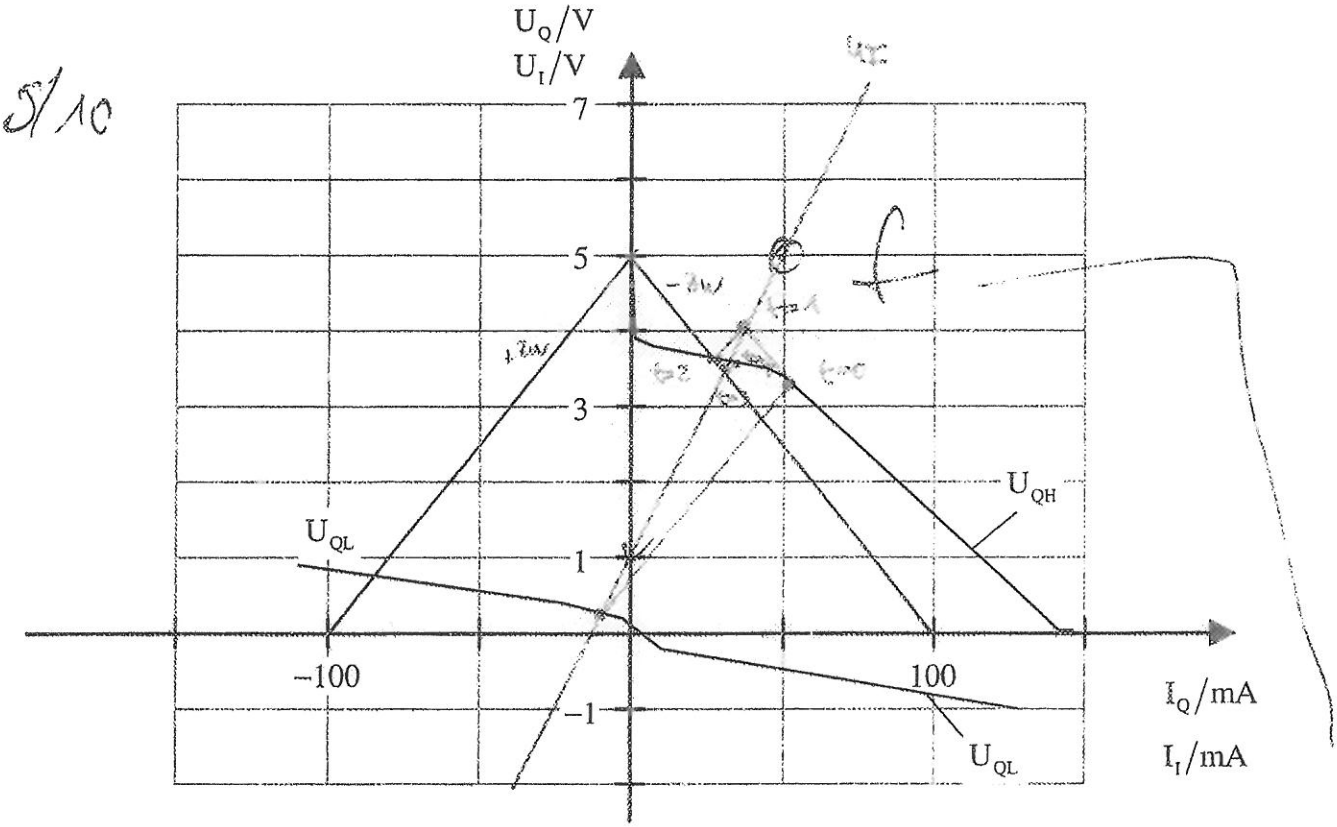
Aufgabe 4: Die Bergeron Methode (20 Punkte)

Ein Gatter mit den gegebenen Ausgangskennlinien U_Q treibt über eine 50 Ω Leitung (Laufzeit T) zweites Gatter. Der Eingang des zweiten Gatters kann als Spannungsquelle mit der konstanten Spannung $U_{I0} = 1V$ und dem Innenwiderstand $R_I = 100\,\Omega$ modelliert werden. Daraus ergibt sich die Eingangskennlinie U_I. Ergänzen Sie die zwei Bergeron-Diagramme um die U_I-Kennlinie. Zeichen Sie die Übergänge von Low nach High und von High nach Low ein und geben Sie in den Tabellen aus den Zeichnungen abgelesenen Spannungswerte zu den gegebenen Zeiten an. Gehen Sie davon aus, dass die Umschaltung im Zeitpunkt $t = 0$ startet.

a) Low nach High. (10 Punkte)

5/10



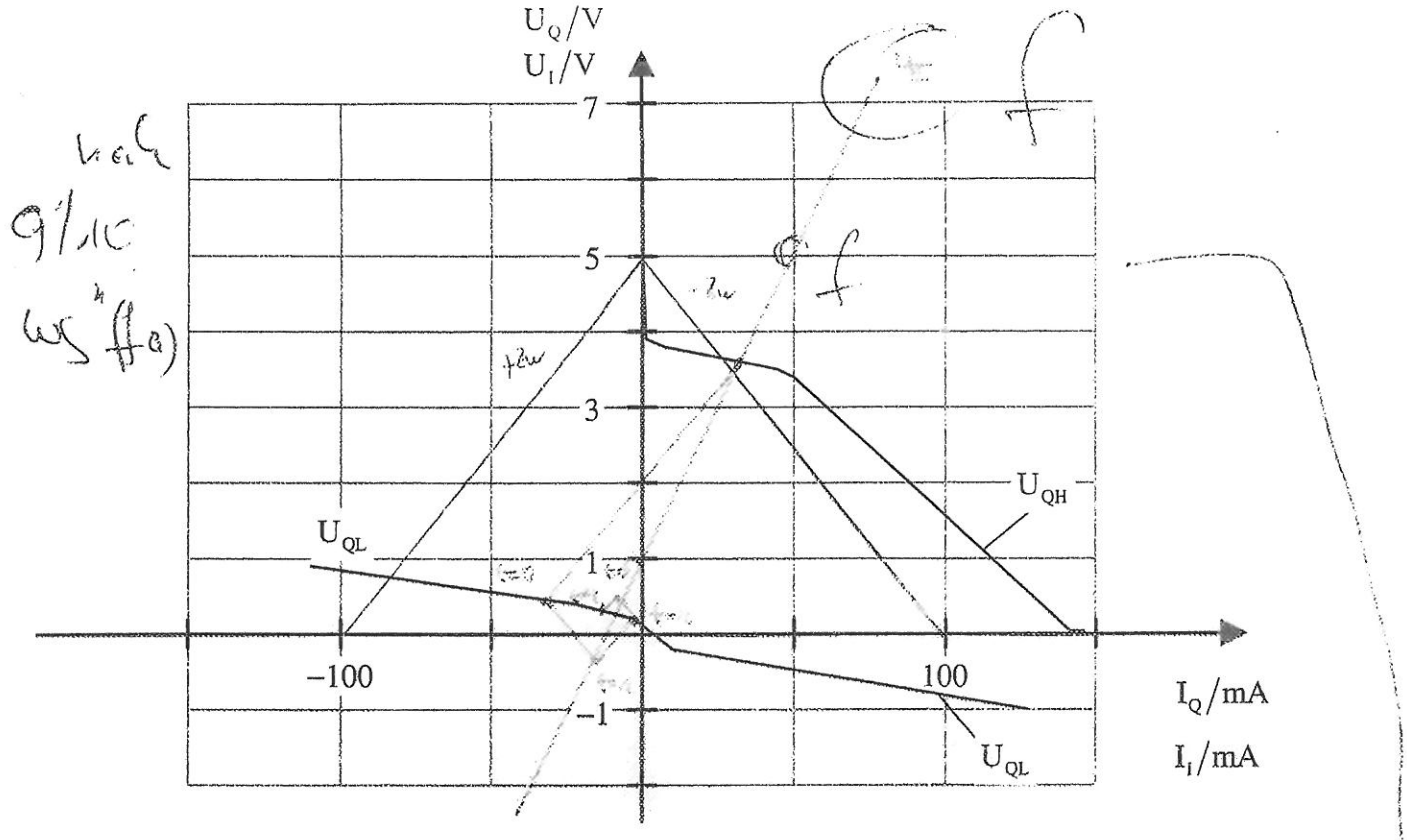
t/T	U_Q/V	U_I/V
$t/T < 0$	0,3V	0,2V
$0 \le t/T < 1$	3,3V	0,3V
$1 \le t/T < 2$	3,3V	4V
$2 \le t/T < 3$	3,6V	4V
$3 \le t/T < 4$	3,6V	3,5V
$t/T \to \infty$	3,55V	3,55V

5/15

WS 14/15 | Semester E4 | Fach EL3 | VLM
FSR - Klausursammlung

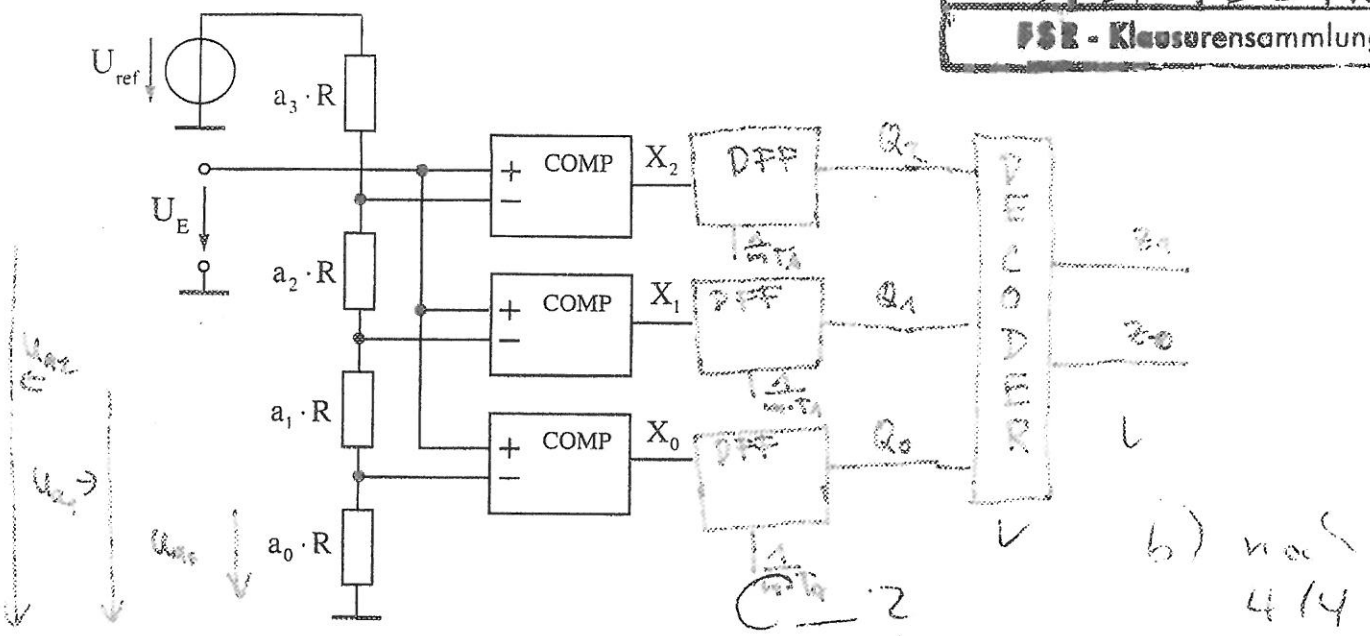
weiter mit der Aufgabe

b) High nach Low. (10 Punkte)



t/T	U_Q/V	U_I/V
$t/T < 0$	3,55V	3,55V
$0 \le t/T < 1$	0,5V	3,55V
$1 \le t/T < 2$	0,5V	−0,55V
$2 \le t/T < 3$	0,2V	−0,55V
$3 \le t/T < 4$	0,2V	0,5V
$t/T \to \infty$	0,5V	0,5V

Aufgabe 5: Flash-ADU (26 Punkte)



Gegeben ist ein Teil eines 2-Bit Flash-ADUs mit Eingangsspannung ist U_E. Zunächst gelte $\alpha_n = 1 \, \forall n$. Die Schaltung soll nun schrittweise vervollständigt und erklärt werden.

a) Die Ausgangssignale X_k der Komparatoren müssen einzeln zu den Zeitpunkten $t = m T_A$ abgetastet werden. Mit welcher Schaltung bzw. Baustein wird die Abtastungen durchgeführt? Nennen Sie kurz den Grund, warum eine Abtastung mit diesem Baustein notwendig ist. (3 Punkte)
Hinweis: Der Grund ist eventuell nach Durchführung von b) einfacher zu erkennen.

b) Die digitalen Ausgangssignale nach der Abtastung werden mit Q_k bezeichnet, $Q_k \in \{0,1\}$. Daraus erzeugt ein Decoder das ADU-Ausgangssignal, die digitale Zahl $Z = [Z_1 \, Z_0]$ mit $Z_i \in \{0,1\}$. Vervollständigen Sie obige die Skizze inklusive der Beschriftung und aller notwendigen Signale. (4 Punkte)

c) Geben Sie den Zusammenhang der Q_k mit den Z_i in der Tabelle unten für eine fehlerfreie Schaltung an (sonst nichts!). Geben Sie kurz an, wie Sie die Tabelle erzeugt haben. (5 Punkte)

Eingangsspannungsbereich:	Q_2	Q_1	Q_0	Z_1	Z_0	Z
$0 < U_E < \frac{1}{4} U_{ref}$	0	0	0	0	0	0
$\frac{1}{4} U_{ref} < U_E < \frac{1}{2} U_{ref}$	0	0	1	0	1	1
$\frac{1}{2} U_{ref} < U_E < \frac{3}{4} U_{ref}$	0	1	1	1	0	2
$\frac{3}{4} U_{ref} < U_E$	1	1	1	1	1	3

d) Nun soll der ADU die Standard-Kennlinie $Z(U_E) = \mathrm{INT}(U_E / U_{LSB} + 0{,}5)$ realisieren mit der Full-Scale Spannung $U_{FS} = U_{ref}$. Wie müssen die α_n dafür gewählt werden? Erklären Sie Ihre Wahl oder geben Sie die Berechungen dafür an. Ergänzen Sie für Ihre α_n die Tabelle, d.h. die erste und letzte Spalte. (9 Punkte)

e) **Allgemeine Verständnisfrage:** Wenn einer der Komparatoren defekt ist (z.B. X_2 immer High), dann treten Kombinationen der Q_k auf, die bei fehlerfreier Funktion nicht auftauchen (siehe obigen Tabelle). Erklären Sie kurz die Decoderregel, mit der dieser Fehlereffekt minimiert werden kann. Wie groß ist dann der maximale Fehler von Z? (5 Punkte)

WS / WS	Semester	Fach	Dozent
14/15	E4	EL3	VLM

PSK - Klausurensammlung

Klausur: Elektronik 3 Datum: 04.02.2015

Name: [redacted] Vorname: [redacted] Matr.-Nr. [redacted]

1

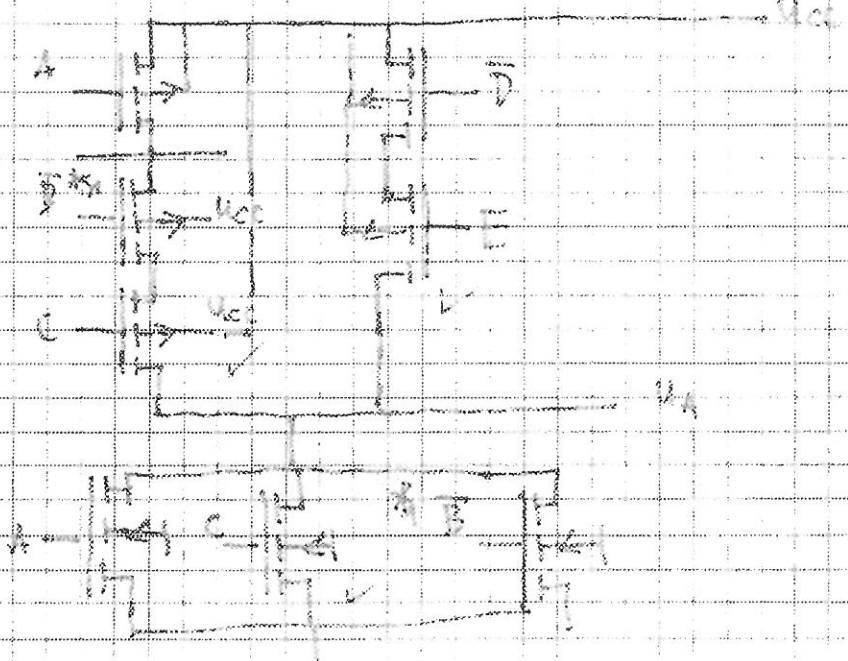
a)

15/15

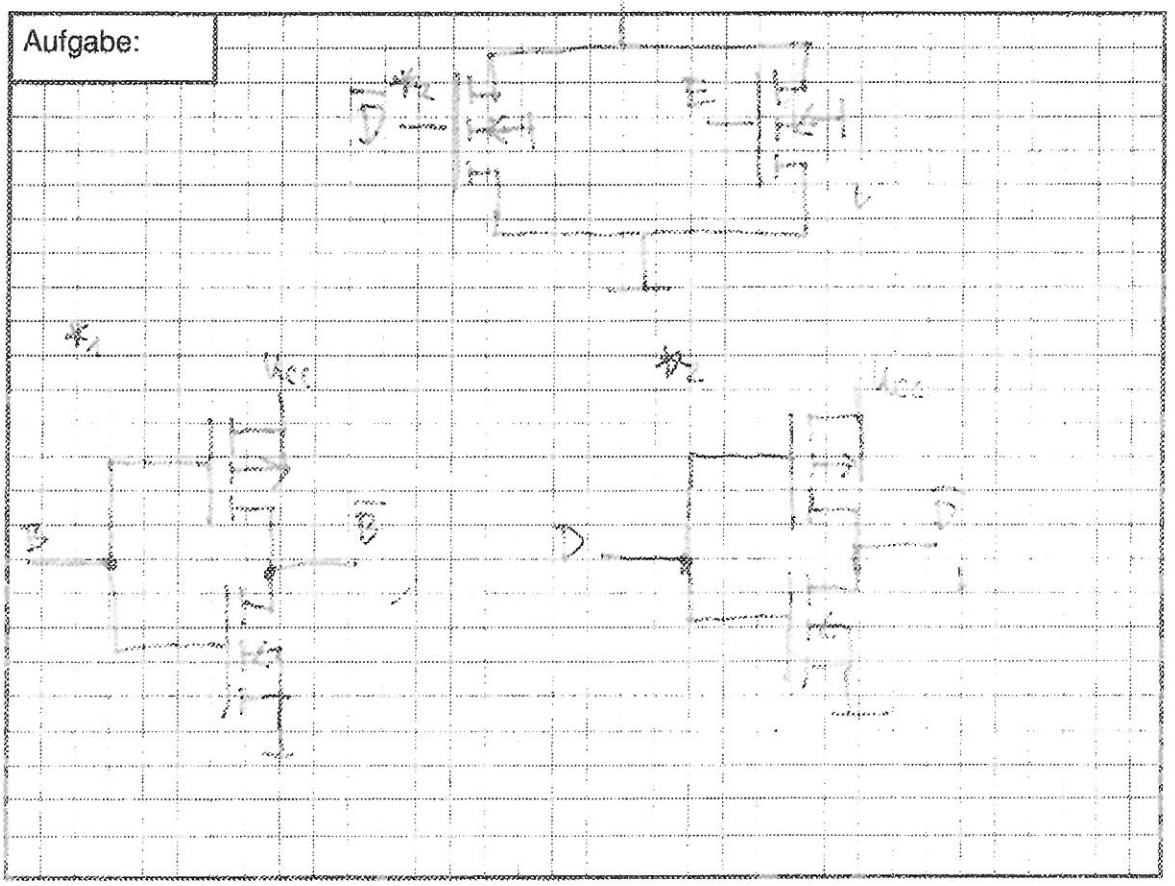
Aufgabe: 1

$f_a(A,B,C,D,E) = (A \wedge (\bar{B} \wedge C)) \vee (D \wedge E)$

$f_n(A,B,C,D,E) = (A \vee (\bar{B} \vee C)) \wedge (D \vee E)$

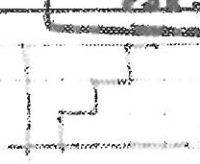


Aufgabe:



8/15

Aufgabe: 2) a)



a) DAU1 : n-bits

DAU2 : 3x soviele Stufen Q_1

$Q_1 = 2^n$

$3 \cdot Q_1 = 2^{n_2}$

$n_2 = \log_2(3 \cdot Q_1)$

Der DAU2 hat 3 mal soviele Stufen, d.h. die Stufenzahl ist $3 \cdot 2^{n\text{-bit}}$. Dies muss nach n bit umgestellt werden.

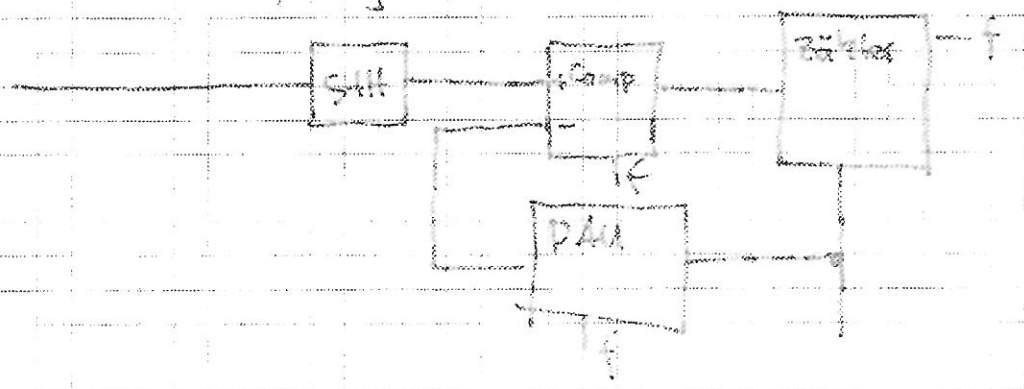
3/5

Aufgabe: 2) b)

Überabtastung bedeutet, dass mehr schneller als die nötige Nyquist-Frequenz ($f_{ab} > 2 f_g$) abgetastet wird. Dadurch kann das SNR verbessert werden.

2/2

c)



1/4

Aufgabe: 2e)

e) 0/4

Rauschformung bedeutet, dass durch Überabtastung die Rauschleistung auf einen größeren Frequenzbereich verteilt wird.
Wenn nun ein Tiefpass nachgeschaltet wird, dessen Grenzfrequenz deutlich unter der Abtastfrequenz liegt kann ein Großteil der Rauschleistung "weggeschnitten" werden und das SNR verbessert sich. ⇐ Vorteil

f) 0/4

f) Noise-Shaping kann durch Überabtastung und einen nachgeschalteten digitalen Tiefpass erzeugt werden.

Aufgabe: 3)

3 a)

a) $T_D = T \cdot \ln\left(\frac{U_{CC} - U_T}{U_{CC} - u(T_D)}\right)$

$= R_A \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U_{CC} - \frac{R_C}{R_A + R_B \| R_X + R_C} \cdot U_{CC}}{U_{CC} - \frac{R_C + R_B \| R_X}{R_A + R_B \| R_X + R_C} \cdot U_{CC}}\right)$

$= R_A \cdot C \cdot \ln\left(\frac{R_A + \left(\frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_X}\right)^{-1} + R_C - R_C}{R_A + \left(\frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_X}\right)^{-1} + R_C - (R_C + R_B \| R_X)}\right)$

$= R_A \cdot C \cdot \ln\left(\frac{R_A + \frac{R_B \cdot R_X}{R_B + R_X}}{R_A}\right)$

$= R_A \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{R_B \cdot R_X}{(R_B + R_X) \cdot R_A}\right)$

$T_D = R_A \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{R_X}{R_A}\right)$ ✓

Aufgabe: 3a)

3a) 8/8

$$T_p = \tau \cdot \ln\left(\frac{u_\infty - u_0}{u_\infty - u(T_p)}\right)$$

$$= R_2 \cdot C \cdot \ln\left(\frac{0 - u_0}{0 - u(T_p)}\right) = R_2 \cdot C \cdot \ln\left(\frac{u_0}{u(T_p)}\right)$$

$$= R_2 \cdot C \cdot \ln\left(\frac{u_{CC} \cdot \frac{R_C + R_B \| R_X}{R_A + R_B \| R_X + R_C}}{u_{CC} \cdot \frac{R_C}{R_A + R_B \| R_X + R_C}}\right)$$

$$= R_2 \cdot C \cdot \ln\left(\frac{R_C + R_B \| R_X}{R_C}\right) = R_2 \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{R_B \cdot R_X}{(R_B + R_X) R_C}\right)$$

$$= R_2 \cdot C \cdot \ln\left(\frac{R_C + R_Y}{R_C}\right)$$

$$= R_2 \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{R_Y}{R_C}\right)$$

Aufgabe: 3b)

b) 4/4

$R_2 = R_1 \quad \tau = R_1 \cdot C = R_2 \cdot C = 1\mu s \quad R_{AN} = R_{BN} = R_{CN} = R$

$R_Y = \alpha \cdot R$

$$R_Y = \frac{R_B \cdot R_X}{R_B + R_X} = \alpha \cdot R$$

$$= \frac{R \cdot R_X}{R + R_X} = \alpha \cdot R$$

1. $R_X = R/4$

$$\alpha \cdot R = \frac{\frac{R^2}{4}}{R + \frac{R}{4}} = \frac{\frac{1}{4}}{1 + \frac{1}{4}} = \frac{1}{4+1} = \frac{1}{5}$$

2. $R_X = 4R$

$$\alpha \cdot R = \frac{4R^2}{R + 4R} = \frac{4}{1+4} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{1}{5} \leq \alpha \leq \frac{4}{5}$$

Aufgabe: 3)d

$T_D = R_x \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{R_y}{R_x}\right)$ $T_P = R_x \cdot C \ln\left(1 + \frac{R_y}{R_x}\right)$

$R_y = \alpha \cdot R$

3

c) $T_D = \tau \cdot \ln\left(1 + \frac{\alpha \cdot R}{R}\right) = \tau \cdot \ln(1+\alpha) \approx \tau \cdot \alpha$ für kleine α

$T_P = \tau \cdot \ln\left(1 + \frac{\alpha \cdot R}{R}\right) = \tau \cdot \ln(1+\alpha) \approx \tau \cdot \alpha$ HS.

6/6

d) $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{T_D + T_P} = \frac{1}{T_D + T_P}$

d) $= \frac{1}{\tau \cdot \left(\ln\left(1 + \frac{R_y}{R}\right) + \ln\left(1 + \frac{R_y}{R}\right)\right)}$

5/5

$\frac{R_y}{R} = \frac{R \cdot R_x}{(R + R_x) \cdot R} + \frac{R_x}{R + R_x} = \frac{1}{\frac{R}{R_x} + 1}$ $\rightarrow R_x = 4R$ damit 800 Ω

$= \frac{1}{\frac{1}{4} + 1} = \frac{4}{5}$

$f = \frac{1}{\tau \cdot \left(\ln\left(1 + \frac{4}{5}\right) + \ln\left(1 + \frac{4}{5}\right)\right)}$ $= 380{,}648$ kHz

Aufgabe: 3)e)

e) $R_x = \frac{R}{2}$ $R_{A,B,C} \triangleq 10^4 \Omega$

$T_D = R_x \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{R_y}{R_x}\right) = R_x \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{R_y}{R_x + R}\right)$

5/5

$T_D = R_x \cdot C \cdot \ln\left(1 + \left(\frac{R_B \cdot R_A}{R_B + R_A}\right) \cdot \frac{1}{R_x}\right)$ worst case

$= R_x \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{1}{\frac{1}{R_x} + \frac{1}{R_B}} \cdot \frac{1}{R_x}\right)$

$= R_x \cdot C \cdot \ln\left(1 + \frac{1}{\frac{2}{R} + \frac{1}{0{,}5 \cdot R}} \cdot \frac{1}{0{,}5 \cdot R}\right)$

$= \tau \cdot \ln\left(1 + \frac{R}{2 + \frac{1}{0{,}5}} \cdot \frac{1}{0{,}5 R}\right)$

$= \tau \cdot \ln\left(1 + \frac{55}{144}\right) = \tau \cdot 0{,}3235 = 1\mu s \cdot 0{,}3235$

$= 3{,}235 \cdot 10^{-7}$ s

$= 323$ ns

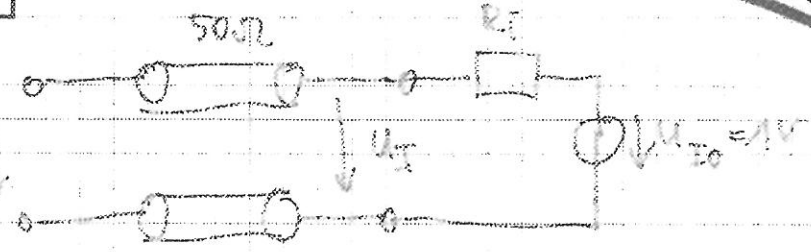
f) 4) T_D und T_P können nur zusammen kalibriert werden. $\rightarrow$?

noch 2/2

SS / WS 14/15 | Semester E14 | Fach EL3 | Dozent VLM
FSR - Klausursammlung

Aufgabe: 4)

4)



$U_I = U_{I0} + I_Q \cdot R_i$

5.0

$Z_w = 50\,\Omega = \frac{\Delta U_Q}{\Delta I_Q} \rightarrow \Delta U_Q = \Delta I_Q \cdot 50\,\Omega$

z.B. $\Delta U_Q = 5V$ $I_Q = 100mA$

Aufgabe: 5)

5

a)

2/3

a) Grund: Das D-FlipFlop aktualisiert seinen Wert entsprechend dem Taktsignal (Frequenz). Somit wird die Menge der Daten begrenzt und die Abtastung kontrolliert. Das DFF sorgt für konstante Pegel 0 und 1 für festgelegte Zeiträume. Da die digitale Signalverarbeitung nur getaktet funktioniert ist dieser Schritt notwendig. → wo gebraucht?

Aufgabe: 5)

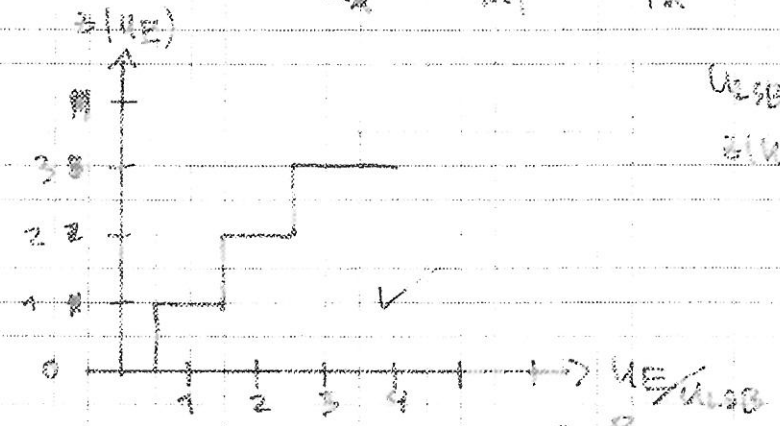
c) 4/5

c) Die Spannungsbereiche ergeben sich über den Spannungsteiler.

$$U_{ax} = U_{Ref} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{x} a_i}{\sum_{i=0}^{3} a_i} \quad (x \neq 1)$$

d) 9/9

d)



$$U_{LSB} = \frac{U_{ES}}{2^{z_{Bit}}} = \frac{1}{4} U_{Ref}$$

$$z(U_E) = \mathrm{INT}\left(\frac{U_E}{U_{LSB}} + 0{,}5\right)$$

$$U_{A0} = \frac{1}{2} U_{LSB} = \frac{1}{8} U_{Ref} = \frac{a_0 \cdot R}{R(a_0+a_1+a_2+a_3)} \cdot U_{Ref}$$

$$\frac{1}{8} = \frac{a_0}{a_0+a_1+a_2+a_3} \Rightarrow a_0 = 1$$

Aufgabe:

$$U_{A2} = \frac{3}{2} U_{LSB} = \frac{3}{8} U_{Ref} = \frac{a_0+a_1}{a_0+a_1+a_2+a_3} \cdot U_{Ref}$$

$$= \frac{1+a_1}{\underbrace{a_1+a_2+a_2+a_3}_{=8}} \qquad a_1 = 2$$

$$U_{A3} = \frac{5}{8} U_{Ref} \rightarrow \frac{5}{8} = \frac{1+2+a_2}{8} \Rightarrow a_2 = 2$$

$$a_3 = 8 - (a_0 + a_1 + a_2) = 3$$

Aufgabe: e)

Wenn Q_2 immer high ist, dann würde der Fehler auftreten, sobald Q_1 oder Q_0 0 wird, da diese 1 sein müssten, wenn Q_2 wirklich die Spannung U_2 ausgibt (also die nötige Defo erreicht ist).

Regel: $Q_n = 1$ nur korrekt wenn $Q_{x<n} = 1$
$\Rightarrow$ ignorieren

e) noch 5/5

Maximaler Fehler:

$Q_2 = 1$ $Q_1 = 1$ $Q_0 = 1$ aber Q_2 defekt.

$\Rightarrow$ obwohl $= 0$ $= 1$ $= 1$

$\Rightarrow$ Fehler $= 1\,U_{LSB}$ größer als der eigentliche Wert.

Auch allgemein so?

Aufgabe:

(neue PO)

76 Punkte
11LP dm

Prof. Dr. J. Missun
HAW Hamburg
Department IuE

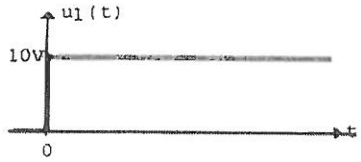
Klausur Elektronik 3, Semestergruppe E4, 17.7.2015

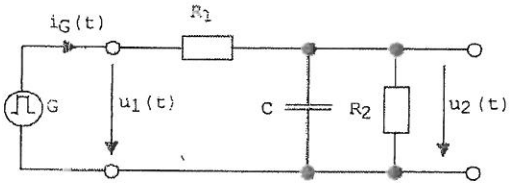
Hinweis: An Unterlagen darf nur das EL3-Vorlesungsskript mit darin enthaltenen persönlichen Notizen benutzt werden, die Verwendung anderer Unterlagen wie Klausuren, Übungsaufgaben etc. ist nicht zulässig.
Formeln dürfen nur aus dem Script übernommen werden, aber immer mit Quellenangabe. Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar erkennbar sein!

Name:. Matr.-Nr. .....

1. Aufgabe (~~25~~ 30 Punkte)

Die dargestellte Schaltung wird mit einem Rechtecksprung mit 10V Amplitude angesteuert. Bei t=0 ist der Kondensator C entladen.





$R_1 = 1k\Omega$

$R_2 = 4k\Omega$

C: siehe Text

a. Stellen Sie die allgemeine Übertragungsfunktion für das Netzwerk auf und geben Sie den Zeitverlauf für $u_2(t)$ an!

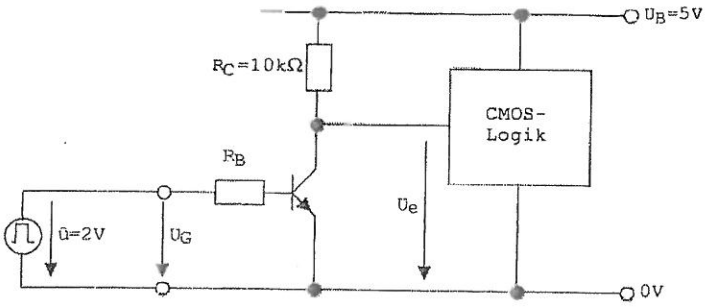
b. Welchen Anfangswert (t=0) und welchen Endwert (t->∞) hat u_2?

c. Die Ausgangsspannung soll 1msec nach dem Rechtecksprung einen Wert von 5V erreichen. Welchen Wert muss der Kondensator haben?

d. Bestimmen Sie den Spitzenwert des Generatorstroms!

2. Aufgabe (~~25~~ 30 Punkte)

In der dargestellten Schaltung wird über den Transistor eine CMOS-Logikschaltung angesteuert. Der Generator gibt Rechteckimpulse mit U_{min}=0V und U_{max}=2V ab.



Eingangspegel CMOS-Logik:

$U_{eLOW} \leq 1.5V$
$U_{eHigh} \geq 3.5V$

Transistor: B=50, U_{BE}=0,7V

a. Berechnen Sie den maximalen Wert für R_B, bei dem die CMOS-Logik gerade noch sicher angesteuert wird!

b. Für einen stabilen Betrieb soll der Transistor 5fach übersteuert werden. Für die Übersteuerungsgrenze gilt: $U_{CE}=U_{BE}$. Wie groß muss R_B gewählt werden?

c. Die CMOS-Logik habe eine Eingangskapazität von 100pF. Skizzieren Sie den Zeitverlauf von u_e, wenn der Transistor abschaltet und berechnen Sie die Schaltverzögerung durch die Eingangskapazität. Hierbei darf angenommen werden, dass beim Transistor im eingeschalteten Zustand U_{CE}=0V ist.

Rückseite! →

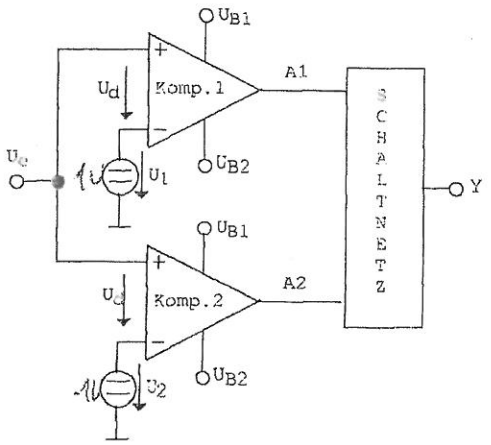
(neue PO)

3. Aufgabe (15 Punkte)
Die nebenstehende Schaltung soll Spannungen im Bereich -1V...+1V detektieren und als Logiksignal am Ausgang anzeigen, d.h.

Y=1, wenn -1V ≤ Ue ≤ +1V ist.

Die Komparatoren sind ideal, für ihre Ausgangszustände gilt:

A=1 wenn U_d>0V, A=0 wenn U_d<0V



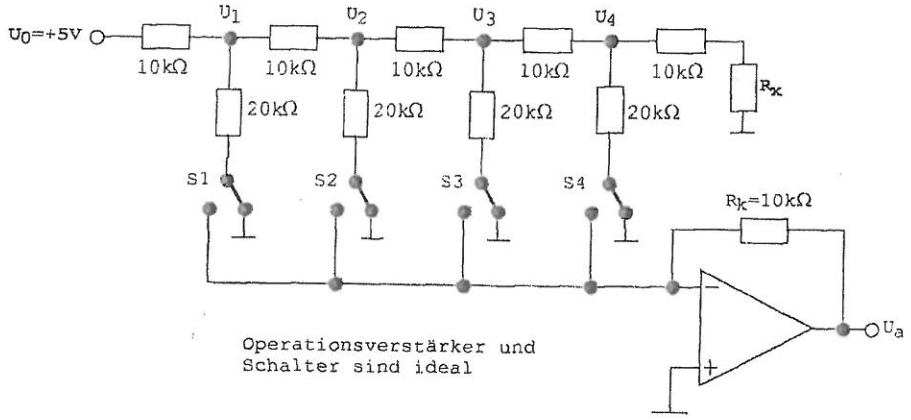
a. Welche Werte müssen die Spannungen U_1 und U_2 haben?

b. Stellen Sie eine Wahrheitstafel für die Größen U_e, A1, A2 und Y auf, mit der die Funktion der Schaltung beschrieben wird!

c. Geben Sie die log. Verknüpfung des Schaltnetzes für Y an!

d. Die Spannungen U_1 und U_2 sollen über ein Widerstandsnetzwerk aus den Betriebsspannungen U_{B1}=+15V und U_{B2}=-15V erzeugt werden.
Skizzieren Sie das Netzwerk mit möglichst wenig Widerständen und berechnen Sie die Werte, wenn die Belastung der Betriebsspannungen durch das Netzwerk jeweils 1mA beträgt.

4. Aufgabe (25 Punkte)
Die dargestellte Schaltung eines 4Bit D/A-Umsetzers ist zu analysieren!



a. Welchen Wert muss der Widerstand R_x haben (mit Begründung)

b. Bestimmen Sie die Werte der Spannungen U_1, U_2, U_3 und U_4!

c. Die Schalter S1..S4 bestimmen das Datum, das gewandelt werden soll. Welche Ausgangsspannung wird mit Einschalten von S1 erreicht, welche mit S4?

d. Geben Sie für U_a das Quantisierungsintervall und die Wandlergleichung U_a=f(S1, S2, S3, S4) an! (S1..S4 = 0 oder 1)

e. Welche Möglichkeiten gibt es, damit nur Ausgangsspannungen > 0 abgegeben werden?

Mss 07/15

Elektronik 3 S 1 17.7.15

1a) $$\frac{U_2(s)}{U_1(s)} = \frac{\frac{1}{R_2+sC}}{\frac{1}{\frac{1}{R_2+sC}} + R_1} = \frac{1}{1+\frac{R_1}{R_2}+sCR_1}$$ ✓

$$U_2(s) = \cancel{10V}\ \frac{1}{1+\frac{R_1}{R_2}} \cdot \frac{1}{1+s\underbrace{\frac{CR_1}{1+\frac{R_1}{R_2}}}_{\tau_2}} \cdot \frac{10V}{s}$$

Gl. (2-23) $$u_2(t) = \frac{10V}{1+\frac{R_1}{R_2}}\left(1-e^{-\frac{t}{\tau_2}}\right)\cdot\varepsilon(t)$$

$$10V \cdot \frac{1}{1+\frac{1k\Omega}{4k\Omega}} = 8V \qquad \tau_2 = \frac{C\cdot 1k\Omega}{1+\frac{1k\Omega}{4k\Omega}} = C\,800\Omega$$ ✓

$$\underline{u_2(t) = 8V\cdot\left(1-e^{-\frac{t}{C\,800\Omega}}\right)\varepsilon(t)}$$ ✓ (11P)

b) $u_2(t=0) = \underline{0V}$ ✓ $u_2(t\to\infty) = \underline{8V}$ ✓ (6P)

c) $u_2(t=1msec) = 8V\cdot\left(1-e^{-\frac{1msec}{C\,800\Omega}}\right)\varepsilon(1msec) = 5V$

$$1-e^{-\frac{1msec}{C\,800\Omega}} = 0{,}625$$

$$e^{-\frac{1msec}{C\,800\Omega}} = 0{,}375$$

$$-\frac{1msec}{C\cdot 800\Omega} = \ln(0{,}375) = -0{,}9808$$ ✓

$$\rightarrow C = \frac{1msec}{800\Omega\cdot 0{,}9808} = \underline{1{,}274\,\mu F}$$ ✓ (10P)

d) Kondensator stellt bei $t=0$ Kurzschluss dar

$$\rightarrow i_G = \frac{10V}{R_1} = \frac{10V}{1k\Omega} = \underline{10mA}$$ ✓ (3P)

Elektronik 1 SS 12 12.7.15

2) a) $U_e = U_B - I_C R_C$

$I_C = I_B \cdot B$ ohne Übersteuerung

$I_B = \frac{\hat{u} - 0{,}7V}{R_B} = \frac{1{,}3V}{R_B}$

$\rightarrow I_C = \frac{1{,}3V \cdot 50}{R_B} = \frac{65V}{R_B}$

$U_e = 5V - \frac{65V \cdot R_C}{R_B} = 5V - 65V \frac{10k\Omega}{R_B}$

$U_e \leq 1{,}5V$ im ausgesteuerten Zustand (Transistor)

$5V - 65V \frac{10k\Omega}{R_B} \leq 1{,}5V$?

$\frac{10k\Omega}{R_B} \geq 0{,}05785$

$R_B \leq \underline{538{,}46\Omega}$

CP

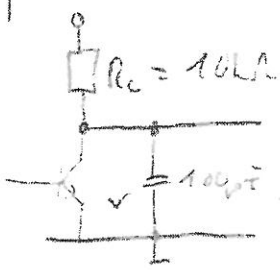
b) $I_{B\sim} = u \frac{I_{C\hat{u}}}{B}$

$\frac{\hat{u} - U_{BE}}{R_B} = u$

CP

Elektronik? SS 12.7.1

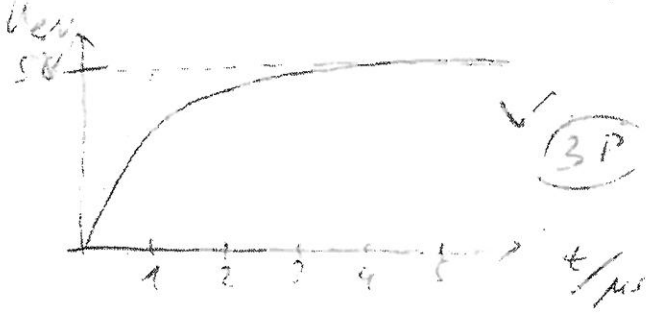
2) c)



$$\mathcal{L}U_e = \frac{5V}{s} \quad \frac{\frac{1}{sC}}{R_c + \frac{1}{sC}} = \frac{5V}{s(1+sCR_c)}$$

$\tau = 1\mu s$

$$u_c(t) = 5V\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = 5V \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{1\mu s}}\right)$$ ✓ 5P



✓ 3P

Elektronik? S 4 12.2.15

7) a) $U_1 = 1V$ $U_2 = -1V$ ✓

b)

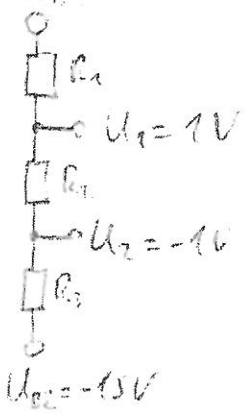
U_e	A_1	A_2	Y
$U_e \leq -1V$	0	0	0
$-1V \leq U_e \leq 1V$	0	1	1
$U_e \geq 1V$	1	1	0

✓ 10P

c) $Y = \overline{A1} \wedge A2$

✓

d)



✓

$R_{ges} = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{30V}{1mA} = 30kΩ$

$U_1 + 15V = 16V = 30V \cdot \frac{R_2 + R_3}{R_{ges}}$ ✓

$U_2 + 15V = 14V = 30V \cdot \frac{R_3}{R_{ges}}$ 5P

$\rightarrow R_3 = \frac{14V}{30V} \cdot R_{ges} = \underline{14kΩ}$ ✓

$R_2 = \frac{16V}{30V} \cdot R_{ges} - R_3 = \underline{2kΩ}$ ✓

$R_1 = R_{ges} - R_2 - R_3 = \underline{14kΩ}$ ✓

✓

4 a) R_x muss gleich 10kΩ sein, damit von (10kΩ + R_x)||20kΩ wieder 10kΩ ergibt. So halbiert sich die Spannung von U_0 nach U_1 nach U_2 nach U_3 jeweils. ✓ 5P

b) Gesamtwiderstand von U_0 nach rechts gesehen ist 20kΩ

$\rightarrow U_1 = U_0 \frac{10kΩ}{20kΩ||10kΩ+10kΩ} = U_0 \cdot \frac{1}{2} = \underline{2,5V}$ ✓

$U_2 = \frac{U_1}{2} = \underline{1,25V}$ ✓ $U_3 = \frac{U_2}{2} = \underline{0,625V}$ ✓ 6P

$U_4 = \underline{0,3125V}$ ✓

Elektronik SS 17.7.15

4) c) Skript Seite (6-25):

$U_a = -\frac{U_1 \cdot R_K}{2\,kΩ}\left(S_1 + \frac{S_2}{2} + \frac{S_3}{4} + \frac{S_4}{8}\right)$ S = Codes 1

U_a = S1 gesetzt

$U_a = -\frac{2{,}5V \cdot 10\,kΩ}{2\,kΩ} = \underline{-1{,}25V}$ ✓

4P

S4 gesetzt

$U_a = -1{,}25V \cdot \frac{1}{8} = \underline{-0{,}15625V}$ ✓

d) $U_{aLSB} = \underline{0{,}15625V} = \frac{U_{amax}}{2^{n}-1} = \frac{2{,}5V}{16}$ ✓

6P

$U_a = -1{,}25V \cdot \left(S_1 + \frac{S_2}{2} + \frac{S_3}{4} + \frac{S_4}{8}\right)$ ✓

e) 1. Möglichkeit: U_a mit einem weiteren OPV invertieren → $U_{a+} = -U_a$ ✓ 2P

2. Möglichkeit: U_a mit Pull-Up Widerstand am 2,5V anheben → $U_{a+} = U_a + 2{,}5V\,(-U_{ALUB})$?

→ 1. Möglichkeit macht mehr Sinn.
Bei 2. Möglichkeit Logik invertieren
der Schaltung

Prof. Dr. J. Missun
HAW Hamburg, Dept. IuE

SS / WS	Semester	Fach	Dozent
11	E4	EL3	MSS

FSR - Klausurensammlung 1/10

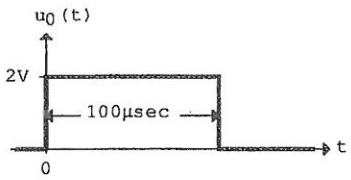
96 Punkte
14 LP

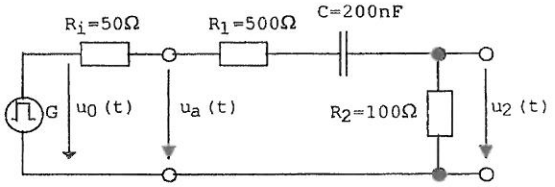
Klausur Elektronik 3, Semestergruppe E4a, 5.7.2011

Hinweis: Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg erkennbar sein. An Unterlagen dürfen nur das Script, Übungsaufgaben, Laborversuche und persönliche Mitschriften verwendet werden.
Formeln dürfen nur aus dem Script und mit Angabe der Seite übernommen werden.

Name: [redacted] .... Matr.-Nr. [redacted] ....

1. Aufgabe (30 Punkte)
Die dargestellte Schaltung wird mit einem Impuls von 100µsec Dauer angesteuert. Im Leerlauf gibt der Generator eine Amplitude von 2V ab.



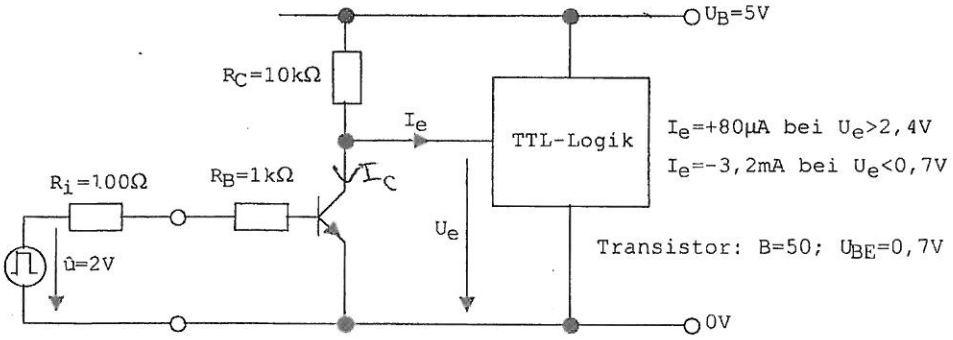


a. Geben Sie den Zeitverlauf der Spannung an R_2, $u_2(t)$, an!

b. Wie groß ist u_2 bei t=200µsec?

c. Welchen Spitzenstrom muss der Generator abgeben?

2. Aufgabe (15 Punkte)
Die dargestellte Schaltung ist zu analysieren!



a. Im eingeschalteten Zustand hat der Transistor eine Kollektor-Emitter-Restspannung von 0,2V. Berechnen Sie den Übersteuerungsfaktor!

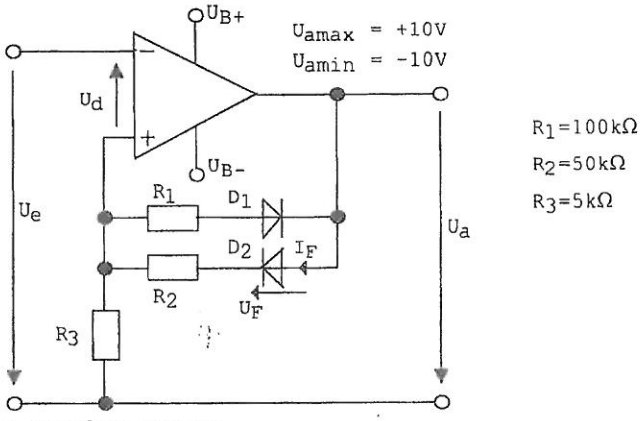
b. Wie groß ist die Eingangsspannung der TTL-Logik, wenn der Transistor sperrt?

c. Welchen Maximalwert darf R_C haben, damit die Schaltung noch sicher arbeitet?

3. Aufgabe (10 Punkte)
Nennen Sie 3 Eigenschaften (mit kurzer Erläuterung), bei denen sich Bipolartransistoren und MOSFETs unterscheiden!

Rückseite!
=========>

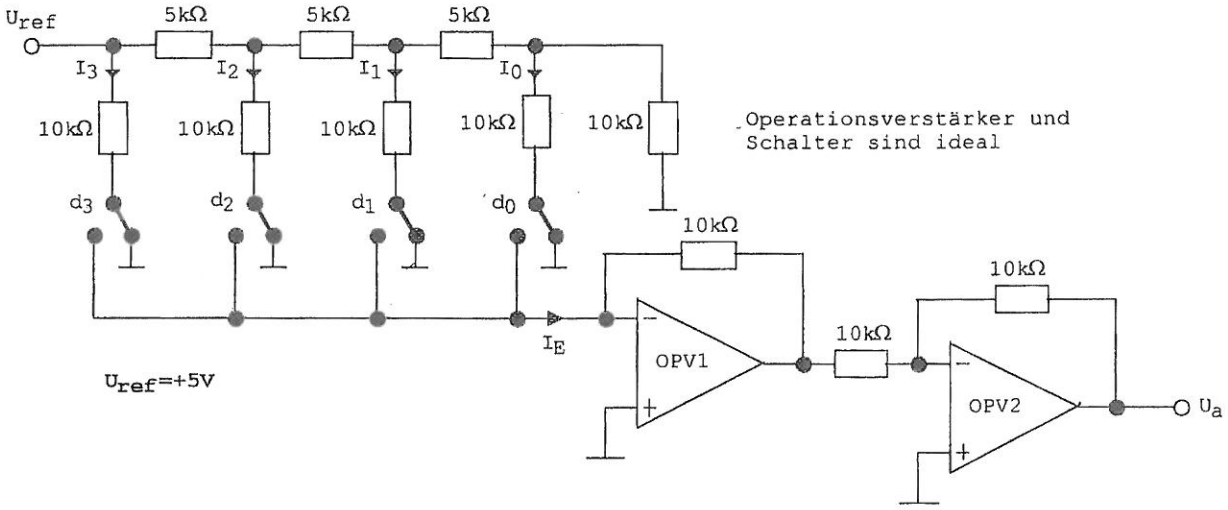
4. Aufgabe (20 Punkte)
Die dargestellte Schaltung eines Schmitt-Triggers ist zu analysieren. Der Operationsverstärker sei ideal, d.h. U_a=+10V für U_d>0 und U_a=-10V für U_d<0.



a. Für den Fall, dass die Dioden ideale Eigenschaften haben, d.h. U_F=0 für I_F>0 und I_F=0 für $U_F \leq 0$ sind die Schaltschwellen zu berechnen und das Diagramm $U_a=f(U_e)$ mit Angabe der Schaltschwellen zu skizzieren.

b. Wie groß sind die Schaltschwellen, wenn bei den Dioden eine Schwellenspannung U_F=0,7V bei I_F>0 berücksichtigt werden muss?

5. Aufgabe (15 Punkte)
Die dargestellte Schaltung eines 4Bit D/A-Umsetzers ist zu analysieren!



a. Berechnen Sie die Werte für die Zweigströme I_0, I_1, I_2 und I_3!

b. Welche Funktion hat der Operationsverstärker OPV2?

c. Berechnen Sie U_a für folgende Bitkombinationen:
$\{d_3\ d_2\ d_1\ d_0\}$=0001, 0011, 0110, 1011

d. Geben Sie von U_a das Quantisierungsintervall und den Maximalwert an!

6. Aufgabe (10 Punkte)

a. Wie erhält man aus einem Analogsignal ein Digitalsignal?

b. Nennen Sie 3 wichtige Parameter eines A/D-Umsetzers und erläutern Sie, welche Eigenschaften des Digitalsignals dadurch gegeben sind!

Klausur ELIII [redacted]

SS / ~~WS~~	Semester	Fach	Dozent
11	E4	EL3	MS

FSR - Klausurensammlung 5

(A1)

a) $T_d = 100\,\mu s \qquad \hat{u} = 2V$

$$u_0(t) = \hat{u}\varepsilon(t) - \hat{u}\varepsilon(t - T_d)$$

$$\circ\!\!-\!\!\bullet$$

$$U_0(s) = \hat{u}\frac{1}{s}e^{-0s} - \hat{u}\frac{1}{s}e^{-T_d s}$$

(LaPlace Tabelle)

$$\frac{U_2(s)}{U_0(s)} = \frac{R_2}{R_i + R_1 + \frac{1}{sC} + R_2}$$

$$U_2(s) = \frac{R_2 C s}{sC(R_i + R_1 + R_2) + 1} \cdot \frac{\hat{u}}{s}\left(1 - e^{-T_d s}\right)$$

$\tau = C(R_i + R_1 + R_2)$

$$= \frac{R_2 C \hat{u}}{s\tau + 1}\left(1 - e^{-T_d s}\right)$$

$$U_2(s) = \frac{\frac{R_2 C \hat{u}}{\tau}}{s + 1/\tau}\left(1 - e^{-T_d s}\right)$$

$$\circ\!\!-\!\!\bullet \qquad \circ\!\!-\!\!\bullet$$

$$u_2(t) = \frac{R_2 C \hat{u}}{\tau} \cdot \left(e^{-t/\tau} \cdot \varepsilon(t) - e^{-\frac{t - T_d}{\tau}}\varepsilon(t - T_d)\right)$$

Für $0 \le t \le T_d$ gilt:

$$\frac{R_2 C \hat{u}}{\tau} e^{-t/\tau}$$

für $t \ge T_d$ gilt:

$$\frac{R_2 C \hat{u}}{\tau}\left(e^{-t/\tau} - e^{-\frac{t - T_d}{\tau}}\right)$$

$$\frac{R_2 C \hat{u}}{\tau} = \frac{100\Omega \cdot 200nF \cdot 2V}{130\,\mu s}$$

$$= 0{,}308\,V$$

$$\tau = 200nF\,(50\Omega + 500\Omega + 100\Omega)$$

$$= 130\,\mu s$$

(A1) b) $u_2(t) = 0{,}308\,V \cdot \left(e^{-\frac{t}{130\,\mu s}} - e^{-\frac{t-T_d}{130\,\mu s}}\right) \quad \Big|_{t \geq T_d}$

$u_2(200\,\mu s) = 0{,}308\,V \cdot \left(e^{-1{,}54} - e^{-0{,}77}\right)$ ✓

$= -0{,}077\,V$ ✓

SS	WS	Semester	Fach	Dozent
FSR - Klausurensammlung				

c) Spitzenstrom bei $t = 0$ aufgrund höchster Spannung an diesem Zeitpunkt

$u_2(t) = 0{,}308\,V \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \Big|_{0 \leq t \leq T_d}$

$u_2(0) = 0{,}308\,V$

$\frac{u_2(0)}{R_2} = i_2(0) = i(0) = \underline{\underline{3{,}08\,mA}}$ ✓

30P

2

Klausur ELIII [redacted]

88 / WS | Semester | Fach | Dozent
FSR - Klausurensammlung

A2

a) $U_{CE\,rest} = 0{,}2\ V$

$$I_C = \frac{U_B - U_{CE,rest}}{R_C} + \underset{I_e}{3{,}2\ mA}$$

$$= \frac{4{,}8V}{10\,k\Omega} + 3{,}2\ mA = 3{,}68\ mA$$

$$I_B = \frac{\hat{u} - U_{BE}}{R_i + R_B} = \frac{1{,}3V}{1100\,\Omega} = 1{,}18\ mA$$

$$I_B = \ddot{u}\ \frac{I_C}{B}$$

$$\ddot{u} = \frac{I_B \cdot B}{I_C} = \frac{1{,}18mA \cdot 50}{3{,}68mA} = \underline{\underline{16{,}03}}$$

b) $I_C = 0$

15P

$$U_e = U_B - R_C I_{e(high)} = 5V - 10\,k\Omega \cdot 80\mu A$$
$$= 5V - 0{,}8V = \underline{\underline{4{,}2V}}$$

c) $U_e \overset{!}{=} 2{,}4V = U_B - R_C I_{e(high)}$

$$-\frac{2{,}4V - U_B}{I_{e(high)}} = R_C = \frac{2{,}6V}{80\mu A} = \underline{\underline{32{,}5\ k\Omega}}$$

(A3)

Schaltzeit

Ein MOSFET hat aufgrund der Arbeitsweise (Felderzeugung um zu leiten) eine geringere Schaltzeit als ein Bipolar Transistor (Ladungen zum schalten) ✓

Restspannung

Ein Bipolar Transistor hat eine ✓ geringe Restspannung als ein MOSFET

(7P)

Speicherzeit

Aufgrund der Arbeitsweise besitzt ein Bipolar Transistor eine Speicherzeit ✓ bevor abgeschaltet wird (siehe Schaltzeit). Ein MOSFET hat fast keine Speicherzeit. (s.o.)

[redacted] ELIII [redacted]

SS / WS	Semester	Fach	Dozent
FSR - Klausurensammlung			

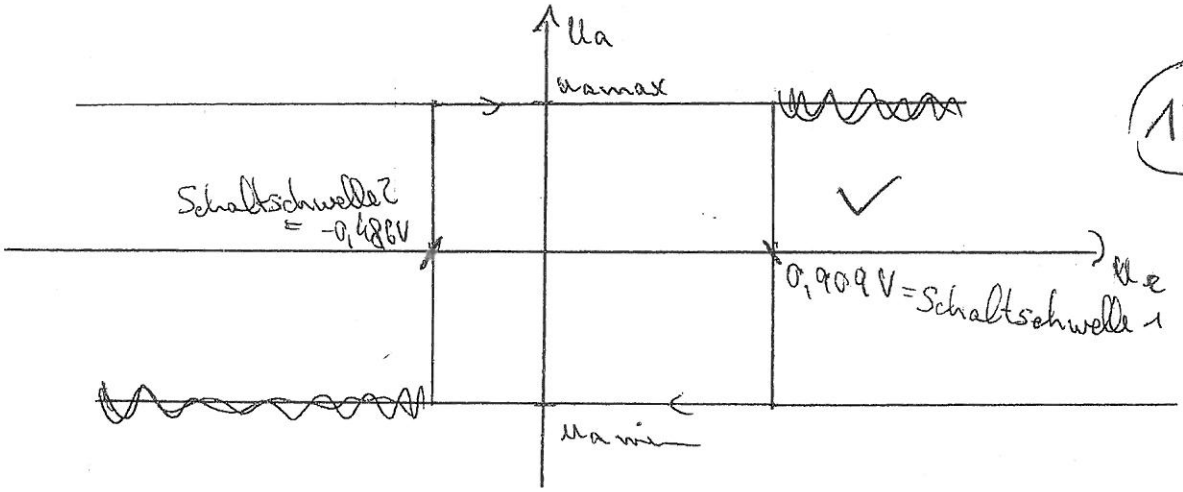
A4 a)

$$u_{amax} \cdot \frac{R_3}{R_3+R_2} = \text{Schaltschwelle 1}$$

$$u_{amin} \cdot \frac{R_3}{R_1+R_3} = \text{Schaltschwelle 2}$$

Schaltschwelle 1 $= u_{amax} \cdot 0{,}0909 = \underline{\underline{0{,}909\,V}}$

Schaltschwelle 2 $= u_{amin} \cdot 0{,}0486 = \underline{\underline{-0{,}486\,V}}$



12P

b) Schaltschwelle 1' $= (u_{amax} - U_F)\,\frac{R_3}{R_3+R_2} = 9{,}3V \cdot 0{,}0909$

$= \underline{\underline{0{,}845\,V}}$

Schaltschwelle 2' $= (u_{amin} + U_F) \cdot \frac{R_3}{R_3+R_1} = -9{,}3V \cdot 0{,}0486$

$= \underline{\underline{0{,}452\,V}}$

8P