

Fachhochschule Hamburg		Datum: 01. Februar 2005
Fachbereich E/I		Lehrgebiet: Informationstechnik
Klausur: Digitale Schaltungstechnik / E4B		
Bearbeitungsdauer: 120 Minuten	Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Kötzler	
Name, Vorname: <u>Heilmann, Eike</u>		
Matrikel-Nr.:	Semester:	
Erreichte Punkte: <u>99</u>	Note: <u>1,4</u>	
Tag der Bewertung: <u>16.02.05</u>		

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: 24

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

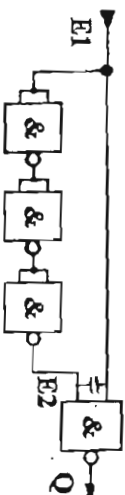
- Messtechnisch wird am Ende der Leitung ein wirksamer Reflexionsfaktor r_a von $+0,85$ ermittelt. Welchen Eingangswiderstand besitzt der Empfängerbaustein?
- Bestimmen Sie für die rücklaufende Welle den wirksamen Reflexionsfaktor r_a am Eingang der Leitung.
- Entwickeln Sie einen Impulsfahrplan für einen $L \rightarrow H$ Sprung der Quelle. Zeichnen Sie den Spannungsverlauf am Anfang und Ende der Leitung als Funktion der Zeit im Bereich von $0 \dots 6\tau$ (τ Signallaufzeit der Leitung).
- Um welche Störung handelt es sich. Beschreiben Sie den Effekt.

- 1 -



Aufgabe 2: 20

Für die Erzeugung kurzer Impulse wird die folgende Schaltung eingesetzt. Benutzt werden NAND-Gatter 74ALS00 ($U_I = 1,4V$, $U_{OH} = 3,6V$, $R_O = 58\Omega$, R_{input} hochohmig) mit den typischen Signallaufzeiten $t_p = 5ns$.



- Beschreiben Sie die Funktionsweise dieser Schaltung mit Hilfe von Signal-Zeit-Verläufen bzgl. der Stellen E1, E2 und Q. Kennzeichnen Sie dabei deutlich alle relevanten Zeitabschnitte, soweit wie möglich auch quantitativ.
- Bestimmen Sie die Dauer T_0 des Ausgangsimpulses. Wie groß muß die Triggerimpulsbreite T_1 am Eingang E1 mindestens sein?
- Ersetzen Sie nun das letzte NAND-Gatter durch ein NOR-Gatter und erläutern Sie die neuen Eigenschaften der so modifizierten Schaltung durch ein Signal-Zeit-Diagramm des Ausgangssignals. Kennzeichnen Sie dabei deutlich wieder alle relevanten Zeitabschnitte.
- Zur Verlingerung des Ausgangsimpulses wird an der Stelle E2 ein Kondensator gegen Masse eingefügt. Welche Kapazität muß für den Kondensator gewählt werden, damit sich die Dauer T_0 des Ausgangsimpulses verdoppelt?

Aufgabe 3: 25

Eine Meßreihe liefert für einen 3-Bit-DAU die folgenden Werte ($U_{FS} = 15V$):

x_D	0	1	2	3	4	5	6	7
U_{AN}	0,50	2,25	4,05	5,70	7,60	9,65	11,95	14,20

- Bestimmen Sie zunächst den Offset- und Verstärkungsfehler (Angabe in LSB), korrigieren Sie dann beide Fehler durch einem einfachen Endpunkt-Abgleich.
- Ermitteln Sie anschließend den verbleibenden differentiellen und integralen Linearitätsfehler DNL und INL (Angabe in LSB).

$$A(5-6,4) \quad 24$$

- 2 -

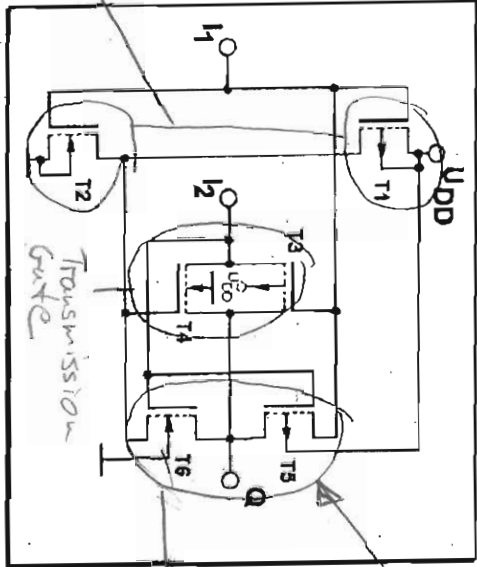
F S R - Klausurenansammlung 1/8

WS 04/05 Sommer 05 Fach E4B

85 / WS	Sommer	Fach	Übung
5	E3	DS	KL2

FSR - Klausurenammlung

FSR - Klausurensummlung



- ٦٠

Aufgabe 1)

$$Z_L = 120 \Omega$$

$$v_L = +0,85$$

$$U_{OL} = 0V$$

$$U_{OH} = 5V$$

$$R_{OH} = 10 \Omega$$

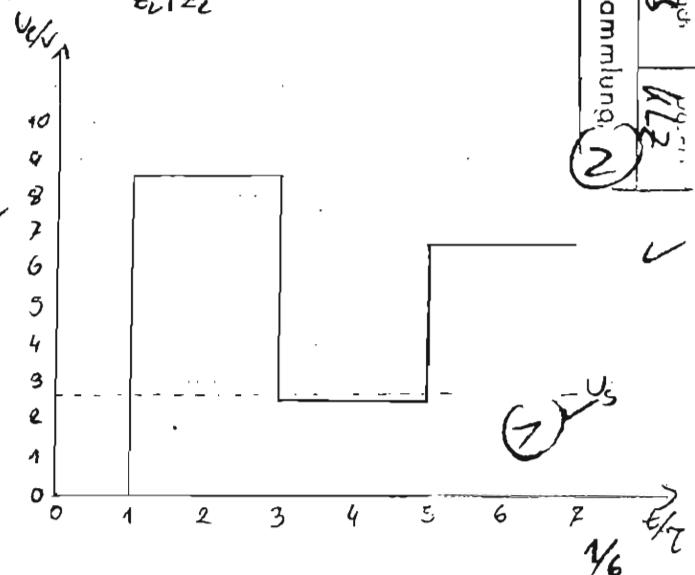
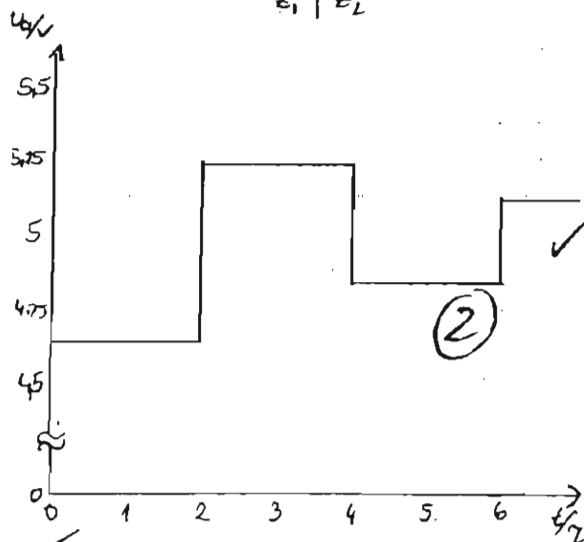
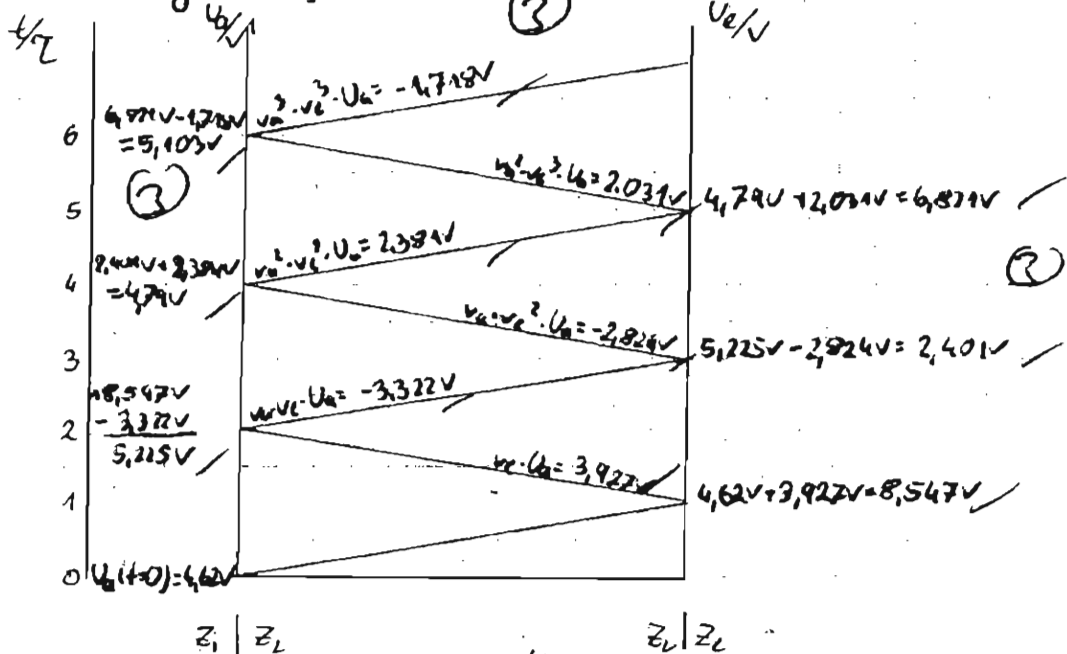
$$U_S = 2,5V$$

$$a) v_L = \frac{Z_L - Z_L}{Z_L + Z_L} \Rightarrow Z_L = \frac{Z_L(v_L + 1)}{1 - v_L} = \frac{120 \Omega (0,85 + 1)}{1 - 0,85} = \frac{1,484 \Omega}{(3)}$$

$$b) v_a = \frac{Z_i - Z_L}{Z_i + Z_L} = \frac{10 \Omega - 120 \Omega}{10 \Omega + 120 \Omega} = \frac{-110 \Omega}{130 \Omega} = -0,846 \quad (2)$$

$$c) U_a(t=0) = U_{OH} \cdot \frac{Z_L}{Z_L + Z_i} = \frac{5V \cdot 120 \Omega}{130 \Omega} = 4,62V \quad (2)$$

$Z \equiv$ Signallaufzeit



Aufgabe 1 d)

169

Es entsteht ein Prellen auf der Leitung. Da der Empfänger eine Schwellenspannung von $U_s = 2,5V$ hat, erkennt er den Sprung von $L \rightarrow H$ als Folge von $L \rightarrow H \rightarrow L \rightarrow H$, da zwischen 3Z und 5Z die Spannung von $U_e = 2,401V$ an L anliegt.

(2)



SS/WS	Semester	Fach	Dozent
5	53	DS	KLZ

FSR - Klausurensammlung

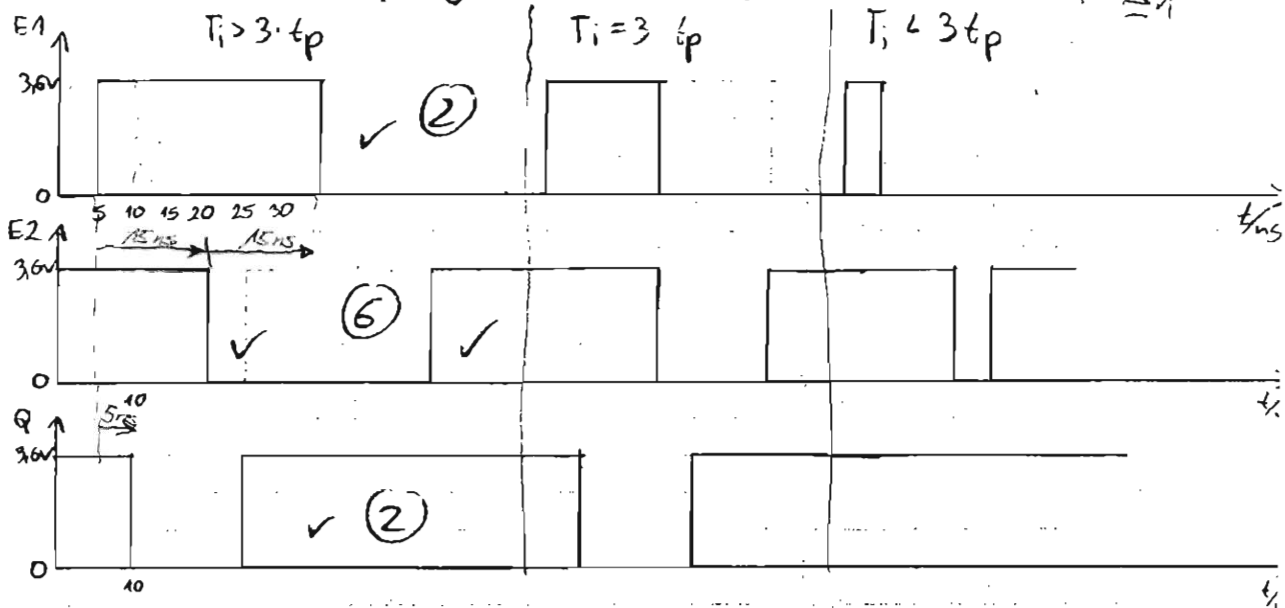
Aufgabe 2)

NAND:

E1	E2	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR:

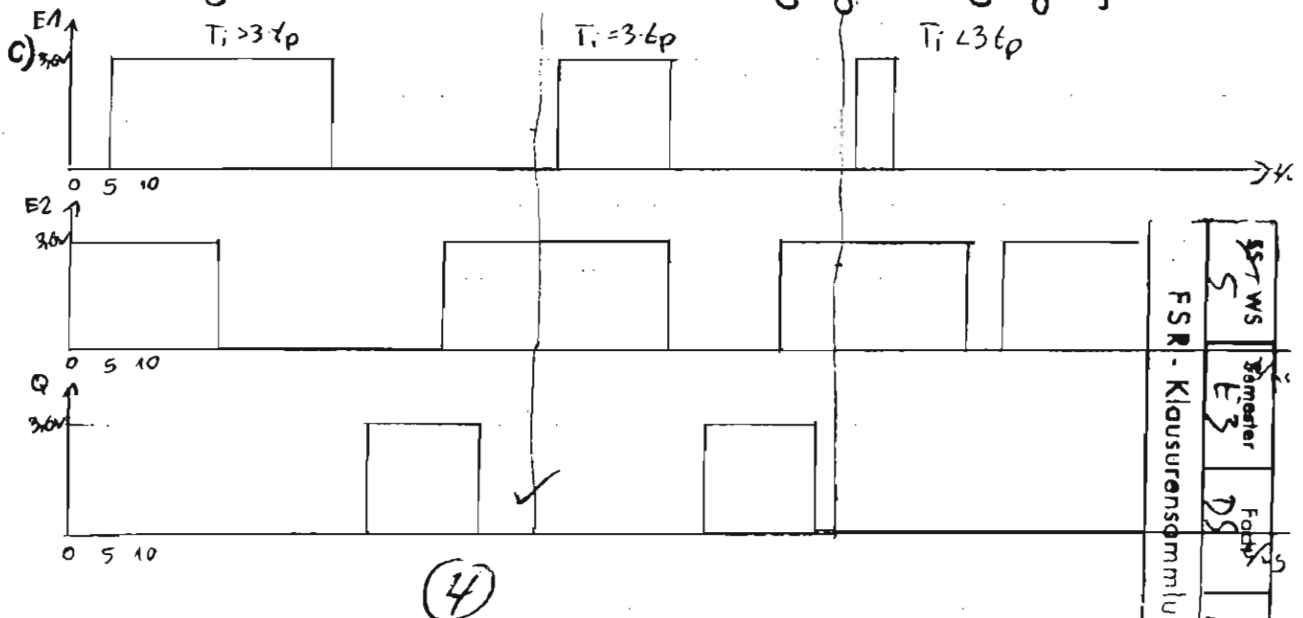
E1	E2	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



An Q entsteht für die Dauer $3 \cdot t_p$ ein negativer Impuls am Ausgang Q.

b) $T_D = 3 \cdot t_p = 3 \cdot 5 \text{ ns} = 15 \text{ ns}$. ✓ (2)

Der Triggerimpuls muss mindestens 15ns breit sein, damit die Signalzustände (1,1) den Ausgang Q auf 0 schalten. (2)



FSR WS	Prüfer	Fach	Dozent
5	E3	DS	KLZ

FSR - Klausurensammlung

Aufgabe 2 d)

auf Blatt B31 ?

bezogen auf den NAND Baustein; Wenn der Kondensator vorher vollständig aufgeladen war, muss er sich nun über R_Q entladen

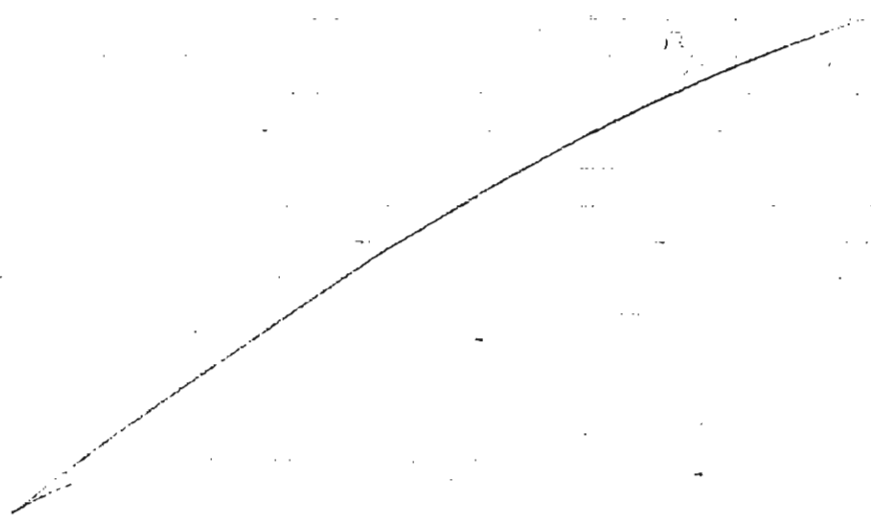
Um T_D zu verdoppeln muss der Entladevorgang von $3,6V$ auf $1,4V$ $15ns$ dauern ✓

$$T_D = 15ns ; U_0 = 3,6V ; U_{\infty} = 0V ; U_Q(T_D) = 1,4V = U_S \quad (2) \quad \checkmark$$

$$Z = R_Q \cdot C$$

$$T_D = Z \cdot \ln \left(\frac{U_{\infty} - U_0}{U_{\infty} - U_Q(T_D)} \right) = R_Q \cdot C \cdot \ln \left(\frac{U_{\infty} - U_0}{U_{\infty} - U_Q(T_D)} \right) \quad (1) \quad \checkmark$$

$$C = \frac{T_D}{R_Q \cdot \ln \left(\frac{U_{\infty} - U_0}{U_{\infty} - U_Q(T_D)} \right)} = \frac{15ns}{58\Omega \cdot \ln \left(\frac{0V - 3,6V}{0V - 1,4V} \right)} = 0,273nF \quad (2) \quad \checkmark$$



FS	WS	Semester	Fach	Dozent
5	FS	FS	FS	KLZ

FSR - Klausurensammlung

Aufgabe 3) $U_{FS} = 15V$ $U_{LSB} = \frac{U_{FS}}{8} = 1,875V$ (2) ✓

x_D	0	1	2	3	4	5	6	7
$U_A [V]$	0,5	2,25	4,05	5,7	7,6	9,65	11,45	14,2
$U_{A,ideal} [V]$ $= x_D \cdot U_{LSB}$	0	1,875	3,75	5,625	7,5	9,375	11,25	13,125
$\Delta U = U_A - U_{A,ideal}$	0,5	0,375	0,3	0,075	0,1	0,275	0,7	1,075
$U_{A,abgleich} [V]$	0	1,667	3,385	4,953	6,671	8,734	10,957	13,125
$\Delta U_A = U_{A,abgleich} - U_{A,ideal} [V]$	0	-0,208	-0,365	-0,672	-0,829	-0,636	-0,243	0
$\Delta U_{in1} - \Delta U_i$		-0,208	-0,167	-0,307	-0,157	0,193	0,343	0,243

a) Offsetfehler bei $x_D = 0$: $U_{offset} = 0,5V \hat{=} 0,266 \cdot U_{LSB}$ (2) ✓

Verstärkungsfehler bei $x_D = 0$ und korrigierten Offset:

$$U_{gain} = \Delta U(x_D = 7) - U_{offset} = 1,075V - 0,5V = 0,575V \hat{=} 0,306 \cdot U_{LSB}$$

Endpunktgleich:

$$U_{A,abgleich} = U_{A,gemessen} - U_{offset} - \left(U_{gain} \cdot \frac{x_D}{7} - U_{offset} \right)$$

b) $INL = \Delta U_{1,max} = -0,829 \hat{=} 0,442 \cdot U_{LSB}$ (2) ✓

$DNL = \max(\Delta U_{in1} - \Delta U_i) = 0,343 \hat{=} 0,182 \cdot U_{LSB}$ (2) ✓

Aufgabe 4

E
169

a) Inverterschaltung mit T_1 (PMOS) und T_2 (NMOS)

Transmission-Gate mit T_3 (PMOS) und T_4 (NMOS)

Inverterschaltung mit T_5 (PMOS) und T_6 (NMOS)

b)

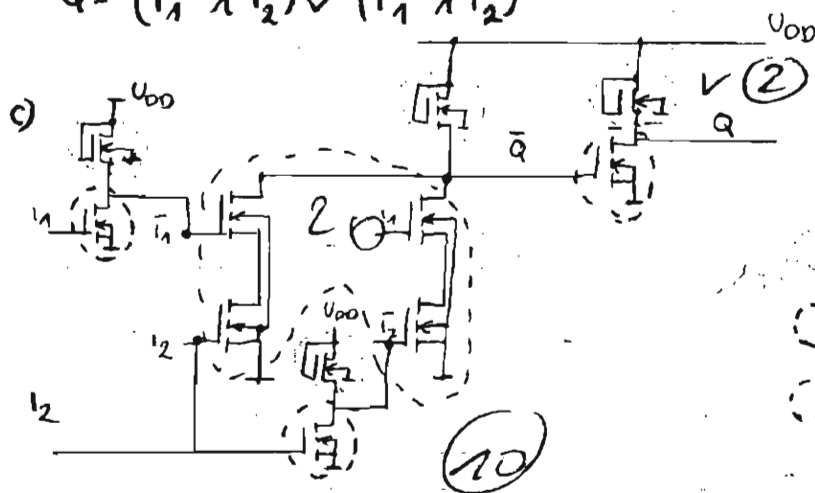
I_1	I_2	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	Q
0	0	L	S	L	L	S	S	0
0	1	L	S	L	L	S	S	1
1	0	S	L	S	S	L	S	1
1	1	S	L	S	S	S	L	0

hervorgehoben durch
 I_2 und Transmission
Gate

L³ Latet S³ Spent

I_1 und I_2 bilden eine XOR-Verknüpfung

$$Q = (\bar{I}_1 \wedge I_2) \vee (I_1 \wedge \bar{I}_2)$$



Inverter
logik

Für die Realisierung werden die Eingungssignale invertiert, damit
auf Gleichung in beiden Zuständen verfügbar sein müssen, durch die Reihen
schaltung wird das UND realisiert und durch die Parallelschaltung
das Oder. Die anderen NMOS realisieren die Lastwiderstände. Am
Ausgang ist noch ein Inverter nötig, da man sonst \bar{Q} erhalten
würde.

SS WS
5 Semester
FSR - Klausurensammlung
DS Fach
KL2 Dozent