

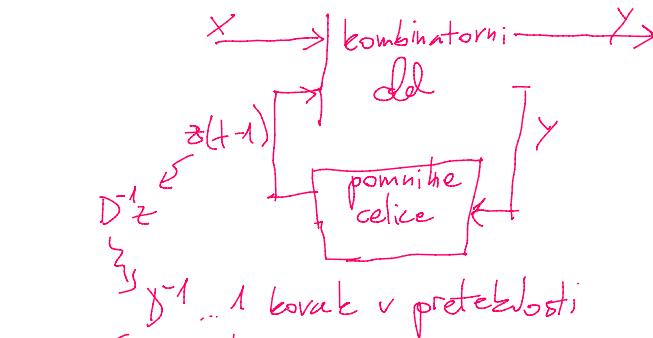
Sekvenčna vezja

Tuesday, 13 December 2022 10:00

Do zdaj: kombinatorna vezja

- decizijska vezja (občutljiva)
- izhod se spremeni takoj po spremembi vvida \rightarrow zakasnitve (propagation delay)
- brez sinhronizacije
- brez pomnilnika \rightarrow delovanje vezja je neodvisno od prejšnjih vhodov

Sekvenčna vezja



$$D^k x = \begin{cases} x, & t=k \\ 0, & \text{sicer} \end{cases}$$

$D^0 x$... sedanjost: $x(t)$

$D^1 x$... v naslednjem koraku: $x(t+1)$

$D^{-1} x$... v prejšnjem koraku: $x(t-1)$

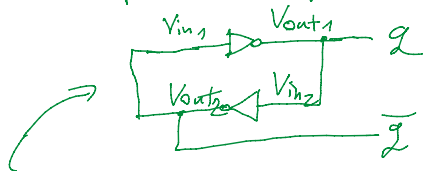
Primer: radijski sprejemnik

- vrtiljiv gumbo: kombinatorno vezje
- tipki \boxplus in \boxminus : sekvenčno vezje

Izvedba sekvenčnih vezij

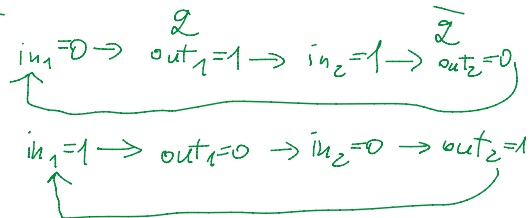
→ Asinhronska sekvenčna vezja

\rightarrow pozitivna povratna zanka



bistabilno vezje

- $\rightarrow q=0, \bar{q}=1$
- $\rightarrow q=1, \bar{q}=0$

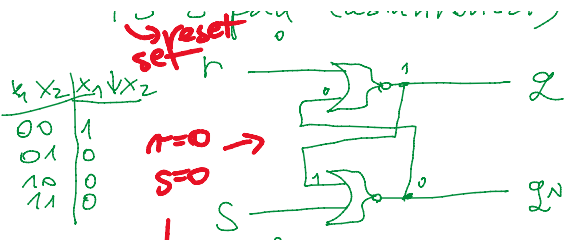


RS zapah (asinhronski)

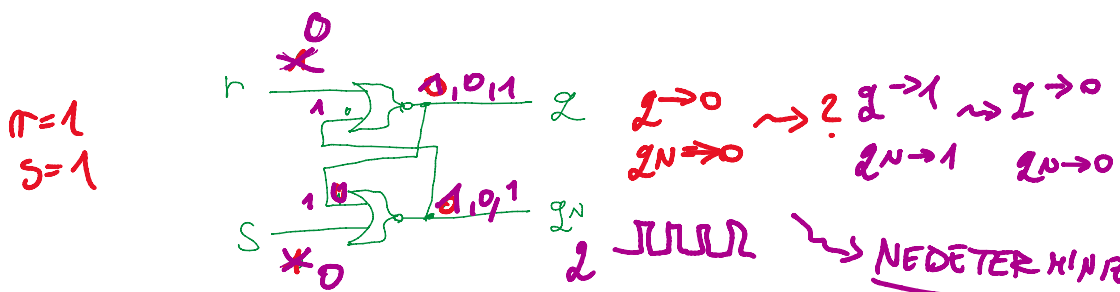
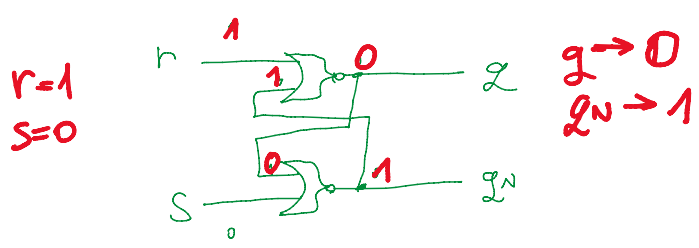
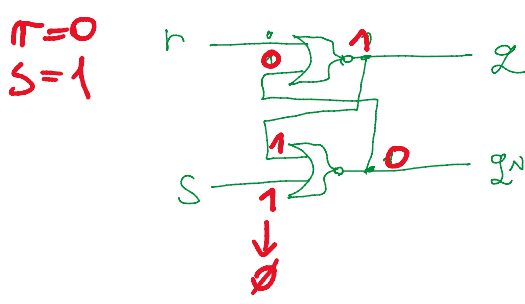
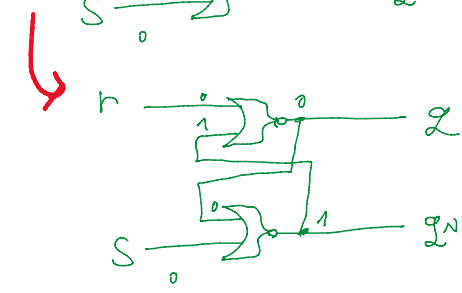


r	s	$D^1 q$	$D^0 q$
0	0	q	q
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	0

\rightarrow obkrajnjevanje stanja \rightarrow set



00	q	qN	~> ohva južno stanje
01	1	0	~> set
10	0	1	~> reset
11	x	x	~> prepovedano stanje



Karakteristična tabela

r	s	D ¹ q	r	s	q	D ¹ q
0	0	q	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1
1	1	X	1	0	1	0
			1	1	0	0
			1	1	1	X
			1	1	1	X

Vzbujevalna tabela

q	D ¹ q	r	s
0	0	?	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	?

Pravilna oznaka

$R=1, S=1$
prepovedana kombinacija

1 1 / 0 ?

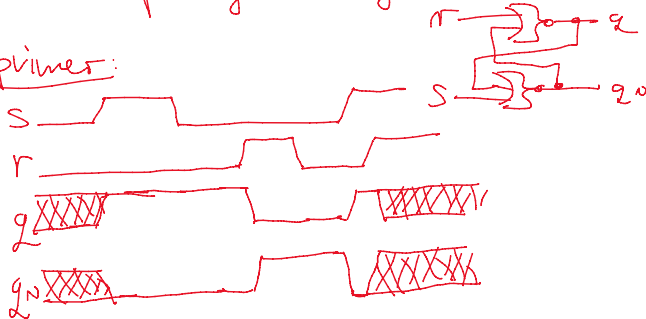
Pomniha enačba

$$D_q^1 = q \bar{r} V s \rightarrow \text{ni veljavna za } r=1, s=1$$

Časovni diagram

↳ opazujemo vezje v času

primer:



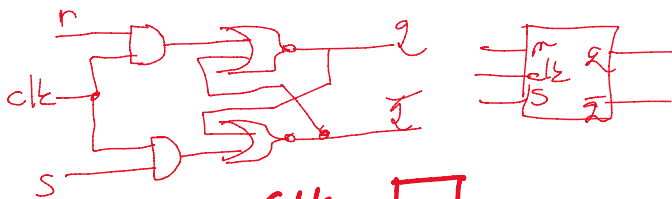
Sinhronska sekvenčna vezja

- ↳ sinhronizacija z aktivnim signalom (clock) → clk
- ↳ poseben signal periodične oblike

Sinhronizacija zapuha na nivo ure

↳ stanje se spreminja ob določenem nivoju signala (npr. clk=1)

- ↳ hitri prehodi
- ↳ perioda / frekvenca
 $t = 1/f$
 $t = 1 \text{ms} \quad f = 1 \text{kHz}$
- ↳ duty cycle (dolžina časa)
- ↳ dolžina časa, ko je signal v aktivnem stanju



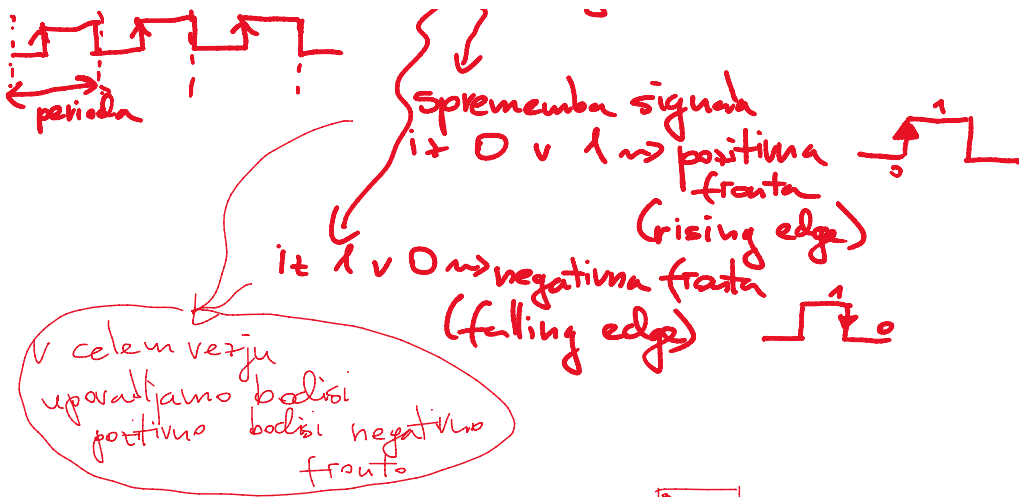
clk	r	s	D_q^1
0	?	?	q
1	0	0	q
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	X



Hočemo imeti na največ eno spremembo v urini periodi

Sinhronizacija na fronti ure





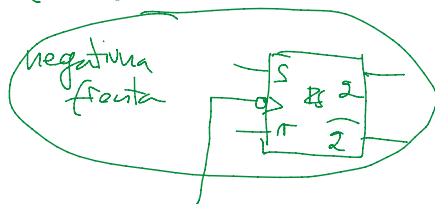
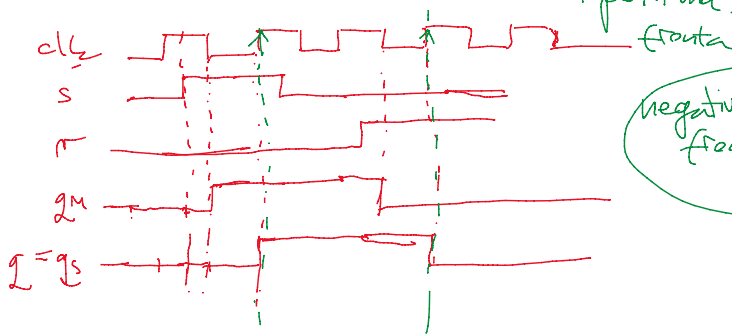
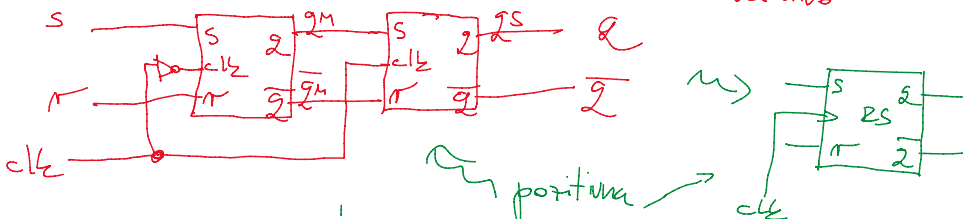
\rightarrow Prednosti sinhronizacij

↳ lažje načrtovanje
↳ poskrbeti moramo, da je zakasnitev slozi kombinatorni del manjša od uvrine periode

Flip-Flop \rightarrow sinhronska pamnilna celica prežena na franto ure

Master-Slave Flip-Flop

↳ pamnilna celica s predpomniljenjem \rightarrow 2 zaporedna prežena na nivo



Ostale pamnilne celice

JK pamnilna celica

↳ podobna RS
↳ 1,1 je pri JK določena kombinacija vhodov

k	j	Dq
1	1	0

Dq \rightarrow stanje ob naslednji uvrini

vhodov

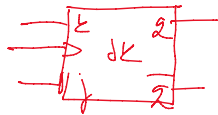
k	j	D'_q
0	0	2
0	1	1
1	0	0
1	1	2

$D'_q \rightarrow$ stanje ob naslednji urini. fronti

k... kill (reset)
j... jump (set)

q	D'_q	k	j
0	0	2	0
0	1	2	1
1	0	1	2
1	1	0	2

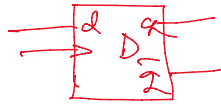
$$D'_q = q \bar{k} \vee \bar{q} j$$



D flip-flop

D... data

d	D'_q
0	0
1	1



q	D'_q	d
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

$$D'_q = d$$

T flip-flop

trigger

t	D'_q
0	2
1	2

$$D'_q = t \vee q$$

q	D'_q	t
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Dodatni vhodi

CE... clock enable \rightarrow če je 0, se uva ne upošteva

asinhronski vhod \rightarrow neodvisni od ure

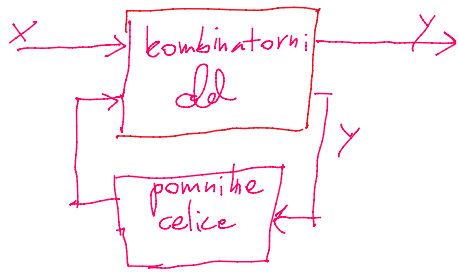
prezet \rightarrow postavi q na 1

clear \rightarrow postavi q na 0

} oba ne smeta biti hkrati aktivna

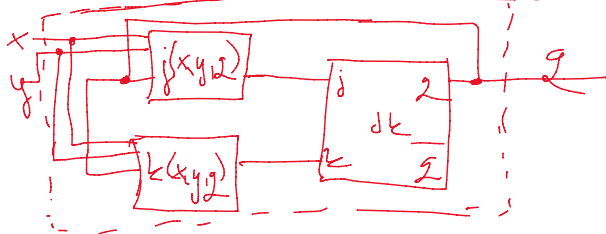
Izredna sekvencijskih vezij s pomnilniki celicami:





→ opis delovanja vezja + varpoložljive celice
 → izvedba?

Primer: S pomočjo JK celice realiziraj vezje,
 ki deluje po enačbi $D_2 = g(x \oplus y) \vee g y$



$$D_2 = g \bar{k} \vee \bar{j} g$$

$\bar{k} = x \oplus y$
 $\bar{j} = y$
 $k = x \vee y$

↳ bližnjica → negre vedno

1) Pravičnostna tabela: D_2 v odvisnosti od x, y in g

x	y	g	D_2
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

2) V odvisnosti od ^{tipa} pomniške celice določimo njegove vhode, s katerimi lahko dosežemo želeno prehode iz

g v D_2
 ↳
 Vzbujevalna tabela

g	D_2	k	j
0	0	2	0
0	1	2	1
1	0	1	2
1	1	0	2

x	y	g	D_2	k	j
0	0	0	1	?	?
0	0	1	1	0	?
0	1	0	0	?	0
0	1	1	0	1	?
1	0	0	1	?	1
1	0	1	0	1	?
1	1	0	0	?	0
1	1	1	1	0	?

3) Določim funkciji za

1 1 1 1 1 1 0 3

3) Določim funkciji za k in j v odvisnosti od vhodov x in y in vrednotnega stanja vezja

x	y	g	D_1	k	j
0	0	0	1	?	?
0	0	1	1	0	?
0	1	0	0	?	0
0	1	1	0	1	?
1	0	0	1	?	1
1	0	1	0	1	?
1	1	0	0	?	0
1	1	1	1	0	?

$k(x,y,g)$

$x \backslash y \backslash g$	00	01	11	10
0	?	?	1	?
1	?	1	?	?

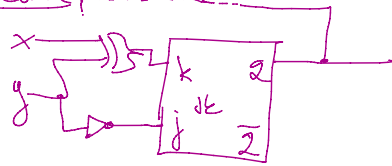
$$k = \overline{x}y \vee x\overline{y} = x \nabla y$$

$j(x,y,g)$

$x \backslash y \backslash g$	00	01	11	10
0	1	?	?	?
1	1	?	?	?

$$j = \overline{y}$$

4) Shema:



Kako bi enako vezje realizirali z D pomnilno celico?

x	y	g	D_1	d
0	0	0	1	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

$g \backslash D_1$	0	1
0	0	1
1	1	0

$$d(x,y,g) = \overline{x}\overline{y} \vee \overline{y}g \vee xyg$$

$d(x,y,g)$

$x \backslash y \backslash g$	00	01	11	10
0	1	1	?	?
1	1	?	1	?

