Achuli

Erste Prüfung Digitaltechnik 1

- Prüfungsdauer: 75 Min
- Erlaubte Hilfsmittel: Unterrichtsscript und Folien sowie eigene Notizen (kein Notebook oder Tablett, nur zur Einsicht der eigenen digitalen Notizen!)
- Resultate müssen einen nachvollziehbaren Lösungsweg haben. Resultate ohne Lösungsweg werden nicht bewertet.
- All Lösungsblätter mit Namen versehen und durchnummerieren. Bleistift ist erlaubt, kein Rotstift.

Digitale Codierung von Informationen

Aufgabe 1 (2 Pt)

a) (1 PT) Gegeben ist die Hexadezimale Zahl ABCD
   i. Wandeln Sie diese Zahl in eine Binärzahl um.
   ii. Ermitteln Sie das Zweierkomplement dieser Binärzahl.

b) (1 PT) Stellen Sie den Wert -0.5 mithilfe einer vorzeichenbehaftete Festkomma-Zahl im Format 1.7 dar (Vorkommastelle ist das Vorzeichenbit, dann folgen 7 Nachkommastellen).

Aufgabe 2 (3 Pt)

Abbildung 1 Eine UART-Verbindung hat folgende Eigenschaften:

- Datenbits: 8
- Stopbits: 1
- Parität: None
- Baudrate: 115200 Baud

a) (1 Pt) Eine Datei mit der Grösse von 1 Megabyte (2^{20} Bytes) soll über diese Verbindung übertragen werden. Wie lange dauert dieser Vorgang?

b) (1 Pt) Zeichnen Sie unten in Abbildung 1 das UART-Signal mit oben stehenden Eigenschaften, welches den UTF8-String «Föhn». Das Zeichen «ö» entspricht gemäss Unicode folgendem 8-Bit Symbol: 11110110. Die Codierung der anderen Zeichen entnehmen Sie dem Skript.

c) (1 Pt) Wie lange dauert die Übertragung der Sequenz aus Teilaufgabe b?

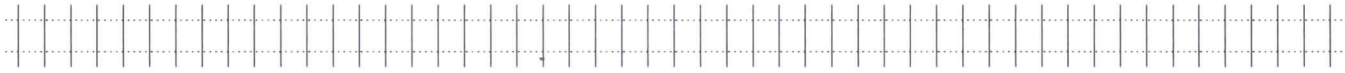


Abbildung 1: UART-Signal

T	P	
4.61	5.60	5.27

10.13 Pt

Kombinatorische Logik

Aufgabe 3 (2.5 Pt)

Entwickeln eine Schaltung, welche das Paritätsbit einer 4-Bit-Zahl berechnet, so dass die Summe der Eingangsbits D3..D0 und des Ausgabebits P gerade ist:

- Eingänge: D3, D2, D1, D0: Bits der Eingangsbebinärzahl.
- Ausgänge: P: Päritat der Eingangszahl .

Lösen Sie die Aufgabe in folgenden Schritten:

a) (0.25 Pt) Zeichnen Sie das Symbol der Schaltung mit allen Ein- und Ausgängen.
b) (0.25 Pt) Stellen Sie die Wahrheitstabelle der Schaltung auf.
c) (1 Pt)Bestimmen Sie die Gleichungen des Ausgangssignales und reduzieren Sie diese, so weit es geht. Machen Sie dies händisch per DNF oder KNF oder mit einer Karnaugh-Tafel.
d) (1 Pt) Sie haben nur NOR-Gatter mit beliebig vieleb Eingängen zur Verfügung. Sie dürfen die Eingänge der NOR-Gatter beliebig invertieren (mit kleinen Kreisen symbolisiert): bauen Sie die gesamte Schaltung damit auf.

Boolesche Algebra

Aufgabe 4 (2 Pt)

(je 1.0 Pt) Reduzieren Sie nachvollziehbar folgende Gleichungen soweit wie möglich manuell per boolescher Algebra (keine Karnaugh-Tafel):

$$(a) \quad Y=(\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C)+(\overline{A}\cdot B\cdot C)+(A\cdot B\cdot C)+(\overline{A}\cdot B\cdot\overline{C})$$

$$(b) \quad Z=\overline{(L\cdot N)}\cdot(L+M)\cdot(N+\overline{M})$$

Synchrone Schaltungstechnik

Aufgabe 5 (2 Pt)

Gegeben ist die Schaltung gemäss Abbildung 2.

a) (1.0 Pt) Vervollständigen Sie die Kurvenformen der Signale Q1, Q2 und Y direkt in Abbildung 3.

b) (0.5 Pt) Diese Schaltung analysiert das Signal X jeweils bei den Clockereignissen. Was sagt das Ausgangssignal Y aus?

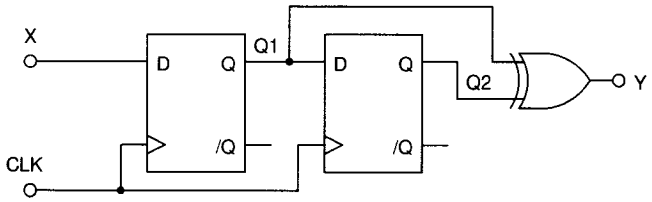


Abbildung 2: Schaltung

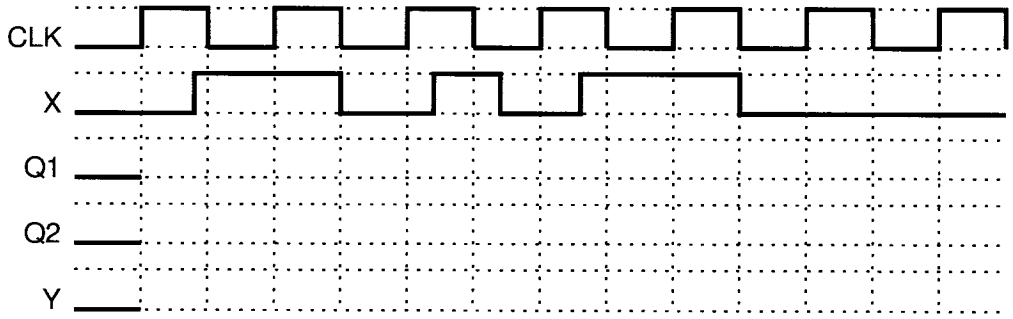


Abbildung 3: Kurvenform Schaltung

Aufgabe 6 (3.5 Pt)

Entwickeln Sie einen synchronen 3-Bit Zähler. Die Schaltung hat 2 Eingänge:

- CLK: (clock) Takt der Schaltung
- M: Modus des Zählers.

Die Schaltung hat 3 Ausgänge:

- Q[2..0]: Die einzelnen Bits der zählenden Zahl.

Die Schaltung hat folgende Funktion:

- Modus-Eingang M=0: Der Zähler Q[2..0] soll folgender Code erzeugt werden: 000 → 110 → 011 → 100 → 010 → 001 → 000 → 110 → 011 → … Stellen Sie sicher, dass wenn sich im Zähler ein Symbol befindet, welches in diesem Code nicht vorkommt, er automatisch auf Q={0,0,0} wechselt.
- Modus-Eingang M=1: Der Zähler soll den «1 aus N»-Code zählen: 001 → 010 → 100 → 001 → 010 .. Stellen Sie zudem sicher, dass wenn sich im Zähler ein Symbol befindet, dass im «1 aus N»-Code nicht vorkommt, der Zähler im nächsten Schritt automatisch auf Q[2..0]={1,0,0} wechselt.

Lösen Sie die Aufgabe in folgenden Schritten:

a) (0.25 Pt) Zeichnen Sie das Symbol der Schaltung.

b) (0.25 Pt) Zeichnen Sie das Blockdiagramm der Interna (Eingänge, Zustandsübergangslogik, Flipflops, Ausgänge) inkl. Bezeichnung aller Signale.

c) (1 Pt) Erstellen Sie die Wahrheitstabelle für den Block der Zustandsübergangslogik. Tipp:
   1. Tragen Sie auf der linken Seite der Wahrheitstabelle alle möglichen Kombinationen der Signale M, $Q2_n$, $Q1_n$ und $Q0_n$ ein.
   2. Ermittelns Sie dann jeweils die Werte der Signale $Q2_{n+1}$, $Q1_{n+1}$ und $Q0_{n+1}$ des Folgetakts und notieren Sie diese auf der rechten Seite.

d) (1 Pt) Ermitteln Sie die Funktionsgleichung für das Signal $Q2_{n+1}$ und vereinfachen Sie diese mit Hilfe der **Karnaugh-Tafel**.

e) (1 Pt) Ermitteln Sie die Funktionsgleichung für das Signal $Q1_{n+1}$ und vereinfachen Sie diese mit Hilfe der **Oder-Normalform**.

Hachuli

1)

	A	B	C	D				
	10	11	12	13				
					8	4	2	1

	10	11	12	13
a) Bin:	1010	1011	1100	1101
Invert	0101	0100	0011	0010
+1	0101	0100	0011	0011

1

2)

1.1 0000000

$\underbrace{1 \cdot 2^{-1}}_{-0{,}5}$ $2^{-1} = 0{,}5$

1

2.) a.) 8 Db + Start + Stop = 10 Bits

115200 Baud ⇒ 10 Bits brauchen 1/115200 Sekunden pro B

≙ 8 Db

≙ 1 Byte

2^{20} Bites

$2^{20} \cdot \underbrace{1/115200 \text{ s/B}}_{10 \text{ Bits / Byte}} = \underline{\underline{9{,}10\overline{2} \text{ sekunden}}}$

b.) F = 0 1 1 0 0 1 0 0 (✓) 8 4 2 1

6 ⟷ 4 46

ö = 1 1 1 1 0 1 1 0 → UTF 8

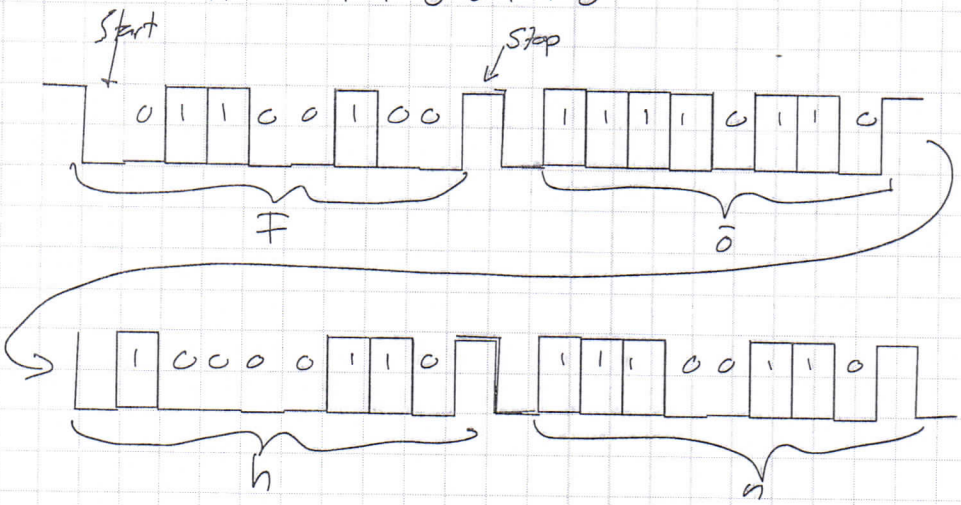
8 ⟷ 6 68 ✓

h = 1 0 0 0 0 1 1 0

14 ⟷ 6 6E

n = 1 1 1 0 0 1 1 0

0.5



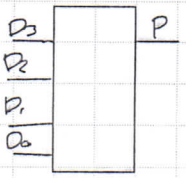
(✓) ff

c.) 20 Bits = $20 \cdot 1/115200 = \sim \underline{\underline{173{,}6\,\mu s}}$

4 x 10 Bits

3.)

a.)



b.)

D_3	D_2	D_1	D_0	P	
0	0	0	0	0	
0	0	0	1	1	✓
0	0	1	0	1	✓
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	✓
0	1	0	1	0	
0	1	1	0	0	
0	1	1	1	1	✓
1	0	0	0	1	✓
1	0	0	1	0	
1	0	1	0	0	
1	0	1	1	1	✓
1	1	0	0	0	
1	1	0	1	1	✓
1	1	1	0	1	✓
1	1	1	1	0	

c.)

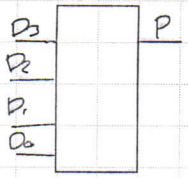
$$P = D_0 \cdot \overline{D_1} \cdot \overline{D_2} \cdot \overline{D_3} + \overline{D_0} \cdot D_1 \cdot \overline{D_2} \cdot \overline{D_3} + \overline{D_0} \cdot \overline{D_1} \cdot D_2 \cdot \overline{D_3} + \overline{D_0} \cdot \overline{D_1} \cdot \overline{D_2} \cdot D_3$$

$$D_0 \cdot D_1 \cdot D_2 \cdot \overline{D_3} + D_0 \cdot D_1 \cdot \overline{D_2} \cdot D_3 + D_0 \cdot \overline{D_1} \cdot D_2 \cdot D_3 + \overline{D_0} \cdot D_1 \cdot D_2 \cdot D_3$$

Nicht vereinfachbar ✓

3.)

a.)



b.)

D_3	D_2	D_1	D_0	P	
0	0	0	0	0	
0	0	0	1	1	✓
0	0	1	0	1	✓
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	✓
0	1	0	1	0	
0	1	1	0	0	
0	1	1	1	1	✓
1	0	0	0	1	✓
1	0	0	1	0	
1	0	1	0	0	
1	0	1	1	1	✓
1	1	0	0	0	
1	1	0	1	1	✓
1	1	1	0	1	✓
1	1	1	1	0	

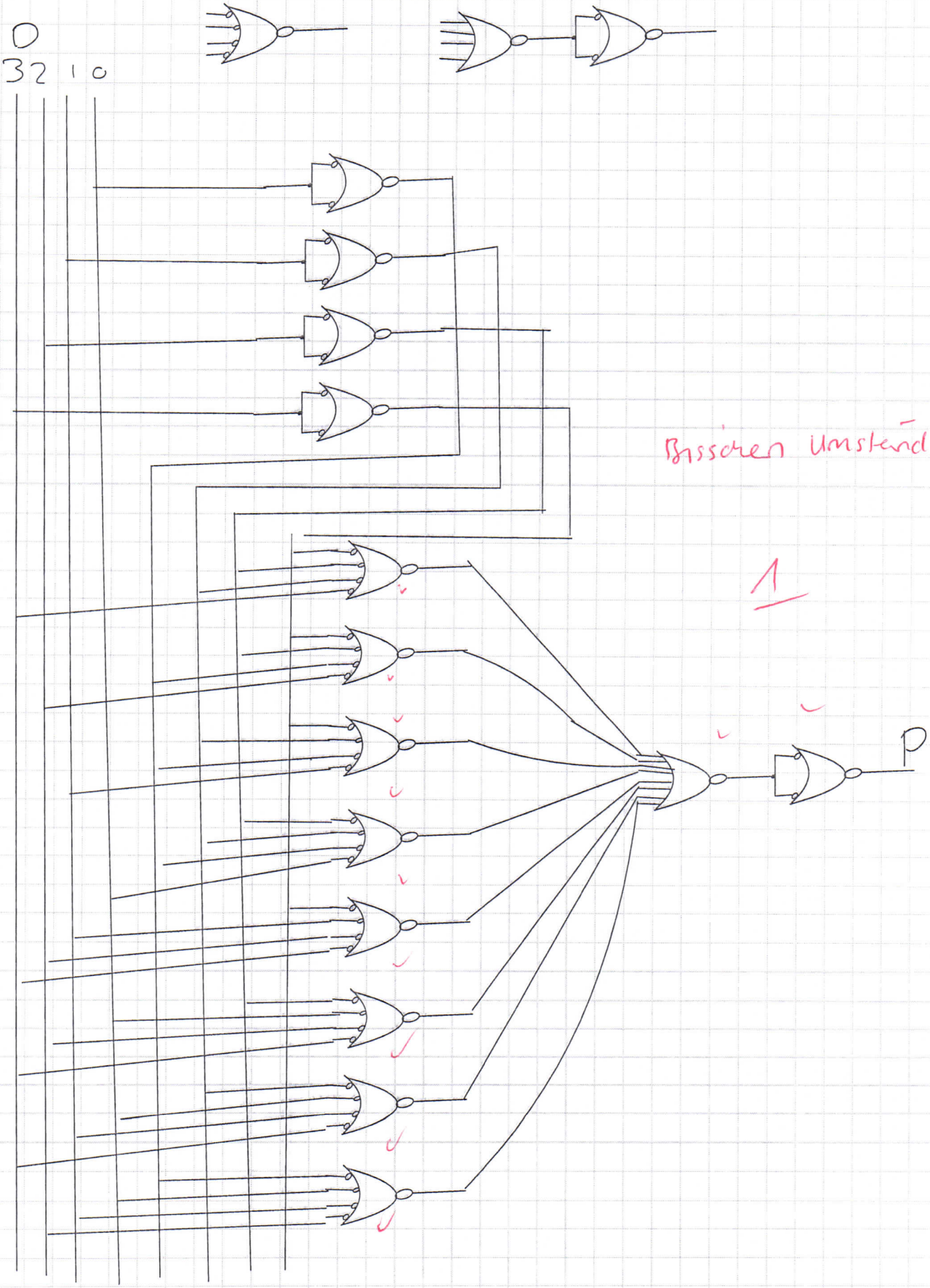
c.)

$$P = D_0 \cdot \overline{D_1} \cdot \overline{D_2} \cdot \overline{D_3} + \overline{D_0} \cdot D_1 \cdot \overline{D_2} \cdot \overline{D_3} + \overline{D_0} \cdot \overline{D_1} \cdot D_2 \cdot \overline{D_3} + \overline{D_0} \cdot \overline{D_1} \cdot \overline{D_2} \cdot D_3$$

$$D_0 \cdot D_1 \cdot D_2 \cdot \overline{D_3} + D_0 \cdot D_1 \cdot \overline{D_2} \cdot D_3 + D_0 \cdot \overline{D_1} \cdot D_2 \cdot D_3 + \overline{D_0} \cdot D_1 \cdot D_2 \cdot D_3$$

Nicht vereinfachbar ✓

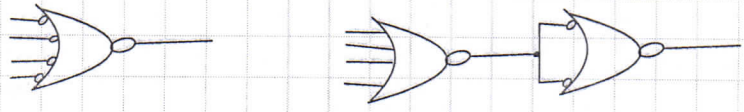
And aus Nor Or aus nor

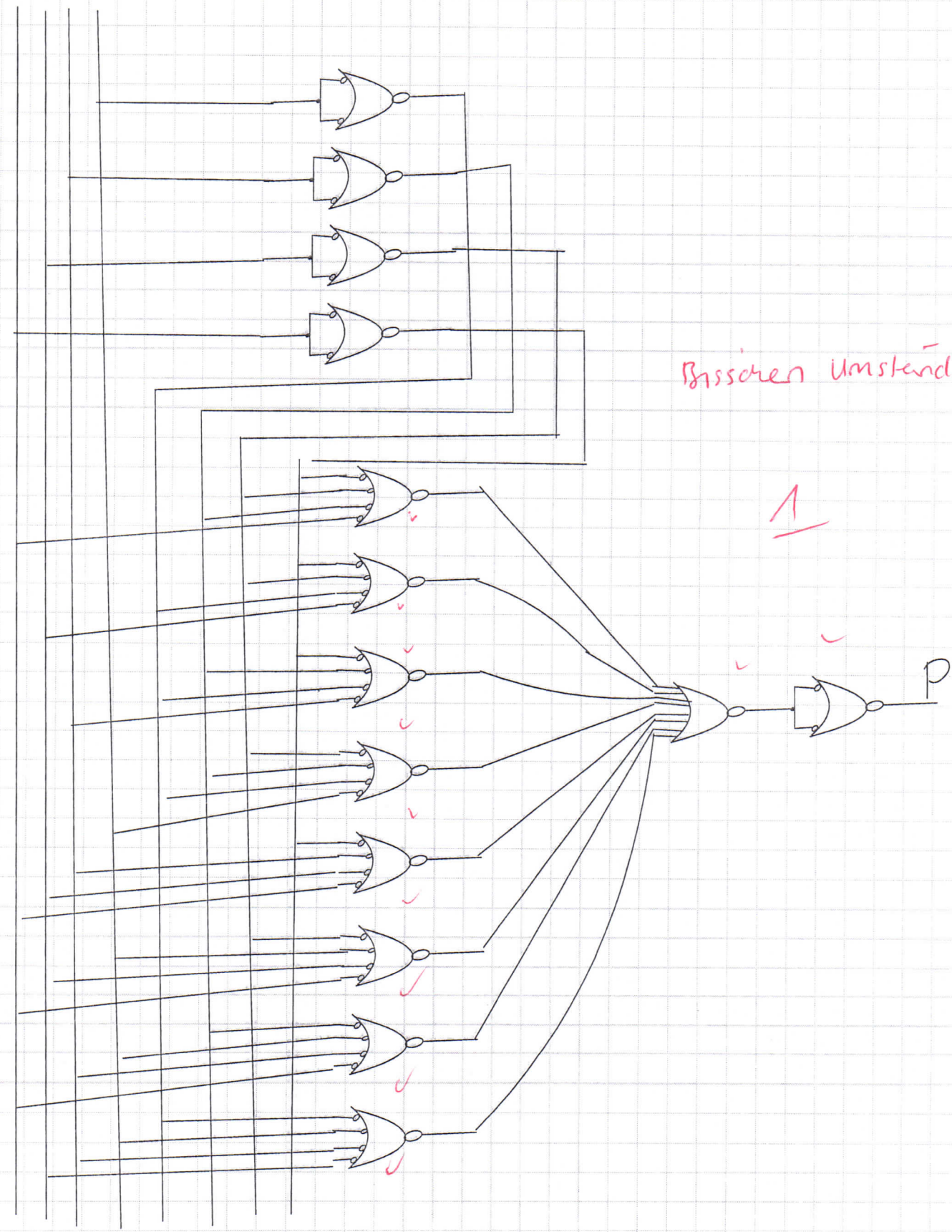


Bisschen umständlich

1

And aus Nor Or aus nor





Bisschen umständlich

1

4.) a.)

$$Y = \underbrace{\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C + \overline{A}\cdot B\cdot C + A\cdot B\cdot C}_{} + \overline{A}\cdot B\cdot\overline{C}$$

$$= \underbrace{(\overline{A}+A)}_{=1}\cdot(\underbrace{\overline{B}\cdot C + B\cdot C}_{(\overline{B}+B)\cdot C \;=1})$$

$$= C + \overline{A}\cdot B\cdot C + \overline{A}\cdot B\cdot\overline{C}$$

$$= C + \underbrace{(C+\overline{C})}_{=1}\cdot(\underbrace{\overline{A}+\overline{A}}_{\overline{A}}\cdot B)$$

0

$$= \underline{\underline{C + \overline{A}\cdot B}}$$

b.)

$$Z = (\overline{L\cdot N})\cdot(L+M)\cdot(N+\overline{M})$$

$$= \underbrace{(\overline{L}+\overline{N})\cdot(L+M)\cdot(N+\overline{M})}_{}$$

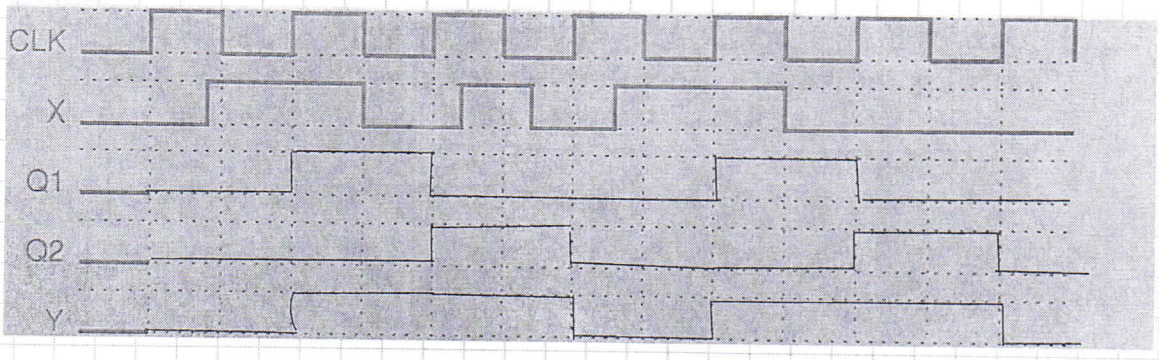
$$= \underbrace{(N\cdot\overline{N})}_{=0} + (\overline{L}\cdot\overline{M})$$

0,5

$$= \underline{\underline{\overline{L}\cdot\overline{M} + L\cdot M}}$$

5.)

a.)



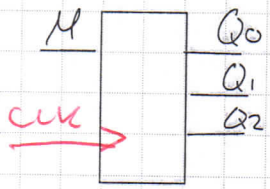
1,0

✓

(⊓⊔)

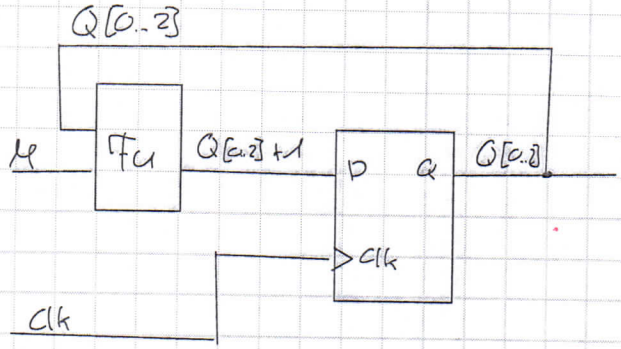
b.) Wenn X für 1 Clockzyklus ein war, wird Y = 1 für 2 clockzyklen

6.) a.)



✓ − 0.125

b.)



0.25 ✓

c.)

M	Q_2	Q_1	Q_0		Q_{2+1}	Q_{1+1}	Q_{0+1}		
0	0	0	0	0	1	1	0	1 ✓	a ✓
0	1	1	0	1	0	1	1	2 ✓	b
0	0	1	1	2	1	0	0	3 ✓	
0	1	0	0	3	0	1	0	4 ✓	c
0	0	1	0	4	0	0	1	5 ✓	
0	0	0	1	5	0	0	0	0 ✓	
0	1	0	1	X	0	0	0	X ✓	
0	1	1	1	X	0	0	0	X ✓	
1	0	0	0	0	0	0	1	X ✓	
1	0	0	1	1	0	1	0	2 ✓	d
1	0	1	0	2	1	0	0	3 ✓	
1	1	0	0	3	0	0	1	1 ✓	
1	0	1	1	X	1 0	0	0 1	X ✓	
1	1	1	0	X	1 0	0	0 1	X ✓	
1	1	0	1	X	1 0	0	0 1	X ✓	
1	1	1	1	X	1 0	0	1	X ✓	

X = ausserhalb
⇒ Return to
000 oder 00

0.75

d.)

Q_{2+1}

		1	1	0	0	Q_1
		0	1	1	0	Q_0
1	0	1	0	0	0	
1	1	0	0	0	0	
0	1	0	0	0	0	
0	0	0	1	0	1	
M	Q_2					

$$Q_{2+1} = \overline{Q_0}\cdot\overline{Q_1}\cdot\overline{Q_2}\cdot\overline{Q_3} \quad a$$
$$+ Q_0\cdot Q_1\cdot\overline{Q_2}\cdot\overline{Q_3} \quad b$$
$$+ \overline{Q_0}\cdot Q_1\cdot\overline{Q_2}\cdot Q_3 \quad c$$

✓ (ft)

e.) $Q_{1+1} = \underset{a}{\bar{M} \cdot \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0}} + \underset{b}{\bar{M} \cdot Q_2 \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0}}$

$+ \underset{c}{\bar{M} \cdot Q_2 \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0}} + \underset{d}{M \cdot \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0}$

$= \underbrace{(Q_2 + \overline{Q_2})}_{=1} \cdot (\bar{M} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0}) + \bar{M} \cdot Q_2 \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} + M \cdot \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0$

0,5

$= \bar{M} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0} + \bar{M} \cdot Q_2 \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} + M \cdot \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0$

$= \bar{M} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0} + \underbrace{(\bar{M} + M)}_{=1} (Q_2 \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} + \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0)$

$= \bar{M} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0} + (Q_2 \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} + \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0)$