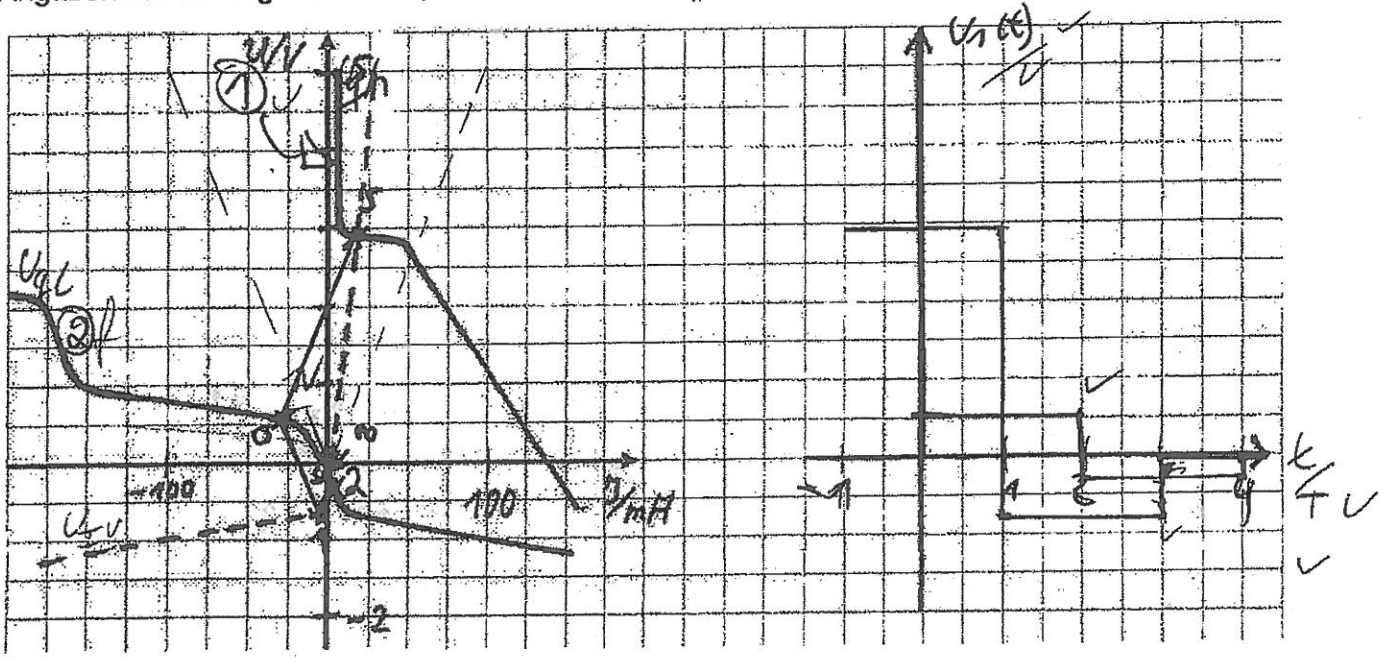
SS / WS	Semester	Fach	Dozent
09	E4	EL3	VCM

FSR - Klausurensammlung 3/14

Aufgabe 3 Signalübertragung auf einer Leitung

Zwei TTL-Gatter sind durch eine Leitung (Anfang A und Ende B) verbunden. Die Eingangskennlinie des Gatters 2 und die Ausgangskennlinien des Gatters 1 für die Zustände High und Low sind unten im Diagramm eingezeichnet.

Angaben zur Leitung: verlustfrei, Wellenwidertand $Z_W = 50\Omega$; Länge l = 10mm; Laufzeit T



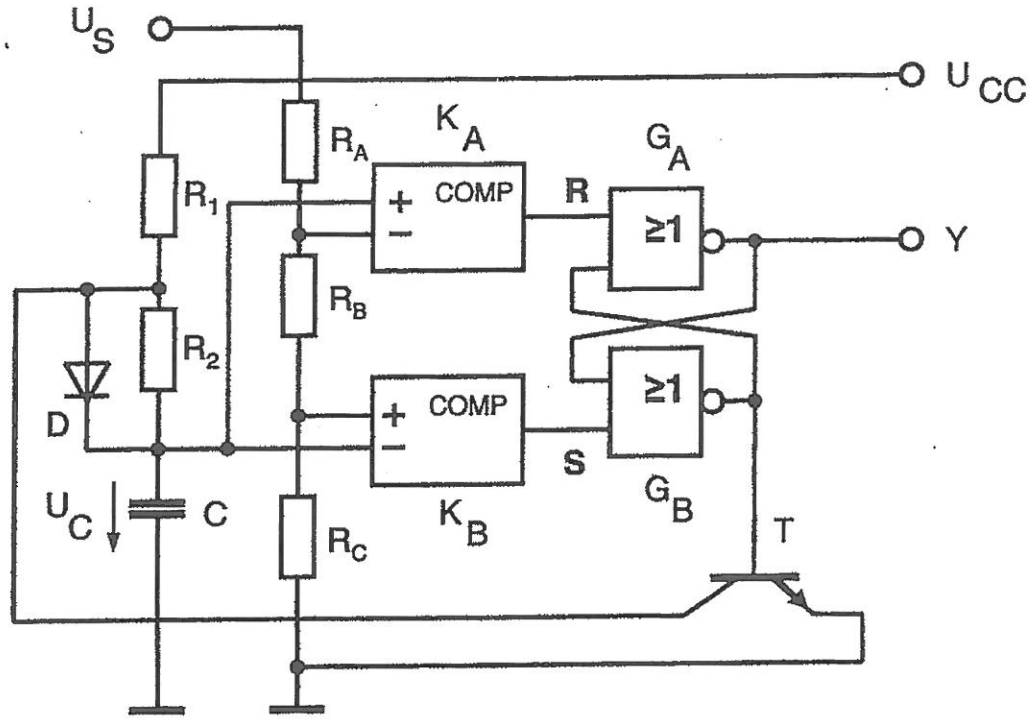
a) Kennzeichen Sie im Diagramm die Ausgangskennlinie für das High Signal des Gatters 1 mit der Ziffer 1 und die Eingangskennlinie des Gatters 2 mit der Ziffer 2. (2 Punkte) /2P

b) Es liegt im stationären Zustand das High-Signal an beiden Gattern an. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Ausgang des Gatters 1 auf Low geschaltet. Ermitteln Sie mit der Bergeron-Methode den zeitlichen Verlauf der Spannung am Anfang und Ende der Leitung und tragen Sie die für $-T \le t < 4T$ in das Diagramm oben rechts ein. (Vollständig beschriften!) (10 Punkte) /10P

c) **Zusatzaufgabe:** Die Leitung soll durch einen Parallelwiderstand R am Leitungsende besser angepasst werden. Tragen Sie R in die obige Schaltung ein. Erläutern Sie, welche der 3 Kennlinien sich in welcher Weise durch den Widerstand ändert. Wie groß muss R in etwa gewählt werden, damit keine Reflexion mehr auftritt, d.h. sofort der Endzustand erreicht wird? <u>Begründen Sie Ihre Antworten.</u> (6 Punkte)

Aufgabe 4 Astabile Kippstufe

Gegeben ist folgende über U_S steuerbare Kippschaltung mit einem Timer-Baustein.



Daten der Diode D: $U_F = 0{,}4\,V$, $I_R = 0\,A$, $R_F = 0\,\Omega$, $R_R = \infty$.

Alle Bauelemente außer die Diode werden zunächst als ideal zu betrachten.

a) Bestimmen Sie die Gleichungen für die Impulsdauer T_D und die Impulspause T_P als Funktionen von R_1, R_2, R_A, R_B, R_C, C, U_F, U_{CC} und U_S. Vereinfachen Sie falls möglich die Gleichungen (10 Punkte)

Nun sei $R_1 = 2 \cdot R_2 = R_A = R_B/3 = R_C = 10\,k\Omega$, $U_{CC} = 10\,V$, $U_S = 8\,V$ **und** $C = 10\,nF$.

b) Bestimmen Sie die Werte von T_D, T_P und dem Tastgrad v_T. (6 Punkte)

c) Zeichnen Sie die Verläufe der Spannung U_C (mit Zeitkonstanten, Anfangs- und Endwerten) und das Ausgangssignals Y ab dem Einschaltzeitpunkt bis eine komplette Periode beendet ist. Beschriften Sie die Schaltung vollständig. (6 Punkte)

d) **Zusatzaufgabe:** Nennen Sie bei einer realen Schaltung die technischen Gründe, warum R_1 nicht beliebig klein und die Widerstände R_A, R_B, R_C nicht beliebig groß gewählt werden dürfen. (4 Punkte)

Aufgabe 5 ADC und DAC

ENOB

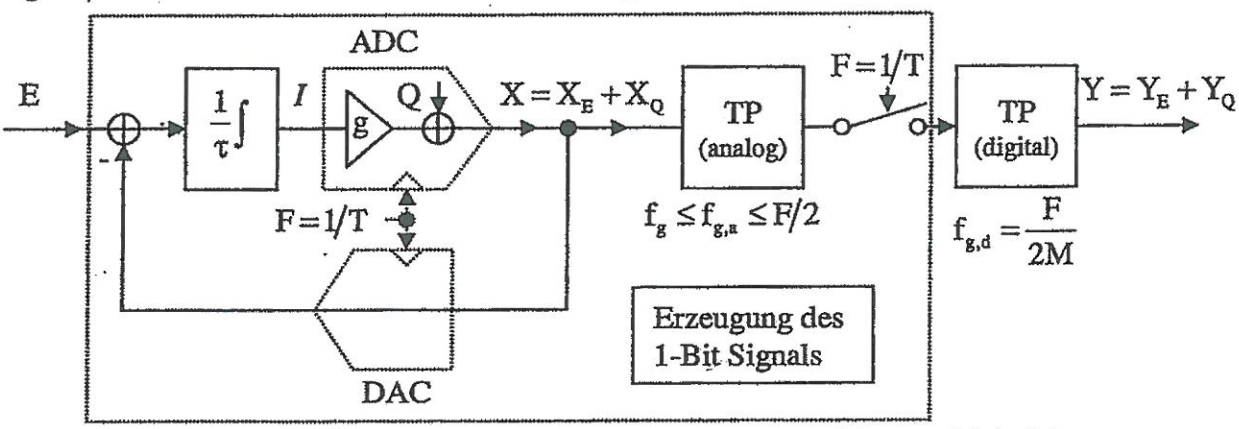
a) Erklären Sie die Definition der effektiven Bitzahl (ENOB). Warum kann man damit verschiedene ADCs sinnvoll vergleichen? Die reine Angabe von Formeln gibt Null Punkte! (4 Punkte)

Eine Methode, durch die man die effektive Bitzahl (ENOB) eines ADCs erhöhen kann, kennt man unter dem Begriff Überabtastung (Over Sampling).

b) Erklären Sie das Prinzip, wie man durch Überabtastung die ENOB eines ADC erhöhen kann. Machen Sie eine kleine Skizze des Systems (Beschriftung!). Nennen Sie den Zusammenhang zwischen ENOB und dem Überabtastfaktor. (8 Punkte)

Delta-Sigma ADC

Gegeben ist das bekannte zeitkontinuierliche Ersatzschaltbild eines idealen Delta-Sigma ADCs. Die Quantisierungseffekte werden durch ein additives Rauschsignal Q und einen konstanten Faktor $g = \tau/T$ modelliert. Für den Überabtastfaktor gilt $M \gg 1$.

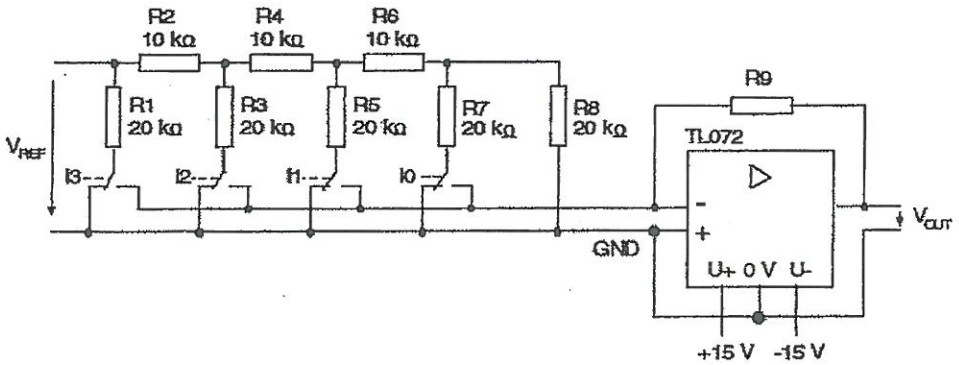


c) Zeigen Sie, dass die Übertragungsfunktion des Signal $H_E(s) = X_E(s)/E(s)$ eine Tiefpassfunktion ist. (4 Punkte)

d) Zeigen Sie, dass die Übertragungsfunktion des Rauschsignals $H_Q(s) = X_Q(s)/E(s)$ eine Hochpassfunktion ist. (4 Punkte)

e) Erklären Sie, warum ein $\Delta\Sigma$-ADC so hohe effektive Bitzahlen (ENOB) erreichen kann. Frühere Ergebnisse dürfen verwendet werden. (6 Punkte)

Zusatzaufgabe : DAC mit R-2R Spannungsteiler



Das Bild zeigt den, aus Vorlesung und Praktikum bekannten, DAC mit R-2R Spannungsteiler. Das ideale Ausgangssignal V_{OUT} ist eine Treppenkurve, die jedoch real mehrere Fehler aufweist.

f) Im Praktikum wurden zwei Fehler des Signals V_{OUT} mit einem Oszilloskop näher betrachtet. Nennen Sie die Fehler, deren Ursachen und wie man diese verringern könnte. (6 Punkte)

Aufgabe: 1a

SS / WS	Semester	Fach	Dozent
OS	E4	EL3	VLM

FSR - Klausurensammlung 6/14

$U_A \geq 8{,}8V$

$\cancel{U_{RC} = U_{CC} - U_A = 22{,}8V - 8{,}8V = 14V}$

$\cancel{\frac{U_{RC}}{U_{CC}} =}$

$\frac{U_A}{U_{CC}} = \frac{R_L}{R_C + R_L} \Rightarrow U_A \cdot R_C + U_A \cdot R_L = U_{CC} \cdot R_L$

$\cancel{R_C = \frac{U_{CC} R_L (U_{CC} - U_A)}{U_A} = \frac{R_L \cdot 14V}{8{,}8V} = 14{,}32\Omega}$

$U_A = \frac{U_{CC} \cdot R_L}{R_C + R_L} = 22.8V \cdot \frac{9\,k\Omega}{R_C + 9\,k\Omega}$

$\Rightarrow R_C = \frac{22{,}8V \cdot 9\,k\Omega - 9\,k\Omega \cdot U_A}{U_A} = \underline{14{,}318\,k\Omega}$ ✓

Aufgabe: 1b

Wenn Transistor leitet, darf I_C nicht größer 50mA sein.

$I_C = I_{RC} - I_{RL} = \frac{U_{CC} - U_{CEX}}{R_C} - \frac{U_{CEX}}{R_L} = \frac{25{,}2V - 0{,}1V}{R_C} - \frac{0{,}1V}{11\,k\Omega}$

$\Rightarrow I_C + 9{,}06\,\mu A = \frac{25{,}1V}{R_C} \Rightarrow R_C = \frac{25{,}1V}{I_C + 9{,}06\,\mu A} = \underline{\underline{501{,}9\,\Omega}}$ ✓

$\Rightarrow 501{,}9\,\Omega \leq R_C \leq \underline{14{,}318\,k\Omega}$

Aufgabe: 1c

$501{,}9\,\Omega \leq R_C \leq 14{,}318\,k\Omega$

Wenn R_C max ist, dann sind die Verluste durch geringere Ströme kleiner. Allerdings muss die ASI Logik noch sicher ~~Wenn R_C m~~ erreicht werden. ✓

Wenn R_C min ist, sind die Verluste hoch, es gibt aber keine Schwierigkeiten mit den Pegeln von ASI ✓

(2P)

Aufgabe: 1d

$m \geq 2 \Rightarrow m = \frac{B_N}{\overline{I_{CX}}} \cdot I_{BX} = \frac{100}{\overline{I_{CX}}} I_{BX} \Rightarrow I_{BX} = 1mA$ ✓

$\overline{I_{CX}} = \overline{I_{RE}} - I_{RL} = \frac{U_{CC} - U_{BEX}}{R_C} - \frac{U_{BEX}}{R_L} = \frac{25{,}1V}{501{,}9\Omega} - \frac{0{,}1V}{1k\Omega}$

$\overline{I_{CX}} = 0{,}05A$?

$I_{BX} = I_{RX} - \overline{I_{RB}} = \frac{U_q - \overline{U_{BEX}}}{R_k}$ ✓ $- \frac{\overline{U_B} - \overline{U_{BEX}}}{R_B}$ ✓ ✓

$= \frac{9{,}95V - 0{,}7V}{R_k} - \frac{(-9V) - 0{,}7V}{9k\Omega}$ im Freiwerdeb

$\overline{R_k} = \frac{9{,}95V - 0{,}7V}{I_{BX} - 1{,}07mA} = 13{,}219\,k\Omega$

(6P)

8/14

Aufgabe: 1e

Der Abstand beschreibt den Sperrbereich zw. Low und High. Da auf Leitungen Spannungen abfallen und Störungen dazukommen, ~~muss ein~~ und ein Funktionieren nochgewährleistet sein muss, braucht es einen Abstand zw. L und H zu ungenau

0P

Aufgabe:

Klausur: EL3 Datum: 16.7.09

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

Aufgabe: 1a)

ASI-High bei $U_A \geq +8{,}8V$

$\cancel{U_A - U_{CC} - U_{RC} = U_{CC} - \frac{U_{CC} - U_A}{R_C} \Rightarrow U_A - U_{CC} = -\frac{U_{CC} - U_A}{R_C}}$

$\cancel{R_C = -\frac{U_{CC} - U_A}{U_A - U_{CC}} = \frac{U_{CC} - U_A}{U_{CC} + U_A}}$

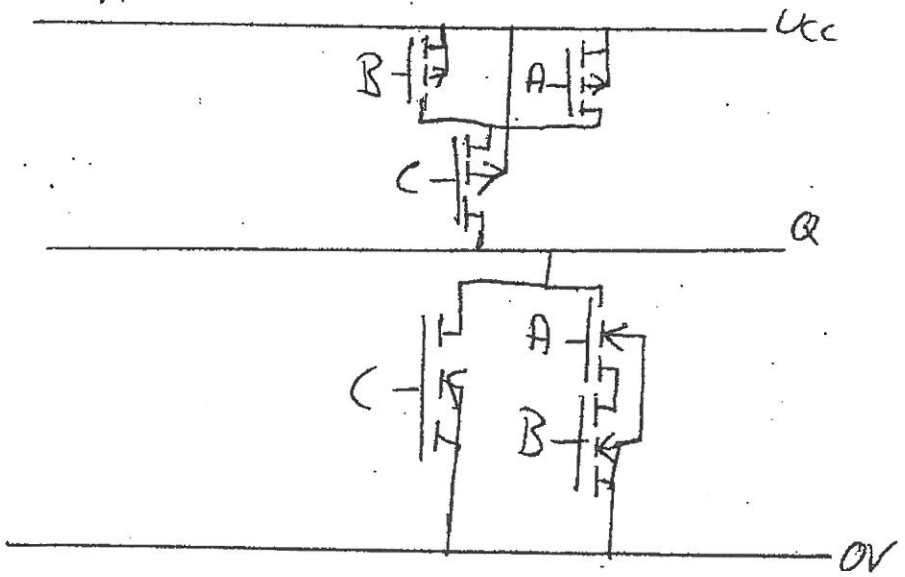
$\cancel{U_A = U_{CC} - U_{RC} \Rightarrow U_{RC} = U_{CC} - U_A = 25{,}2V - 8{,}8V = 16{,}4V}$

Siehe Extrablatter

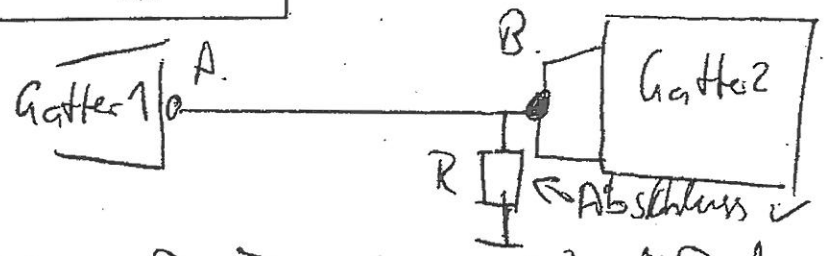
Aufgabe: 2

$f_n(A,B,C) = (A \wedge B) \vee C \quad f_p = (A \vee B) \wedge C$

8/8



Aufgabe: 3c



Wenn $R = Z_W$, dann ist R der angepasste und abgeschlossene Widerstand für die Leitung. Der Reflexionsfaktor am Ende ist 0. $r_2 = \frac{Z_2 - Z_W}{Z_2 + Z_W} = 0$

Aufgabe: 4

$$T_D = \tau \cdot \ln\left(\frac{U_{\infty} - U_F - U_C}{U_{\infty} - U_F - \bar{U}_C}\right) = R_1 \cdot \ln\left(\frac{U_{CC} - 0{,}4V - 0V}{U_{CC} - 0{,}4V - \bar{U}_C}\right)$$

$$\bar{U}_C = \frac{U_S \cdot \bar{U}_C}{U_S} = \frac{R_C}{R_A + R_B + R_C} \Rightarrow \bar{U}_C = U_S \cdot \frac{R_C}{R_A + R_B + R_C}$$

$$T_D = R_1 C \cdot \ln\left(\frac{U_{CC} - 0{,}4V}{U_{CC} - 0{,}4V - U_S \cdot \frac{R_C}{R_A + R_B + R_C}}\right)$$

$$T_P = R_2 C \cdot \ln\left(\frac{U_{CC} - U_{CC} + 0{,}4V}{\bar{U}_C - U_{CC}}\right) = R_2 \cdot \ln\left(\frac{0 - U_{CC}}{U_S \cdot \frac{R_C}{R_A + R_B + R_C} - U_{CC}}\right)$$

Aufgabe: 4a

$$T_D = \tau \ln\left(\frac{U_{00} - U_{SP}}{U_{00} - \bar{U}_C}\right)$$

$$\underline{U}_C = U_S \cdot \frac{R_C}{R_A + R_B + R_C} = \frac{U_S}{5}?$$

$$\bar{U}_C = U_S \cdot \frac{R_B + R_C}{R_A + R_B + R_C} =$$

$$T_D = R_1 C \ln\left(\frac{U_{CC} - U_F - U_S \frac{R_C}{R_A + R_B + R_C}}{U_{CC} - U_F - U_S \frac{R_C + R_B}{R_A + R_B + R_C}}\right) = R_1 \ln($$

$$T_P = R_2 C \cdot \ln\left(\frac{\underline{U}_C - U_{00}}{\bar{U}_C - U_{00}}\right) = R_2 C \cdot \ln\left(\frac{U_S \frac{R_C}{R_A + R_B + R_C} - 0V}{U_S \frac{R_C + R_B}{R_A + R_B + R_C} - 0V}\right)$$

9/10

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

f $\frac{1}{x}$)

Aufgabe: 4b

nach 3/4

$$T_D = 10k\Omega \cdot C \ln\left(\frac{9{,}6V - \frac{8}{5}V}{9{,}6V - 6{,}4V}\right)$$

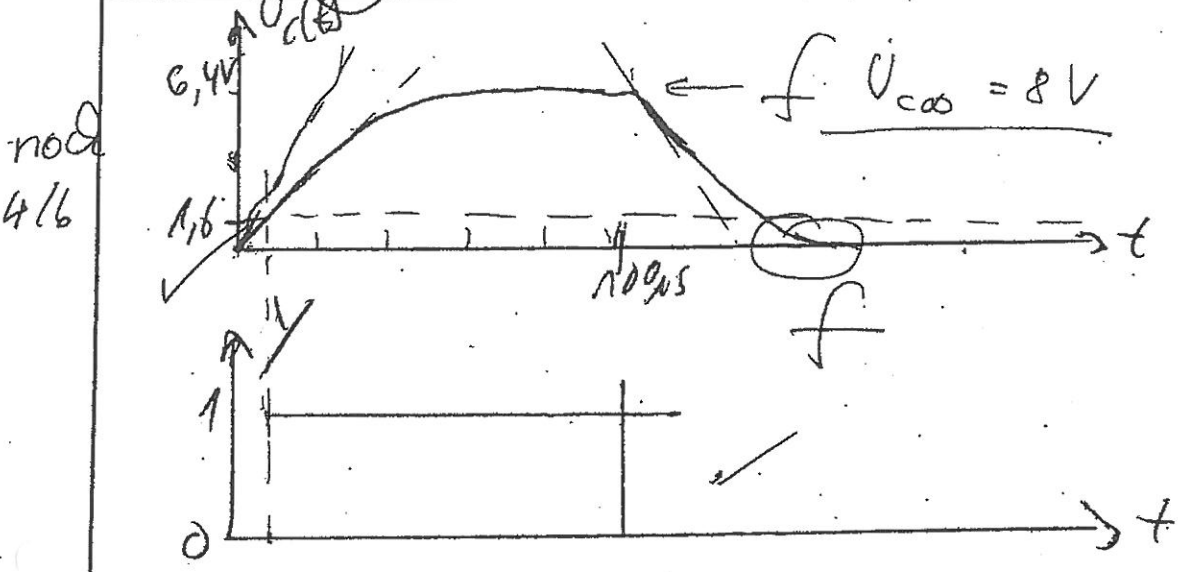
$$T_D = 100\mu s \cdot \ln(0{,}916) = \underline{\underline{91{,}63\mu s}}$$

$$T_P = 3k\Omega \cdot 10nF \cdot \ln\left(\frac{1}{4}\right) =$$

s.o.

$U_c(0) = 0 \quad U_c(T_D) = 8V + 8V\,e^{-\frac{T_D}{\tau}} = 6{,}4V$

Aufgabe: 6



Aufgabe:

SS / WS	Semester	Fach	Dozent
09	E4	EL3	VLM

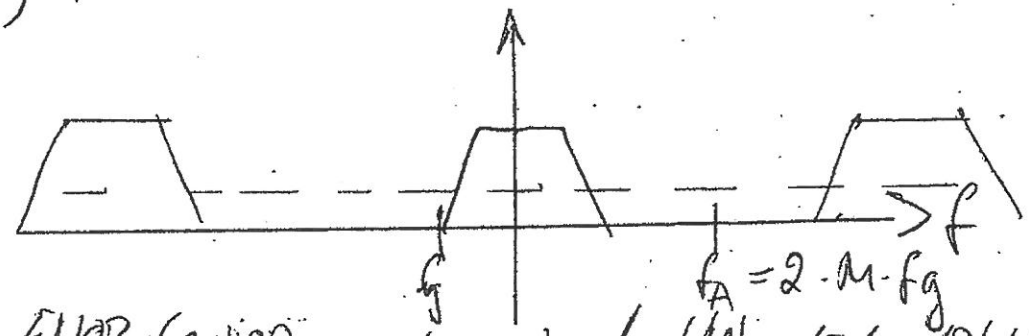
FSR - Klausurensammlung 12/14

Aufgabe: 5 a)

2/4 Die effektive Anzahl von Bits sind die Bits, die nutzbar sind inklusive aller Fehler. So können verschiedene ADC miteinander verglichen werden, weil !

b)

4/8



$$\frac{\text{ENOB-Gewinn}}{\text{dB}} = \frac{(2k+1) \cdot \log(M) + 10 \log(2k+1) - k \cdot 9{,}94\,\text{dB}}{602\,\text{dB}}$$

k ist Filterordnung

↳ was folgt er Over Sampling?

Aufgabe: 5 c)

3/4 $$H_E(s) = \frac{X_E(s)}{E(s)} = \frac{\frac{1}{s\tau} \cdot g}{\frac{1}{s\tau} \cdot g + 1} = \frac{g}{s+g} = \frac{\tau/T}{s + \frac{\tau}{T}}$$

⇒ TP Charakter

3/4 d) $$H_q(s) = \frac{X_q(s)}{E(s)} = \frac{1}{1 + \frac{1}{s\tau} \cdot g} = \frac{s}{s+g} \Rightarrow HP$$

SS / WS	Semester	Fach	Dozent
09	E 4	EL 3	VLM

FSR - Klausurensammlung 14/14

Aufgabe: 5d) e)

3/6

Durch den Überabtastfaktor M wird das Signal überabgetastet. Da das Rauschlevel gleichbleibt, das Spektrum des Signals bandbegrenzt ist und periodisch fortgesetzt wird, sinkt das Rauschniveau für den Signalausschnitt. Für höhere Bitzahlen werden Filter höherer Ordnung verwendet.

+ Noise Shaping

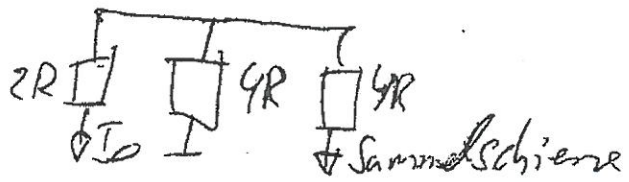
Aufgabe: 5f)

4/6

(1) Glitches: Glitches entstehen beim Wechsel der Übergänge durch Drechlfehler des OP; Schalter, die unterschiedlich schnell schalten; ⊗
⇒ Glitches können durch bessere Bauteile oder einen Tiefpass verringert werden. ⊗ Letzteres geht negativ in die Geschwindigkeit ein ✓

Offsetfehler: Durch den nicht vorhandenen Offset kann der Quantisierungsfehler U_{LSB} betragen. Wenn die Kennlinie um $\frac{U_{LSB}}{2}$ verschoben wird, so verringert sich der Fehler auf $\frac{U_{LSB}}{2}$ ↑

Schaltbild:



Off. nicht sichtbar im Skopebild

Dr.-Ing. J. Vollmer
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Department für Informations- und Elektrotechnik
Informationstechnik und Kommunikationstechnik

21

Name: Motzek
Vorname: Alexander
Matr.-Nr.: 1897403

Prüfung Elektronik 3 vom 29. Januar 2010

Ihre Lösungen müssen den Ansatz enthalten. Lösungen ohne Herleitungen oder Begründung erhalten nur reduzierte Punktzahl! Nummerieren Sie Ihre Aufgaben.

	Punkte in Unteraufgaben		Erreichte Punkte	Maximal (+ SP)
Aufgabe 1	3+3+8+5(+6)		3+3+5+5 (+3)	19(+6)
Aufgabe 2	10		8	10
Aufgabe 3	10+10		9+8	20
Aufgabe 4	3+10+5+4(+8)		3+3+0+4 (+5)	22(+8)
Aufgabe 5	4+4+6+5(+4)		2+0+6+4 (–)	19(+4)
Bewertung:	13	**Summe:**	74	**90 (+18)**

Kleine Formelsammlung:

Min/Max. Rechenregeln: Für $a<0, b>0$ gilt: $\overline{ab}=\bar{a}\bar{b}$ und $\underline{ab}=\underline{a}\bar{b}$

Lösung Differentialgleichung erster Ordnung mit konstanter Anregung::

$$u(t)=U_\infty+[U_0-U_\infty]e^{-(t-t_S)/\tau}$$

Für $t=T_x$ folgt:

$$T_x-t_S=\tau\cdot\ln\left(\frac{U_\infty-U_0}{U_\infty-u(T_x)}\right)$$

Tastgrad

$$v_T=\frac{T_D}{T_D+T_P}$$

Transistor in Sättigung:

$$I_{CX}=\frac{B_N}{m}I_{BX}$$

CMOS-Logik

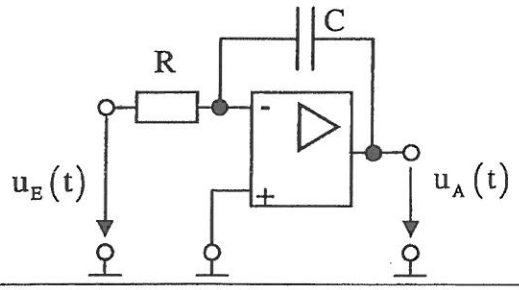
$$f_p(\mathbf{E})=f(\overline{\mathbf{E}})$$

$$f_n(\mathbf{E})=\overline{f(\mathbf{E})}$$

mit $\mathbf{E}=[E_1, E_1, \ldots E_N]$

Invertierender OP-Verstärker als Integrator im linearen Bereich:

$$u_A(t)=-\frac{1}{RC}\int_{-\infty}^{t}u_E(\tau)d\tau$$



ENOB (Effective Number of Bits):

$$\mathrm{ENOB}(M)=\frac{\mathrm{SINAD}/\mathrm{dB}-1{,}76}{6{,}02}$$

SINAD: Signal-to-Noise-and-Distortion (power) Ratio:

$$\mathrm{SINAD}=\frac{S}{N+D}$$

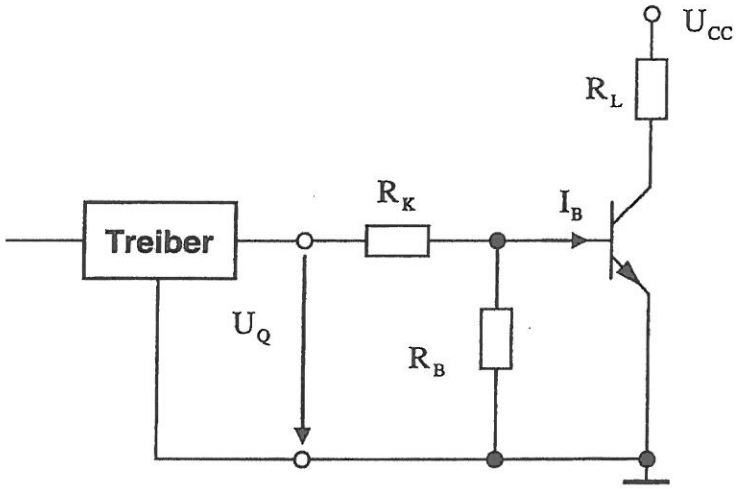
S: signal power, N: noise power, D distortion power

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

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

Aufgabe 1: Pegelanpassung (19+6)

Eine, als ohmsche Last R_L modellierte, Schaltung soll von einem Treiber angesteuert werden. Die notwendige Pegelanpassung erfolgt mit einem Transistor.



Daten des Treibers: $U_{QL} = 1{,}0\ V \pm 5\%$, $U_{QH} = 5\ V \pm 5\%$

Daten des Transistors: $U_{CEX} = 0{,}1 \ldots 0{,}4\ V$, $U_{BEX} = 0{,}6 \ldots 0{,}8\ V$, $I_{CB0} = 0\ A$

$U_{CC} = 5\ V \pm 5\%$, $R_{LN} = 220\ \Omega$, $R_{KN} = 6{,}4\ k\Omega$ (Alle Widerstände haben 10% Toleranz.)

E12 Reihe: 1,0 ; 1,2 ; 1,5 ; 1,8 ; 2,2 ; 2,7 ; 3,3 ; 3,9 ; 4,7 ; 5,6 ; 6,8 ; 8,2 X $10^n\ \Omega \pm 10\%$

a) Berechnen Sie den maximalen Kollektorstrom $\overline{I_C}$. (3 Punkte)

b) Für die Schaltung soll gelten $\underline{I_{BX}} = 100\ \mu A$ und $m \geq 2$. Bestimmen Sie den Stromverstärkungsfaktor B_N so, dass der Transistor $\overline{I_C}$ sicher erreicht. (3 Punkte)

c) Dimensionieren Sie $\overline{R_B}$ so, dass der Transistor sperrt. Das wird hier für $U_{BEY} \leq 0{,}15\ V$ als sicher angesehen. Wählen Sie R_{BN} geeignet aus der E12 Reihe (8 Punkte)

d) Überprüfen Sie, ob bei dem in c) gewählten R_{BN} der geforderte Strom $\underline{I_{BX}}$ sicher erreicht wird. (5 Punkte)

e) **Zusatzaufgabe:** Erklären Sie kurz, welche Bedingungen die Dimensionierung von R_K und R_B bestimmen. Gibt es immer ein Wertepaar (R_K, R_B), dass bei sonst vorgegebenen Bauelementen alle Bedingungen erfüllt? (Begründen Sie ihre Antwort, keine Berechnung!) (6 Punkte)

Aufgabe 2 CMOS-Logik (10 Punkte)

Die logische Funktion des P-MOS Teils einer CMOS Schaltung ist $f_p(A,B,C) = (\overline{A} \vee \overline{B}) \wedge \overline{C}$. Gegen Sie von positiver Logik aus, d.h. Low $\leftrightarrow$ 0 und High $\leftrightarrow$ 1. Zeichnen Sie eine Realisierung der gesamten Schaltung mit möglichst wenig Transistoren. Nur die nicht invertieren Signale A, B und C können als gegeben angesehen werden. Schließen Sie alle Anschlüsse der N- und P-MOS Transistoren korrekt an! (10 Punkte)

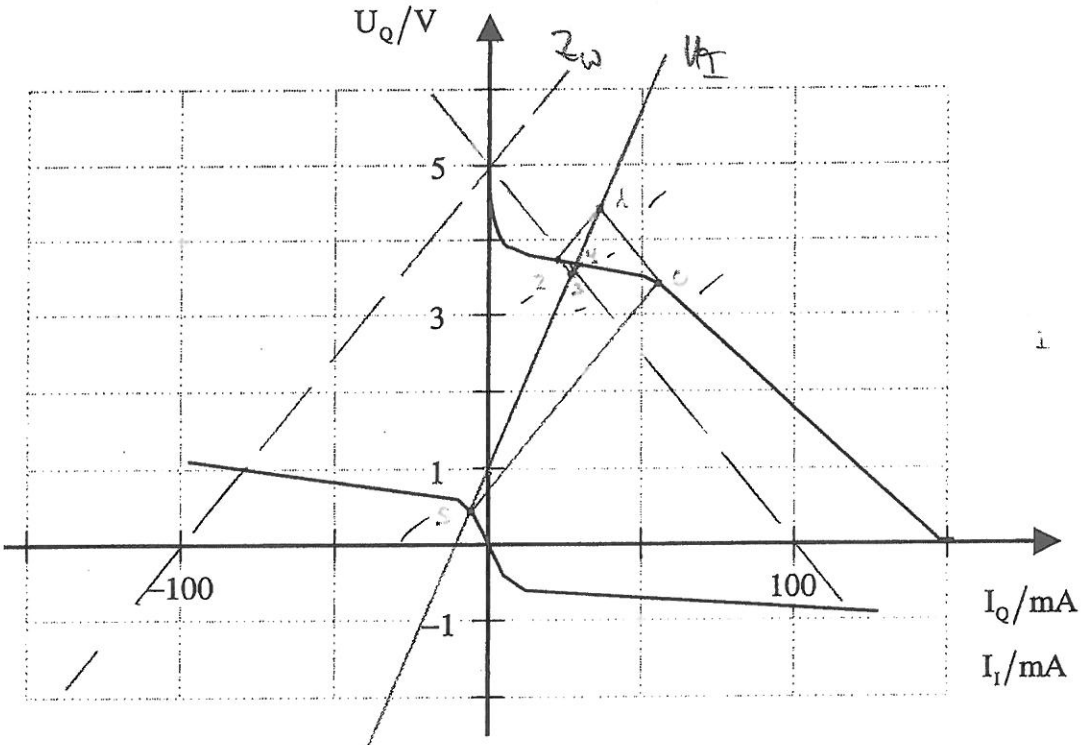
Aufgabe 3 Die Bergeron Methode (20 Punkte)

Ein Gatter mit den gegebenen Ausgangskennlinien U_Q treibt über eine 50 Ω Leitung (Laufzeit T) ein zweites Gatter. Dessen Eingangskennlinie U_I kann beschrieben werden als eine Reihenschaltung einer idealen Spannungsquellen mit $U_{I0} = 1V$ mit einem Widerstand $R_I = 100\Omega$.

Zeichnen Sie in die Bergeron Diagramme die Kennlinie von U_I und die Übergänge von Low nach High bzw. von High nach Low für ein. Geben Sie in den Tabellen die aus den Zeichnungen abgelesenen Spannungswerte zu den gegebenen Zeitintervallen an. Gehen Sie davon aus, dass die Umschaltung im Zeitpunkt $t = 0$ stattfindet.

a) Diagramm und Tabelle für den Übergang von Low nach High. (10 Punkte)

3/10



t	U_Q/V	U_I/V
$t<0$	0,5	0,5
$0 \le t < T$	3,2	?
$T \le t < 2T$	?	4,4
$2T \le t < 3T$	3,8	?
$3T \le t < 4T$	?	3,5

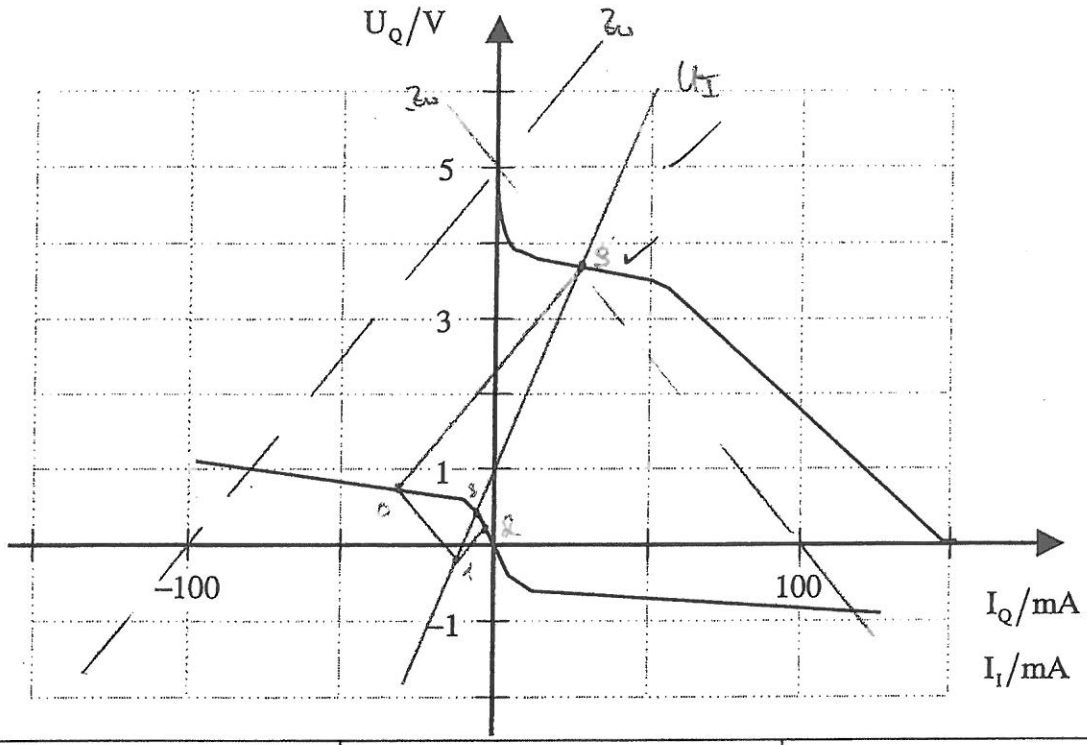
SS / WS	Semester	Fach	Dozent

FSR - Klausurensammlung

Weiter Aufgabe 3

b) Diagramm und Tabelle für den Übergang von High nach Low. (10 Punkte)

8/10



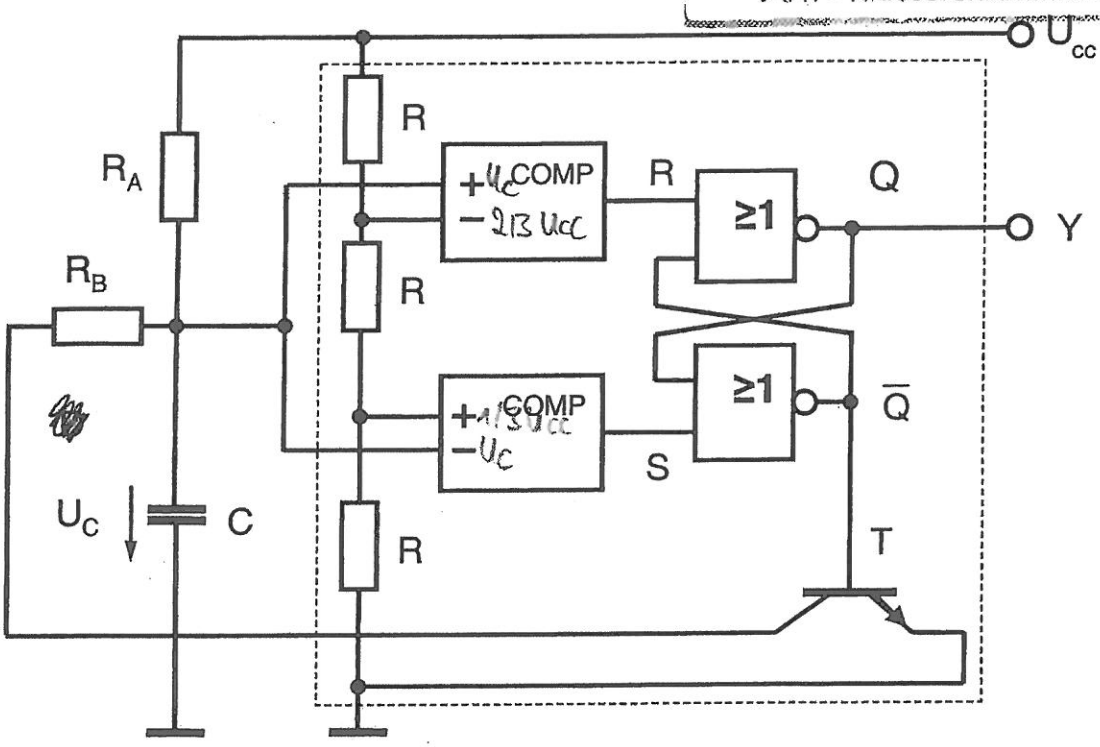
t	U_Q/V	U_I/V
t<0	3,7	3,7
0≤t<T	0,8	3,7 (fehlt)
T≤t<2T	0,8	-0,2
2T≤t<3T	0,5	0,5 ≠ -0,2
3T≤t<4T	0,5	0,5

Pkt 2 ≠ Pkt 3

SS / WS	Semester	Fach	Dozent

FSR - Klausurensammlung

Aufgabe 4 Astabile Kippstufe (24+8 Punkte)



In Vorlesung und Praktikum wurde eine Beschaltung des 555 Timer-Bausteins (gestrichelter Kasten) mit zeri Widerständen als astabile Kippstufe behandelt. Die angegebene Schaltung zeigt eine alternative Beschaltung, die andere Vor- und Nachteile hat.

Alle Bauelemente sind als ideal anzusehen.

a) Bestimmen Sie die Impulsdauer T_D als Funktion von R_A, R_B und C. Vereinfachen Sie die Gleichung so weit wie möglich. Aus Formelsammlungen abgeschriebene Endergebnisse ohne Herleitung erhalten Null Punkte! (3 Punkte)

b) Bestimmen Sie die Impulspause T_P als Funktion von R_A, R_B und C. Vereinfachen Sie die Gleichung so weit wie möglich. (10 Punkte)

c) Betrachten Sie die Funktion der Schaltung. Welche Bedingung muss an R_A und R_B gestellt werden, damit die Schaltung überhaupt schwingt? (Begründung!) (5 Punkte)
(*Hinweis: Die Aufgabe ist ohne die vorigen Unterpunkte lösbar.*)

Falls Sie b) nicht lösen konnten, gehen Sie ab jetzt von folgender Gleichung aus:

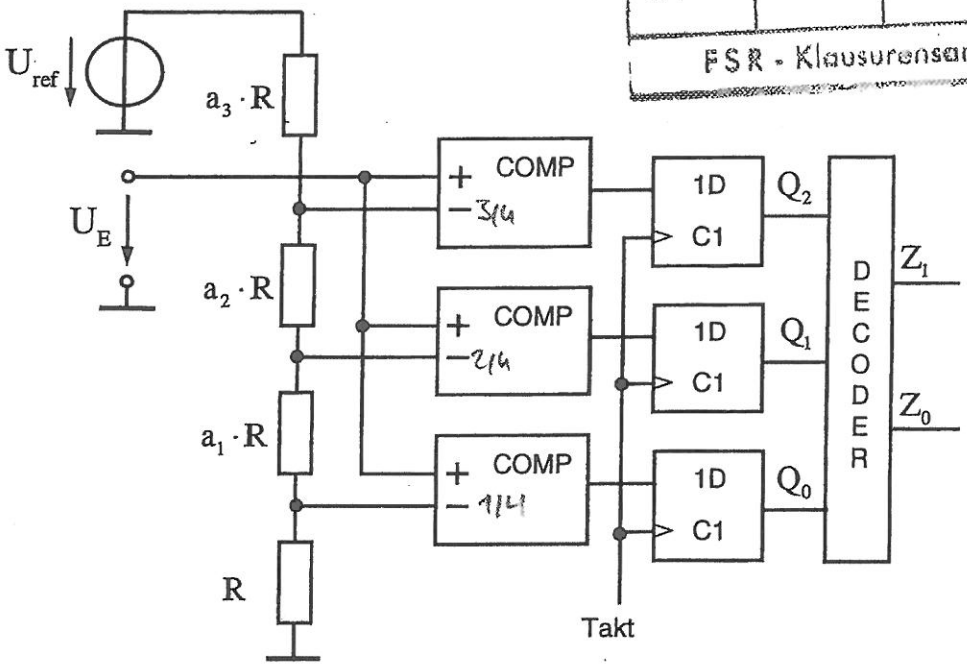
$$T_P = 2 \cdot \frac{R_A \cdot R_B}{R_A + R_B} \cdot C \cdot \ln\left(\frac{3R_A - 2R_B}{R_A - 2R_B}\right)$$

d) Nun sei $R_A = 50\,k\Omega$, $R_B = 24\,k\Omega$ und $C = 10\,nF$. Berechnen Sie die Frequenz des Oszillators (4 Punkte)

e) **Zusatzaufgabe/Verständnisaufgabe:** Mit dieser Schaltung kann, durch passende Wahl von R_A/R_B, ein Tastgrad von $v_T = 0{,}5$ erreicht werden kann. Zeigen zum Beweis allgemein, dass v_T kleiner und größer 0,5 sein kann (T_D kleiner bzw. größer T_P). Eine Angabe von Bauelementwerten ist NICHT gefordert. (8 Punkte)

Aufgabe 5 Zwei Bit Flash ADU (19+4 Punkte)

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



Betrachten Sie die obige Schaltung. Gehen Sie zunächst von idealen Bauelementen aus.

a) Welche Werte müssen die Faktoren a_1, a_2 und a_3 haben, damit es sich um einen ADU mit idealer Kennlinie und $U_{ref} = U_{FS}$ handelt? (4 Punkte)

b) Für $U_{ref} \neq U_{FS}$ sind noch andere Lösungen für die a_k-Faktoren möglich. Geben Sie für eine derartige Lösung die a_k an und bestimmen Sie U_{FS} als Funktion von U_{ref}. (4 Punkte)

c) Erklären Sie die kurz die Funktion der Schaltung, inklusiver aller Teilschaltungen. (6 Punkte)

noch 4/5

d) Die Q_i- und Z_k-Werte (0 oder 1) sind abhängig von der Eingangsspannung U_E zum Abtastzeitpunkt. Füllen Sie die unten stehende Decoder-Tabelle vollständig aus. Gehen Sie von der in a) gefundenen Lösung für die a_k aus. (5 Punkte)

U_E	Q_2	Q_1	Q_0	Z_1	Z_0
0V ... von ... bis	0	0	0	0	0
$\frac{1}{4}U_{ref} = \frac{1}{4}U_{FS}$ (bisschen mehr)	0	0	1	0	1
$\frac{2}{4}U_{ref}$ (bisschen mehr)	0	1	1	1	0
$\frac{3}{4}U_{ref}$ (bisschen mehr)	1	1	1	1	1

ADU nicht DAU

e) **Zusatzaufgabe:** Gehen Sie nun realen Bauelementen aus. Schätzen Sie grob ab, in welcher Größenordnung R liegen sollte. Nennen Sie Gründe für die obere und untere Grenze von R. (4 Punkte)

Klausur: EL3 WS09/10 Datum: 29.01.10

Name: Motzek Vorname: Alexander Matr.-Nr. 1897403

Aufgabe: 1

a) 3/3

a) $\overline{I_{CX}} = I_{RL} = \frac{\overline{U_{CC}} - U_{CEX}}{R_L} = \frac{5V \cdot 1{,}05 - 0{,}1}{220\Omega \cdot 0{,}9}$

$= 26{,}01\ mA$

b) 3/3

b) $\underline{I_{BX}} \overset{!}{=} 100\ \mu A \quad m \overset{!}{\geq} 2 \quad R_N = ? \quad \overline{I_{CX}} \overset{!}{=} 26{,}01\ mA$

$I_{CX} = \frac{R_N}{m} \cdot I_{BX} \Rightarrow \underline{m} = \underline{R_N} \cdot \frac{I_{BX}}{I_{CX}}$ ← Forderung

$\Rightarrow \underline{R_N} = \underline{m} \cdot \frac{\overline{I_{CX}}}{\underline{I_{BX}}} = 2 \cdot \frac{26{,}01\ mA}{100\ \mu A} = 520{,}2$

Aufgabe: 1

$\overline{R_B} = ? \quad \overline{U_{BEY}} = 0{,}15\ V$

c) 8/8

c) $\overline{U_{BEY}} = \frac{R_B}{R_B + R_K} \cdot U_{QL}$ ← Forderung

$= \frac{1}{1 + \frac{R_K}{R_B}} \cdot \overline{U_{QL}}$

$\Rightarrow 1 + \frac{R_K}{R_B} = \frac{U_{QL}}{U_{BEY}} \Rightarrow \frac{R_K}{R_B} = \frac{U_{QL}}{U_{BEY}} - 1$

$\Rightarrow \overline{R_B} = \frac{R_K}{\frac{U_{QL}}{U_{BEY}} - 1} = 960\ \Omega$

$R_{BN} = 820\ \Omega$

Aufgabe: 1

d) 5/5

a) $I_{BX} = I_{RK} - I_{RB} = \frac{U_{CH} - U_{BEX}}{R_K} - \frac{U_{BEX}}{R_B}$

$$I_{BX} = \frac{5V \cdot 0{,}95 - 0{,}8V}{6400\,\Omega \cdot 1{,}1} - \frac{0{,}8V}{820\,\Omega \cdot 0{,}9} = -523\,\mu A$$

Denn wird es nicht!

noch 3/6

b) Es muss zum Einen I_{BX}, im letzten Fall gewährleistet sein, zum anderen muss der Transistor sicher sperren können. ⇒ Wie in diesem Fall zu sehen, gibt es nicht immer ein Widerpaar das stimmt. Es müsste hier noch eine Spannungsquelle U_B an R_B angeschlossen werden. Dann wäre es dimensionierbar.

* Das war nicht gefragt!

?? ?? ?? h.f.

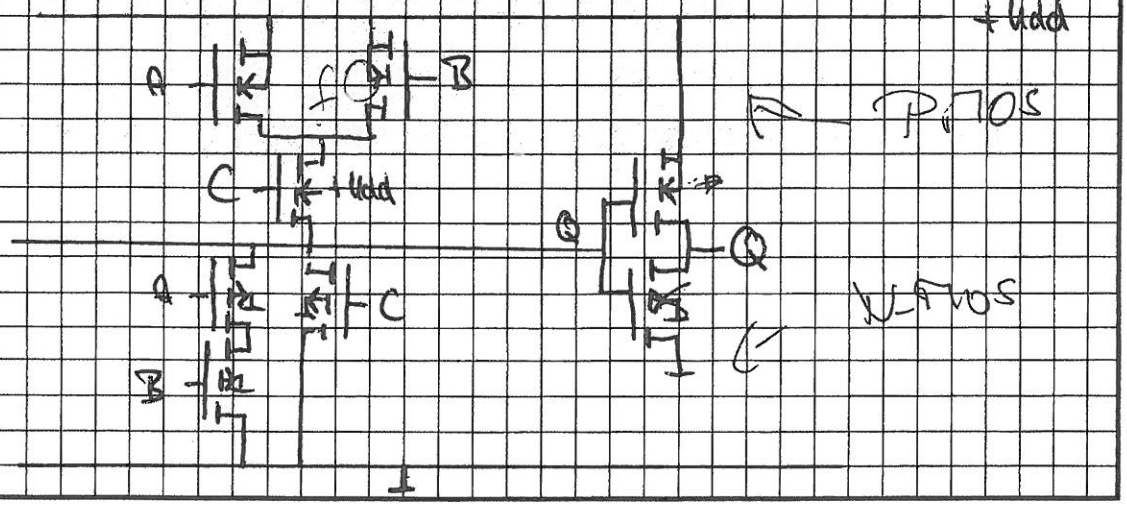
Aufgabe: 2)

noch 8/10

$f_p(A,B,C) = (\bar{A} \vee \bar{B}) \wedge \bar{C}$

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

Wenn alle Eingänge invertiert werden sollen, kann man Q invertieren und die Struktur von n- und p-MOS Seite tauschen (aber nur Struktur)



Aufgabe: 4

a) $t_x = \tau \cdot \ln\left(\frac{U_0 - U_\infty}{U(t_x) - U_\infty}\right)$

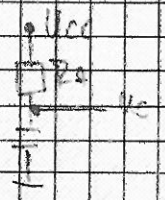
a) $t_d = ?$

3/3

$U_0 = \frac{1}{3} U_{CC}$ $\quad U_\infty = U_{CC}$ $\quad U(t_d) = 2/3\, U_{CC}$

$$t_d = R_A \cdot C \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{3}U_{CC} - U_{CC}}{2/3\, U_{CC} - U_{CC}}\right) = R_A \cdot C \cdot \ln(2)$$

Kondensator lädt sich nur über R_A, da der Transistor nicht geschaltet ist.



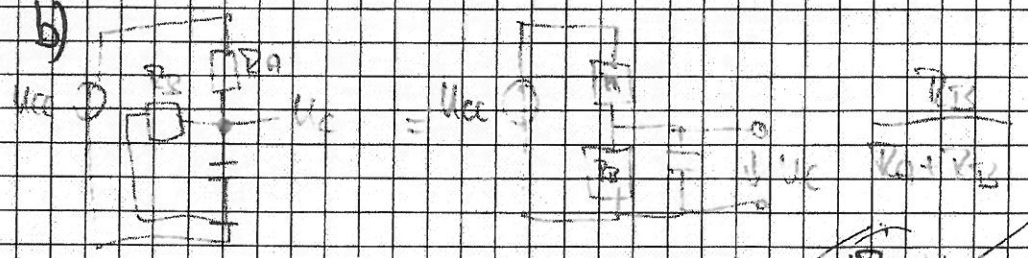
Die Vergleichsspannung der Komparatoren ist $\frac{2}{3} U_{CC}$ bzw. $\frac{1}{3} U_{CC}$. Zu diesen Zeitpunkten wird sich der Kondensator auch laden bzw. ~~entladen~~ aufhören zu laden

Aufgabe: 4

$t_p = ?$

3/10

b)



Der Kondensator wird sich über R_B (R_A) entladen.

Die Spannungsschwellen sind

$U_0 = \frac{2}{3} U_{CC}$ $\quad U_\infty = 0$ $\quad U(t_p) = \frac{1}{3} U_{CC}$

$$t_p = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} \cdot C \cdot \ln\left(\frac{\frac{2}{3} - 0}{\frac{1}{3} - 0}\right) = \frac{R_B}{\frac{R_A R_B}{R_A + R_B}} \cdot C \cdot \ln(2)$$

Aufgabe: 4

d)

vor 4/4

$f = \frac{1}{T}$ $\quad T = T_d + T_p = R_A \cdot C \cdot \ln(2) + 2 \cdot \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} \cdot C \cdot \ln\left(\frac{3R_A - 2R_B}{R_A - 2R_B}\right)$

$\Rightarrow T_d = 0{,}35\,ms$ $\quad \Rightarrow T = 1{,}62\,ms$

$T_p = 1{,}3\,ms$ (ungenau)

$\Rightarrow f = 616{,}6\,Hz$

c) R_A muss größer als R_B sein

bzw. $\frac{3R_A - 2R_B}{R_A - 2R_B} > 1$

$\Rightarrow 3R_A - 2R_B > R_A - 2R_B$

Aufgabe: 4

e)

nach 5/8

$$V_T = \frac{T_D}{T_D + T_P} = \frac{R_A C \ln(2)}{2 \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} \cdot C \cdot \ln\left(\frac{3R_A - 2R_B}{R_A - 2R_B}\right) + R_A C \ln(2)}$$

Für $R_B \to 0$ ist T_d größer als T_p, da T_d nicht von R_B abhängt.

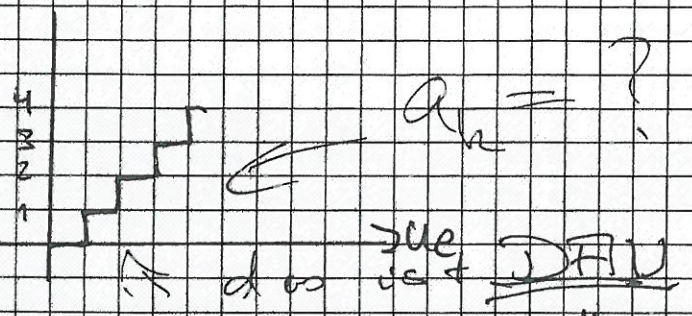
$\Rightarrow$?

2'te Fall ?

noch 2/4

Aufgabe: 5

a) ~~$a_1 = 8$ $a_2 = 4$ $a_3 = 6$.~~



da es ist DFU

2 Bit ADU ⇒ 4 Zustände ⇒ $U_{LSB} = \frac{U_{FS}}{2^n}$

Jede Komparator muss U_{LSB} abbekommen

$a_n = 1$

Frage lesen

noch 6/6

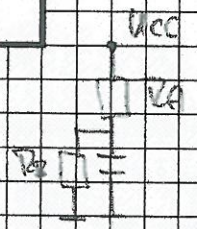
Aufgabe: 5

c) Durch den Spannungsteiler werden verschiedene Spannungen an den Komparatoren angelegt, welche zum Vergleich U_e haben. Ähnlich dem Wägeverfahren werden dann durch die Flip-Flops die entsprechenden Bits gesetzt und ausgegeben, wenn die Teilspannung kleiner als U_e ist.

~~b) Wenn $U_{ref} = 2 \cdot U_{FS}$ so muss jeder Komp. nur die Hälfte abbekommen~~

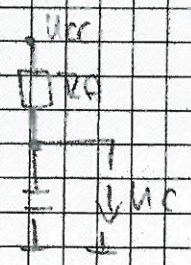
Der Decoder wandelt dann dieses hochgezählte (Thermometer) in einen Binärcode um.

Aufgabe:



$$U_{ab} = U_{cc} \cdot \frac{R_3}{R_4 + R_3}$$

Aufgabe:



Fachhochschule Hamburg	Datum: 29. Januar 2004
Fachbereich E/I	Lehrgebiet: Informationstechnik

Klausur: Digitale Schaltungstechnik / E4A

Bearbeitungsdauer: 120 Minuten	Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Kölzer
Name, Vorname: Lorenz, Steffen	
Matrikel-Nr.: 1700286	Semester: E4a
Erreichte Punkte: 80	Note: 1,2
Tag der Bewertung: 03.02.04	

Zugelassene Hilfsmittel: Vorlesungsaufzeichnungen, Skript, Arbeitsblätter, Fachbücher, mathematische Formelsammlung, Taschenrechner

Achtung: Es werden nur die Lösungen anerkannt, deren Lösungswege eindeutig erkennbar und nachvollziehbar sind.

Aufgabe 1:

Auf einer LAN-Verbindung treten wiederholt Störungen auf. Der verwendete verlustarme Kabeltyp besitzt eine Leitungswellenimpedanz von $Z_L = 120\Omega$. Für den verwendeten Sendebaustein wird angegeben: $U_{QL} = 0V$, $U_{QH} = 5V$, $R_{QH} = 10\Omega$. Als Empfänger dient ein Logik-Baustein, dessen Schwellspannung mit $U_s = 2{,}5$ V bekannt ist.

a) Messtechnisch wird am Ende der Leitung ein wirksamer Reflexionsfaktor r_e von +0.85 ermittelt. Welchen Eingangswiderstand besitzt der Empfängerbaustein?

b) Bestimmen Sie für die rücklaufende Welle den wirksamen Reflexionsfaktor r_a am Eingang der Leitung.

c) Entwickeln Sie einen Impulsfahrplan für einen L → H Sprung der Quelle. Zeichnen Sie den Spannungsverlauf am Anfang und Ende der Leitung als Funktion der Zeit im Bereich von 0... 6τ (τ Signallaufzeit der Leitung).

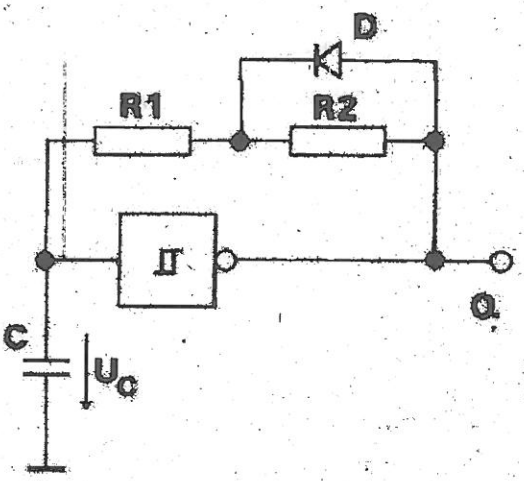
d) Um welche Störung handelt es sich. Beschreiben Sie den Effekt.

SS / WS	Semester	Fach	Dozent
03/04	E4	DS	KZR

FSR - Klausurensammlung 1/12

Aufgabe 2:

Die hier abgebildete astabile Kipp-Schaltung soll näher analysiert werden. Bei dem benutzen Schmitt-Trigger handelt es sich um einen CMOS-Baustein ***SN74HC14*** mit U_{QH} = 4,9V und U_{QL} = 0,1V sowie den beiden Schwell-Spannungen U_{S1} = 1,70V und U_{S2} = 2,80V (bei 5 V Betriebsspannung). Die Werte für die Widerstände sind mit R_1 = 12 kΩ und R_2 = 22 kΩ vorgegeben. Die Kapazität hat einen Wert von C = 1nF. Die Diode D ist mit der Fluss-Spannung U_{F0} = 0,7V und dem Bahnwiderstand r_{DF} = 50Ω zu berücksichtigen.



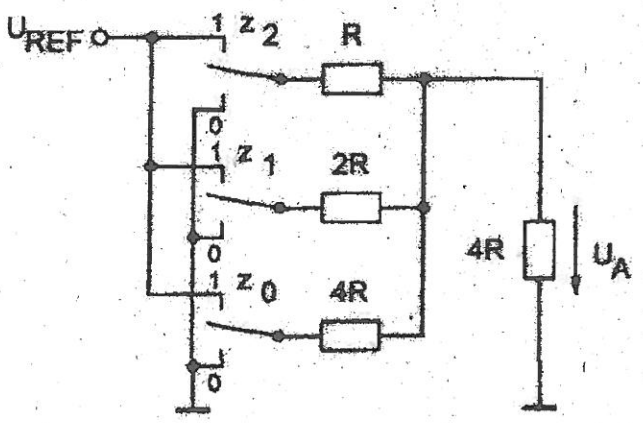
a) Berechnen Sie für eine Periode T den genauen zeitlichen Verlauf der Kondensatorspannung U_C der astabilen Kippschaltung. Stellen Sie Ihr Ergebnis anhand von qualitativ richtigen Signal-Zeit-Diagrammen für U_C und U_Q graphisch dar.

b) Bestimmen Sie die Frequenz des periodischen Ausgangssignals U_Q. Wie groß ist das Tastverhältnis $v_t = T_D / T$?

c) Bestimmen Sie nun den Widerstandswert für R_2 neu (Die Werte von R_1 und C bleiben erhalten!) unter der Randbedingung, dass nun ein Tastverhältnis von v_t = 0,5 erreicht werden soll. Wie groß ist nun die Frequenz des Ausgangssignals?

Aufgabe 3:

Gegeben ist folgender Digital/Analog – Umsetzer:



a) Berechnen Sie für die möglichen Schalterstellungen $Z = (z_2\, z_1\, z_0)$ von $Z = (0\,0\,0)$ bis $Z = (1\,1\,1)$ die Ausgangsspannungen U_A.

b) Geben Sie eine allgemeine Gleichung für die Ausgangsspannung U_A als Funktion von $Z = (z_2\, z_1\, z_0)$ an.

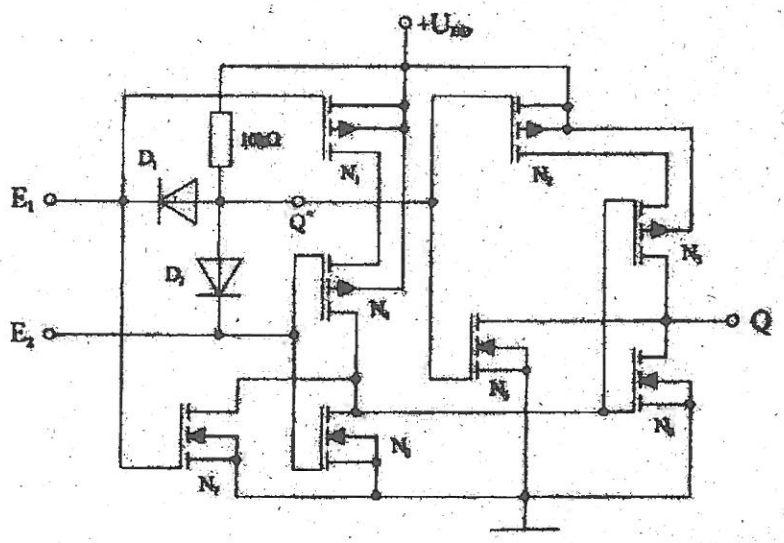
c) Wie muss U_{ref} gewählt werden, damit sich für $Z = (1\,0\,1)$ U_A = 10V ergibt?

SS / WS	Semester	Fach	Dozent
09/04	F4	DS	KZR

FSR - Klausurensammlung 3/12

Aufgabe 4:

Analysieren Sie die folgende Gatterschaltung:



a) Aus welchen Funktionsgruppen besteht die Schaltung?

b) Stellen Sie eine Arbeitstabelle auf. Welche Verknüpfung realisiert die Schaltung?

WS / WS 03/04 | Semester E4 | Fach DS | Dozent KZ
FSR - Klausurensammlung

DS 1/9

Stefan Lorenz
1100286

Aufgabe 1:

a) $r_e = \frac{Z_e - Z_L}{Z_e + Z_L} = 0{,}85$

(3)

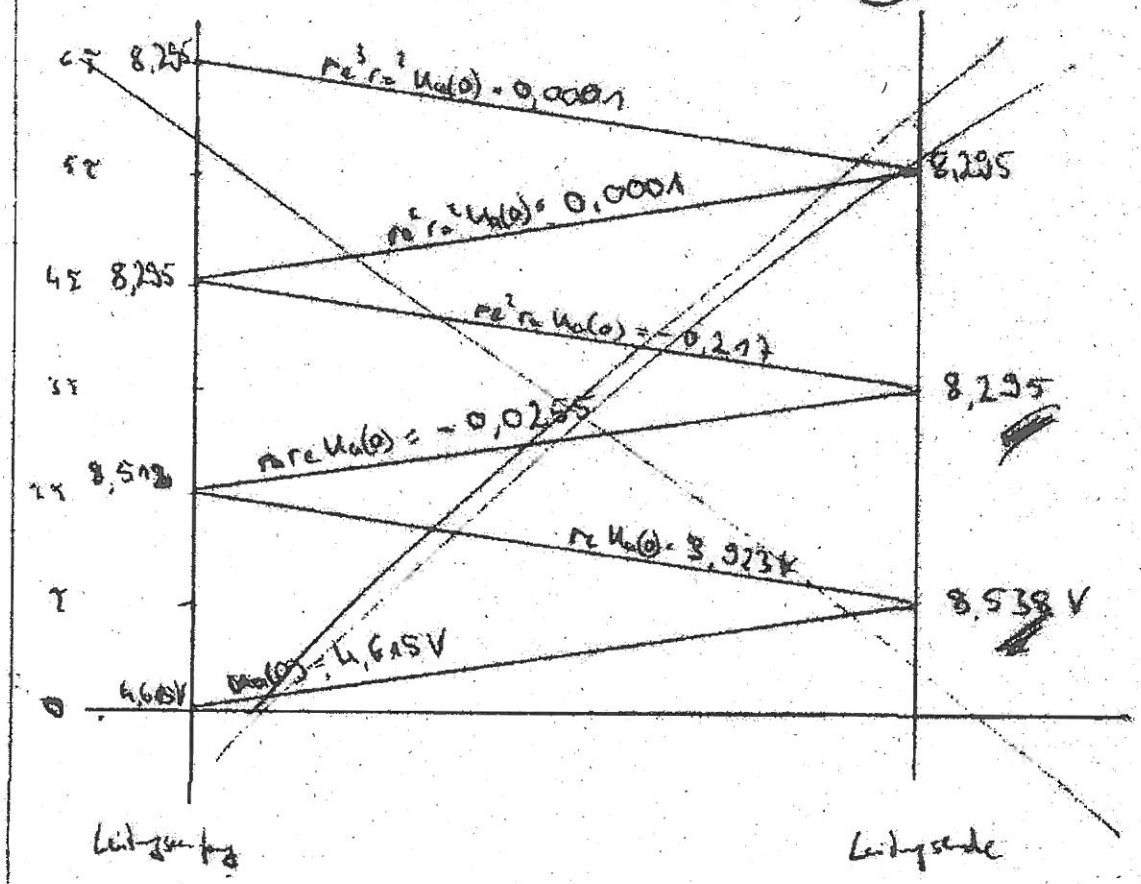
$\Rightarrow Z_e = 12{,}33 \cdot Z_L = 12{,}33 \cdot 120\,\Omega = \underline{\underline{1480\,\Omega}}$

b) $r_a = \frac{Z_i - Z_L}{Z_i + Z_L} = \frac{10\,\Omega - 120\,\Omega}{10\,\Omega + 120\,\Omega} = \underline{\underline{-0{,}85}}$

(2)

c) $U_a(t=0) = U_{ak} \cdot \frac{Z_L}{Z_L + Z_i} = 5\,V \cdot \frac{120\,\Omega}{130\,\Omega} = \underline{\underline{4{,}615\,V}}$

(2)



Für $L \to \infty$:

$U_a = U_e = U \frac{Z_e}{Z_i + Z_e} = \frac{1480\,\Omega}{1490\,\Omega} \cdot 5\,V = \underline{\underline{4{,}97\,V}}$

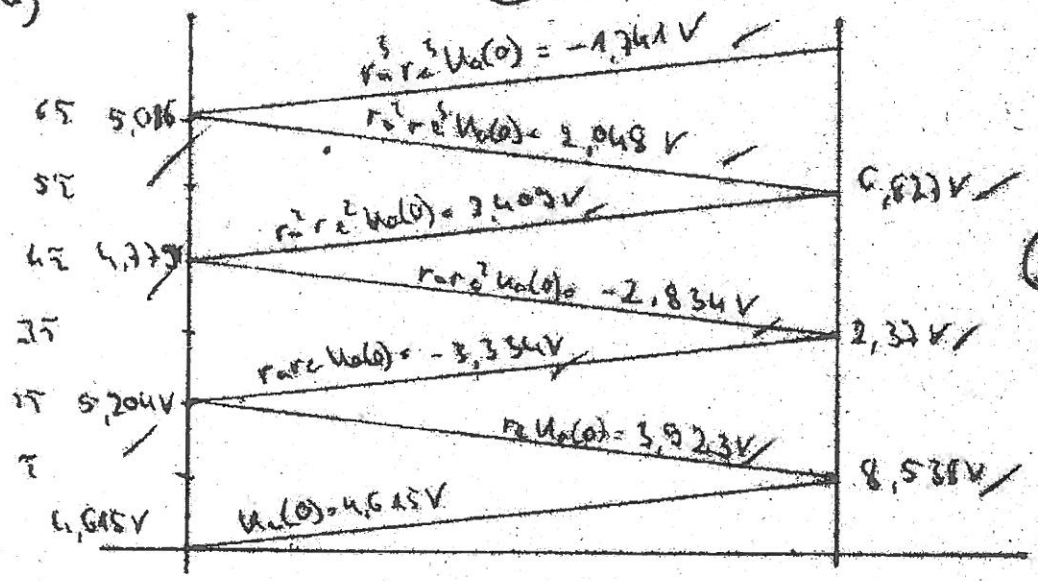
Die Werte strebe also gegen 4,97 V.

WS 03/04 | Semester E4 | Fach DS | Dozent KZL
FSR - Klausurensammlung

Steffen Lorenz
1300285

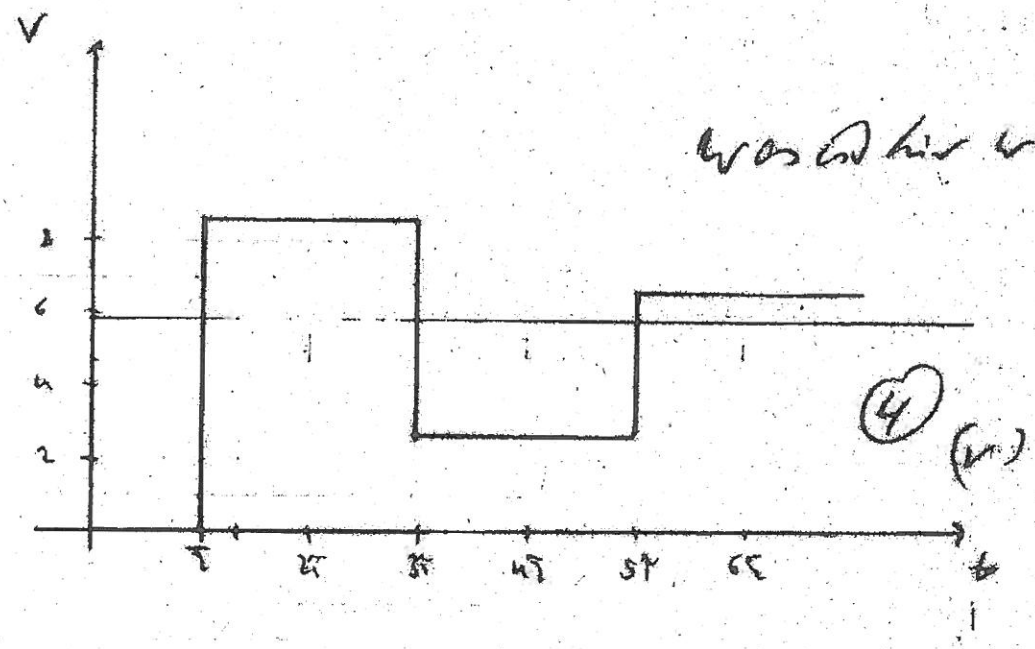
Aufgabe 1

c) (3)



Leitungslänge

Leitungslänge (2)



Was ist hier was?

(4) (V)

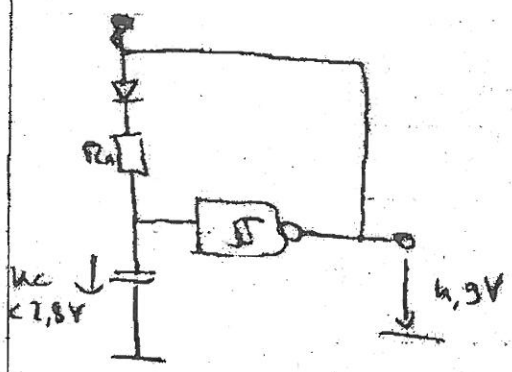
d) Die Störung ist im Schwingen. Dieses tritt vor allem am Ende der Leitung auf. (1) (V)

Stefan Lorenz
1100286

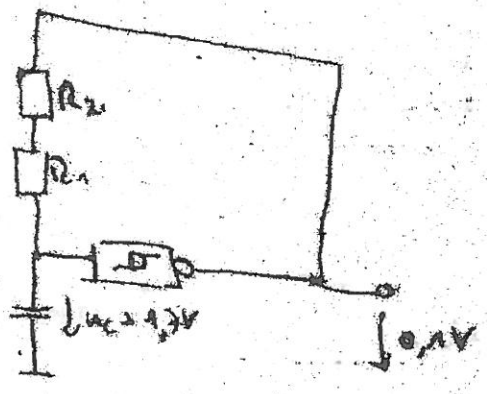
Aufgabe 2

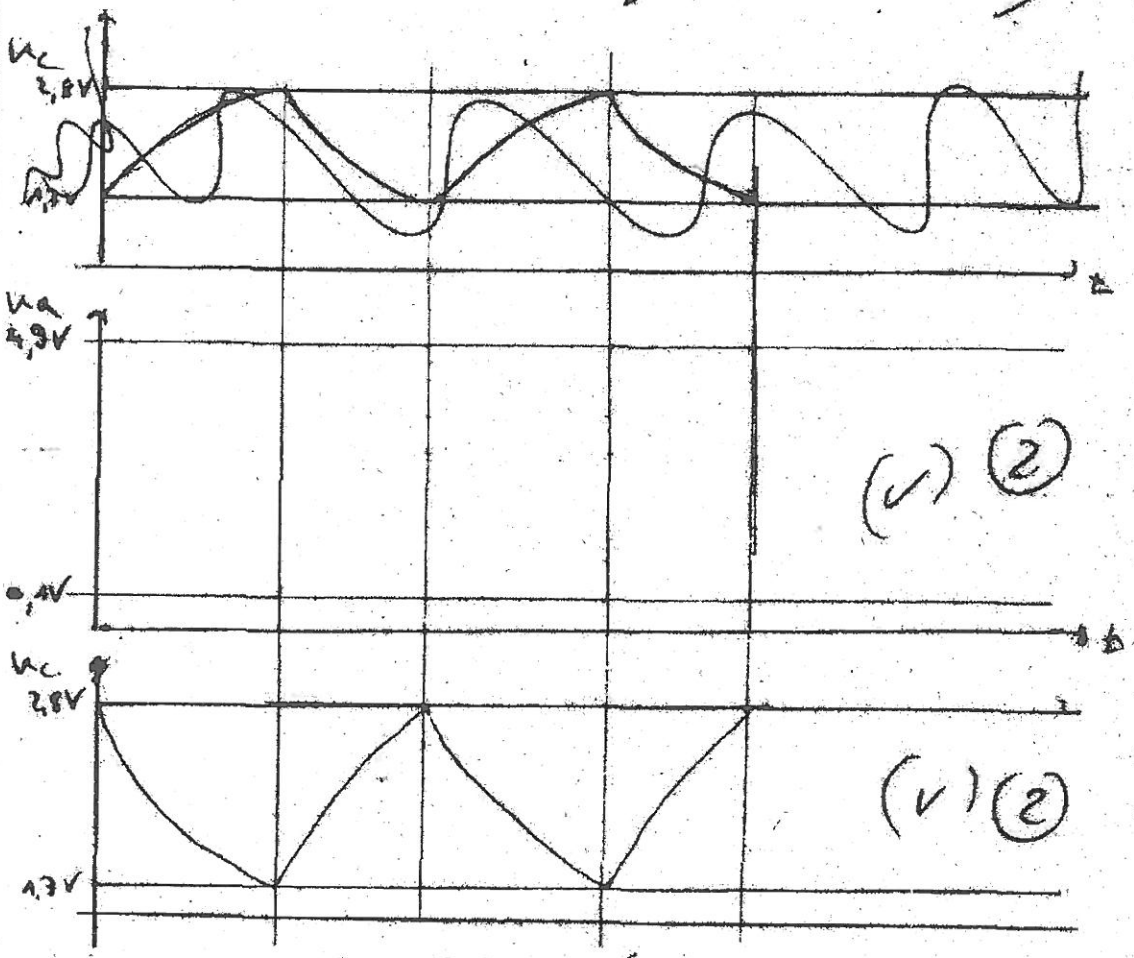
a) Fall Q(H):

ESB



Fall Q(L)





(✓) (2)

(✓) (2)

WS	Semester	Fach	Dozent
03/04	E4	DS	KZR

Steffen Lorenz
1700186

Aufgabe 2

b) $\tau = R_{ges} \cdot C$ Aufladen: $R_{ges} = R_1 + r_{DT} = 12\,K\Omega + 50\,\Omega$

$\Rightarrow \tau_{auf} = 12{,}05\,K\Omega \cdot 1\,nF = \underline{\underline{12{,}05\,\mu s}}$ ✓ (1)

Entladen $R_{ges} = R_1 + R_2 = 34\,K\Omega$

$\Rightarrow \tau_{ent} = 34\,K\Omega \cdot 1\,nF = \underline{\underline{34\,\mu s}}$ ✓ (1)

$T_D = \tau_{auf} \ln\left(\frac{U_\infty - U_0}{U_\infty - U(t_D)}\right) = 12{,}05\,\mu s \cdot \ln\left(\frac{4{,}8V - 1{,}7V}{4{,}8V - 2{,}8V}\right)$ ✓ (5)

$= 12{,}05\,\mu s \cdot \ln(1{,}58) = \underline{\underline{6{,}99\,\mu s}}$ ✓

$T_P = \tau_{ent} \cdot \ln\left(\frac{U_\infty - U_0}{U_\infty - U(t_P)}\right) = 34\,\mu s \cdot \ln\left(\frac{0{,}1V - 2{,}8V}{0{,}1V - 1{,}7V}\right) = \underline{\underline{17{,}79\,\mu s}}$ ✓ (5)

$\Rightarrow T = T_D + T_P = 6{,}99 + 17{,}79\,\mu s = 24{,}78\,\mu s$ ✓ (1)

$\Rightarrow V_t = \frac{T_D}{T} = \frac{6{,}99\,\mu s}{24{,}78\,\mu s} = \underline{\underline{0{,}28}}$ ✓ (1) $f = ?$

c) $T_P \overset{!}{=} 6{,}99\,\mu s$ ✓ (1)

$T_P = \tau_{ent} \cdot \ln\left(\frac{0{,}1V - 2{,}8V}{0{,}1V - 1{,}7V}\right) \overset{!}{=} 6{,}99\,\mu s$ ✓ (1)

$\Rightarrow \tau_{ent} = \frac{6{,}99\,\mu s}{\ln\left(\frac{0{,}1V - 2{,}8V}{0{,}1V - 1{,}7V}\right)} = \underline{\underline{13{,}36\,\mu s}}$

$\Rightarrow \tau_{ent} = 13{,}36\,\mu s \overset{!}{=} C \cdot R_{ges} \Rightarrow R_{ges} = \frac{13{,}36\,\mu s}{1\,nF} = 13360\,\Omega$

$R_{ges} = R_1 + R_2 \Rightarrow R_2 = R_{ges} - R_1 = 13360\,\Omega - 12000\,\Omega$

$= \underline{\underline{1360\,\Omega}}$ ✓ (2)

Stefan Lorenz
1300288

Aufgabe 2

$T_{neu} = T_0 \cdot 2 = 2 \cdot 6{,}99\,\mu s \approx 14\,\mu s$ — 1

$f_{neu} = \frac{1}{T_{neu}} = \frac{1}{14\,\mu s} = \underline{\underline{71{,}43\ KHz}}$ 1

DS C/9

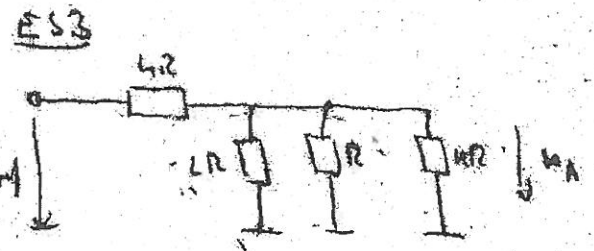
Steffen Lorenz
1300286

Aufgabe 3:

a) z=(000) $\Rightarrow u_A = 0\,V$

z=(001)

ESB



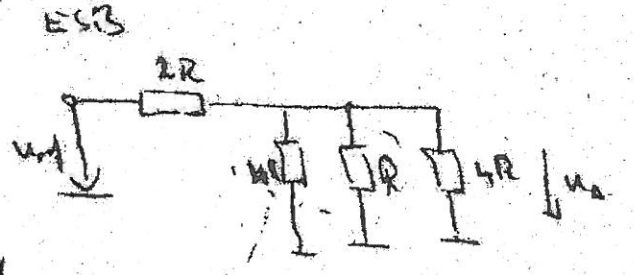
$u_A = u_{ref} \cdot \frac{0{,}57R}{4{,}57R} = 0{,}125\,u_{ref}$

4

$\frac{2R \cdot R}{3R} = \frac{2}{3}R$ $\quad \frac{\frac{2}{3}R \cdot 4R}{\frac{2}{3}R + \frac{12}{3}R} = 0{,}57R$

z=(010)

ESB



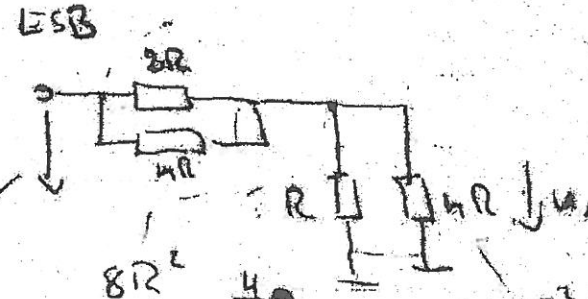
$u_A = u_{ref} \cdot \frac{\frac{2}{3}R}{2R + \frac{2}{3}R} = 0{,}25\,u_{ref}$

4

$\frac{4}{3}R$ $\quad \frac{\frac{4}{3} \cdot 4R^2}{\frac{4}{3}R + 4R} = \frac{1}{3}R$

z=(011)

ESB



$u_A = u_{ref} \cdot \frac{\frac{4}{3}R}{\frac{4}{3}R + \frac{4}{6}R} = 0{,}375\,u_{ref}$

$\frac{8R^2}{6R} = \frac{4}{3}R$ $\quad \frac{4R^2}{6R} = \frac{4}{3}R$

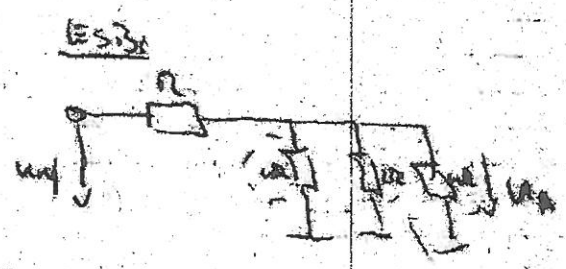
WS / SS	Semester	Fach	Dozent
03/04	E4	DS	KZR

FSR - Klausurensammlung 9/12

Stefan Lorenz
1100286

Aufgabe 3:

$z = (100)$

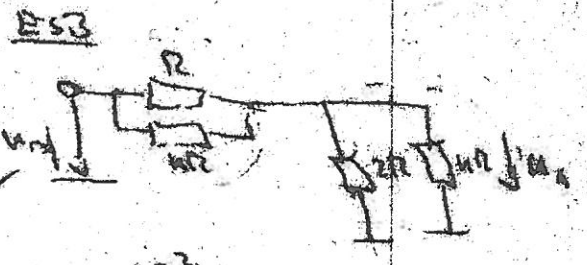


$U_A = U_{ref} \cdot \frac{R}{2R} = \underline{0{,}5\ U_{ref}}$

4

$\frac{8R^2}{6R} = \frac{4}{3}R$ $\quad \frac{\frac{16}{3}R^2}{\frac{4}{3}R + 4R} = R$

$z = (101)$



$U_A = U_{ref} \cdot \frac{\frac{4}{3}R}{\frac{4}{5}R + \frac{4}{3}R} = \underline{\underline{0{,}625\ U_{ref}}}$

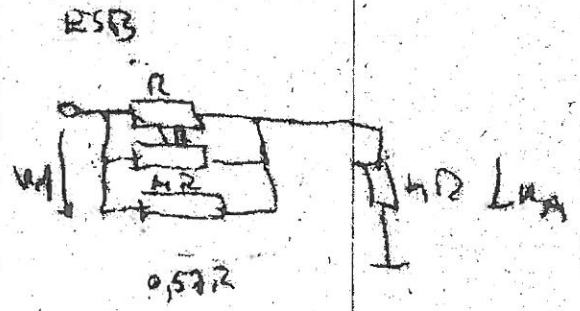
$\frac{4R^2}{6R} = \frac{4}{6}R$ $\quad \frac{8R}{6R} = \frac{4}{3}R$

$z = (110)$

$U_A = U_{ref} \frac{2R}{\frac{2}{3}R + 2R} = \underline{\underline{0{,}75\ U_{ref}}}$

$\frac{2R^2}{3R} = \frac{2}{3}R$ $\quad \frac{16R^2}{8R} = 2R$

$z = (111)$



$U_A = U_{ref} \cdot \frac{4R}{4{,}75R} = \underline{\underline{0{,}875\ U_{ref}}}$

4

$0{,}57R$

b) $U_A = z_2 \cdot 0{,}5\ U_{ref} + z_1 \cdot 0{,}25\ U_{ref} + z_0 \cdot 0{,}125\ U_{ref}$

2

DS 8/9

Stefan Lorenz
A900286

Aufgabe 3

a) 3.(10n) nach a) 1 dy

$$U_A = 0{,}625 \cdot U_{ref} \Rightarrow U_{ref} = \frac{U_A}{0{,}625} = \frac{10\,V}{0{,}625}$$

2 $= \underline{\underline{16\,V}}$

IK / WS	Semester	Fach	Dozent
03/04	E4	DS	KZR

FSR - Klausurensammlung

Stefan Lorenz
1200286

Aufgabe 4:

a) Die Schaltung besteht aus ~~4 CMOS Inverterschaltungen~~ 4 CMOS Inverterschaltungen, die von den MOS-Paaren $N_1 + N_2$, $N_4 + N_3$, $N_2 + N_5$ und $N_3 + N_6$ gebildet werden. (2)

b)

E_1	E_2	p N_1	n N_3	p N_4	n N_5	R^{*}	p N_2	n N_7	p N_3	n N_6	Q
0	0	E	A	E	A	0	E	A	A	E	0
0	1	E	A	A	E	1	A	E	E	A	0
1	0	A	E	E	A	0	E	A	E	A	1
1	1	A	E	A	E	1	A	E	E	A	0

(7) (2)

E = eingeschaltet

A = ausgeschaltet

$Q = E_1 \wedge \overline{E_2}$

(2)

Dr.-Ing. J. Vollmer
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Department für Informations- und Elektrotechnik
Informationstechnik und Kommunikationstechnik

Name: [redacted]

Vorname: [redacted]

Matr.-Nr.: [redacted]

Elektronik 3 (EL3) WS2014/2015

Klausur vom 4.02.2015

WS 14/15	Semester E4	Fach EL3	Dozent VLM

FSR - Klausurensammlung

Ihre Lösungen müssen den Ansatz enthalten. Lösungen ohne Herleitungen oder Begründung erhalten nur reduzierte Punktzahl! Nummerieren Sie Ihre Aufgaben.

	Erreichte Punkte		Punkte in Unteraufgaben		Maximal (inkl. ZP)
Aufgabe 1	15		15 + 2		17
Aufgabe 2	3+2+0+0+0		5 + 2 + 4 + 5 + 4 + 4		24
Aufgabe 3	8+4+6+5+6+2		8 + 6 + 8 + 6 + 2		33
Aufgabe 4	8+9		10 + 10		20
Aufgabe 5	2+4+4+9+5		3 + 4 + 5 + 9 + 5		26
	Summe:	94	**Note (Punkte):**	15	**120 = 90 + (30)**

Regulär sind 90 Punkte erreichbar (100%), der Rest sind mögliche Zusatzpunkte (ZP).

SR / WS 14/15 | Semester E4 | Fach EL3 | Dozent VLM
FSR - Klausurensammlung

Kleine Formelsammlung:

Lösung Differentialgleichung erster Ordnung mit konstanter Anregung:

$$u(t) = U_\infty + [U_0 - U_\infty] e^{-(t-t_S)/\tau}$$

Für $t = T_x$ folgt:

$$T_x = t_S + \tau \cdot \ln\left(\frac{U_\infty - U_0}{U_\infty - u(T_x)}\right)$$

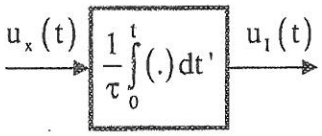
CMOS-Logik

$$f_p(\mathbb{E}) = f(\overline{\mathbb{E}})$$

$$f_n(\mathbb{E}) = \overline{f(\mathbb{E})}$$

mit $\mathbb{E} = [E_1, E_1, \ldots, E_N]$

Integrator im linearen Bereich:



$$u_I(t) = \frac{1}{\tau}\int_0^t u_x(t')\,dt' \quad \leftrightarrow \quad U_I(s) = \frac{1}{s \cdot \tau} \cdot U_x(s) \text{ (Laplacetransformierte)}$$

Anfangs-Endpunktsabgleich n-Bit DAU

$$U_{A,Abgl}(z) = U_A(z) - U_{off} - (U_{gain} - U_{off}) \cdot \frac{z}{2^n - 1}$$

Abschätzung ENOB aus dem INLV

$$ENOB = \log_2\left(\frac{U_{FS}}{U_{LSB,real}}\right)$$

mit $U_{LSB,real} = U_{LSB,ideal} + 2 \cdot INLV$

Differenzielle und Integrale Nichtlinearität

$$DNL(z) = \frac{(U(z+1) - U(z)) - U_{LSB}}{U_{LSB}}$$

$$INL(z) = \frac{U(z) - U(z)_{ideal}}{U_{LSB}}$$

Min/Max Rechenregeln:

Für $a < 0, b > 0$ gilt: $\overline{a\,b} = \overline{a}\,\underline{b}$ und $\underline{a\,b} = \underline{a}\,\overline{b}$

Für $a, b > 0$ gilt: $\overline{\left(\frac{a}{b}\right)} = \frac{\overline{a}}{\overline{a} + \underline{b}}$, $\underline{\left(\frac{a}{b}\right)} = \frac{\underline{a}}{\underline{a} + \overline{b}}$

SS / WS 14/15 | Semester 4 | Fach EL 3 | Dozent VLM
FSR - Klausurensammlung

Aufgabe 1: CMOS-Logik (17 Punkte)

Gegeben ist die logische Funktion des P-MOS Teils $f_p(A.B.C.D.E) = (A \wedge (B \wedge C)) \vee (D \wedge E)$

einer CMOS Schaltung. Gehen Sie von positiver Logik aus, d.h. Low $\triangleq$ 0 und High $\triangleq$ 1.

a) Zeichnen Sie eine Realisierung der gesamten Schaltung mit möglichst wenig Transistoren. Nur die nicht invertieren Signale A, B, C, D, E können als gegeben angesehen werden. Schließen Sie alle Transistoren korrekt an! (15 Punkte)

b) Wie sieht in CMOS-Lögik die Standard-Treiberstufe aus, mit der ein Ausgangspin getrieben wird? Mit anderen Worten, welche Schaltung verwendet man als Treiberstufe? (2 Punkte)

Aufgabe 2: Fragen zu ADU und DAU (24 Punkte)

Einige der Unterpunkte sind unabhängig lösbar.

ENOB

a) Sie haben zwei Flash-DAUs. Der erste hat n effektive Bits (ENOB). Der zweite genau dreimal so viele Quantisierungsstufen. Wie viele effektive Bits hat der zweite DAU? Erklären Sie Ihre Berechnung (5 Punkte)
Hinweis: Außer der Quantisierung sind beide DAU als perfekt zu betrachten.

Überabtastung und ADU

b) Erklären Sie kurz, was „Überabtastung" („over sampling") bei einem ADU bedeutet. (2 Punkte)

c) Durch Überabtastung kann man die ENOBs eines n-Bit Standard-ADUs erhöhen. Das Eingangssignal des Systems ist das umzusetzende Analogsignal $u(t)$ und Ausgangssignal das digitale Signal $u_{OS}[n]$ mit einer Auflösung von mehr als n Bit. Skizzieren Sie das Blockschaltbildes dieses Systems und beschriften Sie es vollständig. (4 Punkte)

d) Erklären Sie anschaulich, warum man bei einer Überabtastung um den Faktor vier die ENOB um ein Bit erhöhen kann. (5 Punkte)
Hinweis: Eine Skizze kann hilfreich sein.

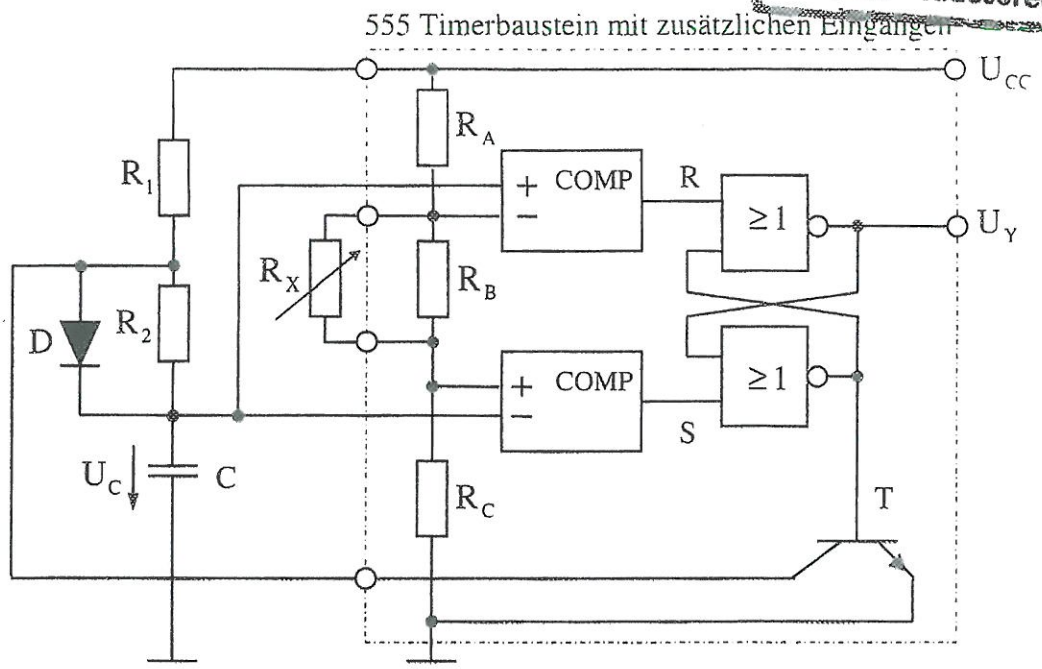
Noise Shaping beim Delta-Sigma ADU

e) Was versteht man unter „Noise-Shaping" bzw. „Rauschformung"? Welchen entscheidenden Vorteil hat man dadurch? (4 Punkte)

f) Durch welche technische Maßnahme bzw. Struktur kann man Noise-Shaping hervorrufen? Begründen Sie kurz Ihre Aussagen. (4 Punkte)

14/15 | Semester E4 | Fach EL3 | Dozent VLM
FSR - Klausurensammlung

Aufgabe 3: Astabile Kippstufe (33 Punkte)



Alle Bauelemente werden zunächst als ideal zu betrachten. Einige der Unterpunkte sind unabhängig lösbar.

Die Schaltung zeigt einen um zwei zusätzliche Eingangspins ergänzten 555 Timerbaustein, der eine astabile Kippstufe realisiert. An die zusätzlichen Eingänge wurde parallel zum R_B extern ein einstellbarer Widerstand R_X angeschlossen. Mit R_Y wird der sich aus der Parallelschaltung von R_B mit R_X ergebenden Widerstand bezeichnet.

a) Geben Sie die Pulsdauer T_D und die Pulspause T_P allgemein aus Funktion von der Bauelemente an. T_D und T_P sind in jeweils einer Gleichung anzugeben. Beide Gleichungen sind soweit zu vereinfachen, wie es sinnvoll ist. Verwenden Sie R_Y. (8 Punkte)

Im Folgenden gilt nun $R_2 = R_1$, $\tau = R_1 \cdot C = R_2 \cdot C = 1\mu s$ und für die Nennwerte der Widerstände im 555 gilt $R_{AN} = R_{BN} = R_{CN} = R$.

b) R_Y kann auch als $\alpha \cdot R$ geschrieben werden. Welche Werte kann α annehmen, wenn $R/4 \leq R_X \leq 4 \cdot R$ und $R_B = R$ gilt? (4 Punkte)

c) Für fehlerfreie Bauelemente hängen T_D und T_P nur von α und der Zeitkonstante τ ab. Geben Sie die zwei Gleichungen an. Vereinfachen Sie diese soweit wie möglich. (6 Punkte)
Hinweis: Sie dürfen das Ergebnis von a) verwenden.

d) Was ist der die minimale Frequenz des Ausgangssignals U_Y, wenn $R/4 \leq R_X \leq 4 \cdot R$ gilt? Gehen Sie von fehlerfreien Bauelementen aus. (5 Punkte)

e) Nun soll exakt $R_x = R/2$ gelten. Die Bauelemente R_A, R_B, R_C haben in diesem Unterpunkt aber eine Toleranz von 10%. Bestimmen Sie die Gleichung für die maximale Pulsdauer T_D und deren Wert. (8 Punkte)

f) **Verständnisfrage:** Nennen Sie und beschreiben Sie kurz einen realen, praktischen Nachteil bei dieser Realisierung im Vergleich zur Verwendung zweier einstellbarer Widerstände für R_1, R_2. (2 Punkte)