

### Aufgabe 17: Flipflops

a)

T	$Q_0$	$\bar{Q}_0$	$Q_1$	$\bar{Q}_1$	$Q_2$	$\bar{Q}_2$	Wert Bit
0	0	1	0	1	0	1	000
1	1	0	0	1	0	1	001
0	1	0	0	1	0	1	001
1	0	1	1	0	0	1	010
0	0	1	1	0	0	1	010
1	1	0	1	0	0	1	011
0	1	0	1	0	0	1	011
1	0	1	0	1	1	0	100
0	0	1	0	1	1	0	100
1	1	0	0	1	1	0	101
0	1	0	0	1	1	0	101
1	0	1	1	0	1	0	110
0	0	1	1	0	1	0	110
1	1	0	1	0	1	0	111
0	1	0	1	0	1	0	111
1	0	1	0	1	0	1	000

b)

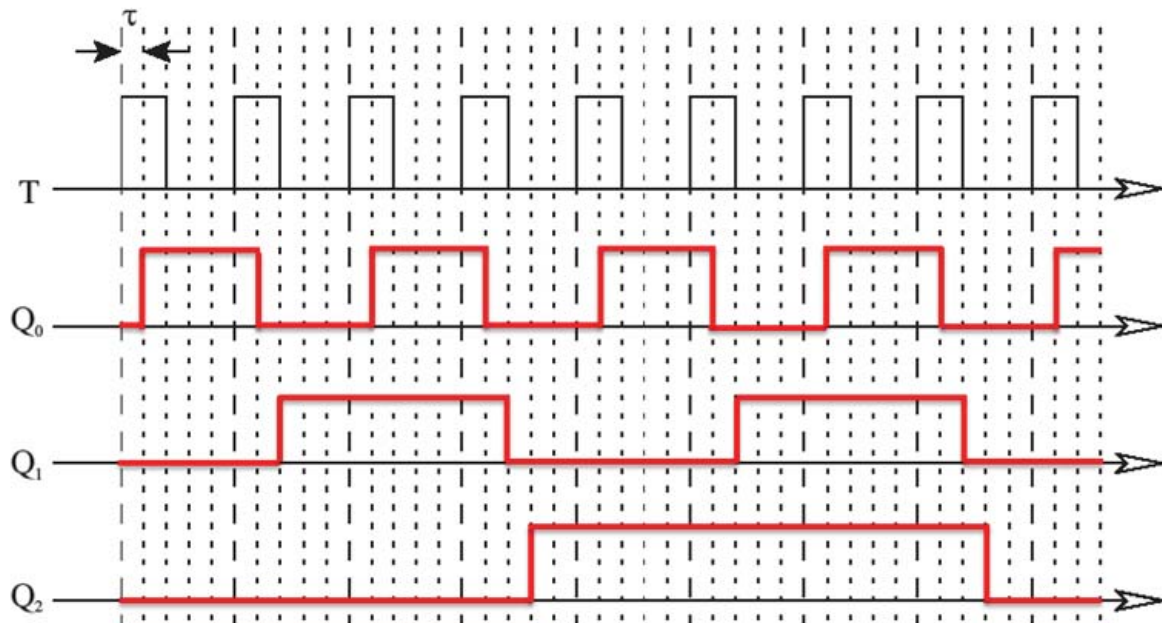
3-Bit Zähler 0-7

Niedrigstes Bit  $Q_0$  → ganz rechts

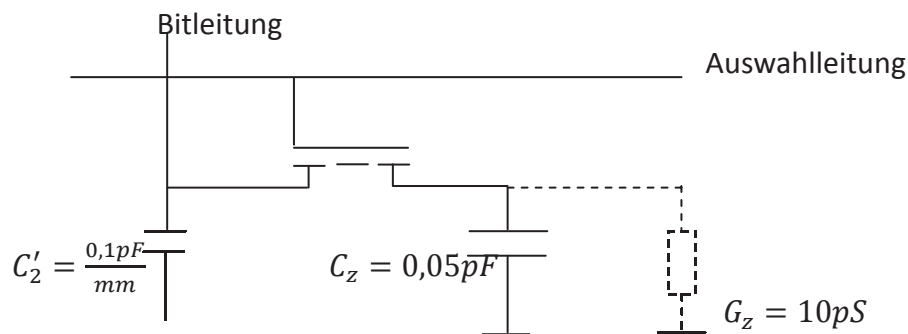
Höchstes Bit  $Q_2$  → ganz links

$2^2$	$2^1$	$2^0$	Wert
$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7
0	0	0	0

c)



### Aufgabe 18: DRAM-Zelle



Siemens  $S = \frac{1}{\Omega}$

$$10pS = 10 \cdot 10^{-12} S$$

$$= 10 \cdot 10^{-12} \frac{1}{\Omega}$$

a)

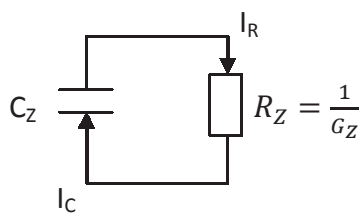
$$Q_z = 0,05pF \cdot 5V = 0,25pC$$

$$Q_{Elektron} = e = -1,602 \cdot 10^{-19} C$$

$$n_{Elektronen} = \frac{0,25 \cdot 10^{-12} C}{1,602 \cdot 10^{-19} C} \approx 1,5 \text{ Mio Elektronen}$$

b) Entladung am Kondensator

Kondensator ist nicht vollkommen isoliert, zwischen den Elektroden fließt ein Strom



Kapazität  $i = C \frac{du}{dt}$

$$I_R = -I_C$$

$$\frac{U(t)}{R_z} = -C_z \frac{du(t)}{dt}$$

$$G_z \cdot u(t) = -C_z \frac{du(t)}{dt}$$

$$\frac{du(t)}{dt} + \frac{G_Z}{C_Z} u(t) = 0 \rightarrow \text{DGL}$$

Ansatz:

$$u(t) = A e^{\lambda t}$$

$$\frac{du(t)}{dt} = A \cdot \lambda \cdot e^{\lambda t}$$

Einsetzen:

$$A \cdot \lambda \cdot e^{\lambda t} + \frac{G_Z}{C_Z} A e^{\lambda t} = 0$$

$$\lambda + \frac{G_Z}{C_Z} = 0$$

$$\lambda = -\frac{G_Z}{C_Z}$$

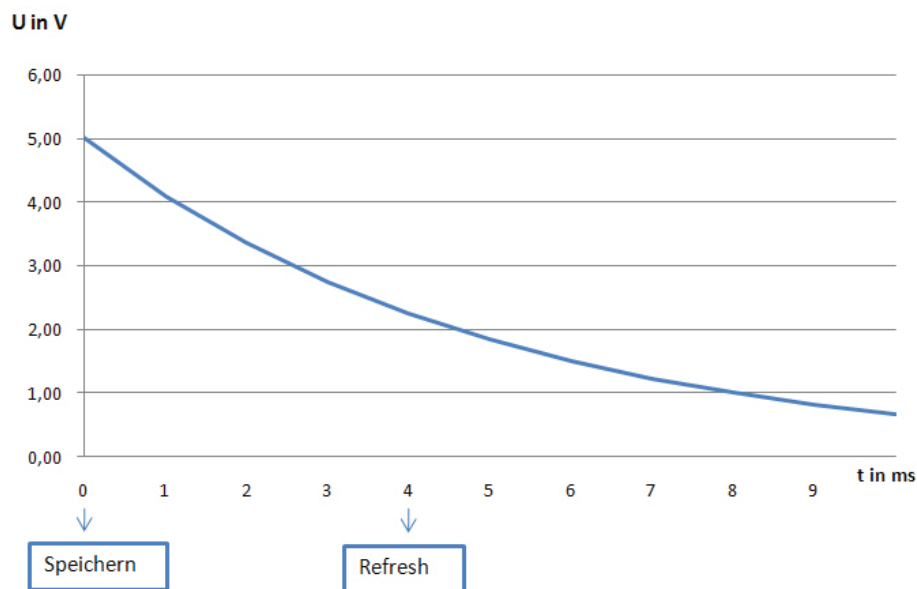
Randbedingung:

$$u(t=0) = U_B = A \cdot e^{\lambda \cdot 0} = A$$

Lösung der DGL:

$$u(t) = U_B \cdot e^{-\frac{G_Z}{C_Z} t}$$

$$u(t=4\text{ms}) = 5\text{V} \cdot e^{-\frac{10\text{pS}}{0,05\text{pF}} \cdot 4\text{ms}} = 2,247\text{V}$$



c) Refresh = Auslesen und Schreiben über Bitleitung

➔ Speicherkapazität  $C_Z$  ist parallel zur Bitleitungskapazität  $C_L = C'_L \cdot l$

$l$  = Länge der Bitleitung = Spaltenlänge

$$l = 256 \cdot 20\mu m = 5,12mm$$

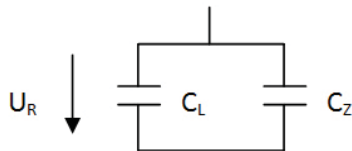
$$C_L = 0,1 \frac{pF}{mm} \cdot 5,12mm = 0,512pF$$

Parallelschaltung von Kondensatoren:

$$C_{ges} = C_L + C_Z$$

$$C_{ges} = 0,512pF + 0,05pF = 0,562pF$$

- d) Vor dem Refresh ist die Spannung auf  $u(t=4ms)$  abgesunken. Jetzt wird  $C_L$  zugeschaltet und es wirkt die Gesamtkapazität.



Die Ladung  $Q$  bleibt erhalten ( $Q = C_Z \cdot u(t = 4ms)$ ), wird jedoch umverteilt  $\rightarrow$  muss  $C_L$  aufladen.

$$\left. \begin{array}{l} Q = C_Z \cdot U_{CR} \\ Q = C_{ges} \cdot U_R \end{array} \right\} C_Z \cdot U_{CR} = C_{ges} \cdot U_R$$

$$U_R = \frac{C_Z}{C_{ges}} U_{CR} = \frac{0,05pF}{0,562pF} \cdot 2,247V = 0,2V \triangleq 1$$

Das ist die Spannung beim Auslesen; d.h. 0,2V entspricht der logischen 1.

- e) Der Leseverstärker muss  $U_R$  von 0 unterscheiden können, also einen Unterschied von 0,2V detektieren können.

$\rightarrow$  Sehr wenig, somit Länge der Bitleitung begrenzt.

Das kann man nicht beliebig viele Wortleitungen parallel legen, da dies die Länge und Kapazität der Bitleitung erhöht und die Spannung senkt.

Größere Speicher brauchen:

- Leistungsfähige Kondensatoren (weniger Verluste)
- Größere Kondensatoren (mehr Platz)
- Besseren Leseverstärker
- Verlustärmere Leitungen/kürzere Leitungen
- Versorgungsspannung ist fest auf 5V vorgegeben