

HAW Hamburg / Department IuE	Datum: 05. Juli 2010
Fachgruppe: Grundlagen	Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Kölzer
<b>Klausur: Elektronik 3/ E4a</b>	
Name, Vorname, Matr.Nr: <i>Sören Kenpe 1893154</i>	
Erreichte Punkte: <i>25</i>	Note: <i>2</i>
Tag der Bewertung: <i>14.07.10</i>	

**Zugelassene Hilfsmittel:** einfache Taschenrechner – kein Laptop! Handies sind auszuschalten!

**Achtung:** Beginnen Sie bitte jede Aufgabe auf einem neuen Blatt und nummerieren Sie die Blätter. Es werden nur die Lösungen anerkannt, deren Lösungswege eindeutig erkennbar und nachvollziehbar sind.

### Kleine Formelsammlung:

<b>Zweiter mit einer Zeitkonstanten</b> $\tau = RC :$ $U_A(t) = U_\infty + [U_0 - U_\infty] \cdot e^{-\frac{t-t_s}{\tau}}$ Für $t = t_s$ folgt: $t_0 = t_s + \tau \cdot \ln \left( \frac{U_\infty - U_0}{U_\infty - U_A(t_0)} \right)$	<b>CMOS-Logik:</b> $A = f(E_1, \dots, E_n)$ $f_n = f(E_1, \dots, E_n)$ $f_p = f(\bar{E}_1, \dots, \bar{E}_n)$	<b>OP-Schaltungen:</b> Invertierender Verstärker $u_a(t) = \frac{-R_2}{R_1} \cdot u_e(t)$ Invertierender Integrator $u_a(t) = -\frac{1}{RC} \int_{-\infty}^t u_e(\tau) d\tau$
<b>Leitungswellenwiderstand <math>Z_L</math>:</b> Verhältnis von hinlaufender bzw. rücklaufender Spannungs- und Stromwelle $Z_L = \frac{U_{0h}}{I_{0h}}$ bzw. $Z_L = -\frac{U_{0r}}{I_{0r}}$	<b>ADU / DAU – Kenngrößen:</b> $U_{LSB} = \frac{U_{FS}}{2^n}$ , $ENOB = ld \frac{U_{FS}}{U_{LSB,real}}$ Abschätzung von $U_{LSB,real}$ mit dem DNL: $U_{LSB,real} = U_{LSB,theor} + DNL$ Endpunktsabgleich: $U_{A,Abgl} = U_A - U_{off} - (U_{gain} - U_{off}) \cdot \frac{x_D}{2^n - 1}$ $DNL_i = \frac{(U_{i+1} - U_i) - U_{LSB}}{U_{LSB}}$	

### Aufgabe 1: (CMOS – Schaltung - 10 Punkte)

Skizzieren Sie den Logikteil einer CMOS-Schaltung, die folgende Funktion realisiert:

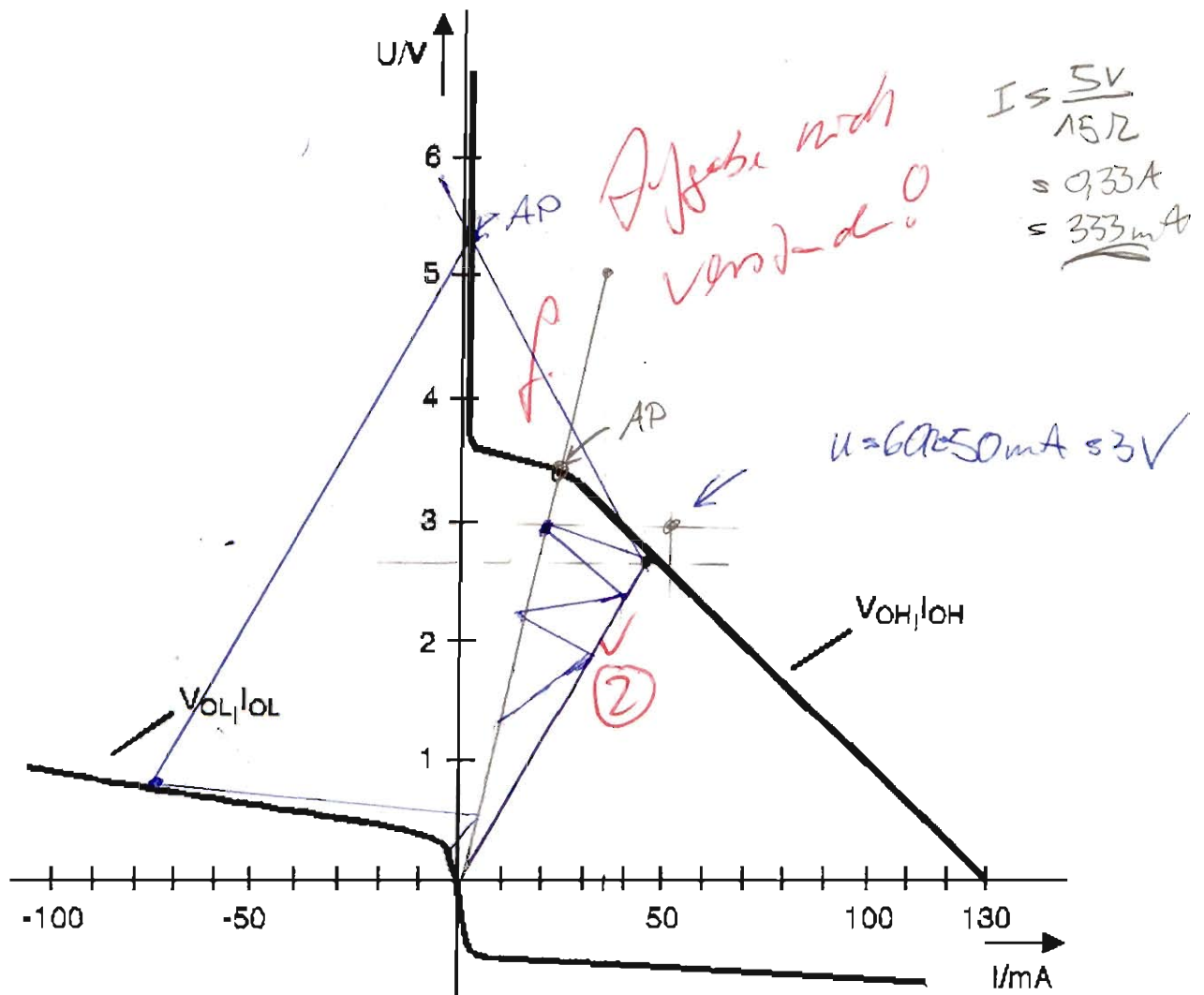
$$Q = (E_1 \wedge \bar{E}_2) \vee (\bar{E}_1 \wedge \bar{E}_3)$$

Schließen Sie alle Anschlüsse der N- und P-MOS-Transistoren korrekt an.

## Aufgabe 2: (Bergeron-Methode – 24 Punkte)

Ein TTL-74AS04 -Gatter treibt eine  $60\Omega$  -Leitung mit einer Signallaufzeit von  $\tau = 5\text{ns}$ , die an ihrem Ende mit einem  $15\Omega$  -Widerstand abgeschlossen ist. Die Verzögerungszeit des Gatters kann vernachlässigt werden. Ermitteln Sie mit Hilfe des Bergeron-Verfahrens am Leitungseingang und -ausgang die Übergänge  $H \rightarrow L$  und  $L \rightarrow H$ . Geben Sie in der vorbereiteten Tabelle die aus der Zeichnung abgelesenen Spannungswerte zu den gegebenen Intervallen an. Dabei sei vorausgesetzt, dass sich vor jeder Flanke (Übergang) auf der Leitung der statische Endzustand einstellt.

Die Ausgangskennlinie (High, Low) des Gatters ist in das hier abgebildete Diagramm eingetragen.



t	Übergang L → H		Übergang H → L	
	$U_Q / V$	$U_R / V$	$U_Q / V$	$U_R / V$
$t < 0$	3.5		2.8V	4.5mA
$0 \leq t < \tau$			2.5	4.0
$\tau \leq t < 2\tau$			2.5	3.5
$2\tau \leq t < 3\tau$			1.5	1.0
$3\tau \leq t < 4\tau$				

### Aufgabe 3: (DAU, Fehleranalyse – 28 Punkte)

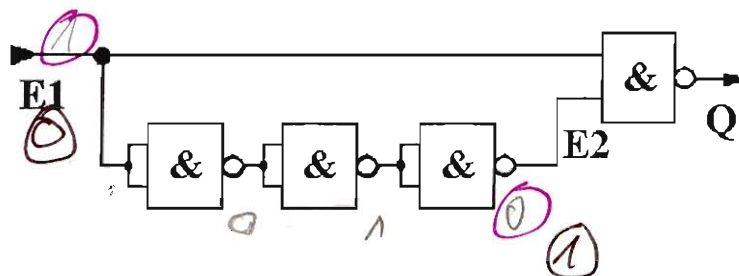
Eine Messreihe liefert für einen **3-Bit-DAU** die folgenden Werte ( $U_{FS} = 15V$ ):

$x_D$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U_A [V]$	0,50	2,25	4,05	5,70	7,60	9,65	11,95	14,20

- Bestimmen Sie ohne vorhergehende Korrekturmaßnahmen die sich ergebenden Offset- und Verstärkungsfehler (Angabe in LSB).
- Korrigieren Sie nun mit einem einfachen Endpunkt-Abgleich den Offset- und Verstärkungsfehler. Geben Sie das dazugehörige  $U_{A,kor}$  an.
- Ermitteln Sie aus  $U_{A,kor}$  den verbleibenden differentiellen und integralen Linearitätsfehler **DNL** und **INL** (Angaben in LSB).
- Schätzen Sie **ENOB** aus dem DNL ab.

### Aufgabe 4: (Monoflop – 26 Punkte)

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

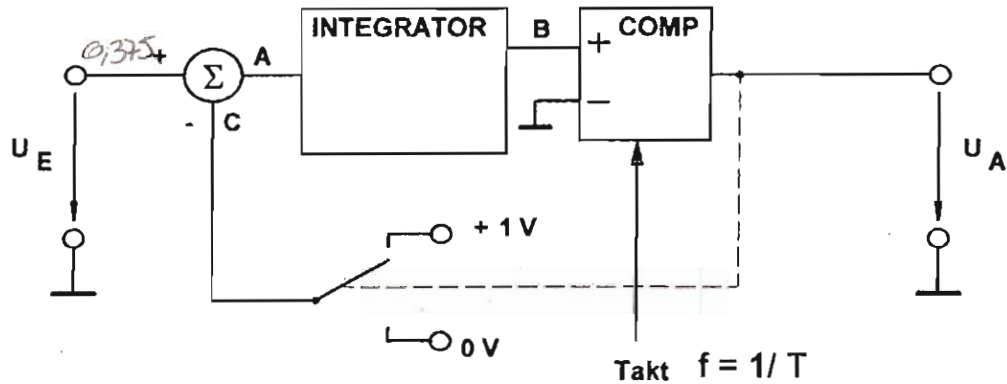


- Beschreiben Sie die Funktionsweise dieser Schaltung mit Hilfe von Signal-Zeit-Verläufen bzgl. der Stellen **E1**, **E2** und **Q**. Kennzeichnen Sie dabei deutlich alle relevanten Zeitabschnitte, soweit wie möglich auch quantitativ.
- Bestimmen Sie die Dauer  $T_D$  des Ausgangsimpulses. Wie groß muß die Triggerimpulsbreite  $T_i$  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 Verlängerung des Ausgangsimpulses wird an der Stelle **E2** ein Kondensator gegen Masse eingefügt. Welche Kapazität muss für den Kondensator gewählt werden, damit sich die Dauer  $T_D$  des Ausgangsimpulses verdoppelt?

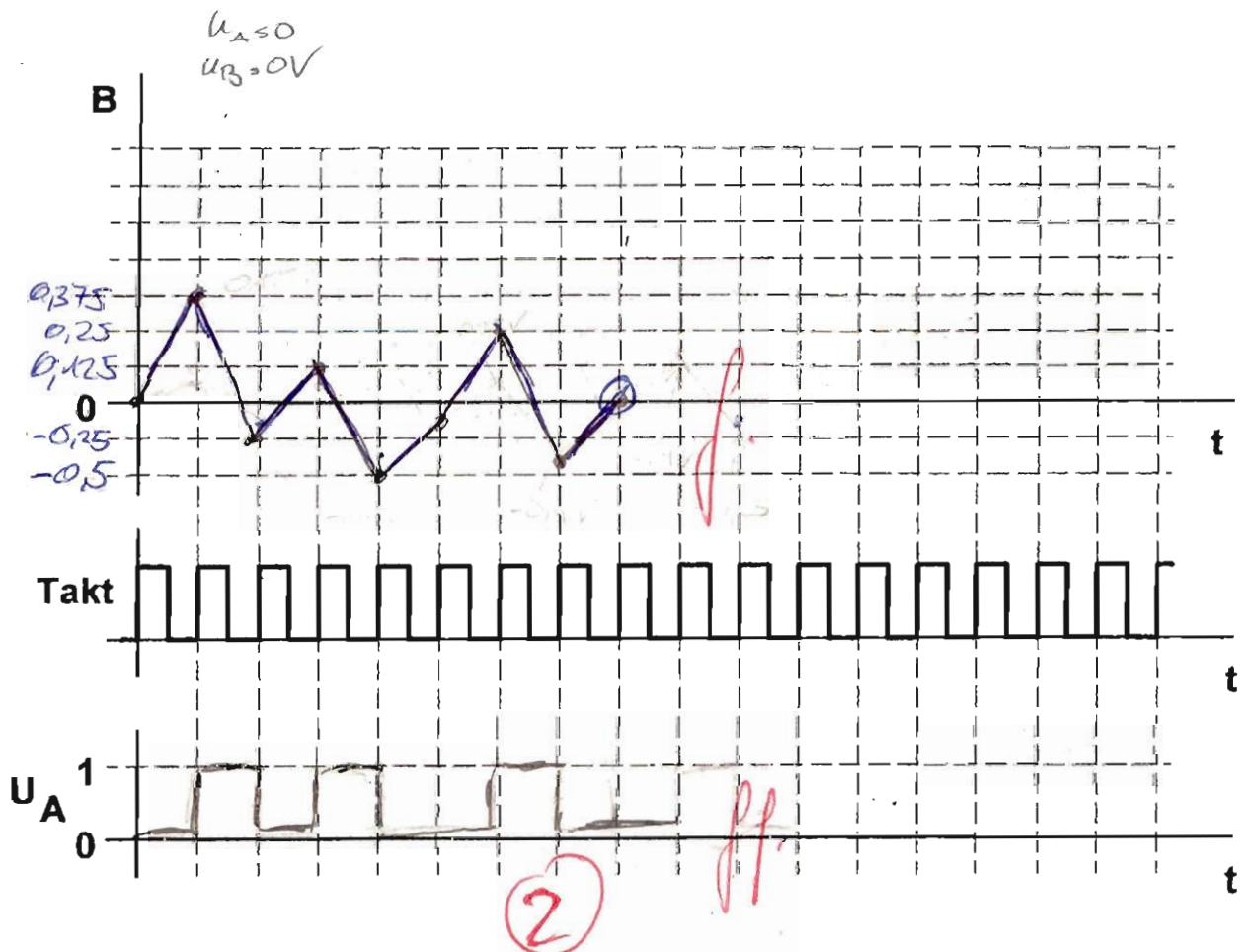
**Aufgabe 5:** (Sigma-Delta-ADU - 12 Punkte)

Gegeben ist die folgende Sigma-Delta-ADU-Schaltung. Es gilt:

$$0V \leq U_E \leq 1V, \quad B = \frac{1}{T} \int A dt, \quad B \leq 0: U_A = 0, \quad C = 0V, \quad B > 0: U_A = 1, \quad C = 1V$$



Zeichnen Sie für  $U_E = 3/8V$  die zeitlichen Verläufe von B und  $U_A$  in die vorbereiteten Diagramme und kennzeichnen Sie eine Periode von  $U_A$ . Die Anfangsbedingungen sind  $U_A = 0V$  und  $B = 0V$ . Überprüfen Sie das Ergebnis.





# Aufgabe 3

Sören Kempe  
1893/154

Dan-Fehler

$$U_{LSB} = \frac{U_{FS}}{2^n} = \frac{15V}{2^8} = 1,875 U_{LSB}$$

①

$$U_{offset} = 0,5V = X_D[0]$$

①

$$U_{gain} = 1,075V$$

①

$X_D$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U_A[V]$	0,5	2,25	4,05	5,70	7,60	9,65	11,95	14,20

$X_D \cdot U_{LSB}$	0	1,875	3,75	5,625	7,50	9,375	11,25	13,125
---------------------	---	-------	------	-------	------	-------	-------	--------

②

$U_{ideal} - X_D U_{LSB}$	0,5	0,375	0,3	0,075	0,1	0,275	0,7	1,075
---------------------------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------

②

$U_{ideal}[V]$	0	1,667	3,335	4,955	6,771	8,739	10,957	13,125
----------------	---	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------

④

DNL	-0,111	-0,083	-0,163	-0,306	0,0496	0,1829	0,1563	
-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

✓

$$ENOB: \lg\left(\frac{U_{FS}}{U_{LSB,real}}\right) = \lg\left(\frac{15V}{0,1165}\right) = 7,084$$

①

✓

✓

Endpunktgleich:

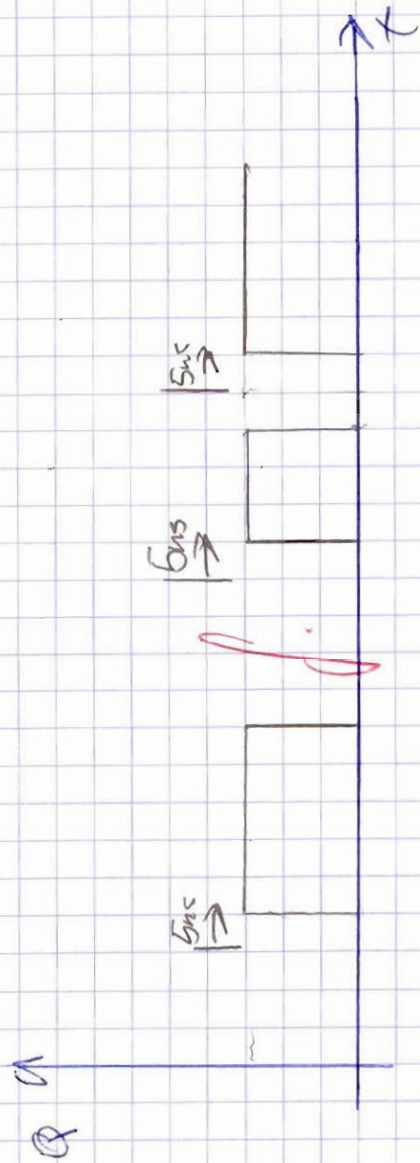
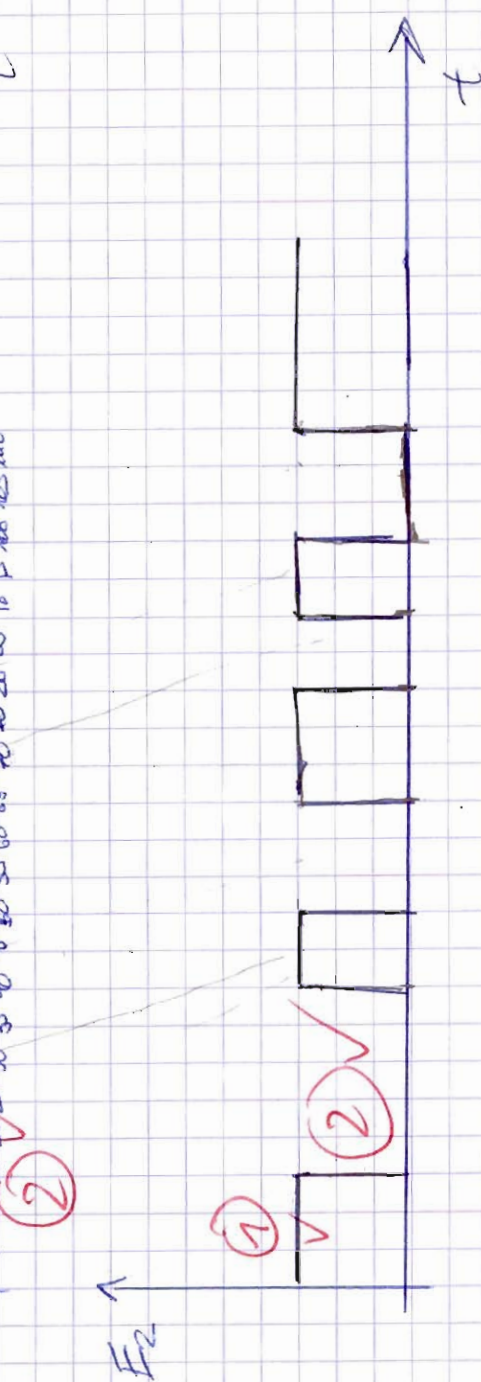
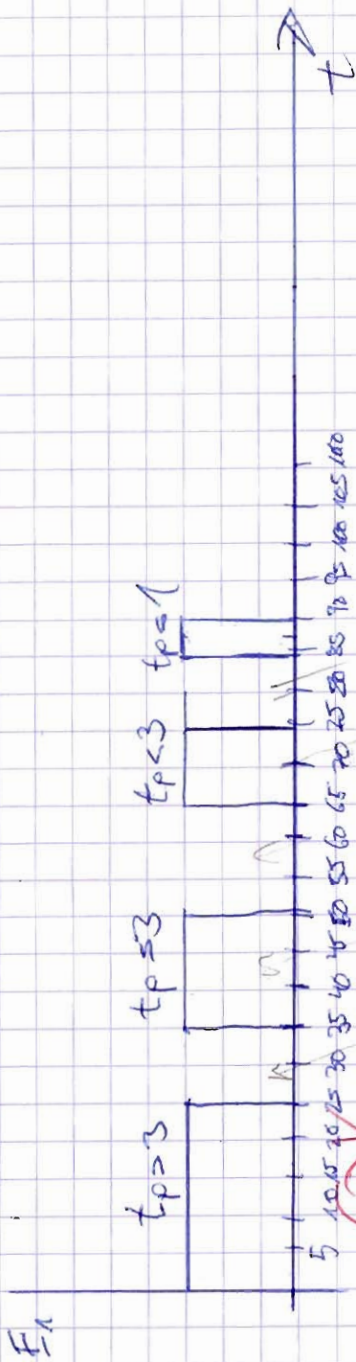
$$U_{ideal} = U_A - U_{off} - (U_{gain} - U_{off} \cdot \frac{X_D}{2^n - 1})$$

①

$$U_{off} = U_A - 0,5V - (1,075 - 0,5) = \frac{X_D}{7}$$

$$DNL_i = \frac{(U_{i+1} - U_i) - U_{LSB}}{U_{LSB}}$$

# Aufgabe 4



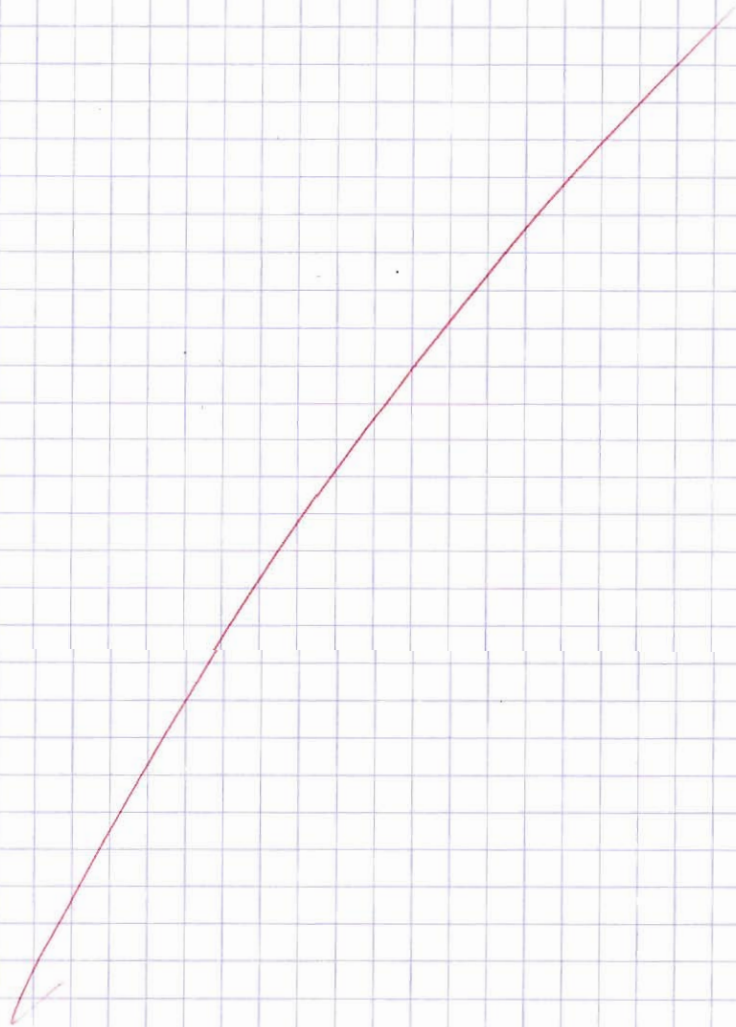


#### Aufgabe 4)

- b) Die Triggerimpulsbreite, muss mindestens  $t_p \geq 3$  entsprechen, damit ein "verwertbares" Signal an Q ausgegeben werden kann. (2)

$$T_D = (\text{mind.}) 15 \text{ ns} \quad (1)$$

- c) Das System verhält sich jetzt wie ein EXOR



### Aufgabe 5

- 0)  $0 + 0,375 = 0,375V$
- 1)  $0,375V - 1 + 0,375V = -0,25V$
- 2)  $-0,25V + 0,375V = 0,125V$
- 3)  $0,125 + 0,375 - 1 = -0,5V$
- 4)  $-0,5 + 0,375V = -0,125V$
- 5)  $-0,125V + 0,375V = 0,25V$
- 6)  $0,25V + 0,375 - 1 = -0,375V$
- 7)  $-0,375 + 0,375 = \underline{\underline{0}}$

Nach 7+1 Approximationsschritten ist  
das Erg. erreicht!

