



# ARHITEKTURA I ORGANIZACIJA RAČUNARA

Nedelja 7

# Problemi koji se javljaju kod JK i T flip-flopova

- Kod taktovanih flip-flopova sa jednostavnim strukturnim šemama postoji problem sa trajanjem vrednosti 1 signala takta C (Clock).
- Minimalno trajanje vrednosti 1 signala takta C je određeno potrebnim vremenom da flip-flop pređe iz jednog u drugo stanje. Istovremeno to je i maksimalno dozvoljeno vreme trajanja vrednosti 1 signala takata C.
- Problem nastaje kod T flip-flopa ukoliko je na ulazu T vrednost 1 i kod JK flip-flopa ukoliko su na ulazima J i K vrednosti 1. Ukoliko bi trajanje vrednosti 1 signala takta C bilo duže od minimalnog potrebnog trajanja vrednosti 1, flip-flop bi odmah po prelasku u novo stanje počeo da se vraća u prethodno stanje.

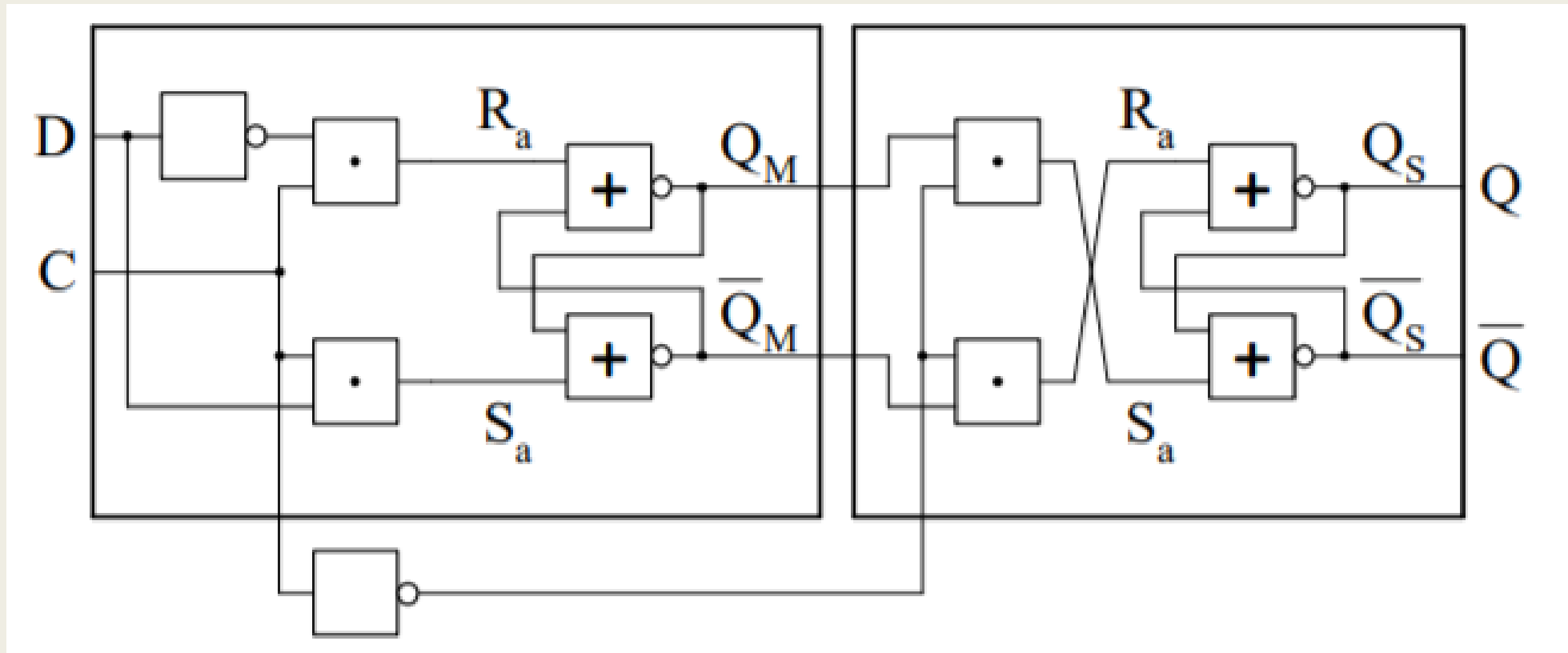
# Problemi koji se javljaju kod JK i T flip-flopova

- Postoje dva tipa taktovanih flip-flopova sa složenim strukturnim šemama i to:
  - *MS (master-slave) flip-flopovi*
  - *ET (edge-triggered) flip-flopovi*
- Razmatra se realizacija četiri tipa taktovanih MS flip-flopova i to:
  - *taktovani D flip-flop*
  - *taktovani T flip-flop*
  - *taktovani RS flip-flop*
  - *taktovani JK flip-flop*

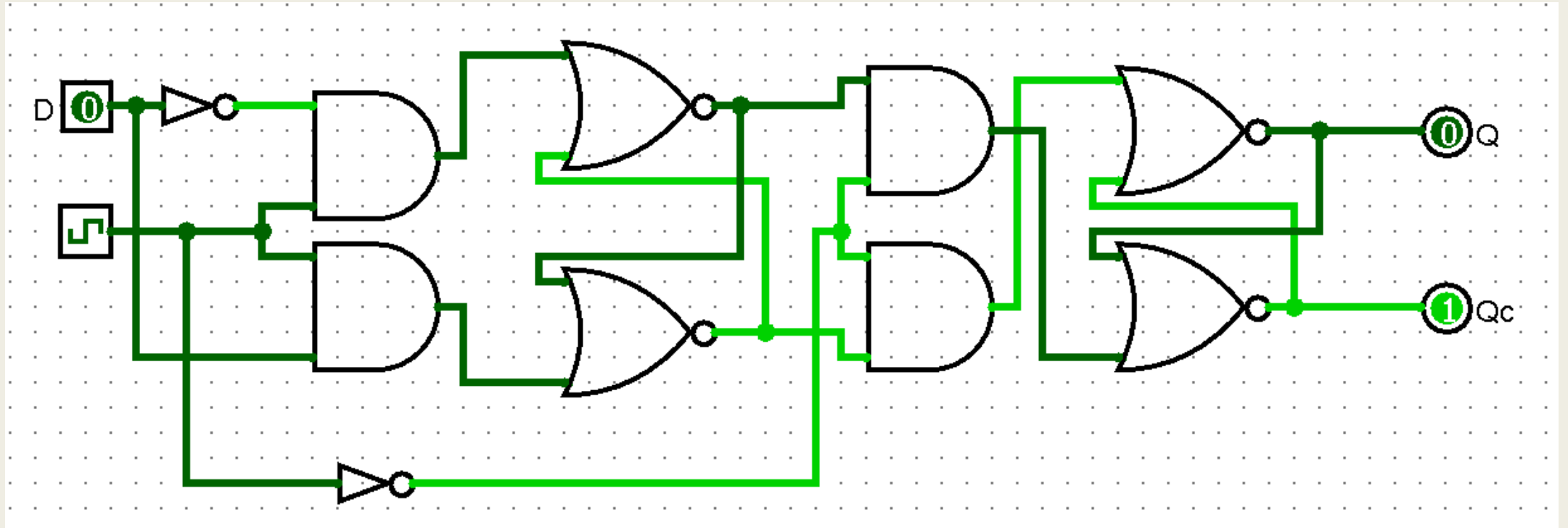
# Master-slave flip-flopovi

- 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.
- 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.

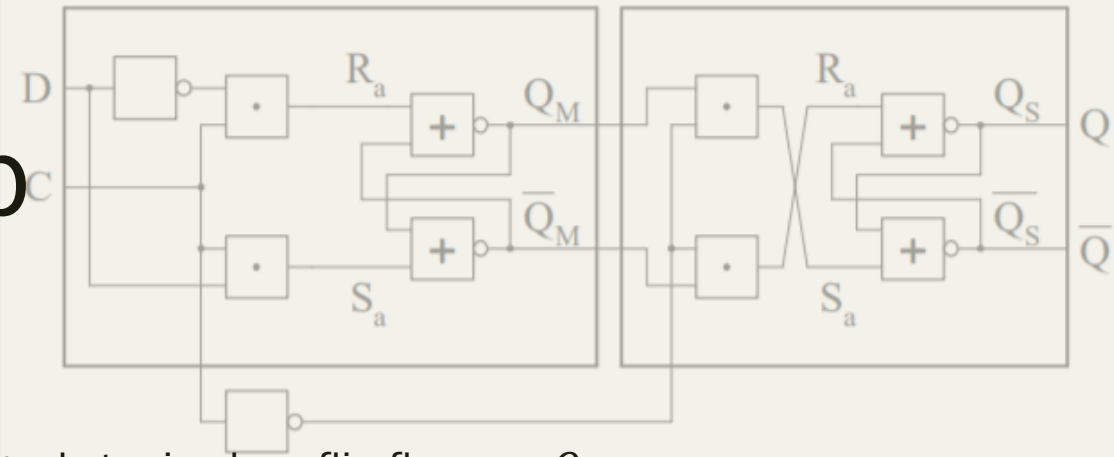
# Master-Slave D flip-flop



# Master-Slave D flip-flop

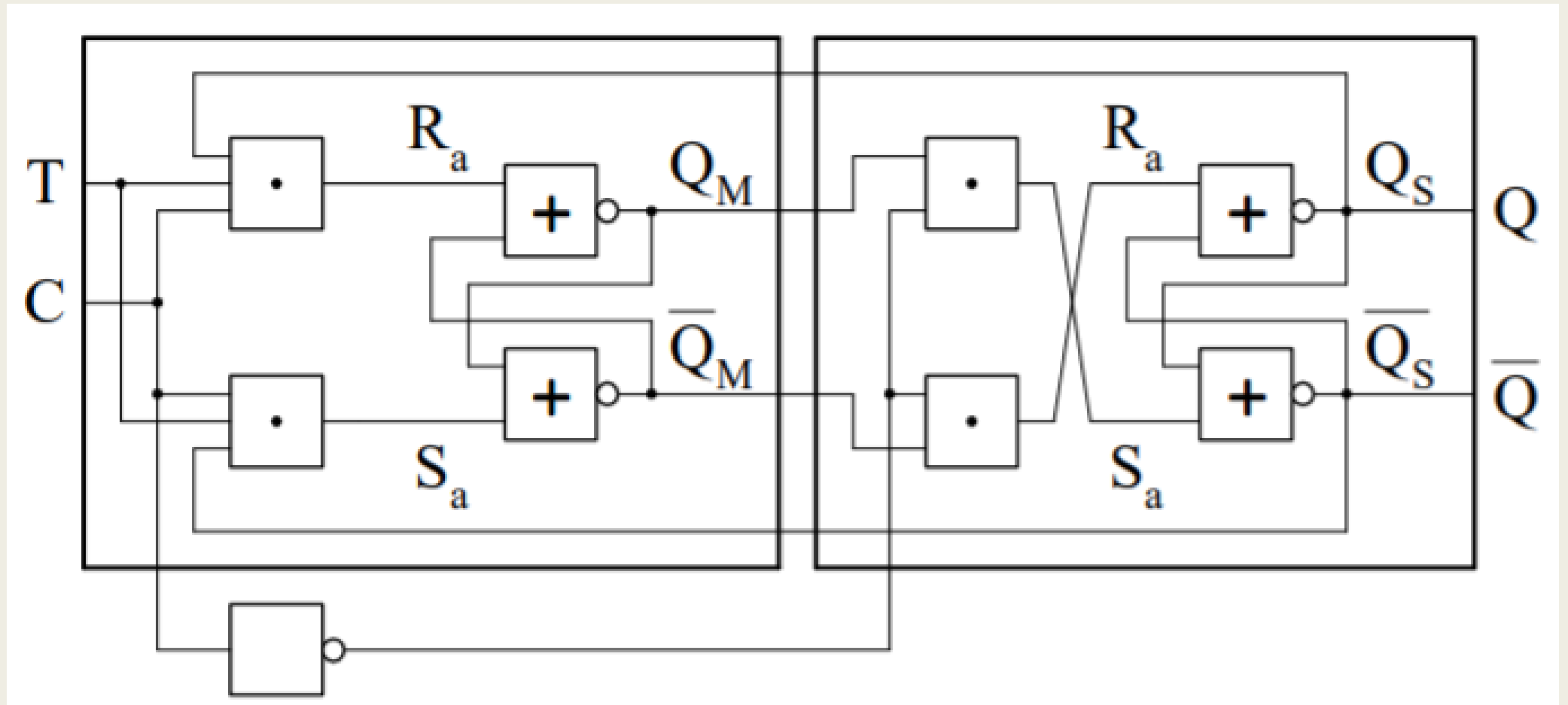


# Master-Slave D flip-flop



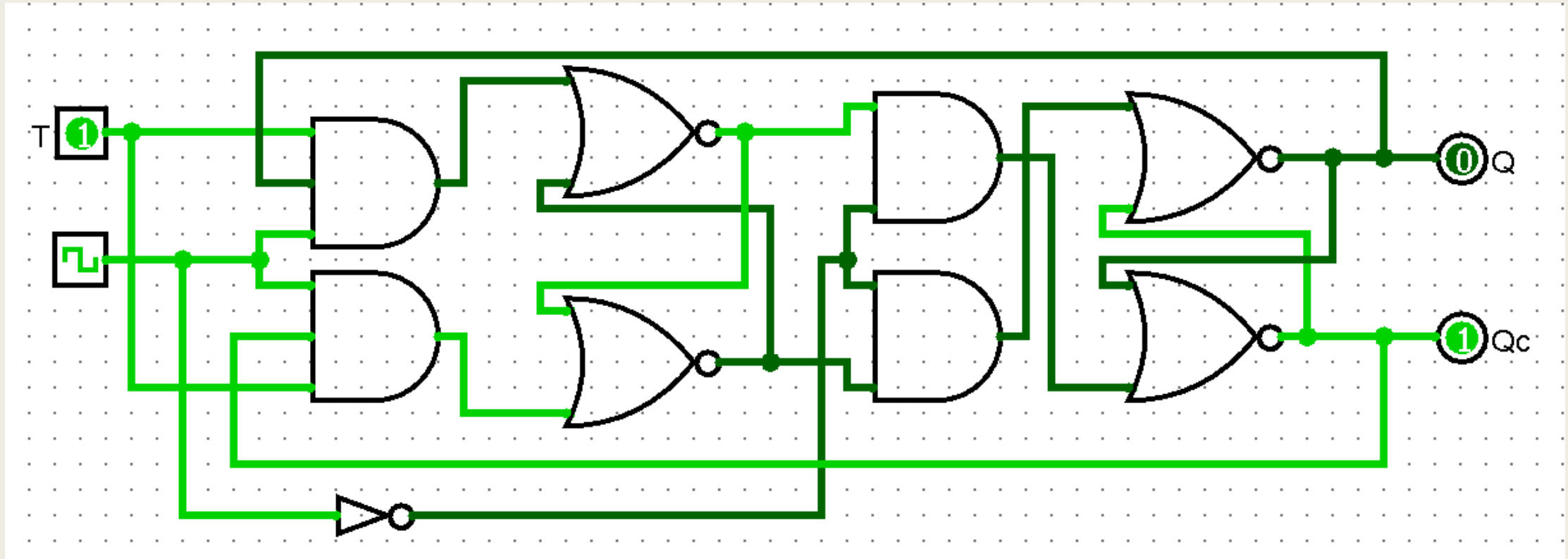
- Signal stanja master flip-flopa je označen sa  $Q_m$ , a signal stanja slave flip-flopa sa  $Q_s$ .
- Ulazni signali  $C$  i  $D$  MS flip-flopa se vode na ulaze  $C$  i  $D$  master flip-flopa  $D$  tipa sa jednostavnom strukturom.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 1, signal stanja  $Q_m$  se postavlja u skladu sa funkcijom prelaza  $D$  flip-flopa.
- Signali  $Q_m$ ,  $\overline{Q_m}$  i invertovana vrednost signala takta  $C$  iz master flip-flopa se vode na ulaze I elemenata slave flip-flopa.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 1, na ulazima I elemenata slave flip-flopa na koje se vodi invertovana vrednost signala  $C$  je 0, pa signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa ostaju nepromenjeni.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 0, na ulazima I elemenata slave flip-flopa na koje se vodi invertovana vrednost signala  $C$  je 1, pa se signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa postavljaju na vrednosti signala stanja  $Q_m$  i  $\overline{Q_m}$  master flip-flopa.
- Signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa se vode na izlaze  $Q$  i  $\overline{Q}$  MS flip-flopa.

# Master-Slave T flip-flop

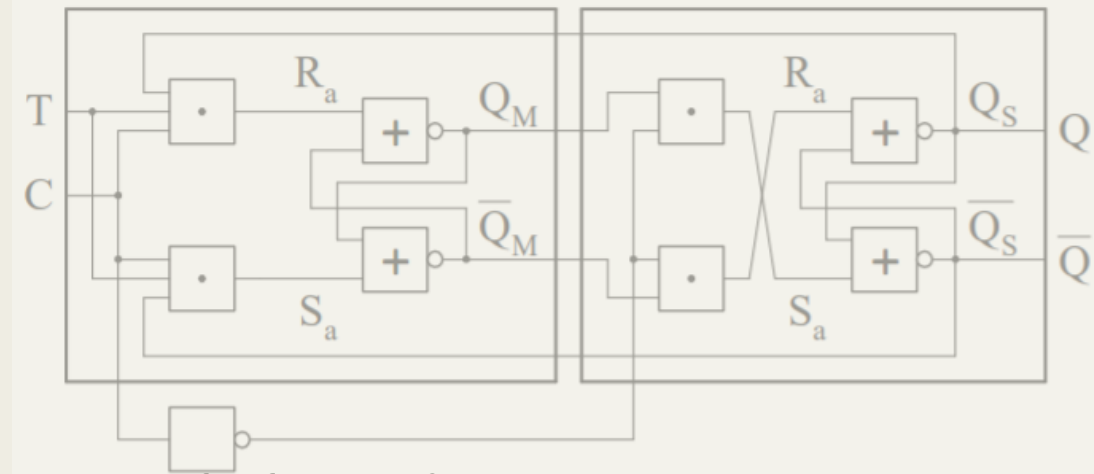




# Master-Slave T flip-flop

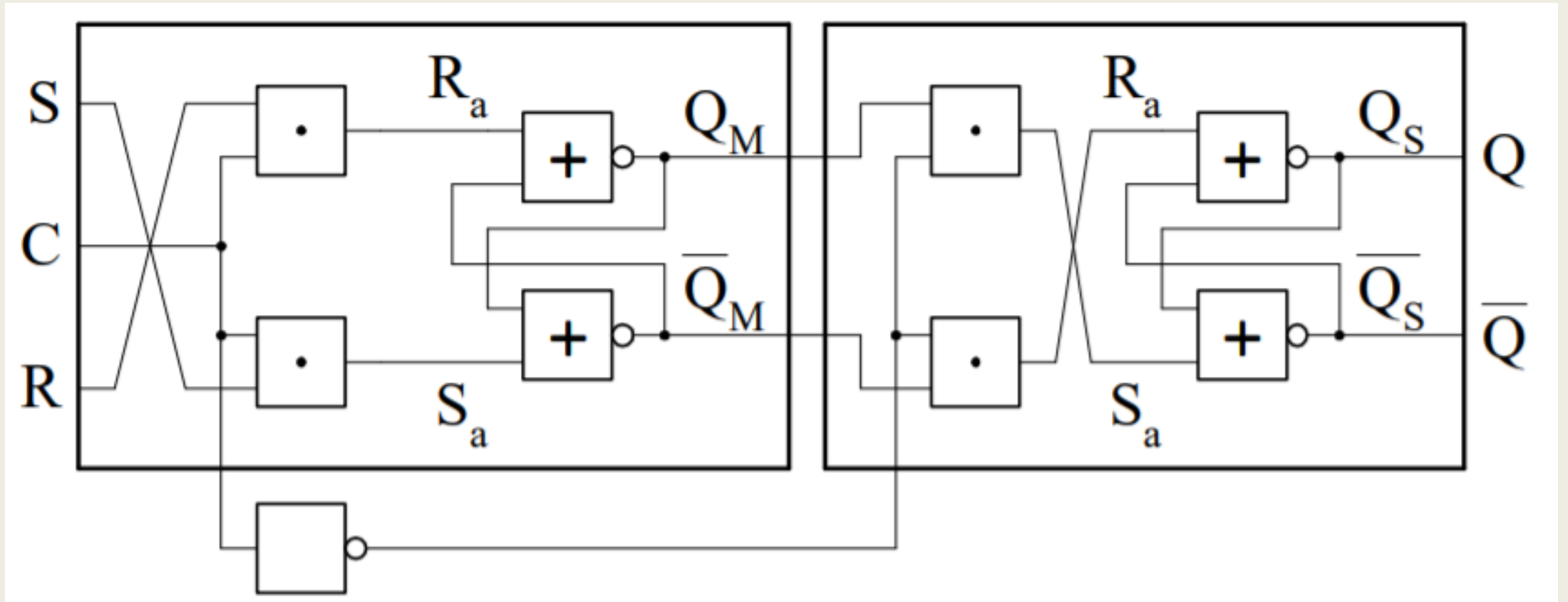


# Master-Slave T flip-flop

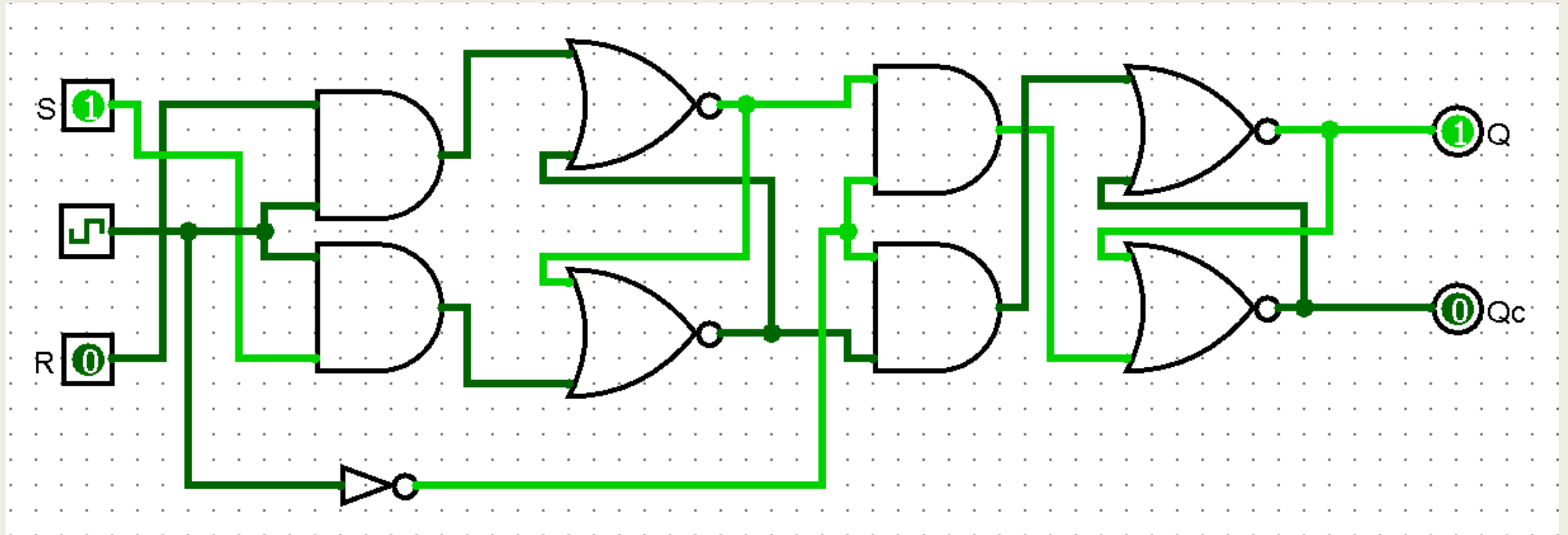


- Signal stanja master flip-flopa je označen sa  $Q_m$ , a signal stanja slave flip-flopa sa  $Q_s$ .
- Ulazni signali  $C$  i  $T$  MS flip-flopa se vode na ulaze  $C$  i  $T$  master flip-flopa  $T$  tipa sa jednostavnom strukturom.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 1, signal stanja  $Q_m$  se postavlja u skladu sa funkcijom prelaza  $T$  flip-flopa.
- Signali  $Q_m$ ,  $\overline{Q_m}$  i invertovana vrednost signala takta  $C$  iz master flip-flopa se vode na ulaze I elemenata slave flip-flopa.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 1, na ulazima I elemenata slave flip-flopa na koje se vodi invertovana vrednost signala  $C$  je 0, pa signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa ostaju nepromenjeni.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 0, na ulazima I elemenata slave flip-flopa na koje se vodi invertovana vrednost signala  $C$  je 1, pa se signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa postavljaju na vrednosti signala stanja  $Q_m$  i  $\overline{Q_m}$  master flip-flopa.
- Treba uočiti da se u master flip-flopu kao signali stanja u sadašnjem trenutku umesto signala  $Q_m$  i  $\overline{Q_m}$  koriste signali  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$ , kao i da se pri vrednostima 1 signala  $C$  i  $T$  invertuju samo vrednosti  $Q_m$  i  $\overline{Q_m}$  u master flip-flopu a da vrednosti  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  u slave flip-flopu ostaju nepromenjene. Zbog toga pri vrednostima 1 signala  $C$  i  $T$  master flip-flop prelazi u novo stanje u kome i ostaje sve vreme dok signali  $C$  i  $T$  imaju vrednost 1.
- Signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa se vode na izlaze  $Q$  i  $\overline{Q}$  MS flip-flopa.

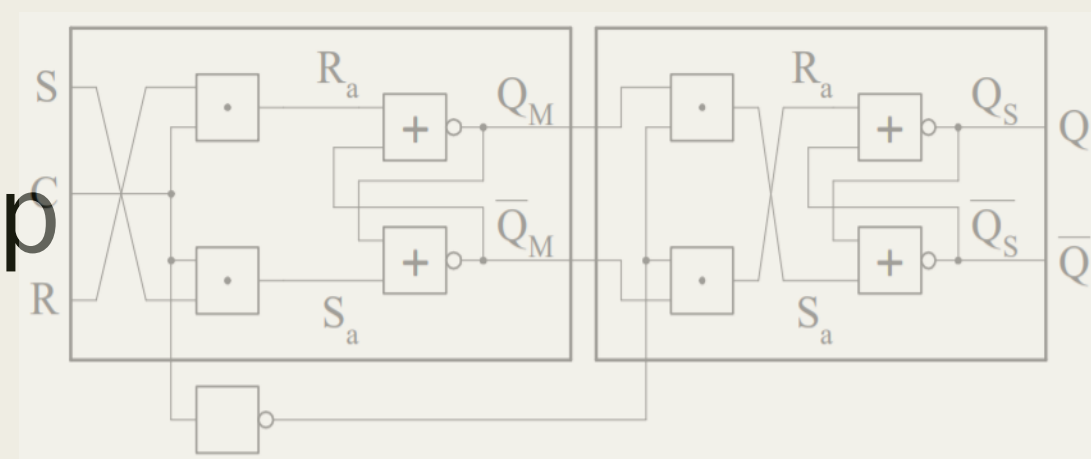
# Master-Slave RS flip-flop



# Master-Slave RS flip-flop

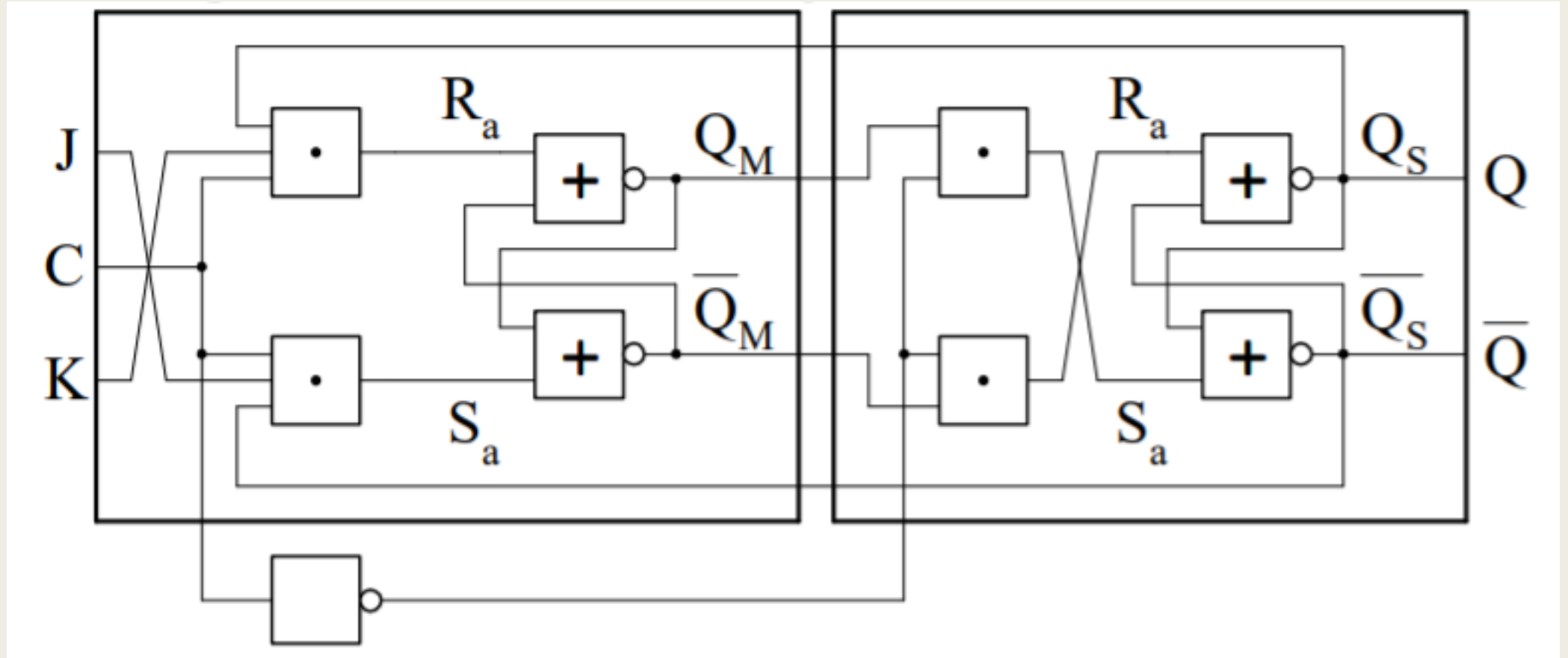


# Master-Slave RS flip-flop

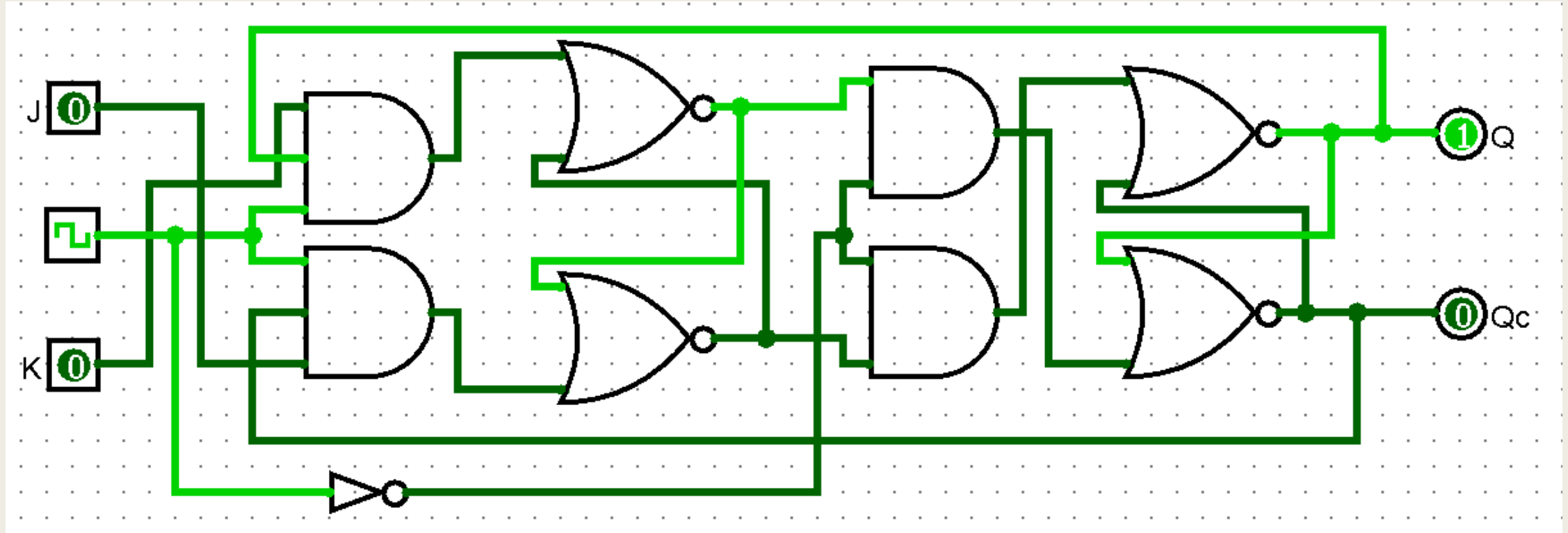


- Signal stanja master flip-flopa je označen sa  $Q_m$ , a signal stanja slave flip-flopa sa  $Q_s$ .
- Ulazni signali  $C$ ,  $S$  i  $R$  MS flip-flopa se vode na ulaze  $C$ ,  $S$  i  $R$  master flip-flopa RS tipa sa jednostavnom strukturom.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 1, signal stanja  $Q_m$  se postavlja u skladu sa funkcijom prelaza RS flip-flopa.
- Signali  $Q_m$ ,  $\overline{Q_m}$  i invertovana vrednost signala takta  $C$  iz master flip-flopa se vode na ulaze I elemenata slave flip-flopa.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 1, na ulazima I elemenata slave flip-flopa na koje se vodi invertovana vrednost signala  $C$  je 0, pa signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa ostaju nepromenjeni.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 0, na ulazima I elemenata slave flip-flopa na koje se vodi invertovana vrednost signala  $C$  je 1, pa se signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa postavljaju na vrednosti signala stanja  $Q_m$  i  $\overline{Q_m}$  master flip-flopa.
- Signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa se vode na izlaze  $Q$  i  $\overline{Q}$  MS flip-flopa.

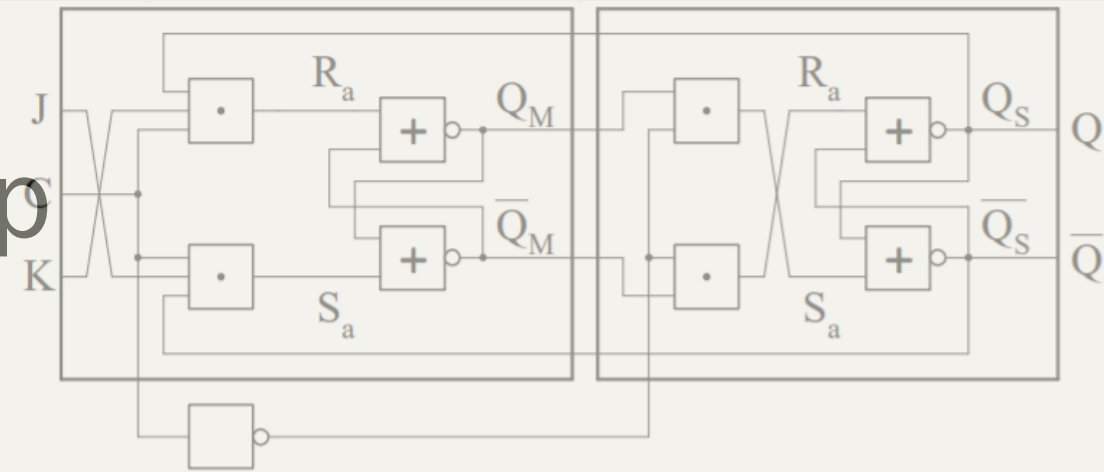
# Master-Slave JK flip-flop



# Master-Slave JK flip-flop



# Master-Slave JK flip-flop



- Signal stanja master flip-flopa je označen sa  $Q_m$ , a signal stanja slave flip-flopa sa  $Q_s$ .
- Ulazni signali  $C$ ,  $J$  i  $K$  MS flip-flopa se vode na ulaze  $C$ ,  $J$  i  $K$  master flip-flopa  $JK$  tipa sa jednostavnom strukturom.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 1, signal stanja  $Q_m$  se postavlja u skladu sa funkcijom prelaza  $JK$  flip-flopa.
- Signali  $Q_m$ ,  $\overline{Q_m}$  i invertovana vrednost signala takta  $C$  iz master flip-flopa se vode na ulaze I elemenata slave flip-flopa.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 1, na ulazima I elemenata slave flip-flopa na koje se vodi invertovana vrednost signala  $C$  je 0, pa signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa ostaju nepromenjeni.
- Kada signal  $C$  ima vrednost 0, na ulazima I elemenata slave flip-flopa na koje se vodi invertovana vrednost signala  $C$  je 1, pa se signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa postavljaju na vrednosti signala stanja  $Q_m$  i  $\overline{Q_m}$  master flip-flopa.
- Treba uočiti da se u master flip-flopu kao signali stanja u sadašnjem trenutku umesto signala  $Q_m$  i  $\overline{Q_m}$  koriste signali  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$ , kao i da se pri vrednostima 1 signala  $C$ ,  $J$  i  $K$  invertuju samo vrednosti  $Q_m$  i  $\overline{Q_m}$  u master flip-flopu a da vrednosti  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  u slave flip-flopu ostaju nepromenjene. Zbog toga pri vrednostima 1 signala  $C$ ,  $J$  i  $K$  master flip-flop prelazi u novo stanje u kome i ostaje sve vreme dok signali  $C$ ,  $J$  i  $K$  imaju vrednost 1.
- Signali stanja  $Q_s$  i  $\overline{Q_s}$  slave flip-flopa se vode na izlaze  $Q$  i  $\overline{Q}$  MS flip-flopa.