

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

- Kod taktovanih flip-flopova pored ulaznih signala koji zavise od tipa flip-flopa postoji obavezno još jedan ulazni signal koji se naziva signal takta.
- Pri vrednosti 0 signala takta flip-flop se zadržava u sadašnjem stanju neograničeno vreme nezavisno od vrednosti preostalih ulaznih signala.
- Pri vrednosti 1 signala takta flip-flop može da pređe iz sadašnjeg u sledeće stanje saglasno funkciji prelaza flip-flopa.

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

Postoje četrir tipa taktovanih flip-flopora i to:

1. taktovani D flip-flop
2. taktovani T flip-flop
3. taktovani RS flip-flop
4. taktovani JK flip-flop

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

Sva četiri tipa taktovanih flip-flopova mogu da se realizuju pomoću asinhronih flip-flopova RS tipa i to:

1. asinhronog flip-flopa RS tipa sa NILI elementima i
2. asinhronog flip-flopa RS tipa sa NI elementima
3. U strukturnim šemama sva četiri tipa taktovanih flip-flopova ulazi asinhronih flip-flopova su označeni sa R_a i S_a .

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

Jednostavne strukturne šeme taktovanih flip-flopova se dobijaju standardnim postupkom sinteze sekvencijalnih prekidačkih mreža tako što se:

1. formira kombinaciona tablica funkcije prelaza zadatog taktovanog flip-flopa koja daje zavisnost vrednosti signala stanja u sledećem trenutku $Q(t+1)$ od vrednosti signala stanja u sadašnjem trenutku $Q(t)$ i vrednosti ulaznih signala datog taktovanog flip-flopa uključujući i signal takta C

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

- Formira kombinaciona tablica funkcije prelaza zadatog taktovanog flipflopa i funkcija pobuda asinhronog RS flip-flopa sa NILI elementima tako što se u kombinacionu tablicu funkcije prelaza zadatog taktovanog flip-flopa dodaju kolone sa vrednostima signala pobuda asinhronog RS flip-flopa kojima se realizuju funkcije prelaza zadatog taktovanog flip-flopa,

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

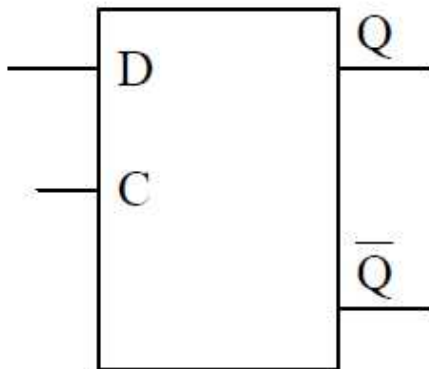
JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

- Postupkom sinteze kombinacionih mreža dobijaju strukturne šeme kombinacionih prekidačkih mreža za funkcije pobuda asinhronog RS flip-flopa čiji se izlazi vode na ulaze asinhronog RS flip-flopa.

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

D flip-flop



Grafički simbol D flip-flopa

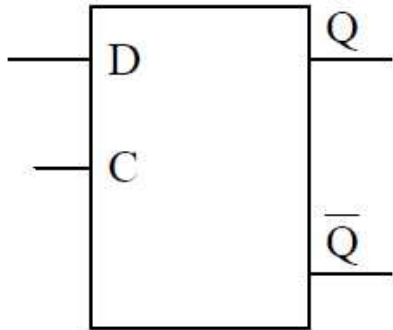
C	D	Q	Q(t+1)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Kombinaciona tablica funkcija prelaza D
flip-flopa

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

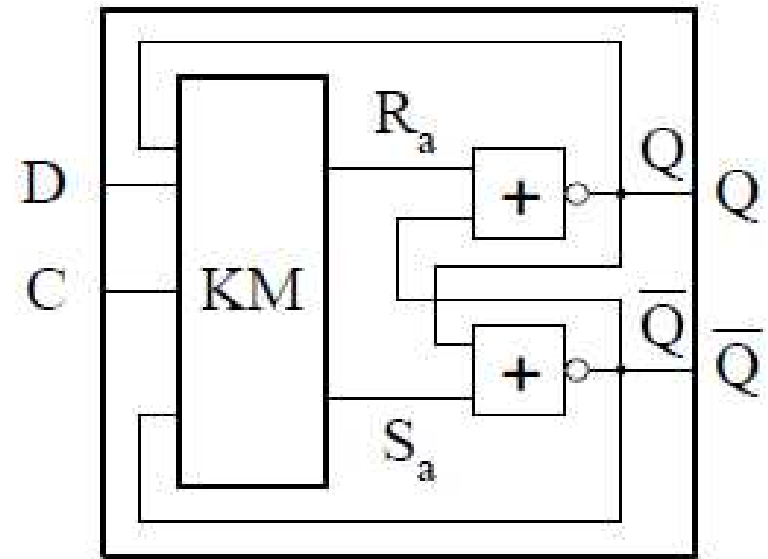
JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

D flip-flop



C	D	Q	Q(t+1)	R _a	S _a
0	0	0	0	b	0
0	0	1	1	0	b
0	1	0	0	b	0
0	1	1	1	0	b
1	0	0	0	b	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	b

Kombinaciona tablica funkcija prelaza i pobuda D flip-flopa



Model strukturne šeme D flip-flopa

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

D flip-flop

Karnaugh-ove karte i izrazi za funkcije pobuda D flip-flopa

D Q		00	01	11	10
C	0	b ₀	0 ₁	0 ₃	b ₂
	1	b ₄	1 ₅	0 ₇	0 ₆

$$R_a = C \cdot \overline{D}$$

D Q		00	01	11	10
C	0	0 ₀	b ₁	b ₃	0 ₂
	1	0 ₄	0 ₅	b ₇	1 ₆

$$S_a = C \cdot D$$

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

D flip-flop

Logisim: D_flip_flop of Nedelja_8_taktovani

File Edit Project Simulate Window Help

Hand Mouse Arrow A Run Stop Step Through Undo Redo

Logic Converter

Bus Tools

Component Palette

Nedelja_8_taktovani

D_flip_flop

Wiring

Gates

NOT Gate

Buffer

AND Gate

OR Gate

NAND Gate

NOR Gate

XOR Gate

XNOR Gate

Odd Parity

Even Parity

Controlled Buffer

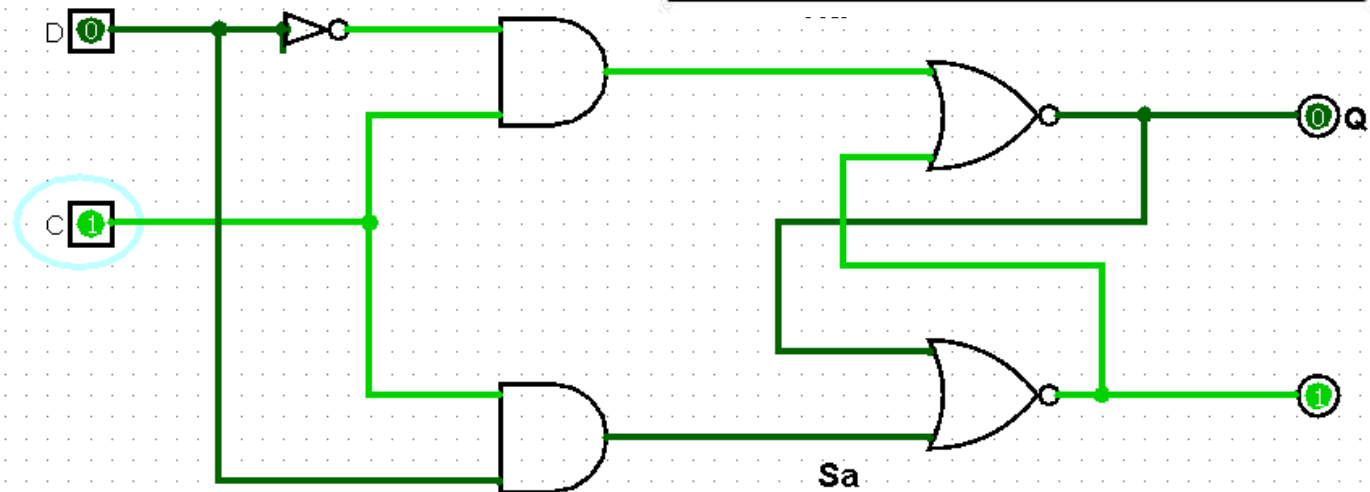
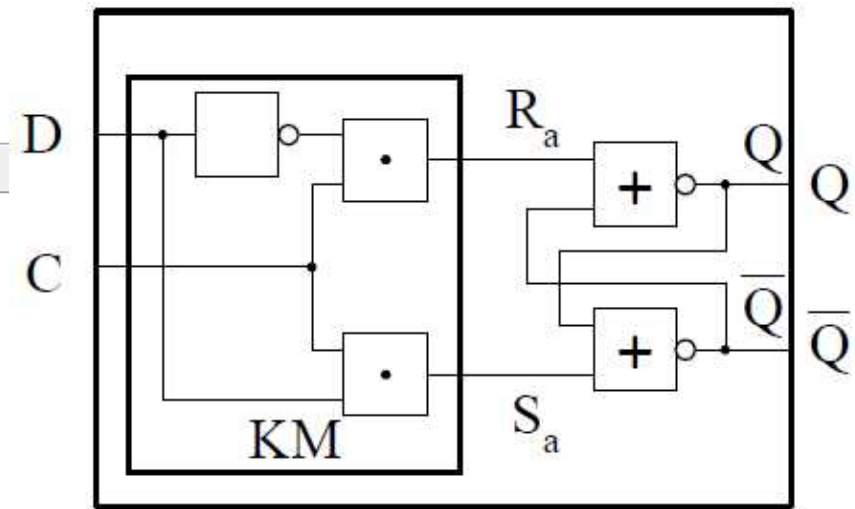
Controlled Inverter

Plexers

Arithmetic

Pin	
Facing	East
Output?	No
Data Bits	1
Three-state?	No
Pull Behavior	Unchanged
Label	C
Label Location	West
Label Font	SansSerif Plain 12

133%



Strukturna šema D flip-flopa

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

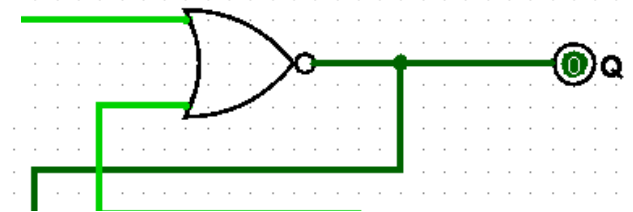
D flip-flop

Funkcija prelaza taktovanog D flip-flopa se dobija tako što se u funkciji prelaza asinhronog flip-flopa

$$Q(t+1) = S_a + \overline{R_a} \cdot Q$$

signali S_a i R_a zamene izrazima

$$S_a = C \cdot D \text{ i } R_a = C \cdot \overline{D}$$



$$Q(t+1) = C \cdot D + \overline{C \cdot \overline{D}} = C \cdot D + (\overline{C} + D) \cdot Q = C \cdot D + \overline{C} \cdot Q + D \cdot Q$$

Za $C = 0$ se dobija

$$Q(t+1) = Q + D \cdot Q = Q \cdot (1 + D) = Q, \text{ dok se}$$

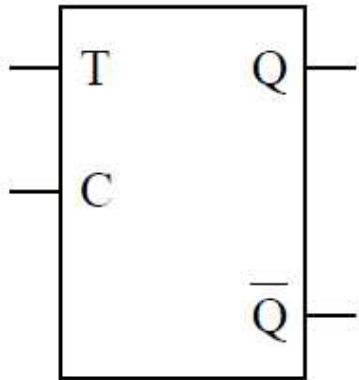
za $C = 1$ se dobija

$$Q(t+1) = D + D \cdot Q = D \cdot (1 + Q) = D$$

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

T flip-flop



Grafički simbol T flip-flopa

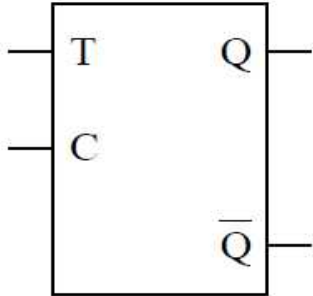
C	T	Q	Q(t+1)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Kombinaciona tablica funkcija prelaza T
flip-flopa

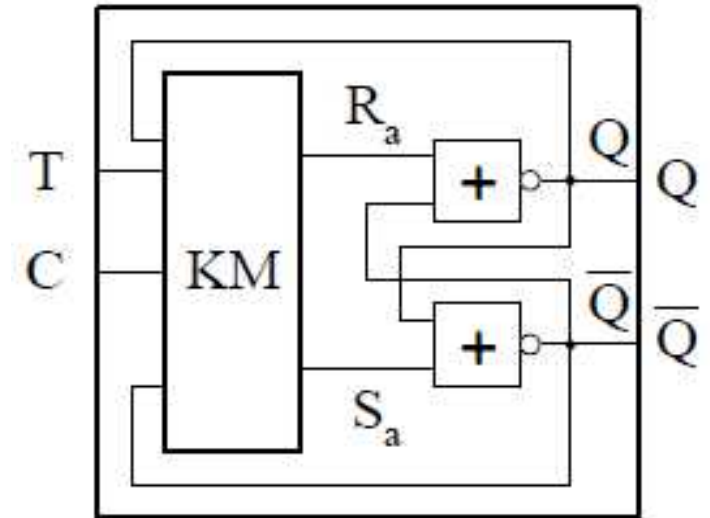
TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

T flip-flop



C	T	Q	Q(t+1)	R _a	S _a
0	0	0	0	b	0
0	0	1	1	0	b
0	1	0	0	b	0
0	1	1	1	0	b
1	0	0	0	b	0
1	0	1	1	0	b
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0

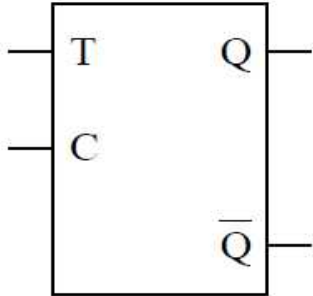


Kombinaciona tablica funkcija prelaza i pobuda T flip-flopa

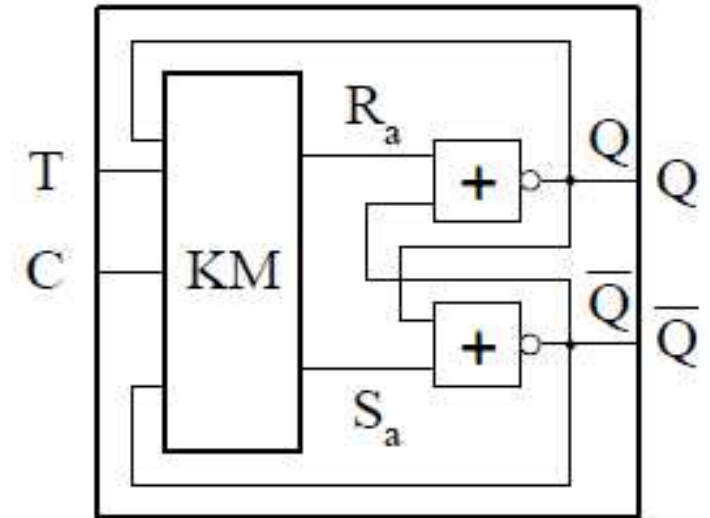
TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

T flip-flop



C	T	Q	Q(t+1)	R _a	S _a
0	0	0	0	b	0
0	0	1	1	0	b
0	1	0	0	b	0
0	1	1	1	0	b
1	0	0	0	b	0
1	0	1	1	0	b
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0



Kombinaciona tablica funkcija prelaza i pobuda T flip-flopa

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

D flip-flop

Karnaugh-ove karte i izrazi za funkcije pobuda D flip-flopa

T Q		00	01	11	10
C	0	b ₀	0 ₁	0 ₃	b ₂
	1	b ₄	0 ₅	1 ₇	0 ₆

$$R_a = C \cdot T \cdot Q$$

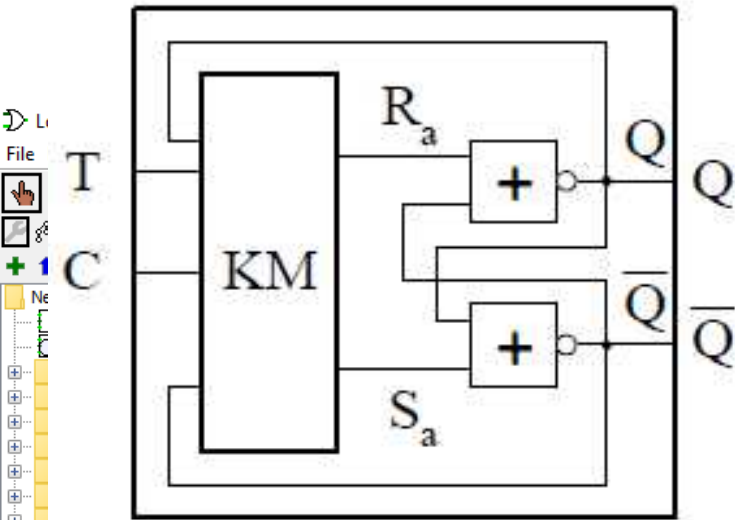
T Q		00	01	11	10
C	0	0 ₀	b ₁	b ₃	0 ₂
	1	0 ₄	b ₅	0 ₇	1 ₆

$$S_a = C \cdot T \cdot \overline{Q}$$

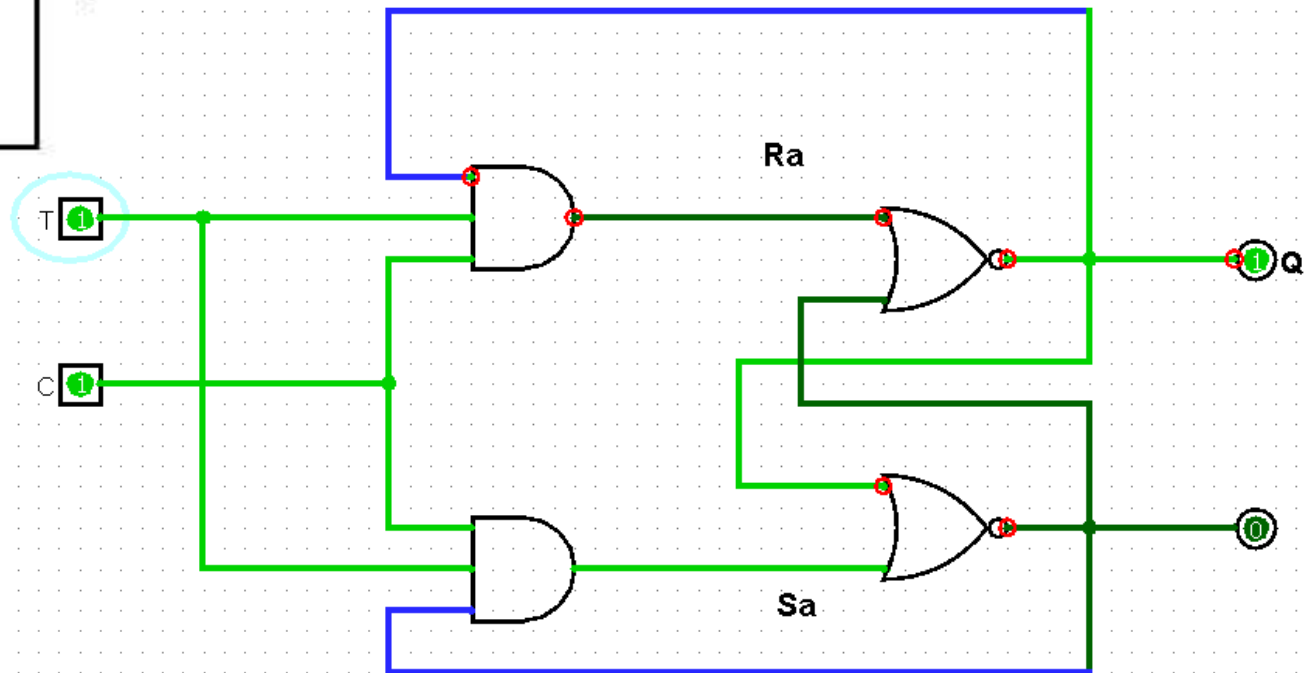
TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

D flip-flop



	Pin
Facing	East
Output?	No
Data Bits	1
Three-state?	No
Pull Behavior	Unchanged
Label	T
Label Location	West
Label Font	SansSerif Plain 12



Strukturna šema D flip-flopa

Oscillation apparent

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

D flip-flop

T flip-flop

Funkcija prelaza taktovanog T flip-flopa se dobija tako što se u funkciji prelaza asinhronog flip-flopa

$$Q(t+1) = S_a + \overline{R_a} \cdot Q$$

signali S_a i R_a zamene izrazima

$$S_a = C \cdot T \cdot \overline{Q} \text{ i } R_a = C \cdot T \cdot Q$$

na osnovu čega se dobija

$$Q(t+1) = C \cdot T \cdot \overline{Q} + \overline{C \cdot T \cdot Q} = C \cdot T \cdot \overline{Q} + (\overline{C} + \overline{T} + \overline{Q}) \cdot Q$$

$$Q(t+1) = C \cdot T \cdot \overline{Q} + \overline{C} \cdot Q + \overline{T} \cdot Q$$

Za $C = 0$ se dobija

$$Q(t+1) = Q + \overline{T} \cdot Q = Q \cdot (1 + \overline{T}) = Q, \text{ dok se}$$

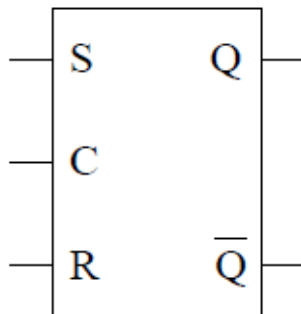
za $C = 1$ se dobija

$$Q(t+1) = T \cdot \overline{Q} + \overline{T} \cdot Q$$

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

RS flip-flop



Grafički simbol RS flip-flopa

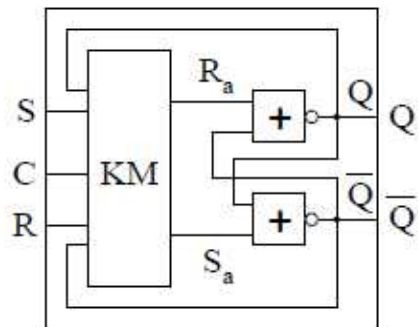
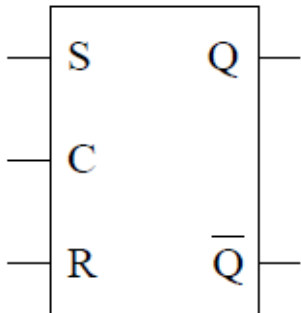
C	S	R	Q	Q(t+1)
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	b
1	1	1	1	b

Kombinaciona tablica funkcija prelaza RS flip-flopa

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

RS flip-flop



Model strukturne šeme
RS flip-flopa

C	S	R	Q	Q(t+1)	R _a	S _a
0	0	0	0	0	b	0
0	0	0	1	1	0	b
0	0	1	0	0	b	0
0	0	1	1	1	0	b
0	1	0	0	0	b	0
0	1	0	1	1	0	b
0	1	1	0	0	b	0
0	1	1	1	1	0	b
1	0	0	0	0	b	0
1	0	0	1	1	0	b
1	0	1	0	0	b	0
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	b
1	1	1	0	b	b	b
1	1	1	1	b	b	b

Kombinaciona tablica funkcija
prelaza i pobuda RS flip-flopa

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

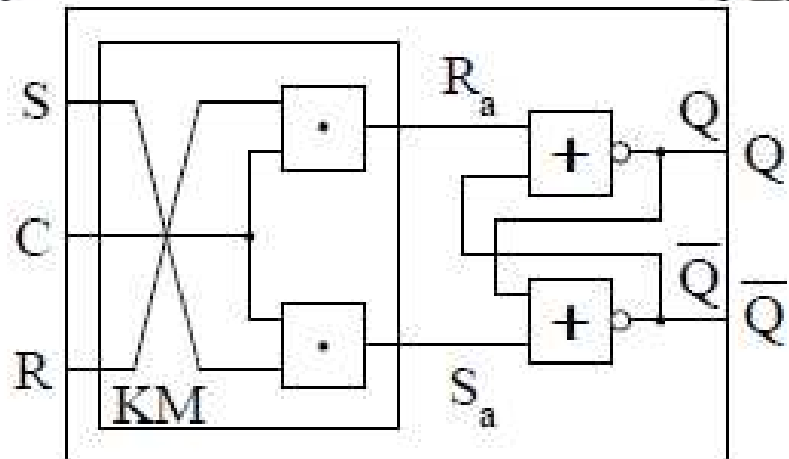
RS flip-flop

CS					
RQ		00	01	11	10
	00	b ₀	b ₄	0 ₁₂	b ₈
	01	0 ₁	0 ₅	0 ₁₃	0 ₉
	11	0 ₃	0 ₇	b ₁₅	1 ₁₁
	10	1 ₂	b ₆	b ₁₄	b ₁₀

CS					
RQ		00	01	11	10
	00	0 ₀	0 ₄	1 ₁₂	0 ₈
	01	b ₁	b ₅	b ₁₃	b ₉
	11	b ₃	b ₇	b ₁₅	0 ₁₁
	10	0 ₂	0 ₆	b ₁₄	0 ₁₀

$$R_a = C \cdot R$$

$$S_a = C \cdot S$$



TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

RS flip-flop

RS flip-flop

Funkcija prelaza taktovanog RS flip-flopa se dobija tako što se u funkciji prelaza asinhronog flip-flopa

$$Q(t+1) = S_a + \overline{R_a} \cdot Q$$

signalima S_a i R_a zamene izrazima

$$S_a = C \cdot S \text{ i } R_a = C \cdot R$$

na osnovu čega se dobija

$$Q(t+1) = C \cdot S + \overline{C \cdot R} \cdot Q = C \cdot S + (\overline{C} + \overline{R}) \cdot Q$$

$$Q(t+1) = C \cdot S + \overline{C} \cdot Q + \overline{R} \cdot Q$$

Za $C = 0$ se dobija

$$Q(t+1) = Q + \overline{R} \cdot Q = Q \cdot (1 + \overline{R}) = Q, \text{ dok se}$$

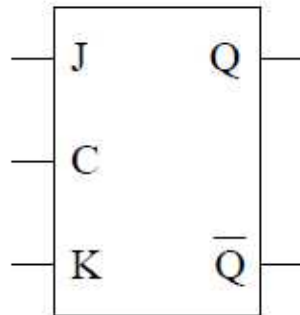
za $C = 1$ se dobija

$$Q(t+1) = S + \overline{R} \cdot Q$$

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

JK flip-flop

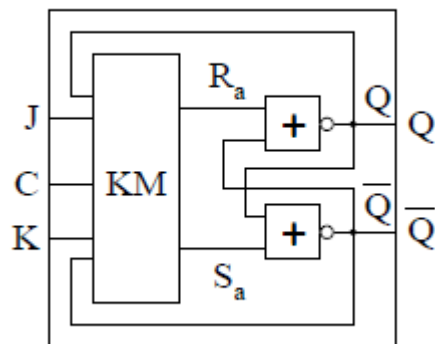
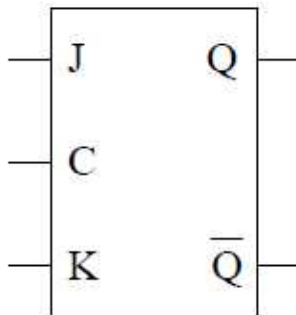


C	J	K	Q	Q(t+1)
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

JK flip-flop



C	J	K	Q	Q(t+1)	R _a	S _a
0	0	0	0	0	b	0
0	0	0	1	1	0	b
0	0	1	0	0	b	0
0	0	1	1	1	0	b
0	1	0	0	0	b	0
0	1	0	1	1	0	b
0	1	1	0	0	b	0
0	1	1	1	1	0	b
1	0	0	0	0	b	0
1	0	0	1	1	0	b
1	0	1	0	0	b	0
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	b
1	1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	1	0

... ..

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

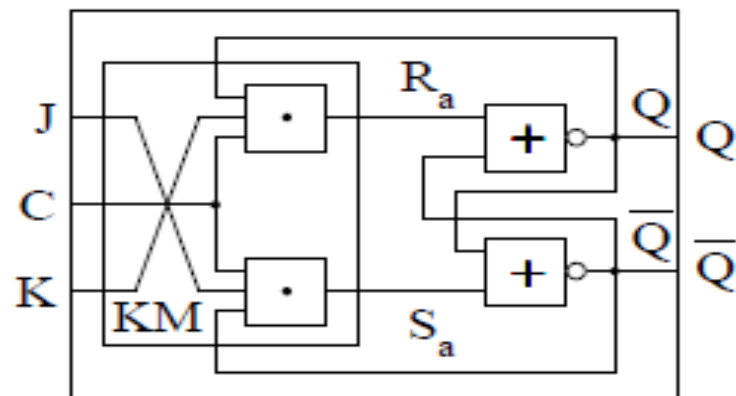
JK flip-flop

CJ \ KQ		CJ			
		00	01	11	10
KQ	00	b ₀	b ₄	0 ₁₂	b ₈
	01	0 ₁	0 ₅	0 ₁₃	0 ₉
	11	0 ₃	0 ₇	1 ₁₅	1 ₁₁
	10	b ₂	b ₆	0 ₁₄	b ₁₀

$$R_a = C \cdot K \cdot Q$$

CJ		00	01	11	10
KQ					
00	0	0	1	0	
	0	4	12	8	
01	b	b	b	b	
	1	5	13	9	
11	b	b	b	0	
	3	7	15	11	
10	0	0	b	0	
	2	6	14	10	

$$S_a = C \cdot J \cdot \bar{Q}$$



TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI

JEDNOSTAVNE STRUKTURNE ŠEME

JK flip-flop

JK flip-flop

Funkcija prelaza taktovanog JK flip-flopa se dobija tako što se u funkciji prelaza asinhronog flip-flopa

$$Q(t+1) = S_a + \overline{R_a} \cdot Q$$

signali S_a i R_a zamene izrazima

$$S_a = C \cdot J \cdot \overline{Q} \text{ i } R_a = C \cdot K \cdot Q$$

na osnovu čega se dobija

$$Q(t+1) = C \cdot J \cdot \overline{Q} + \overline{C \cdot K \cdot Q} \cdot Q = C \cdot J \cdot \overline{Q} + (\overline{C} + \overline{K} + \overline{Q}) \cdot Q$$

$$Q(t+1) = C \cdot J \cdot \overline{Q} + \overline{C} \cdot Q + \overline{K} \cdot Q$$

Za $C = 0$ se dobija

$$Q(t+1) = Q + \overline{K} \cdot Q = Q \cdot (1 + \overline{K}) = Q, \text{ dok se}$$

za $C = 1$ se dobija

$$Q(t+1) = J \cdot \overline{Q} + \overline{K} \cdot Q$$

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

Postoje dva tipa taktovanih flip-flopova sa složenim strukturnim šemama i to:

- MS (master-slave) flip-flopovi i
- ET (edge-triggered) flip-flopovi

TAKTOVANI FLIP-FLOPOVI SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

Postoje dva tipa taktovanih flip-flopova sa složenim strukturnim šemama i to:

- MS (master-slave) flip-flopovi i
- ET (edge-triggered) flip-flopovi

SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

MS flip-flopovi

- MS flip-flop se sastoji od dva flip-flopa i to jednog koji se naziva master I drugog koji se naziva slave.
- Ulazni signali MS flip-flopa se vode na odgovarajuće ulaze master flip-flopa, dok se izlazni signali MS flip-flopa dobijaju sa odgovarajućih izlaza slave flipflopa.

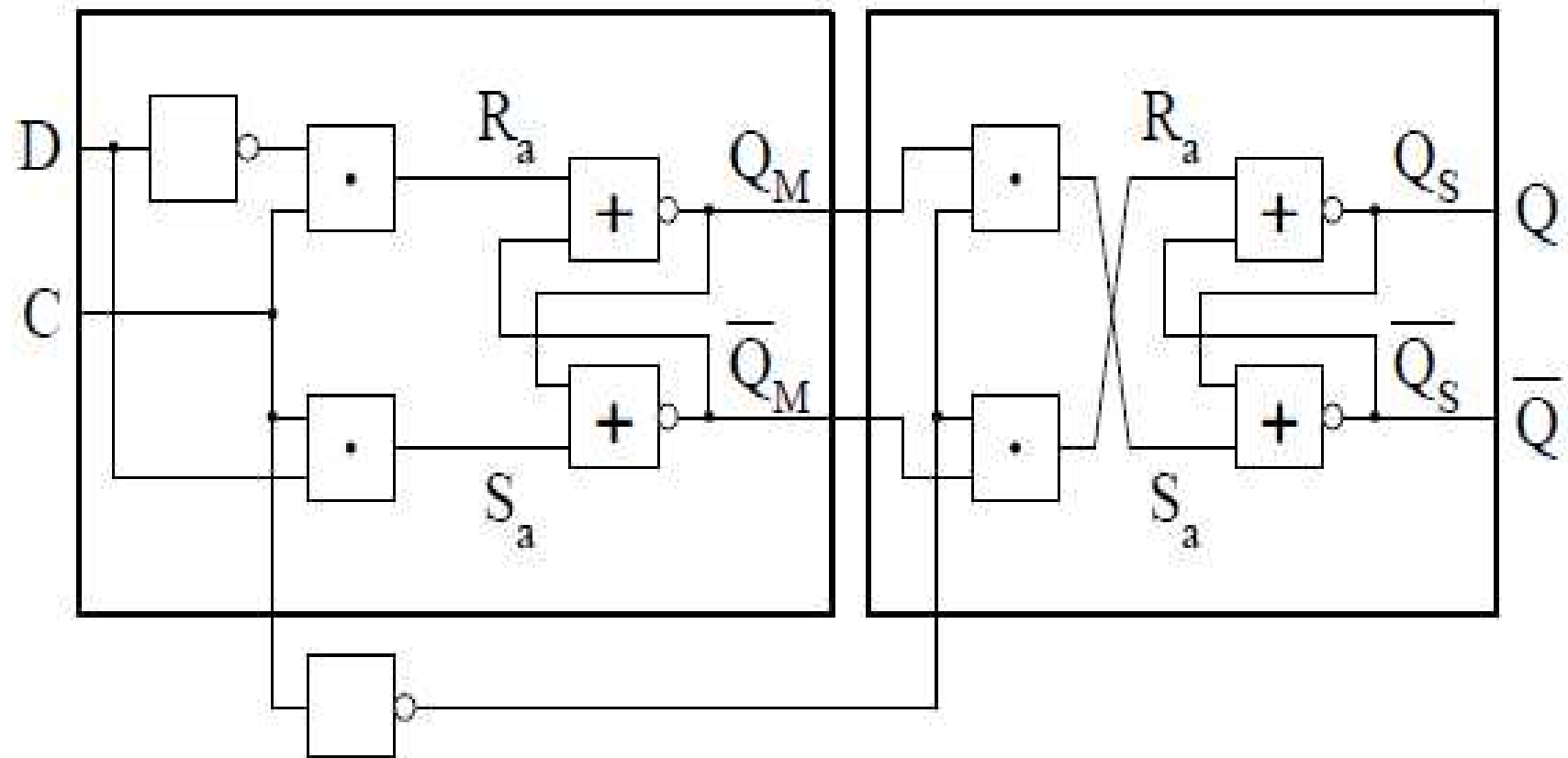
SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

MS flip-flopovi

- Kada signal takta C ima vrednost 1 master flip-flop se postavlja na odgovarajuću vrednost, dok se stanje slave flip-flopa ne menja.
- Kada signal takta C ima vrednost 0 stanje master flip-flop se ne menja, dok se stanje slave flip-flopa postavlja na vrednost master flip-flopa postavljenu dok je signal takta C imao vrednost 1.

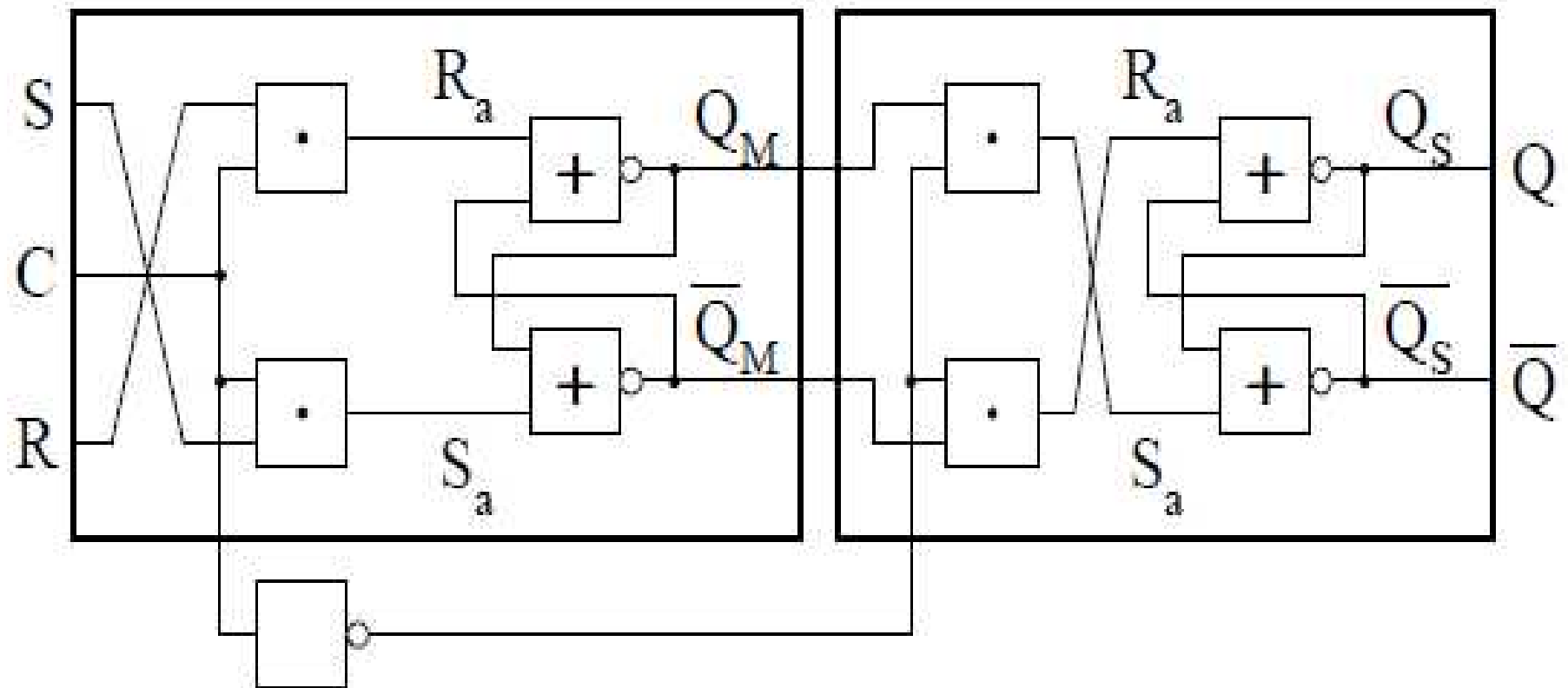
SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

MS flip-flop D tipa



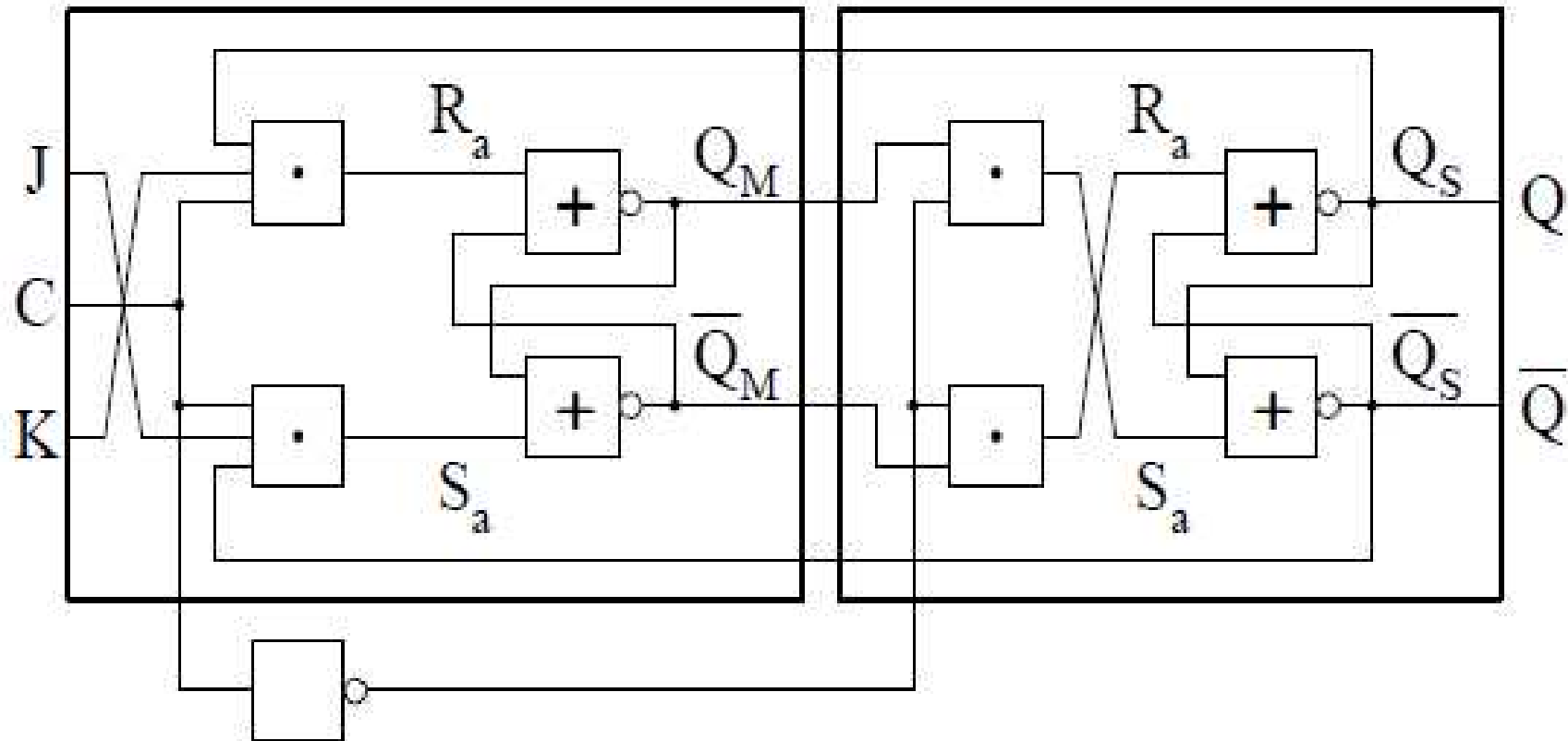
SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

MS flip-flop RS tipa



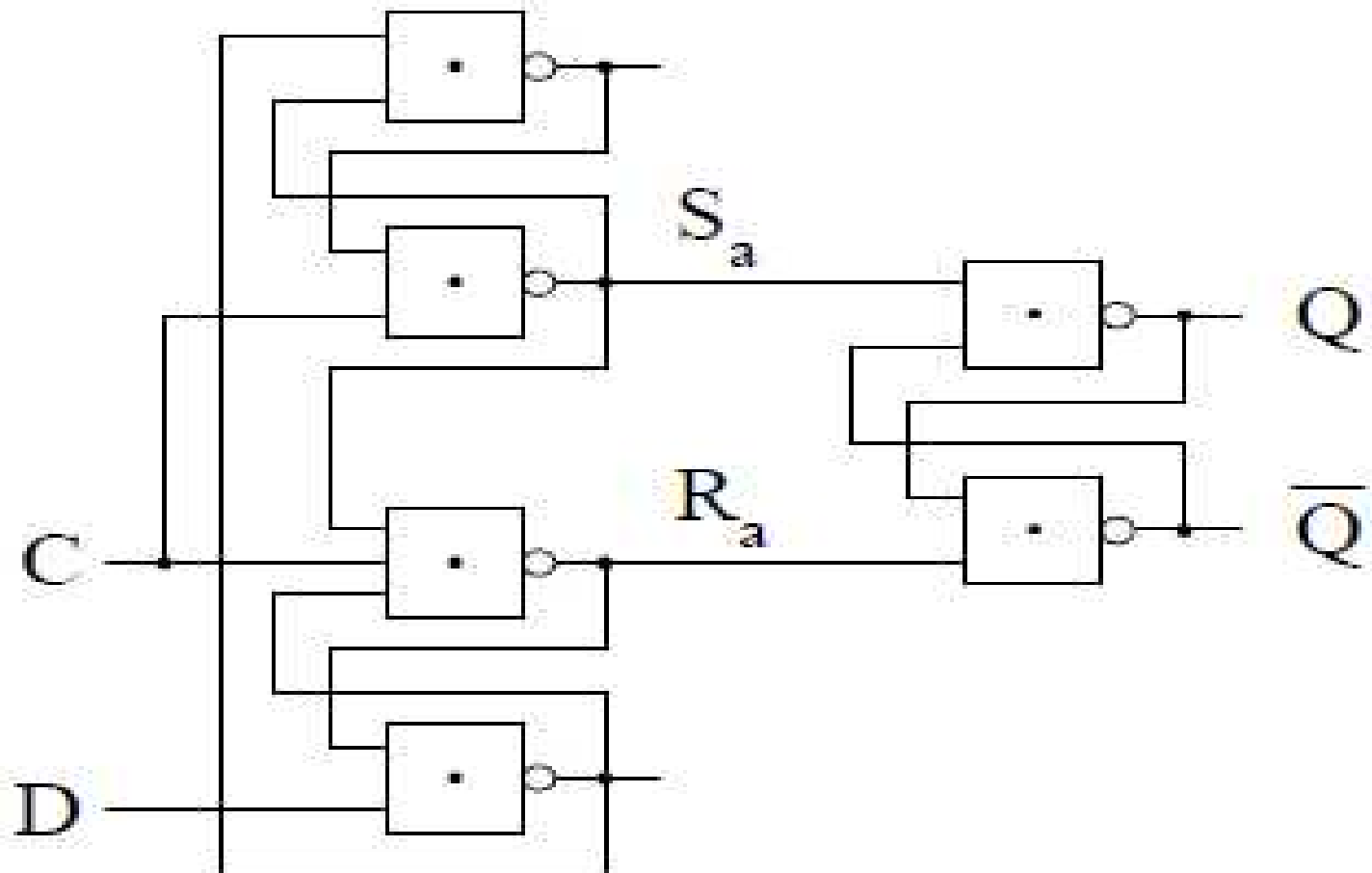
SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

MS flip-flop JK tipa



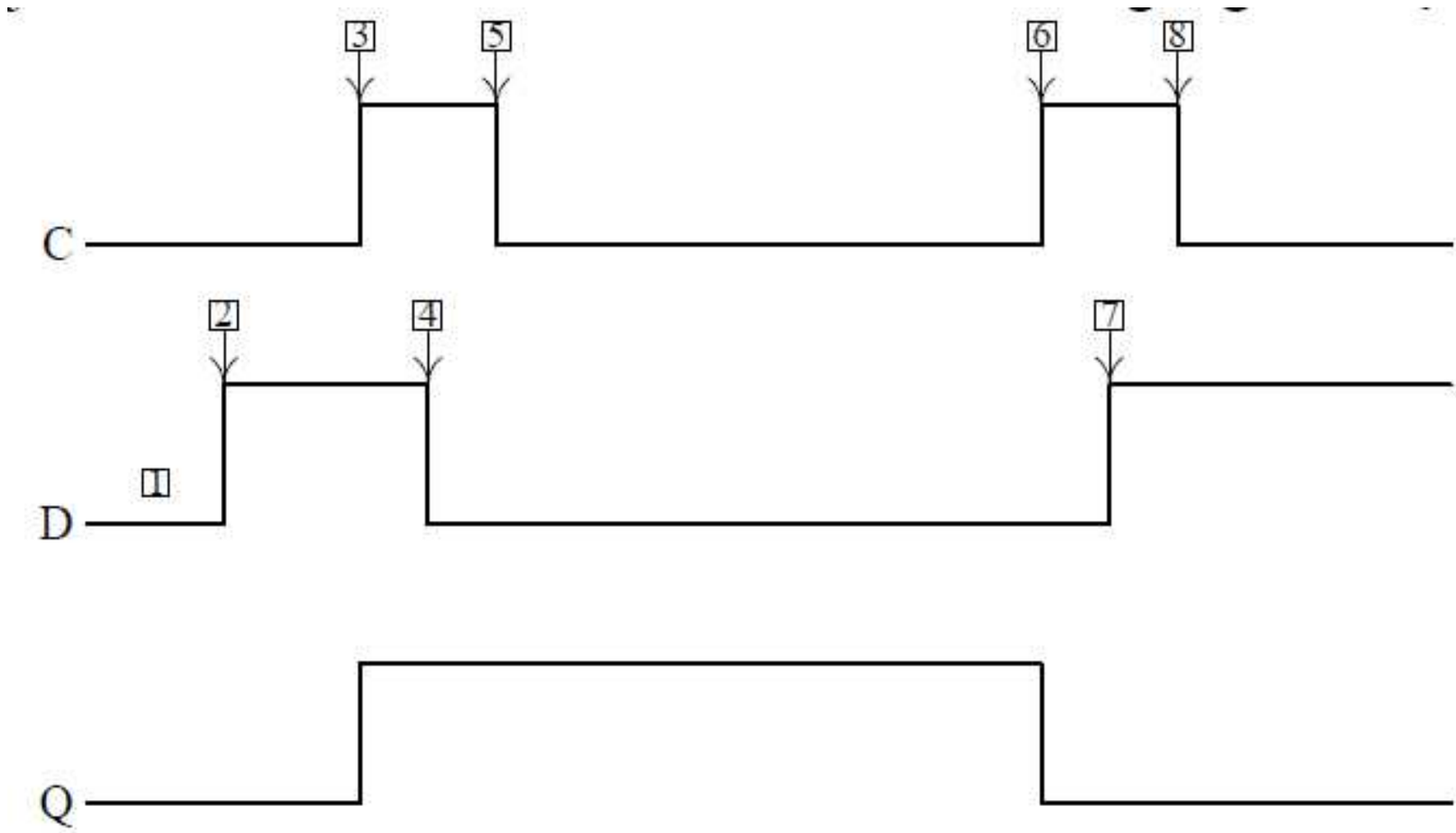
SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

ET flip-flop D tipa



SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

ET flip-flop D tipa



SLOŽENE STRUKTURNE ŠEME

ET flip-flop D tipa

