

Fö 9 Speciella sekvenskretsar

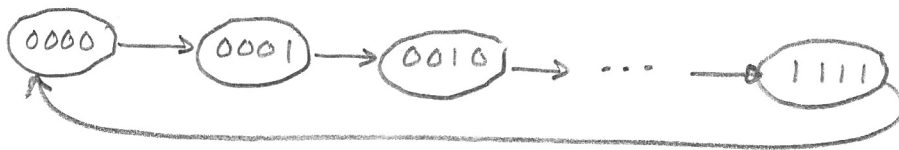
• OH 1-3

Räknare

Räknare = anordning som registrerar antalet pulser

Autonom räknare (4 bits)

Sekvenskrets med följande funktion:



Design

Alt 1: Formell lösning med tillståndsdigram, tabell, osv

q_3	q_2	q_1	q_0	q_3^+	q_2^+	q_1^+	q_0^+
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1
		⋮			⋮		
1	1	1	1	0	0	0	0

Alt 2: T-vipor (lämpliga för räknare) + resonemang

T-vippe (Toggle Flip-flop)



$T=0$: behåll tillstånd
 $q^+ = q$

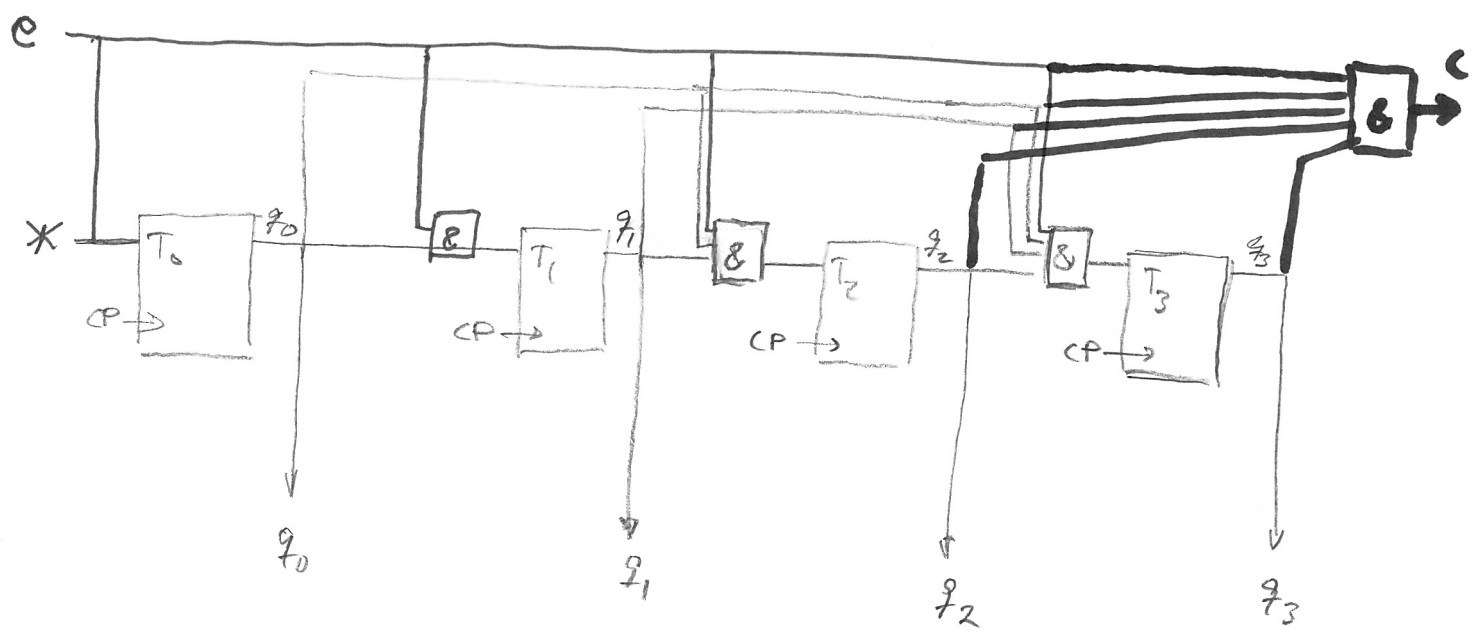
$T=1$: byt tillstånd
 $q^+ = q'$

q	T	q^+
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tillståndsbyte ska ske då alla mindre signifikanta bitar = 1, dvs

$$\begin{cases} T_0 = 1 \\ T_1 = q_0 \\ T_2 = q_1 q_0 \\ T_3 = q_2 q_1 q_0 \end{cases}$$

Fig 1



Binärräknare med räknenvillkor

$e = \begin{cases} 0 & \text{stilla} \\ 1 & \text{räkna} \end{cases}$

e brukar kallas för count enable (CE.)

$e = 0 \Rightarrow T_i = 0 \neq i$

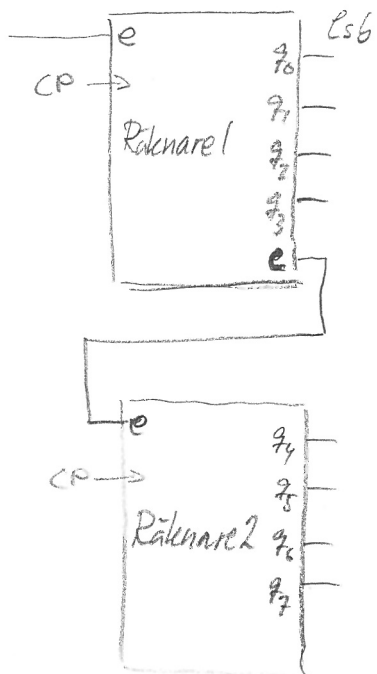
$e = 1 \Rightarrow T_i$ styras enl. autonom räknare.

$$\begin{cases} T_0 = e \\ T_1 = e q_0 \\ T_2 = e q_1 q_0 \\ T_3 = e q_2 q_1 q_0 \end{cases}$$

Enablesignalen är inritad i figur 1 med röd färg.

Kaskadkopplade räknare

Ex En 8-bitarsräknare konstruerad med 2 4-bitarsräknare.



Räknare 2				Räknare 1			
f_7	f_6	f_5	f_4	f_3	f_2	f_1	f_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0

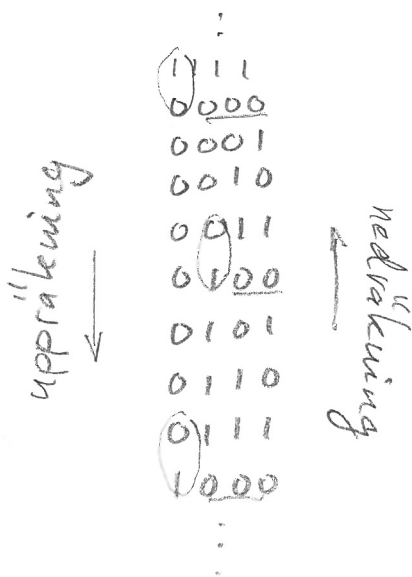
När räknare 1 har tillståndet 1111 och räknar upp så ska räknare 2 räkna upp.

$c = \text{carry out} = e_{f_3 f_2 f_1 f_0}$

Carry out signalen är inritad i figur 1 med grön färg.

Reversibel räknare

Kan räkna både upp och ned.



Styrsignaler

$u = \text{up}$ $d = \text{down}$

u	d	mod
0	0	vila
0	1	nedräkning
1	0	uppräkning

JPP

Funkar som tidigare då $u = e$

$$T_{0u} = u$$

$$T_{1u} = u q_0$$

$$T_{2u} = u q_0 q_1$$

$$T_{3u} = u q_0 q_1 q_2$$

Carry out:

$$c = u q_0 q_1 q_2 q_3$$

Ned

(4)

Växling vid nedräkning då alla mindre signifikanta bitar = 0

$$T_{0d} = d$$

$$T_{1d} = d q_0'$$

$$T_{2d} = d q_0' q_1'$$

$$T_{3d} = d q_0' q_1' q_2'$$

Borrow out:

$$b = d q_0' q_1' q_2' q_3'$$

Vippornas insignal

$$T_i = T_{iu} + T_{id}$$

$$\text{Ex: } u=d=0 \Rightarrow T_i = 0+0=0$$

$$u=1, d=0 \Rightarrow T_i = T_{iu} + 0 = T_{iu}$$

Carry - / Borrow - out

$$cb = c + b$$

Räknarens insignaler

I stället för u och d används enable e och upp/down u/\bar{d} som insignaler.

e	u/\bar{d}	u	d
0	-	0	0
1	0	0	1
1	1	1	0

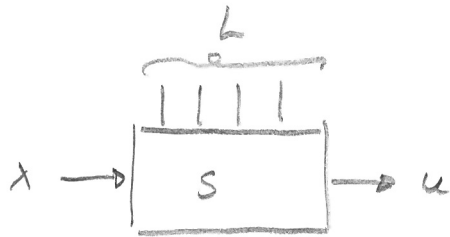
$$u = e \cdot (u/\bar{d})$$

$$d = e \cdot (u/\bar{d})'$$

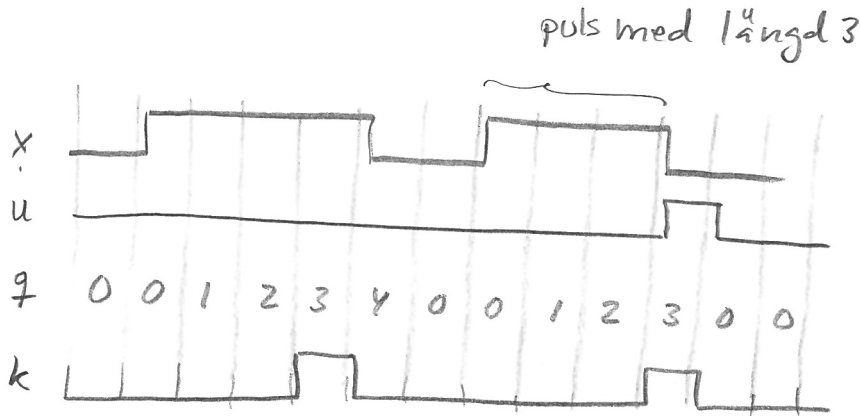
Förenklning

$$T_i = T_{iu} + T_{id} = \dots = \dots$$

Ex Detektion av pulser av en given längd L .



$L=3$

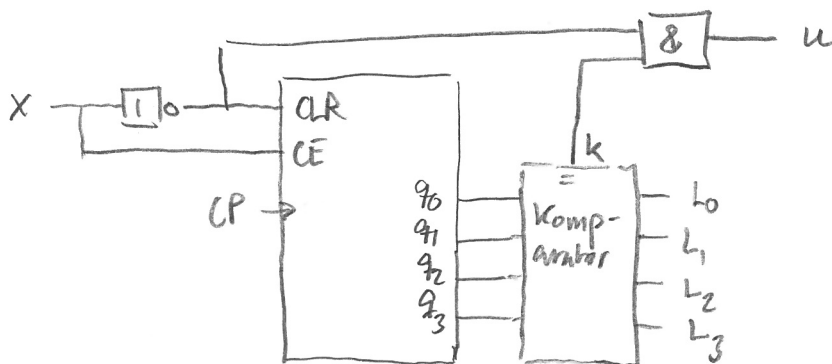


Lösning

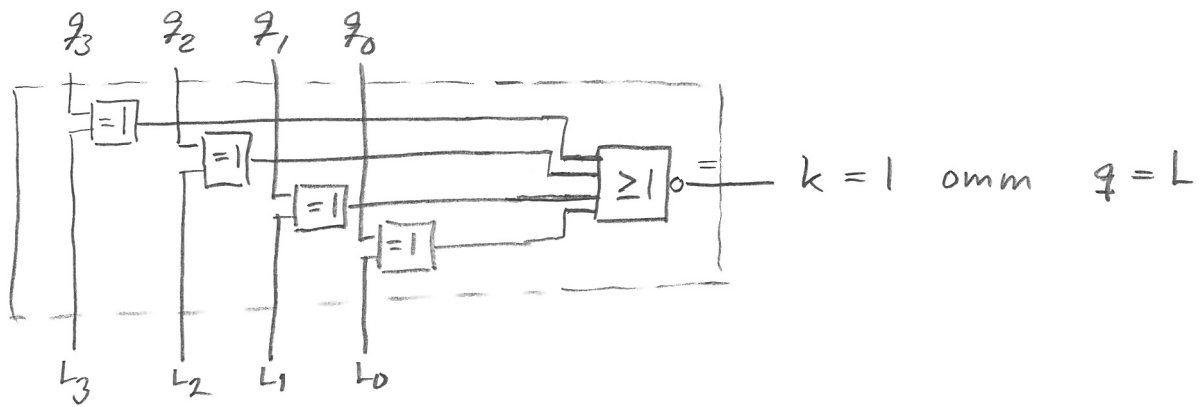
- Nollställ räknaren då $x=0$, dvs $CLR = x'$
- Räkna upp då $x=1$, dvs $CE = x$
- Jämför räknarens värde q med L

$$k = \begin{cases} 0 & q \neq L \\ 1 & q = L \end{cases}$$

- Om $k=1$ och $x=0$ så har en puls av längd L detekterats, dvs $u = k \cdot x'$



Komparator



Det finns även komparatorer för $>$, $<$, \geq , \leq .