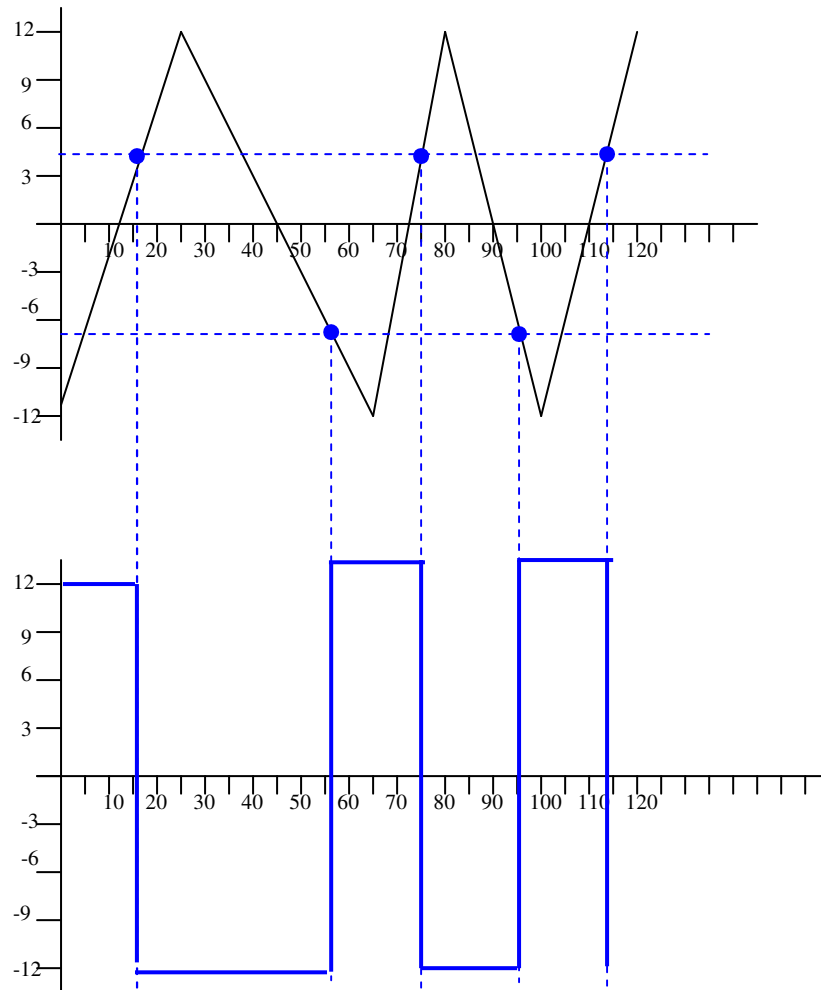
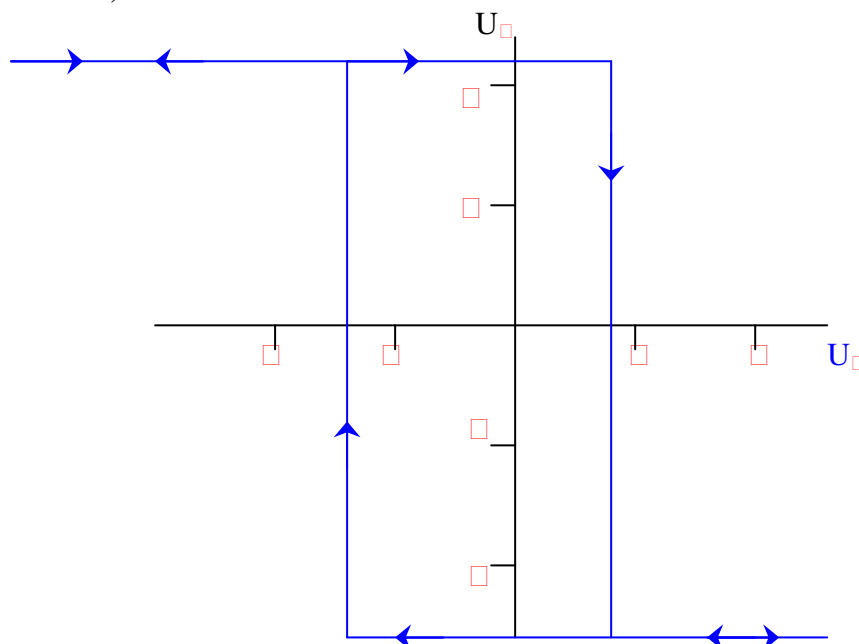


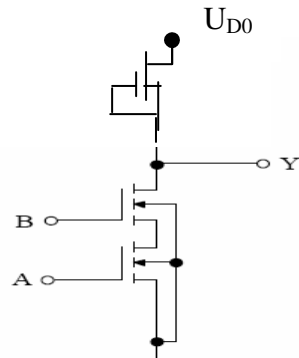
Bild 5.2

5.4 Skizzieren Sie den Verlauf der Ausgangsspannung u_a über der Eingangsspannung u_e (6 Punkte)

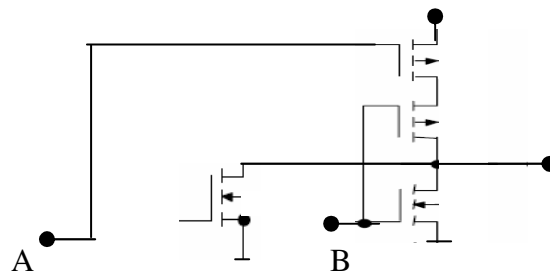


Aufgabe 6

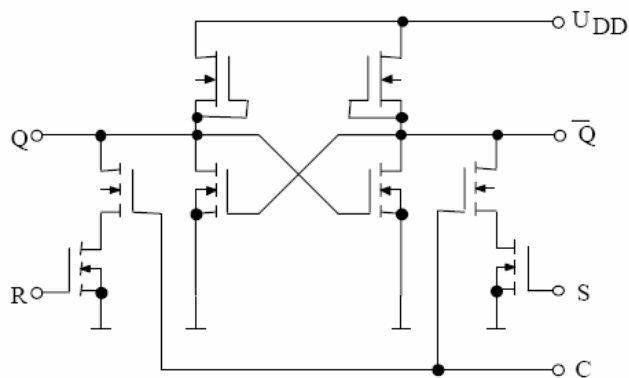
6.1 Skizzieren Sie ein Nand-Gatter mit 2 Eingängen in NMos- Technik mit einem n-kanal- Transistor von Verarmungstyp als Lastwiderstand! (5 Punkte)



6.2 Skizzieren Sie ein NoR-Gatter mit zwei Eingängen in CMOS-Technik ! (6 Punkte)



6.3 Gegeben ist eine Schaltung nach 6.1 Ergänzen Sie die Wahrheitstabelle der Schaltung! Welche Schaltung ist im Bild 6.1 dargestellt? (6 Punkte)



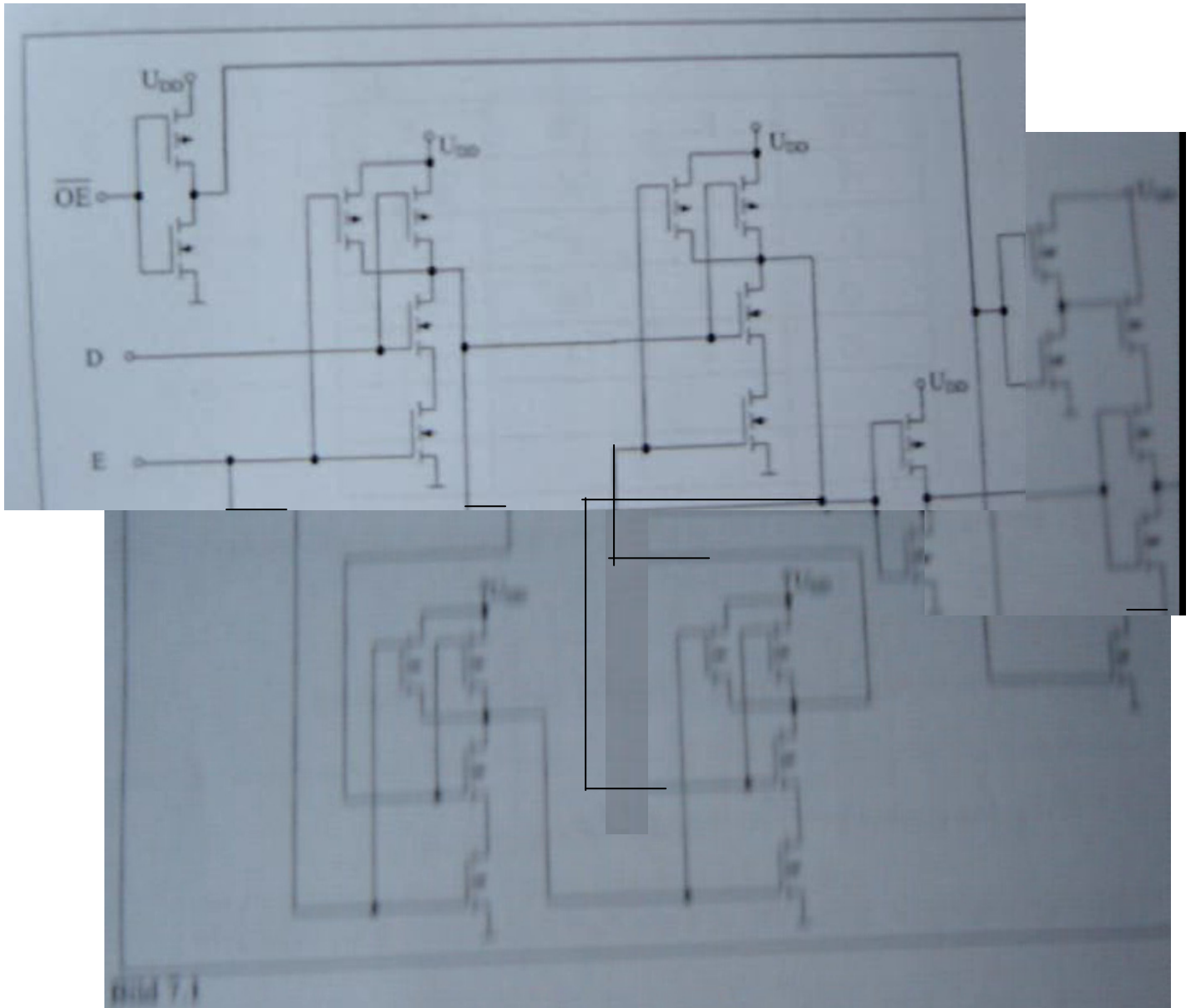
C	S	R	Q	$\bar{Q}$
0	X	X	Q_{-1}	$\bar{Q}_{-1}$
1	0	0	Q_{-1}	$\bar{Q}_{-1}$
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0

Bild 6.1

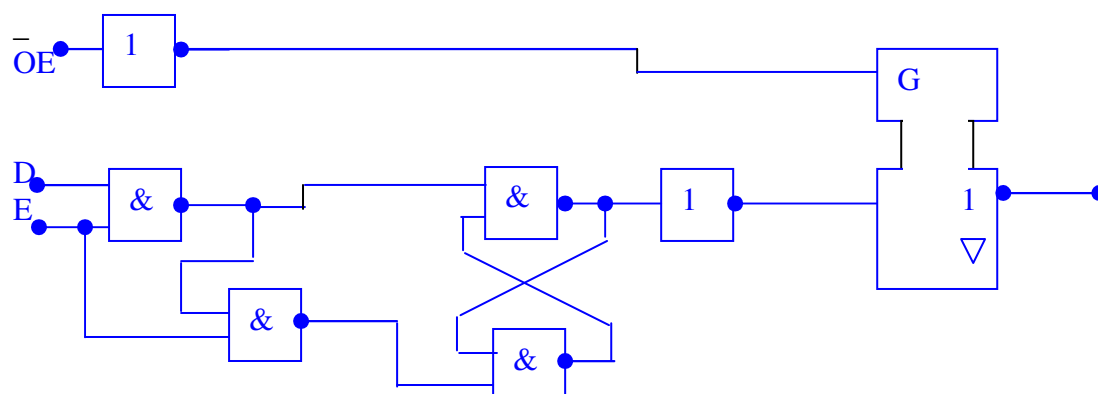
Taktzustandsgesteuertes RS-FF

Aufgabe 7

Die Schaltungstechnische Auslegung einer logischen Schaltung ist in Bild 7.1 dargestellt



7.1 Zeichnen Sie die Schaltung in Bild 7.1 aus logischen Gattern mit den genormten Symbolen DIN 40900! (8 Punkte)



7.2 Erstellen Sie die Wahrheitstabelle für die Schaltung in Bild 7.1 (6 Punkte)

Verwenden Sie bitte folgende Bezeichnungen: Low: 0, High:1, Hochomig: Hiz, Logische zustände beliebig: X

$\overline{\text{OE}}$	E	D	Y
1	X	X	Hiz
0	0	X	Y_{-1}
0	1	0	0
0	1	1	1

7.3 Welche Funktion ist mit der Schaltung im Bild 7.1 realisiert? (4 Punkte)

D- Flip-flop mit Tri-State Ausgang

Aufgabe 8

Gegeben ist ein Flip Flop nach Bild 8.1

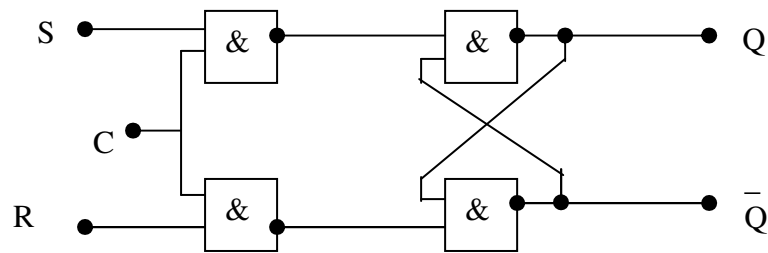


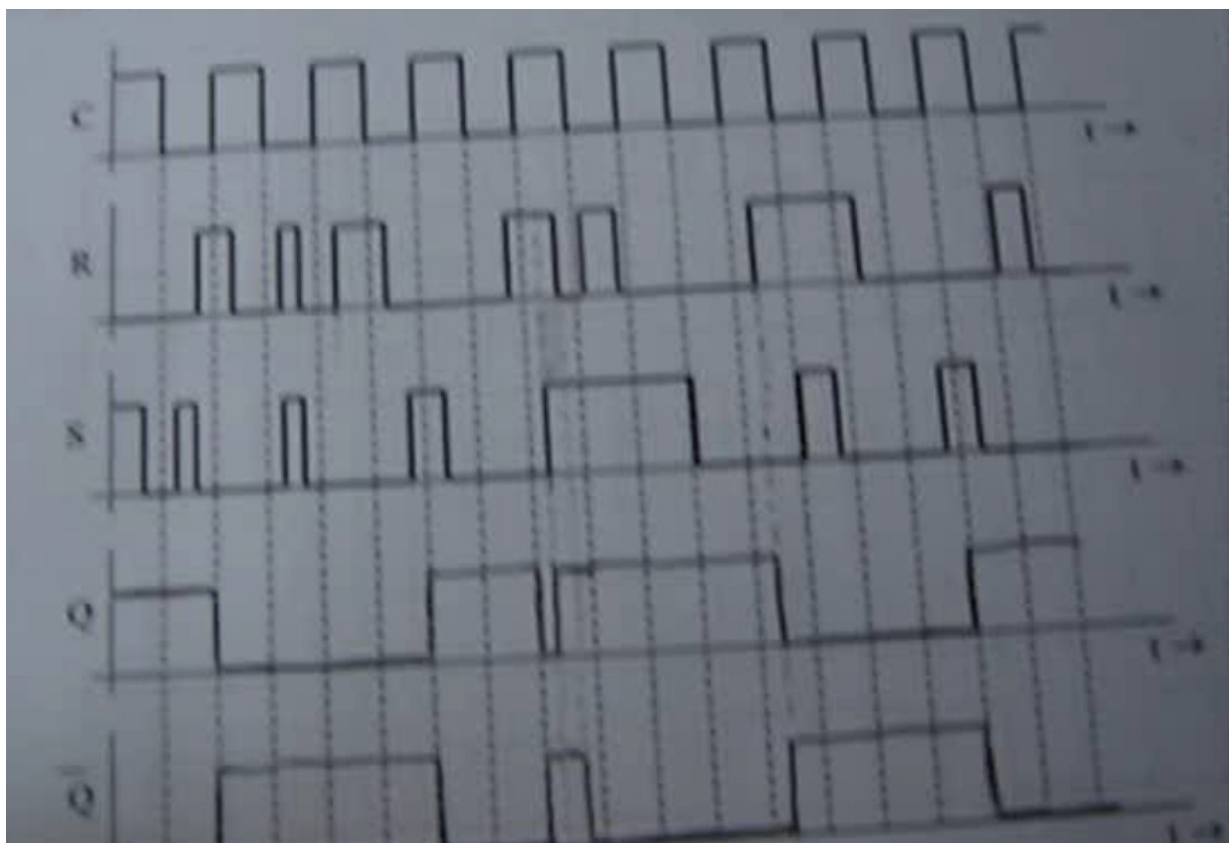
Bild 8.1

8.1 Ergänzen Sie die Wahrheitstabelle für das in Bild 8.1 gezeigte Flip-Flop! (4 Punkte)

C	S	R	Q	$\bar{Q}$
0	X	X	Q_{-1}	Q_{-1}
1	0	0	Q_{-1}	Q_{-1}
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

8.2 An die Eingänge werde Signale nach Bild 8.2 angelegt.

Skizzieren Sie die entsprechenden Signale an die beiden Ausgänge! (8 Punkte)



Aufgabe 9

9.1 Ergänzen Sie die in Bild 9.1 dargestellten T-Flipflops zu einem **asynchronen binären Rückwärtszähler**. Verwenden Sie gegebenenfalls zusätzliche logische Grundgatter! (4 Punkte)

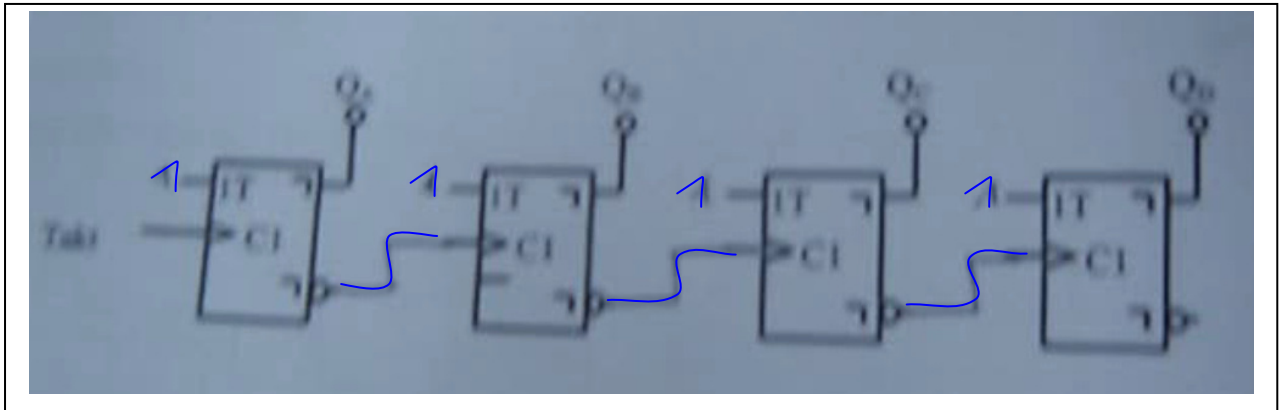


Bild 9.1

9.2 Ergänzen Sie die in Bild 9.2 dargestellten Schaltung zu einem **Synchronen binären Vorwärtszähler**. Verwenden Sie gegebenenfalls zusätzliche logische Grundgatter! (8 Punkte)

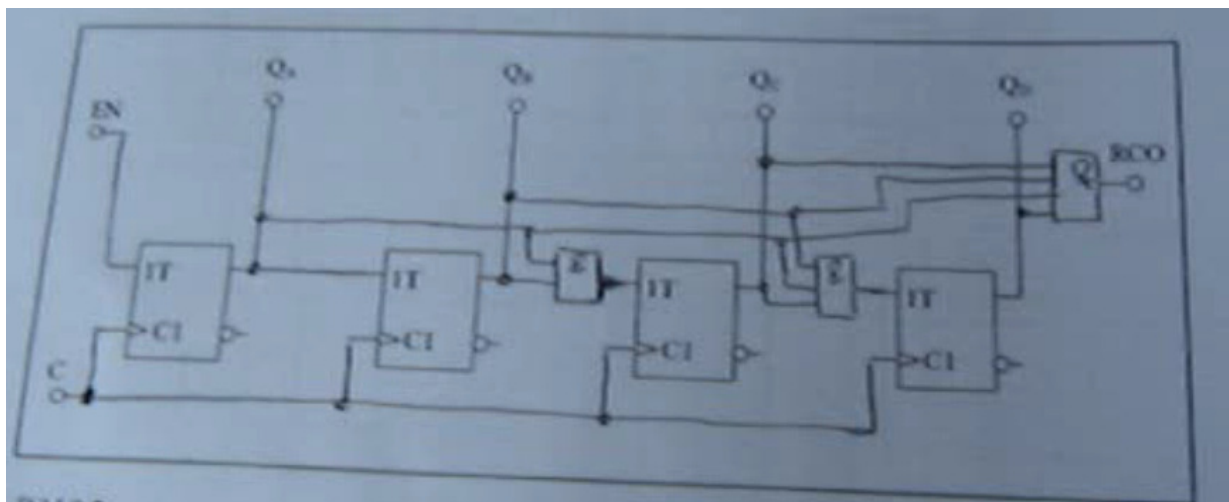
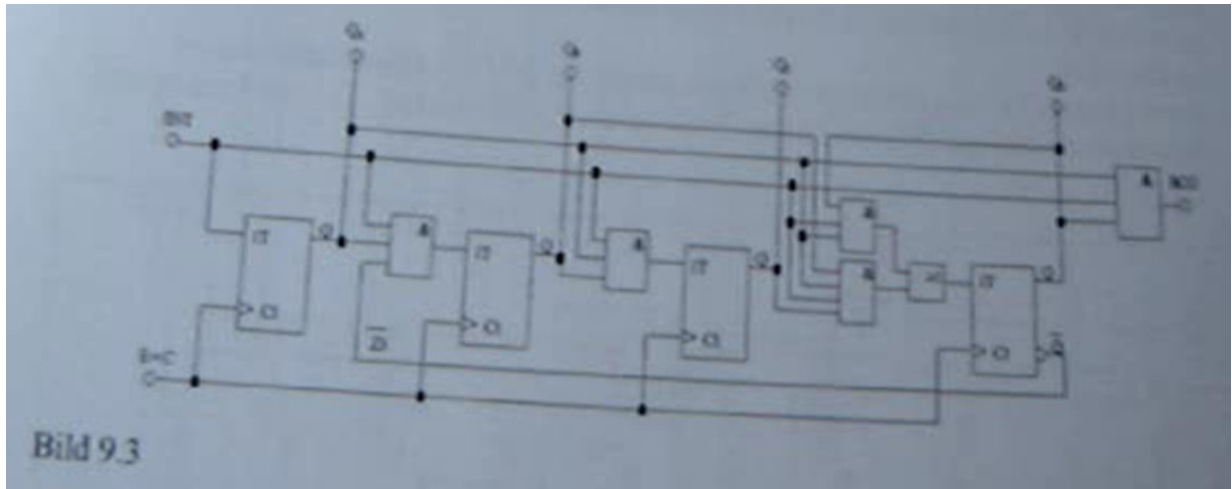


Bild 9.2

9.3 Beschreiben Sie die beiden Zählschaltungen in Bild 9.3 und 9.4 nach folgenden Kriterien
synchron, asynchron, vorwärts, rückwärts, binärer Code, Gray-Code, BCD-Code!
(10 Punkte)



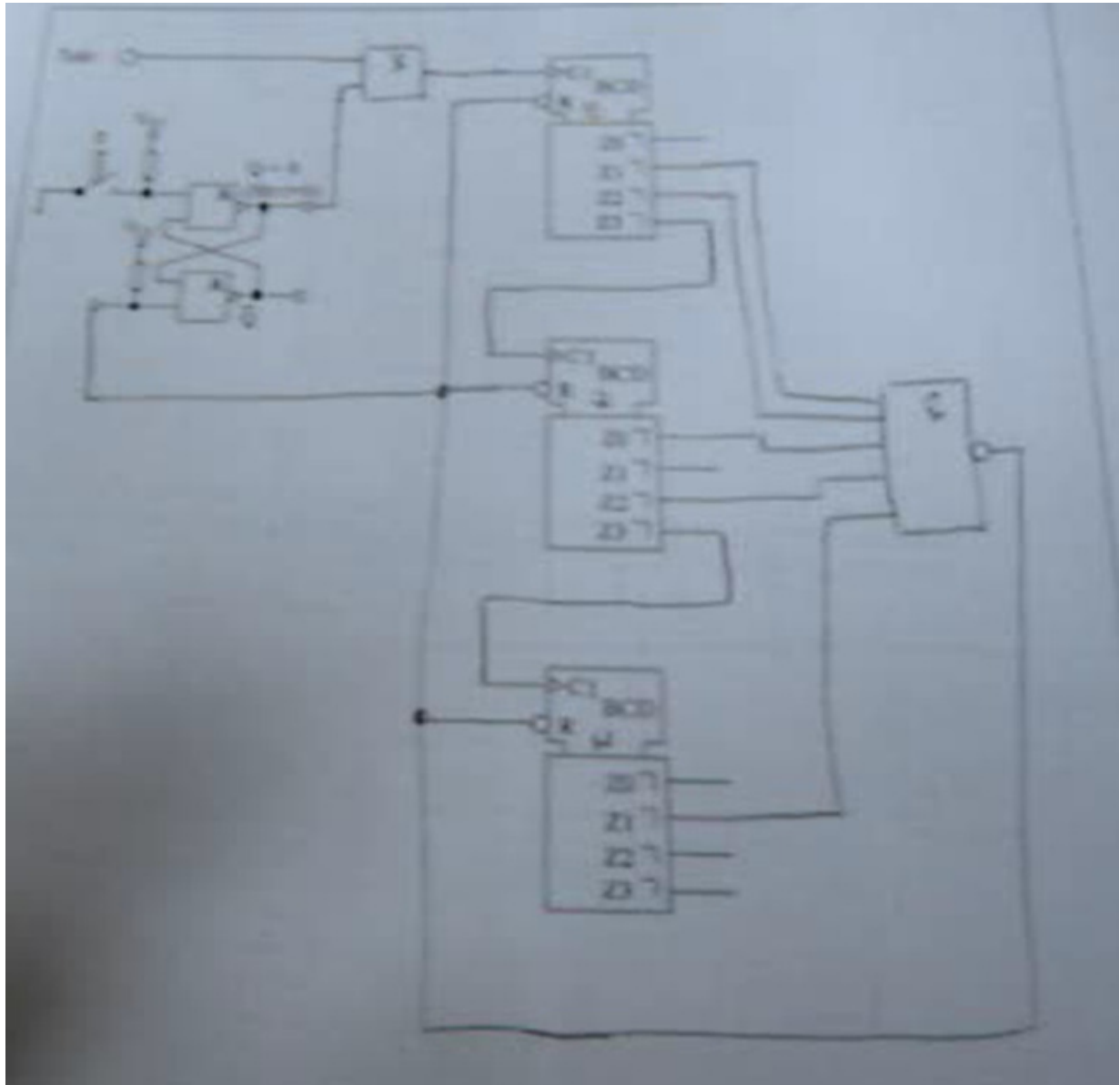
Synchron	1 P
vorwärts	2 P
BCD	2 P



Asynchron	1 P
Rückwärts	2 P
Binär	2 P

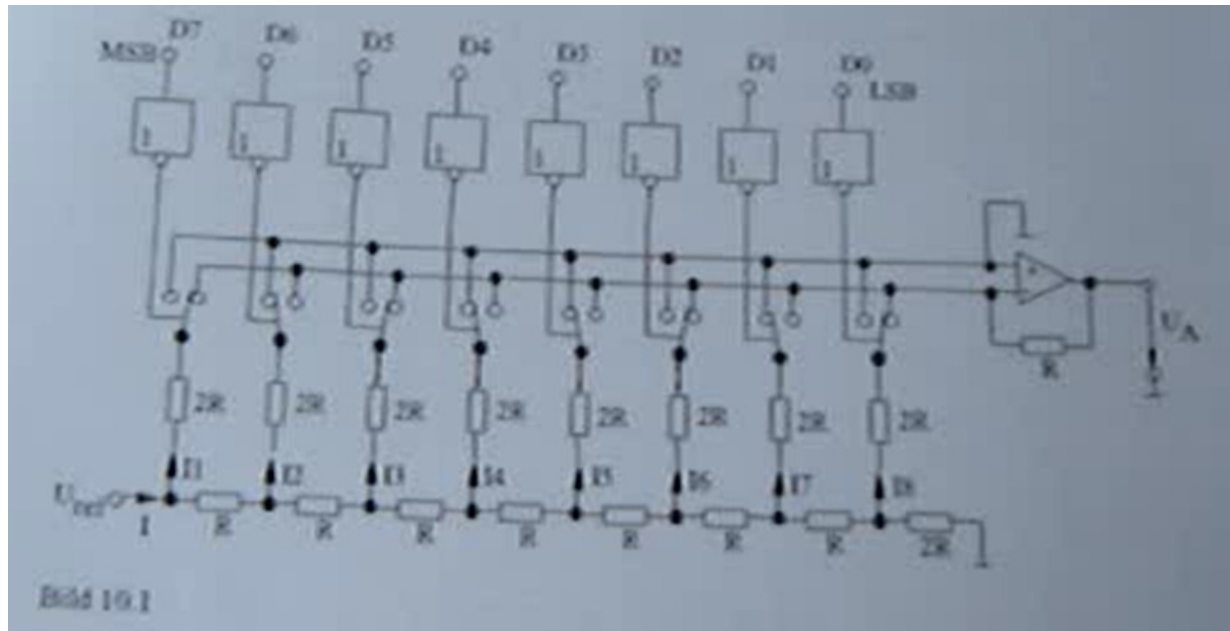
9.4 Aus 3 asynchronen BCD- Vorwärtszählern, die aus zweiflankengesteuerten JK-Flip-Flop aufgebaut sind, und dem Flipflop aus NAND-Gattern soll eine Schaltung aufgebaut werden, die nach dem Drücken des Tasters T von 0 bis 256 zählt, sich dann automatisch zurücksetzt und nicht mehr weiterzählt, bis der Taster S ein weiteres Mal betätigt wird.

Verwirklichen Sie die gewünschte Funktion mit den in Bild 9.5 eingezeichneten Bauelementen und zusätzlichen Gattern (z.B. Inverter, UND-Gatter, ...)! (10 Punkte)



Aufgabe 10

Der Schaltung eines 8 bit D/A Wandlers mit einer Verstärkerschaltung am Ausgang ist im Bild 10.1 angegeben. Die Referenzspannung hat die Wert $U_{ref} = 10,24 \text{ V}$, $R = 10 \text{ K}\Omega$



Die Referenzspannungsquelle liefert eine Strom I . Geben Sie die Werte der Teilströme $I1$ bis $I8$ in Bruchteilen des Gesamtstromes I an! (6Punkte)

$I1$	$I2$	$I3$	$I4$	$I5$	$I6$	$I7$	$I8$
$I/2$	$I/4$	$I/8$	$I/16$	$I/32$	$I/64$	$I/128$	$I/256$

10.2 An die Eingänge $D7$ bis $D0$ wird folgende binäre Information angelegt:

$D7$	$D6$	$D5$	$D4$	$D3$	$D2$	$D1$	$D0$
1	0	1	0	0	1	0	1

Berechnen Sie die Spannung U_A am Ausgang der Verstärkerschaltung !

$$U_A = - \frac{U_{ref}}{256} \cdot D = - \frac{10,24V}{256} \cdot 165 = -6,6 \text{ V}$$

$$U_A = -6,6 \text{ V}$$

10.3 Mit einem 6-bit Analog / Digital - Wandler, der nach dem Verfahren der sukzessiven Approximation arbeitet, soll eine analoge Eingangsspannung $U_E = 2,72 \text{ V}$ digitalisiert werden. Die Eingangsspannung wird durch ein Abtast-Halte-Glied während der Wandelzeit konstant gehalten.

Die Referenzspannung beträgt $U_{\text{ref}} = 6,40 \text{ V}$.

Zeichnen Sie in das folgende Diagramm die Teilspannungen der einzelnen Schritte ein und geben Sie in der darunter angegebenen Tabelle das binäre Ergebnis der einzelnen Wandlungsschritte an! (9 Punkte)

