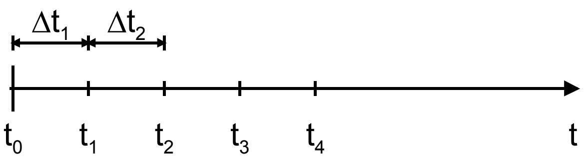
6. ČASOVNO ODVISNE PREKLOPNE FUNKCIJE IN POMNENJE V PREKLOPNIH VEZJIH

6.1 Neodvisna časovna preklopna spremenljivka

6.1.1 Vpeljava časa v preklopne spremenljivke

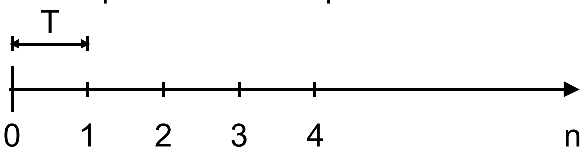
Ekvidistančni časovni interval:



$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \cdot\cdot\cdot\cdot = \Delta t = T$

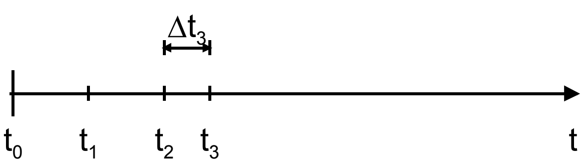
Časovno os razsekamo na intervale 0, Δt, $2\Delta t$ ... $n\Delta t$, $(n + 1)\Delta t$ ... $\Delta t = T$

Zaradi poenostavitve opustimo Δt in tako smemo reči, da se spremembe - vsaj teoretično - dogajajo le ob 0,1, 2,..., n, (n + 1).



$t = n\Delta t = nT$ nam bo tako pomenil sedanji čas

Neekvidistantna delitev časa:



6.1.2 Zapis neodvisne časovne spremenljivke

a) s funkcijsko odvisnostjo:

$x(t) = x(n\Delta t) = x(nT) \equiv x(n) \equiv x[n]$

b) z operatorjem:

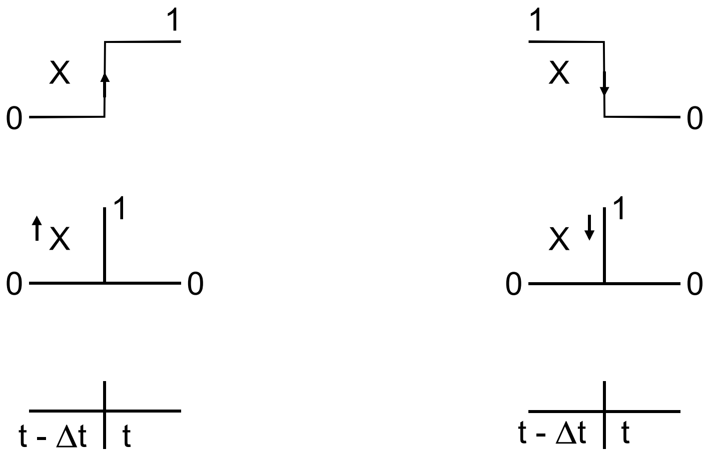
$$\Delta^n x = \begin{cases} x, & \text{če je} \quad t \in (n\Delta t) \\ 0, & \text{če} \quad t \notin (n\Delta t) \end{cases}$$

$\Delta^n x$ - neodvisna časovna spremenljivka

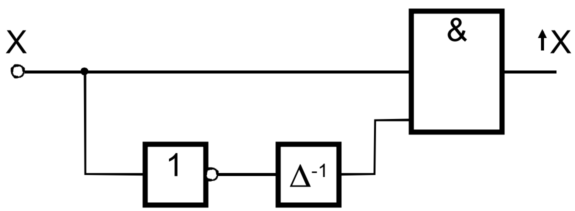
Časovni operator dodamo k FPSPF, pri tem pa potrebujemo še

1. Izhodišče opazovanja; to je sedanji čas: $\Delta^0 x = x$ - izhodišče opazovanja
2. Pomike po časovni osi: $\Delta^n(\Delta^m) = \Delta^{n+m}x$ - pomik v desno po časovni osi; to je prihodnji čas
3. Sočasnost nastopa dveh ali več spremenlivk: $\Delta^n(x_1 x_2) = \Delta^n x_1\ \Delta^n x_2$
4. Komplement časovne spremenlivke: $\Delta^{\bar{n}} x = \overline{\Delta}^n x = \Delta^n \overline{x}$

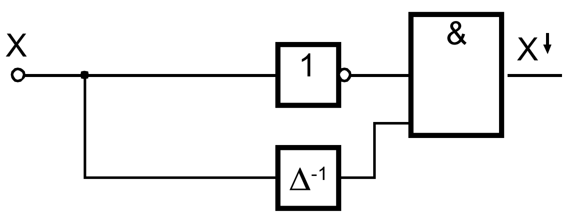
6.1.3 Prehod med statičnimi signali in funkcija fronte



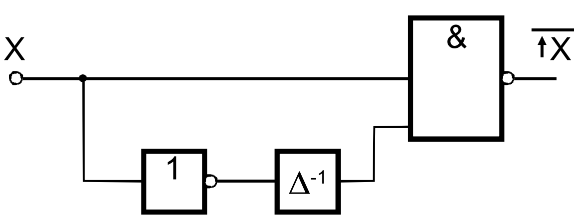
$\uparrow x = (\Delta^{-1}\overline{x})x$



$x\downarrow = (\Delta^{-1}x)\overline{x}$



$\uparrow x = (\overline{x})\downarrow$ $\qquad$ $x\downarrow = \uparrow(\overline{x})$



7. 2 Časovna preklopna funkcija

7.2.1 Odvodi osnovnih operacij

$$\uparrow(x_1x_2) = \uparrow x_1x_2 + x_1\uparrow x_2 + \uparrow x_1\uparrow x_2$$

$$\uparrow(x_1 + x_2) = \uparrow x_1\overline{x}_2 + \overline{x}_1\uparrow x_2 + \uparrow x_1\uparrow x_2$$

$$(x_1x_2)\downarrow = x_1\downarrow x_2 + x_1x_2\downarrow + x\downarrow_1 x_2\downarrow$$

$$(x_1 + x_2)\downarrow = x_1\downarrow\overline{x}_2 + \overline{x}_1x_2\downarrow + x\downarrow_1 x_2\downarrow$$

$$\uparrow(\overline{x}) = x\downarrow \quad (\overline{x})\downarrow = \uparrow x$$

6.2.2 Definicija časovne preklopne funkcije

$$f(\Delta^n x_1, \Delta^n x_2, \ldots\ldots\ldots \Delta^n x_m) = \Delta^n f(x_1, x_2, \ldots\ldots\ldots x_m)$$

$f(t + \Delta t) = F(t)$ $\qquad$ $f(n + 1) = F(n)$

$f_j(t + \Delta t) = F_j(t)$, $j = 1,2,\ldots\ldots k$ $\qquad$ $f_j(n + 1) = F_j(n)$, $j = 1,2,\ldots\ldots k$

6.2.3 Podobnost časovno odvisnih in neodvisnih preklopnih funkcij

$$f(x_1, x_2, \ldots\ldots\ldots x_m) \quad \Rightarrow \quad f(x_1, x_2, \ldots\ldots\ldots x_m, t)$$

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_m, t) = \sum_{i=0}^{k} \Delta^i f_i(x_1, x_2, \ldots\ldots\ldots x_m)$$

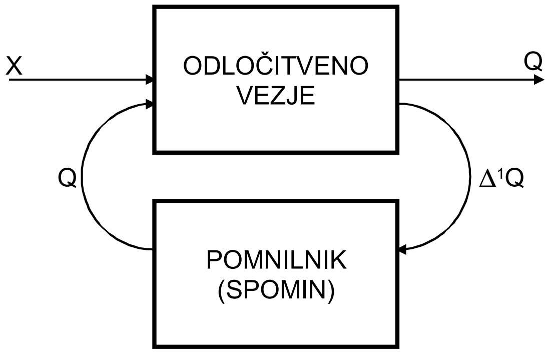
Δ^i je torej podoben m_i

$$\sum_i \Delta^i = 1 \qquad \sum_i m_i = 1$$

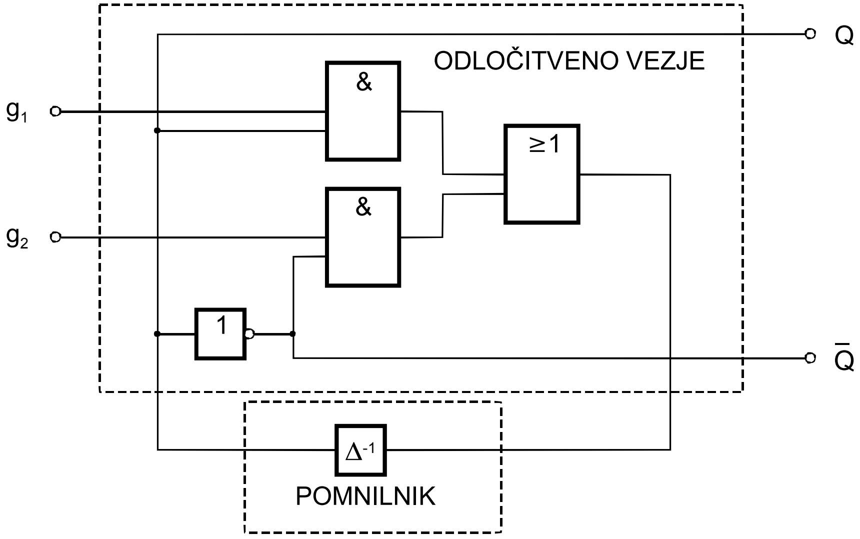
$$\Delta^i\Delta^j = 0 \qquad m_i m_j = 0; \quad i \neq j$$

6.3 Pomnjenje in spominski elementi

6.3.1 Osnovna spominska celica



$Q = Q(nT) = Q(n); \quad \Delta^1 Q = Q(nT+T) \equiv Q(n+1)$



6.3.2 Karakteristična enačba in krmiljenje spominskih celic

Splošni vhodni funkciji sta:

$g_1 = g_1(x_1, x_2, ..., x_m) = g_1(\mathbf{x})$; $\mathbf{x} = (x_1, x_2, ..., x_m)$

$g_2 = g_2(x_1, x_2, ..., x_m) = g_2(\mathbf{x})$

g_1 pove kaj bo na izhodu, če je $Q = 1$

g_2 pove kaj bo na izhodu, če je $Q = 0$

$\Delta^1 Q = g_1 Q + g_2 \overline{Q}$; osnovna enačba pomnjenja - časovna preklopna funkcija

$Q = \Delta^{-1}(g_1 Q + g_2 \overline{Q})$; časovna funkcija vezja osnovne spominske celice

$\Delta^1 Q = g_1 Q + g_2 \overline{Q}$; je seveda tudi splošna izhodna funkcija spominskega elementa

Specifične izhodne funkcije so odvisne od vrste krmiljenja

Krmiljenje osnovne spominske celice izvedemo na sledeče načine:

1. D - zakasnitev (Delay)
2. T - proženje (Triggering)
3. R - pogojno brisanje (praznjenje celice - Reset)
4. S - pogojno postavljanje (polnjenje celice - Setting)
5. K - brezpogojno brisanje celice
6. J - brezpogojno postavljanje celice

6.3.3 Vhodne funkcije spominskih celic

g_1, g_2 - zunanji funkciji - ti dve sta neodvisni

R, S - vhodni funkciji RS pomnilne celice; to je njeno krmiljenje

Sinteza celice RS

$\Delta^1 Q = g_1 Q + g_2 \overline{Q}$

g_1	g_2	Q	$\Delta^1 Q$	R	S
0	0	0	0	a_0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	a_4	0
1	0	1	1	0	a_5
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	a_7

Če izberemo $a_0 = 0$; $a_4 = 0$; $a_5 = 0$; $a_7 = 0$, dobimo za R in S sledeči funkciji:

$$R(g_1, g_2, Q) = \overline{g}_1 Q$$
$$S(g_1, g_2, Q) = g_2 \overline{Q}$$

Za ostala krmiljenja dobimo:

$$D: \quad D = g_1 Q + g_2 \overline{Q}$$
$$T: \quad T = \overline{g}_1 Q + g_2 \overline{Q}$$
$$JK: \quad J = g_2; \quad K = \overline{g}_1$$

Pogojna krmiljenja

Če pri celici RS postavimo na vhodni funkciji g_1 in g_2 logični pogoj $\overline{g}_1 g_2 = 0$ in izkoristimo poljubni stanji za a_0 in a_7, dobimo naslednji vhodni funkciji:

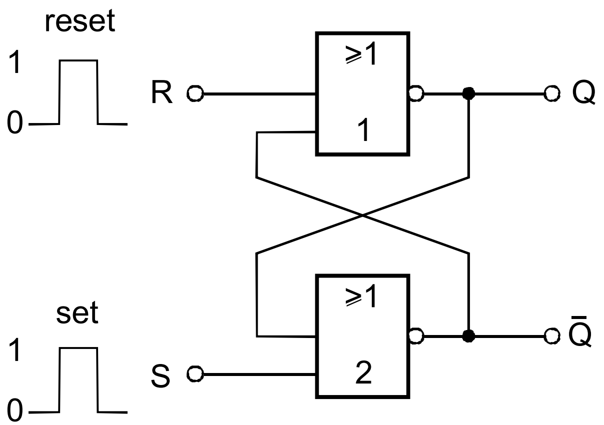
$$RS: \quad R = \overline{g}_1; \quad S = g_2; \quad \text{pogoj: } \overline{g}_1 g_2 = 0; \quad \text{to je seveda tudi } RS = 0$$
$$\Delta^1 Q = \overline{R} Q + S \overline{Q}$$

Za ostale celice pa dobimo:

$$D: \quad D = g_1 = g_2; \quad \text{pogoj: } g_1 = g_2$$
$$T: \quad T = \overline{g}_1 = g_2; \quad \text{pogoj: } g_1 g_2 = 0$$
$$JK: \quad K = \overline{g}_1; \quad J = g_2$$

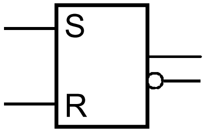
6.4 Izvedbe spominskih celic

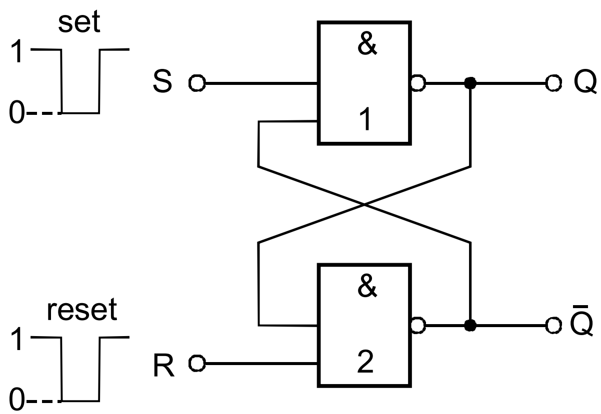
6.4.1 Asinhronska RS celica



S	R	Q	$\overline{Q}$	Opombe
0	0	0	1	po S = 0; R = 1
0	0	1	0	po S = 1; R = 0
0	1	0	1	
1	0	1	0	
1	1	0	0	prepovedano stanje

IEC simbol:





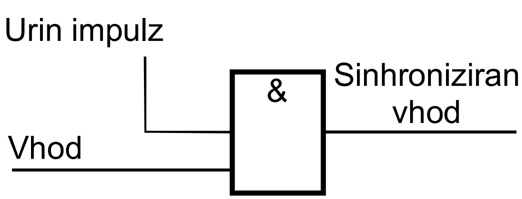
S	R	Q	$\bar{Q}$	Opombe
1	1	0	1	po S = 1; R = 0
1	1	1	0	po S = 0; R = 1
0	1	1	0	
1	0	0	1	
0	0	1	1	prepovedano stanje

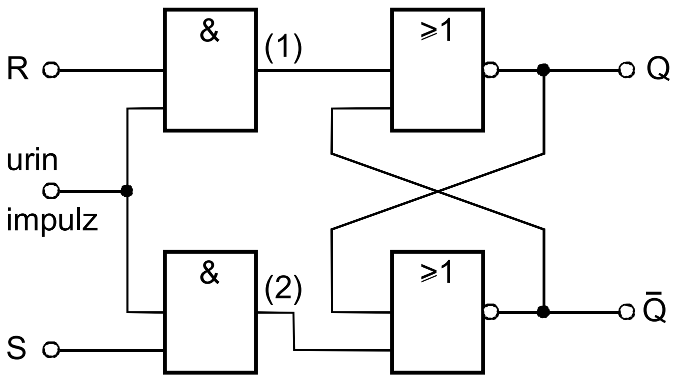
6.4.2 Sinhronizacija in sinhronska celica RS

Časovni intrevali: 0, Δt, 2Δt ... nΔt, (n + 1)Δt

Δt opustimo in tako smemo reči, da se - vsaj teoretično - stanje spominske celice spreminja le ob 0,1, ..., n, (n + 1)

V spominsko celico vpeljemo sinhronizacijski impulz, ki določa te čase





R	S	$\Delta^1 Q$
0	0	Q
0	1	1
1	0	0
1	1	Nedol.

Pogoj RS = 0

Q	S	R	$\Delta^1 Q$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	Nedol.
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	Nedol.

Formalni dokaz z Booleovo algebro:

$$\Delta^1 Q = \overline{R + \overline{Q}}$$

$$\Delta^1 Q = \overline{R + \overline{S + Q}}$$

$$\Delta^1 Q = \overline{R}(\overline{\overline{S + Q}}) = \overline{R}(S + Q)$$

$$\Delta^1 Q = \overline{R}S + \overline{R}Q$$

$$\Delta^1 Q = \overline{R}S + \overline{R}Q + RS = S(R + \overline{R}) + \overline{R}Q,$$

Torej: $\Delta^1 Q = S + \overline{R}Q$

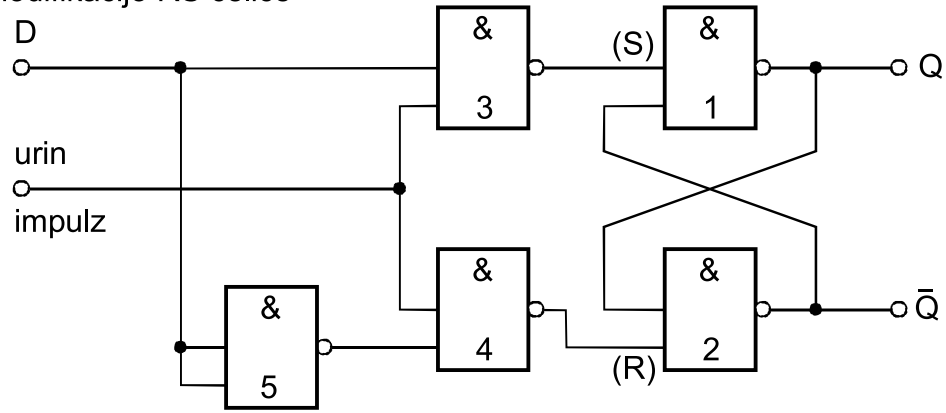
Vzbujalna (ekscitacijska) tabela spominske celice RS

Q	$\Delta^1 Q$	S	R
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

6.4.3 Sinhronizirana D spominska celica

Sinhronizirano spominsko celico D dobimo z modifikacijo RS celice

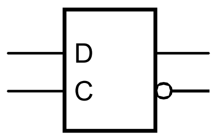
Q	D	$\Delta^1 Q$
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1



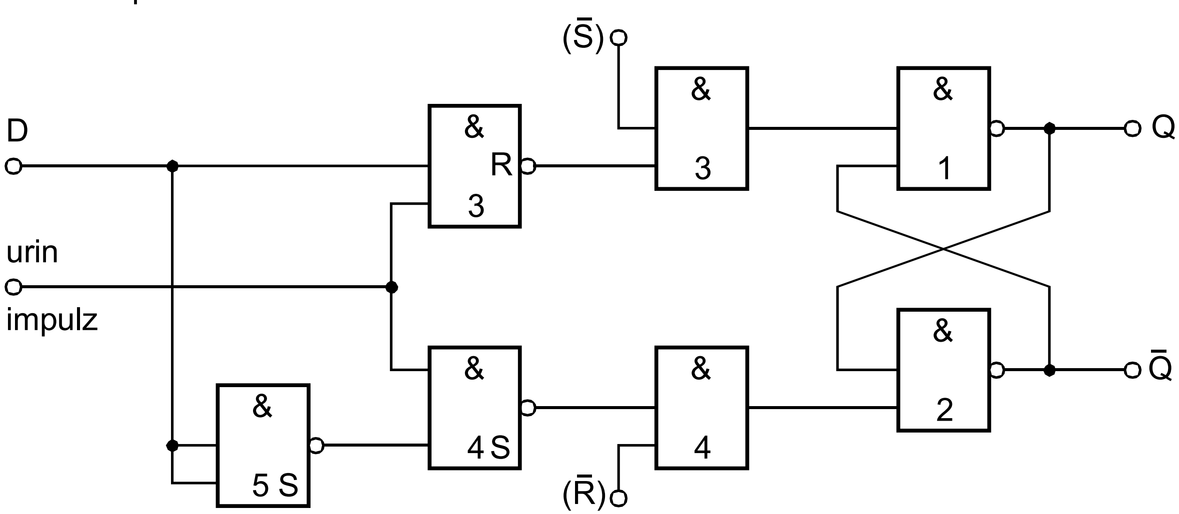
Karakteristična enačba:

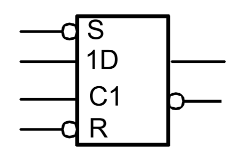
$$\Delta^1 Q = DQ + D\overline{Q} = D$$

IEC simbol:



Kombinirane spominske celice





6.4.4 Sinhronizirana JK spominska celica

Lastnosti te celice so podobne RS celici, le da je tu kombinacija J = 1, K = 1 dovoljena in povzroči spremembo stanja izhodov.

Karakteristična tabela sinhronizirane JK spominske celice:

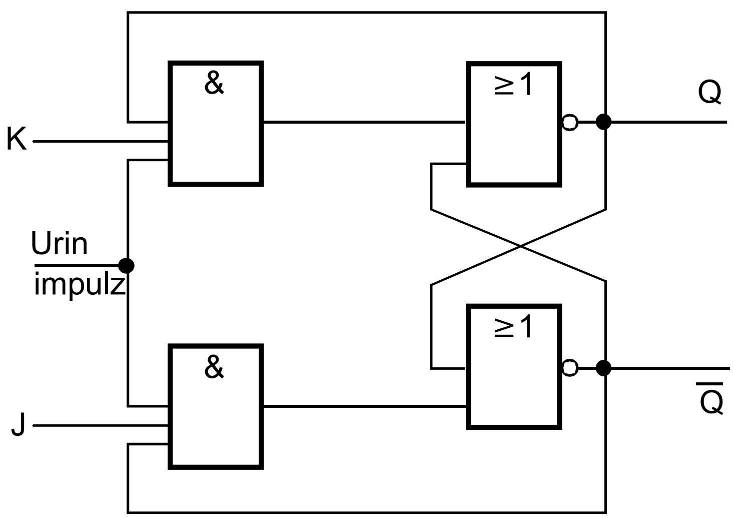
Q	J	K	$\Delta^1 Q$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

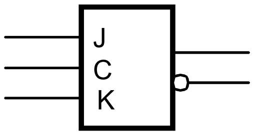
Karakteristična enačba ali izhodna funkcija:

$$\Delta^1 Q = \overline{Q}J\overline{K} + \overline{Q}JK + Q\overline{J}\overline{K} + QJ\overline{K}$$

$$\Delta^1 Q = \overline{Q}J(\overline{K} + K) + Q\overline{K}(J + \overline{J})$$

$$\Delta^1 Q = \overline{Q}J + Q\overline{K} = \overline{K}Q + J\overline{Q}$$





Enako izhodno časovno funkcijo dobimo seveda tudi, če izhajamo iz vezja JK celice.

$$\Delta^1 Q = \overline{KQ + \overline{Q}} = \overline{KQ + \overline{J\overline{Q} + Q}}$$

$$\Delta^1 Q = \overline{KQ + \overline{J\overline{Q}}\,\overline{Q}} = \overline{KQ + (\overline{J} + \overline{\overline{Q}})\overline{Q}}$$

$$\Delta^1 Q = \overline{KQ + (\overline{J} + Q)\overline{Q}} = \overline{KQ + \overline{J}\,\overline{Q}}$$

$$\Delta^1 Q = (\overline{KQ})(\overline{\overline{J}\,\overline{Q}}) = (\overline{K} + \overline{Q})(J + Q)$$

$$\Delta^1 Q = \overline{Q}J + Q\overline{K} = \overline{K}Q + J\overline{Q}$$

Skrajšana karakteristična tabela:

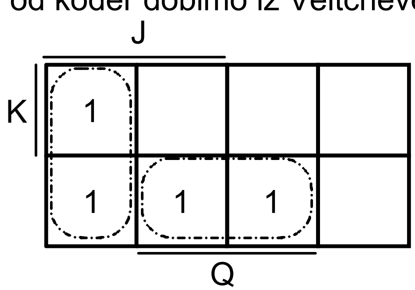
J	K	$\Delta^1 Q$
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}$

Ta tabela neposredno kaže, da J = 1 in K = 1 povzroči negacijo prejšnjega stanja.

Iz tabele namreč sledi:

$$\Delta^1 Q = Q\overline{J}\,\overline{K} + J\overline{K} + \overline{Q}JK$$

od koder dobimo iz Veitchevega diagrama:

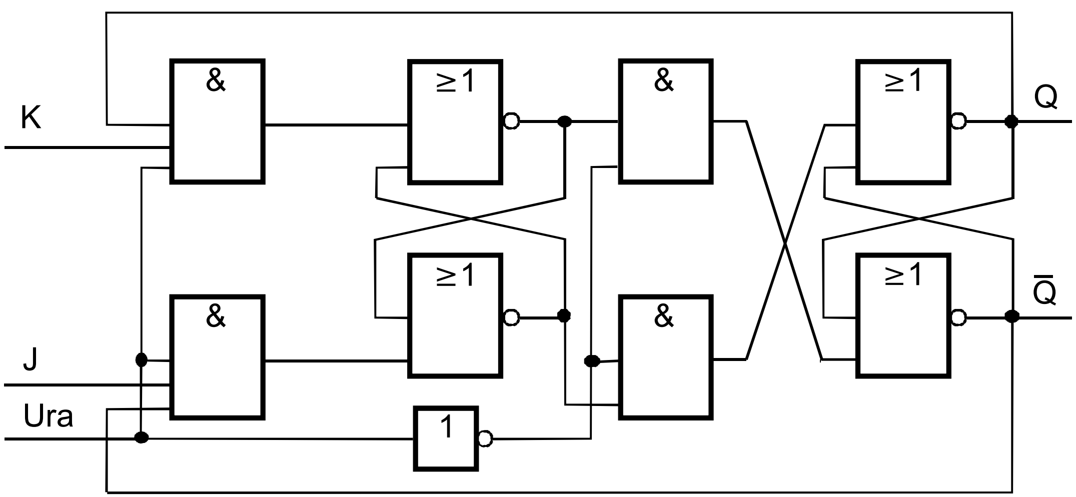


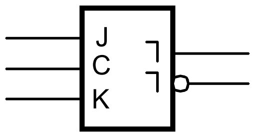
$$\Delta^1 Q = \overline{K}Q + J\overline{Q}$$

Vzbujalna tabela:

Q	$\Delta^1 Q$	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

Sledilno vezje spominske celice JK

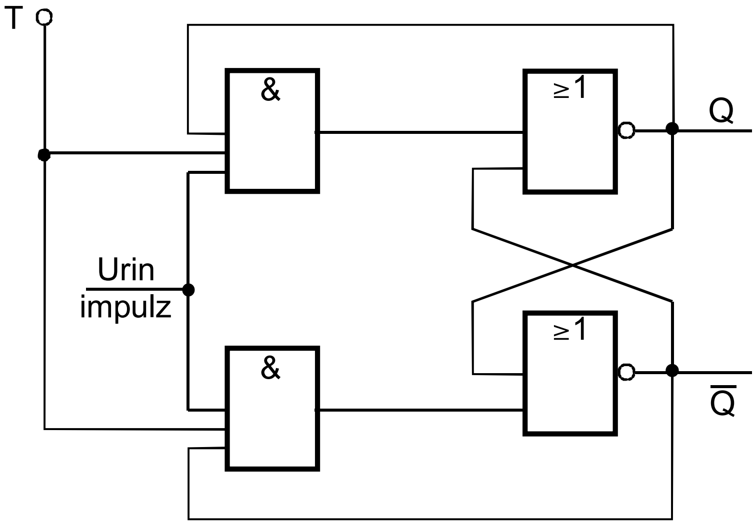


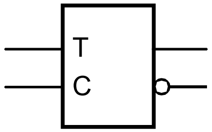


6.4.5 T spominska celica

T spominska celica ima samo en vhod

Dobimo jo iz JK celice, če oba vhoda zvežemo skupaj





Q	T	$\Delta^1 Q$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Iz karakteristične tabele sledi:

$$\Delta^1 Q = \overline{Q}T + Q\overline{T}$$

Torej:

$$\Delta^1 Q = T\overline{Q} + \overline{T}Q$$

$$\Delta^1 Q = \overline{TQ + \overline{\overline{Q}}} = \overline{TQ + \overline{\overline{Q}T + Q}}$$

$$\Delta^1 Q = \overline{TQ + \overline{\overline{Q}T}\,\overline{Q}} = \overline{TQ + (Q + \overline{T})\overline{Q}}$$

$$\Delta^1 Q = \overline{TQ + \overline{\overline{T}\,\overline{Q}}} = (\overline{TQ})(\overline{\overline{T}\,\overline{Q}}$$

$$\Delta^1 Q = (\overline{T} + \overline{Q})(T + Q)$$

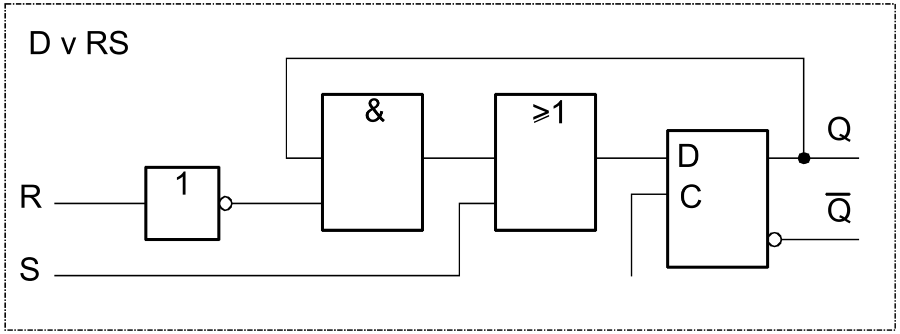
$$\Delta^1 Q = T\overline{Q} + \overline{T}Q$$

T	$\Delta^1 Q$
0	Q
1	$\overline{Q}$

6. 5. Pretvorbe spominskih celic

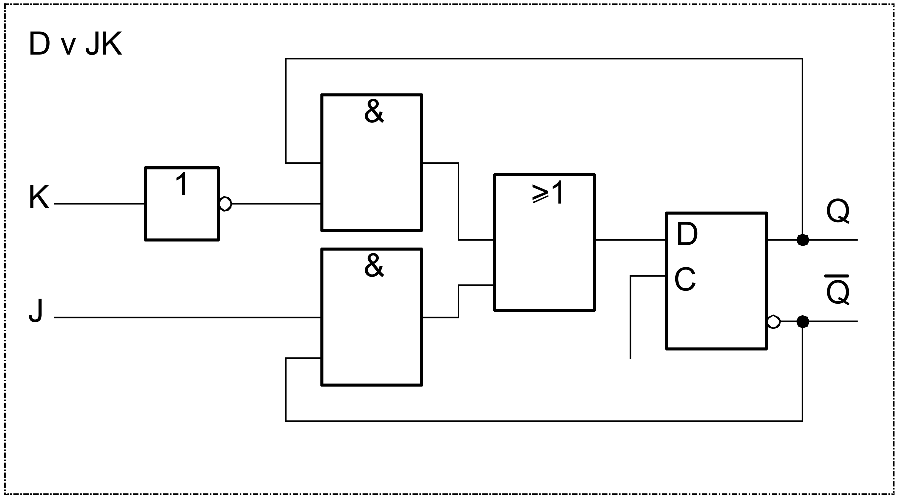
Vsako izmed obravnavanih spominskih celic je z dodatnim krmiljenjem mogoče pretvoriti v neko drugo.

Nekaj značilnih primerov:



$$\Delta^1 Q = S + \overline{R}Q = D$$

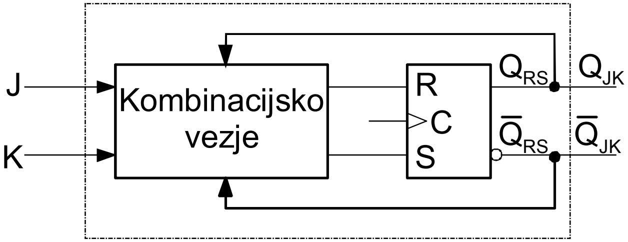
$$D = S + \overline{R}Q$$



$$\Delta^1 Q = \overline{K}Q + J\overline{Q} = D$$

$$D = \overline{K}Q + J\overline{Q}$$

Naslednji zanimiv primer je pretvorba celice RS v JK celico:



$$\Delta^1 Q_{RS} = S + \overline{R}Q_{RS}$$

$$RS = 0$$

$$\Delta^1 Q_{JK} = \overline{K}Q_{JK} + J\overline{Q}_{JK}$$

$$Q_{RS} = Q_{JK} = Q$$

$$S + \overline{R}Q = \overline{K}Q + J\overline{Q} = \Delta^1 Q$$

Iščemo pa funkciji:

$$R = f_1(J,K,Q_{RS}) = ?$$

$$S = f_2(J,K,Q_{RS}) = ?$$