

Latvijas Universitāte  
Datorikas fakultāte

# Trigeri. Pulkstenis.

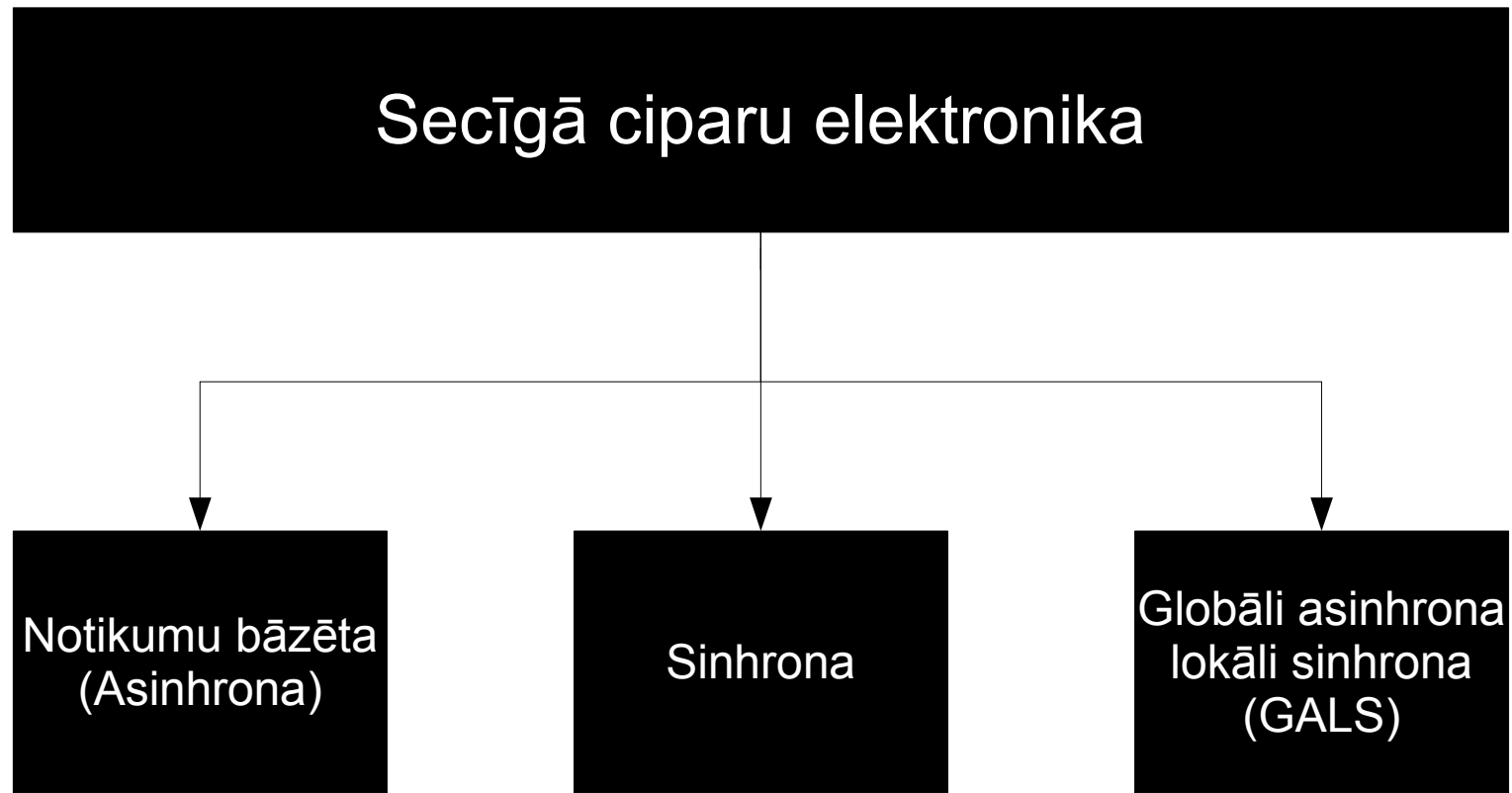
Kurss "ievads digitālajā projektēšanā"  
Lekcija 17.09.2011

Autors: Rinalds Ruskuls

# Lekcijas saturs

- **Secīgā ciparu elektronika**
- Trigeri
- Pulkstenis
- Trigeru pielietojumi

# Secīgā ciparu elektronika iedalās

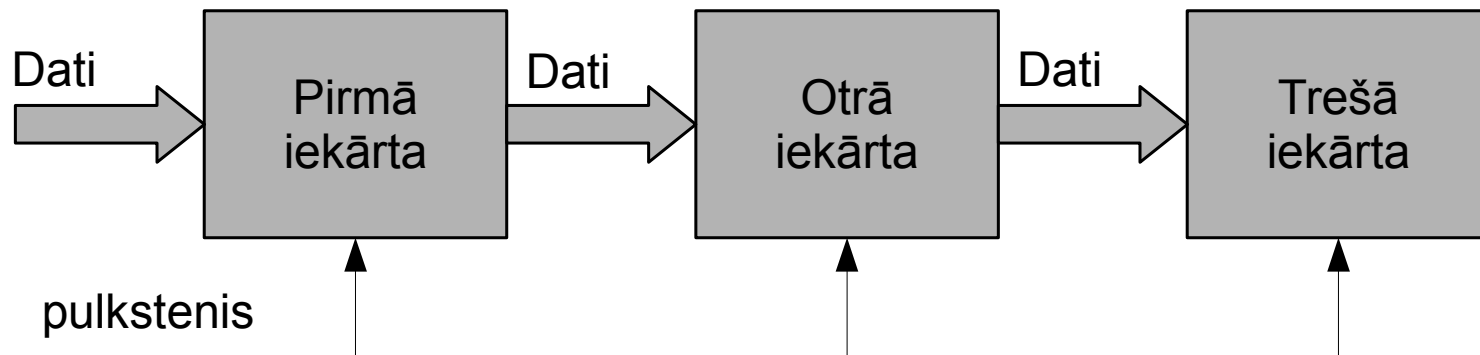


# Sinhrons vs Asinhrons

- Atšķirības starp asinhroniem un sinhroniem procesiem?

# Sinhroni procesi

- Globāls signāls (pulkstenis), kas definē laika momentus, kad sistēma pāriet no viena stāvokļa uz otru

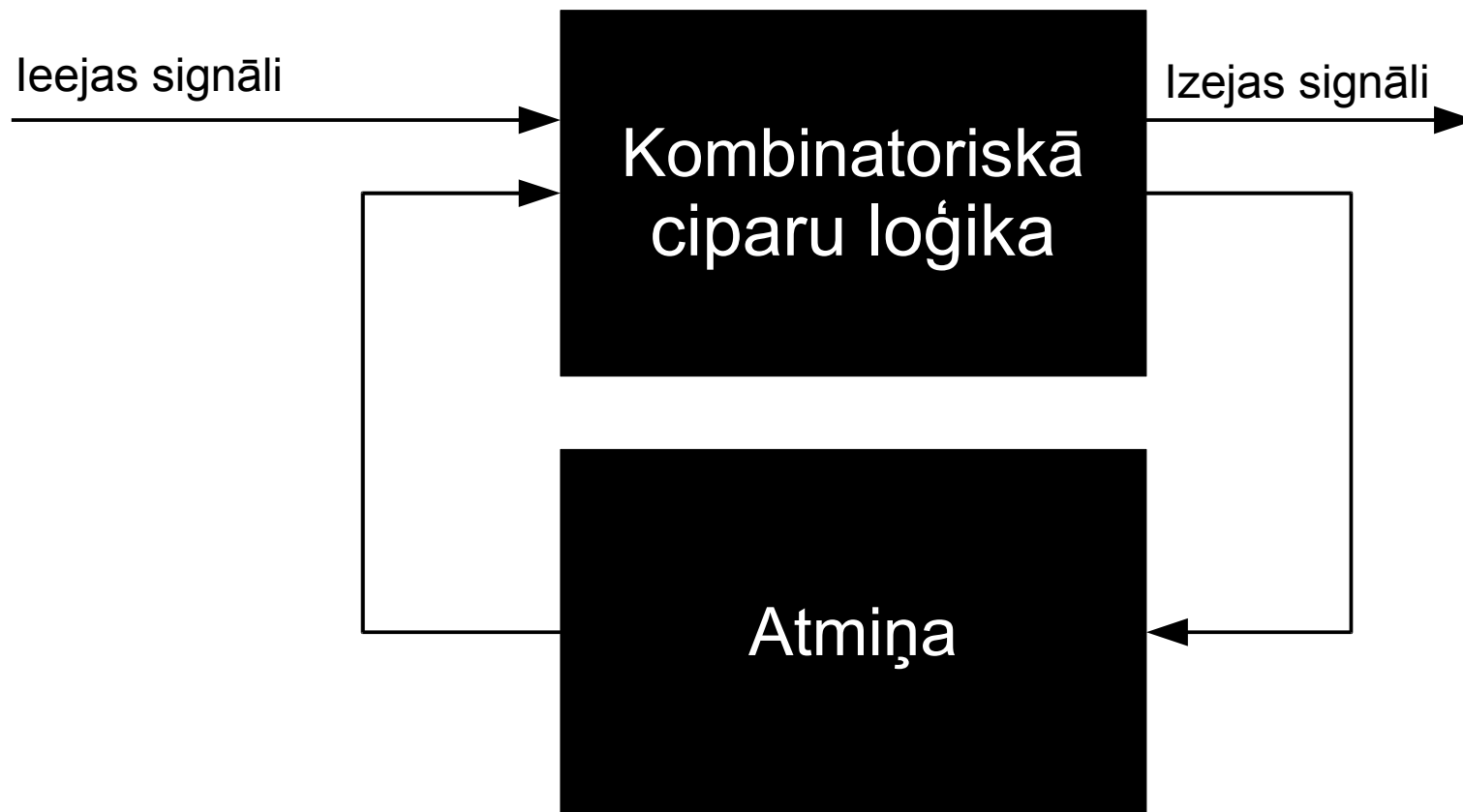


# Asinhroni procesi

- Pāreja no viena stāvokļa uz otru noteik pēc ieejas signālu izmaiņas kā arī pēc konkrētas operācijas pabeigšanas



# Secīgā ciparu elektronika



# Lekcijas saturs

- Secīgā ciparu elektronika
- **Trigeri**
- Pulkstenis
- Trigeru pielietojumi



# Trigeris

- Loģiskā shēma ar atmiņu
  - Var atrasties vienā no 2 stabiliem stāvokļiem
  - Izejas signāli saglabājas pēc ieejas signālu izbeigšanās
  - Satur atmiņas shēmu un kombinatorisko shēmu
  - Viena vai vairākas ieejas
  - Divas izejas – Q un Q'

# Trigeru iedalījums

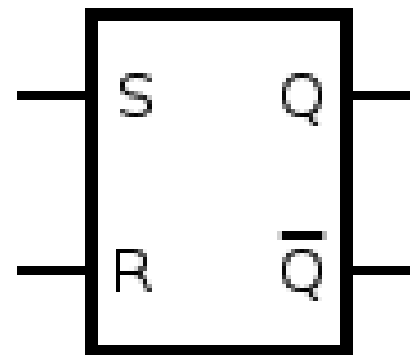
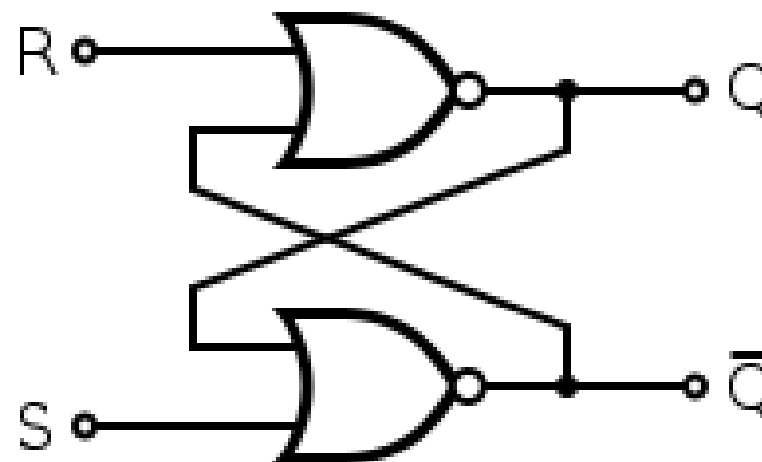
- Pēc reakcijas uz vadības signāliem:
  - Asinhronie (pārslēdzas uzreiz)
  - Sinhronie – pārslēdzas, ja to atļauj sinhroimpulss

## Pēc vadības signālu veida:

- Statiskie (reaģē uz vadības signāla līmeni)
  - Dinamiskie (reaģē uz ieejas signāla izmaiņām)
- Pēc realizācijas veida:
    - Vienpakāpju (viens atmiņas elements)
    - Divpakāpju (divi atmiņas elementi)

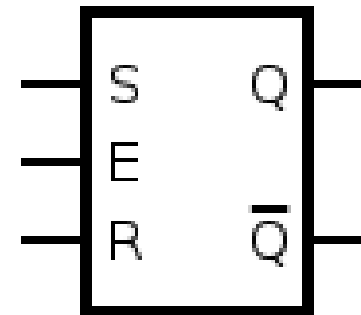
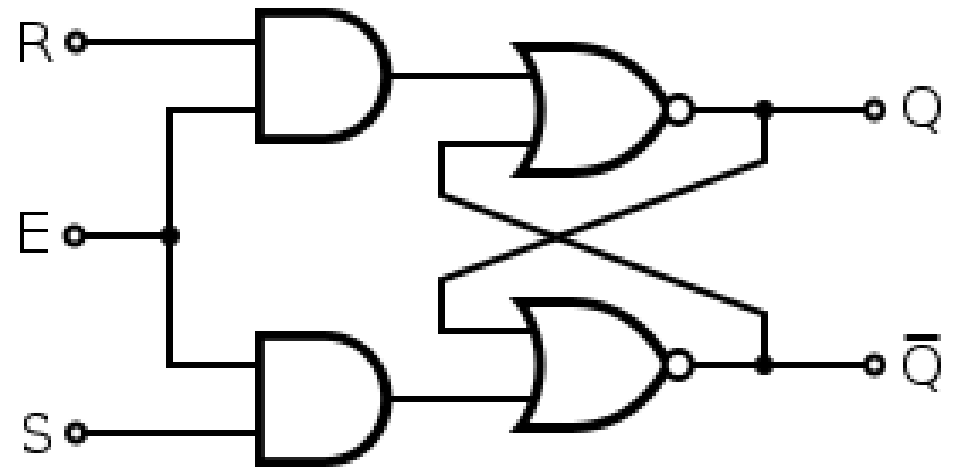
# Asinhronais RS triggeris (latch RS)

RS trigeris uzvedība		
S	R	Izejas (Q, Q')
0	0	Izejā paliek vecās vērtības
0	1	Q = 0
1	0	Q = 1
1	1	Izeja signāla vērtība nav paredzama

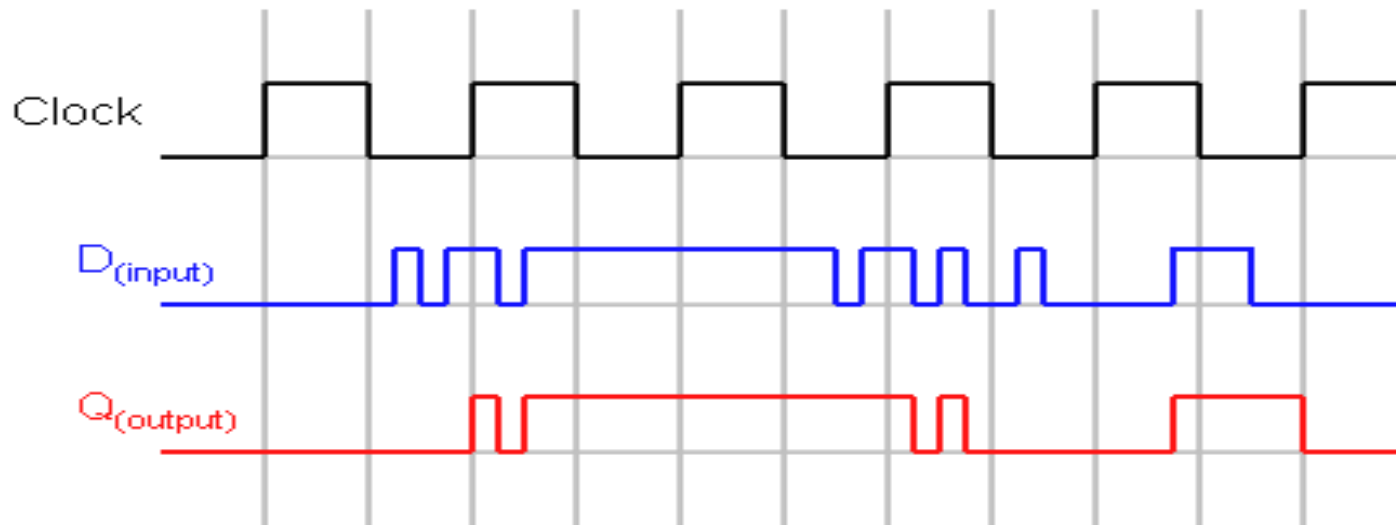
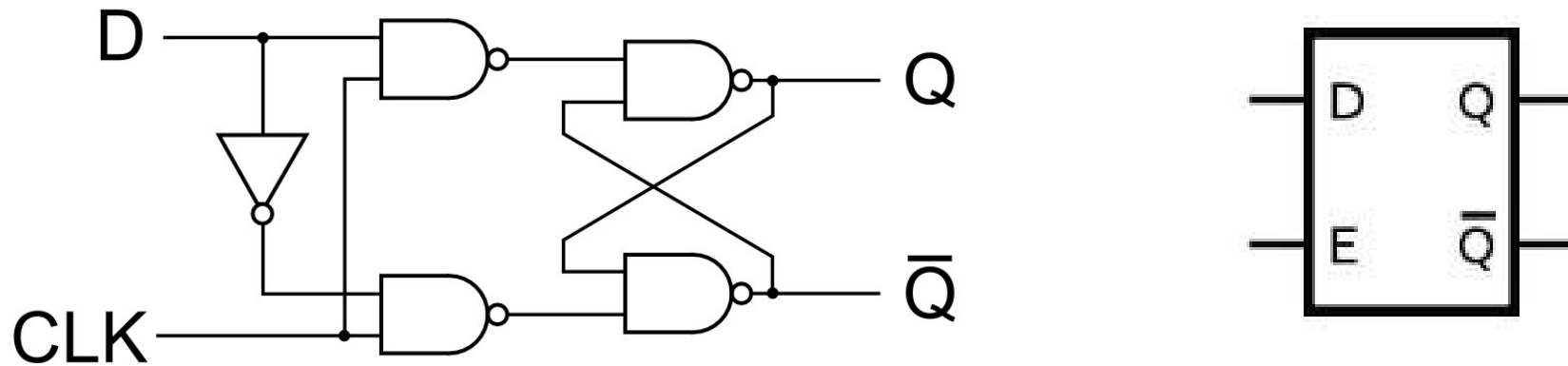


# RS triggeris ar atļaujošo ieeju

RS trigeris ar atļaujošo ieeju			
E	S	R	Izeja (Q, Q')
0	0	0	Izejā paliek vecās vērtības
0	0	1	Izejā paliek vecās vērtības
0	1	0	Izejā paliek vecās vērtības
0	1	1	Izejā paliek vecās vērtības
1	0	0	Izejā paliek vecās vērtības
1	0	1	Q = 0
1	1	0	Q = 1
1	1	1	Izeja signāla vērtība nav paredzama

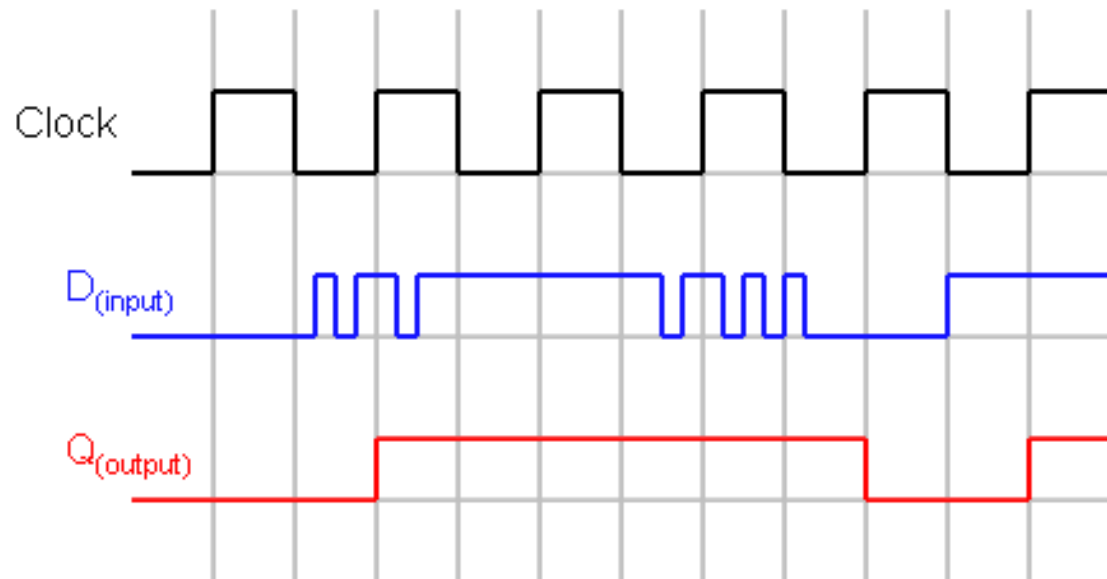
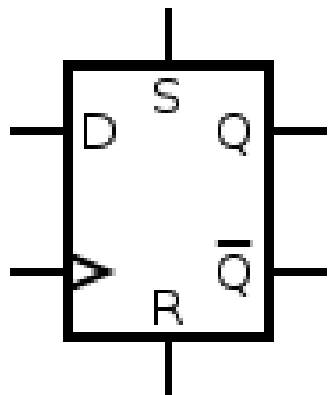


# Sinhronais D trigeris (D latch)



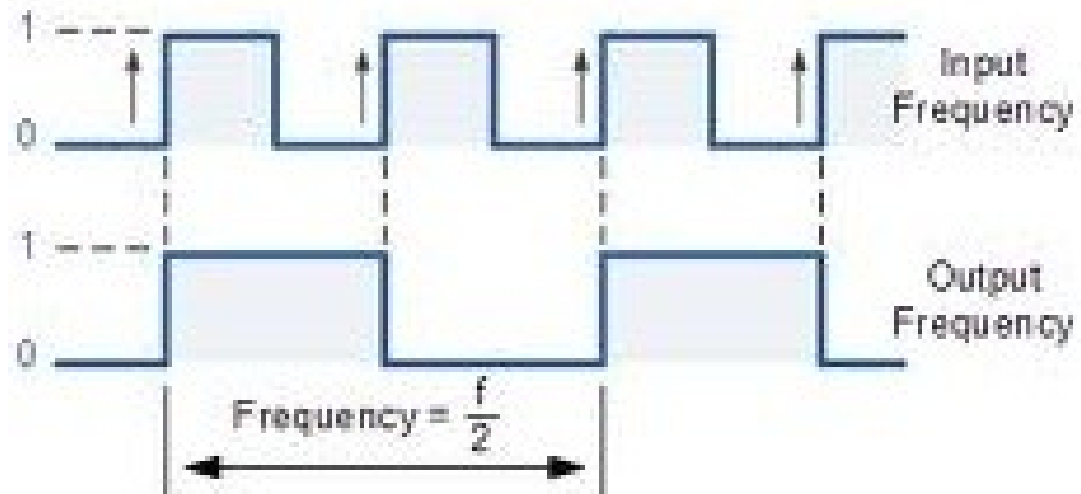
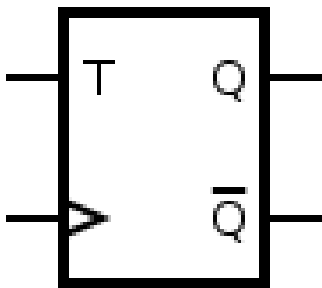
# Sinhronais D trigeris (D Flip-Flop)

- Trigeris, kas ņem vērā sinhroimpulsu frontes izmaiņas – pozitīvās vai negatīvās frontes
- Flip-Flop trigeriem sinhroimpulsa ieeju apzīmē ar trijstūri



# T trigeris (T Flip-Flop)

- Pārslēdzās uz augošajām vai krītošajām sinhroimpulsa frontēm
- Izmanto frekvences dalīšanai ar 2



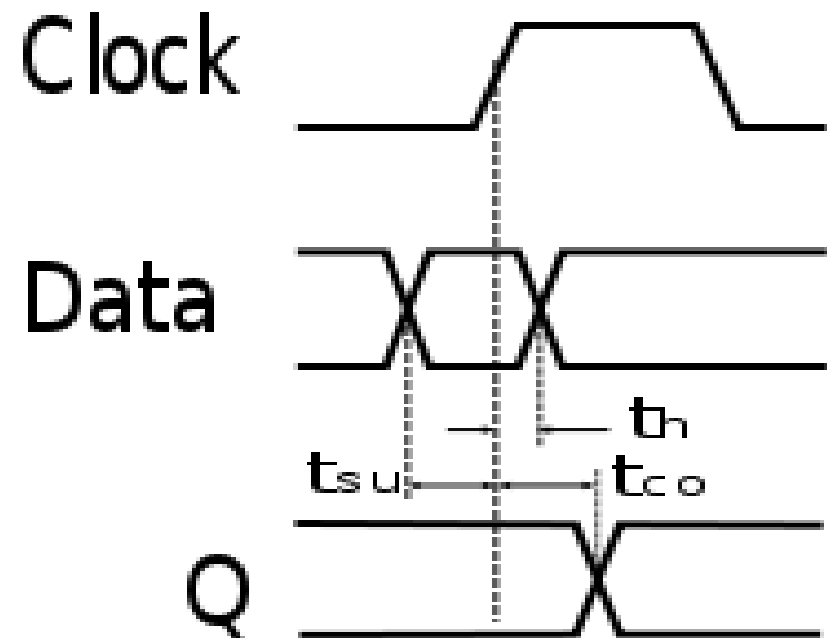
# Trigeru pielietojums

- Atmiņas pamatelements – viens bits
- Skaitītāju (counter) sastāvdaļa
- Galīga stāvokļu automāta (Finite State Machine) sastāvdaļa
- Frekvences dalītāja sastāvdaļa



# Trigeru stabilitāte

- Setup time –  $t_{su}$
- Hold time –  $t_h$
- Output delay –  $t_{co}$
- Praksē dažas ns, ps
- Ideāls trigeris dabā nepastāv



# Aiztures

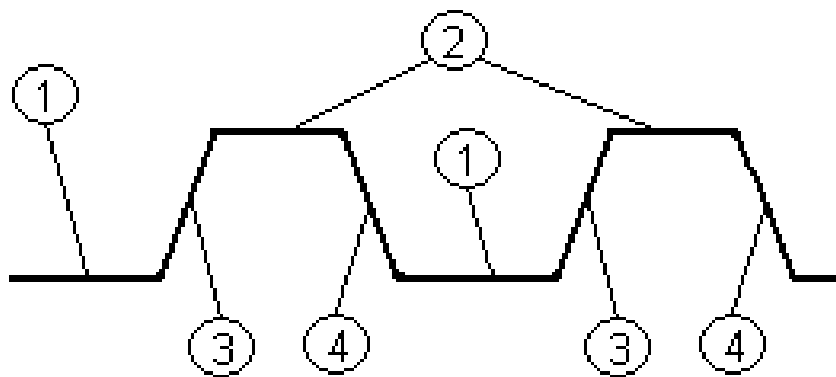
- Loģisko elementu aiztures, to ietekmē
  - temperatūra
  - spriegums
  - izejas pretestība
  - izejas kapacitāte
- Izejas kapacitāti palielina
  - gari savienotājvadi
  - daudzi signāla saņēmēji

# Lekcijas saturs

- Secīgā ciparu elektronika
- Trigeri
- **Pulkstenis**
- Trigeru pielietojumi

# Pulkstenis/takts signāls

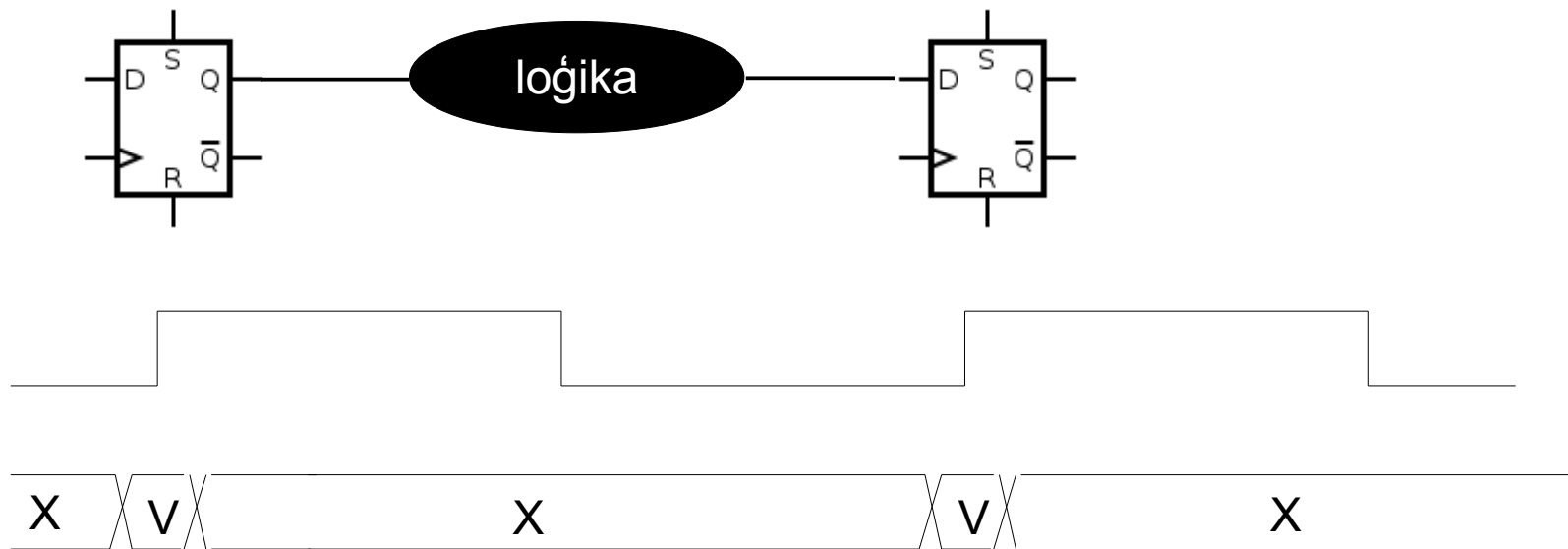
- Periodisks signāls, kas mainās no loģiskā '1' uz loģisko '0' un pretēji, ar konstantu frekvenci un impulsu sadalījumu (50%)
- Tiek izmantots kā atbalsta signāls, lai koordinētu shēmas darbību
- Shēmas var darboties uz pulksteņa pozitīvās vai negatīvās frontes



1. Loģiskā nulle
2. Loģiskais vieninieks
3. Kāpjošā fronte
4. Krītošā fronte

# Pulksteņa izmantošana

- V – data valid (stabili dati)
- X – datu vērtība uz trigeru ieejām nav svarīga
- Svarīgs laika intervāls, kurā kombinatoriskā loģika spēj izejā dot stabilu (nemainīgu) signālu

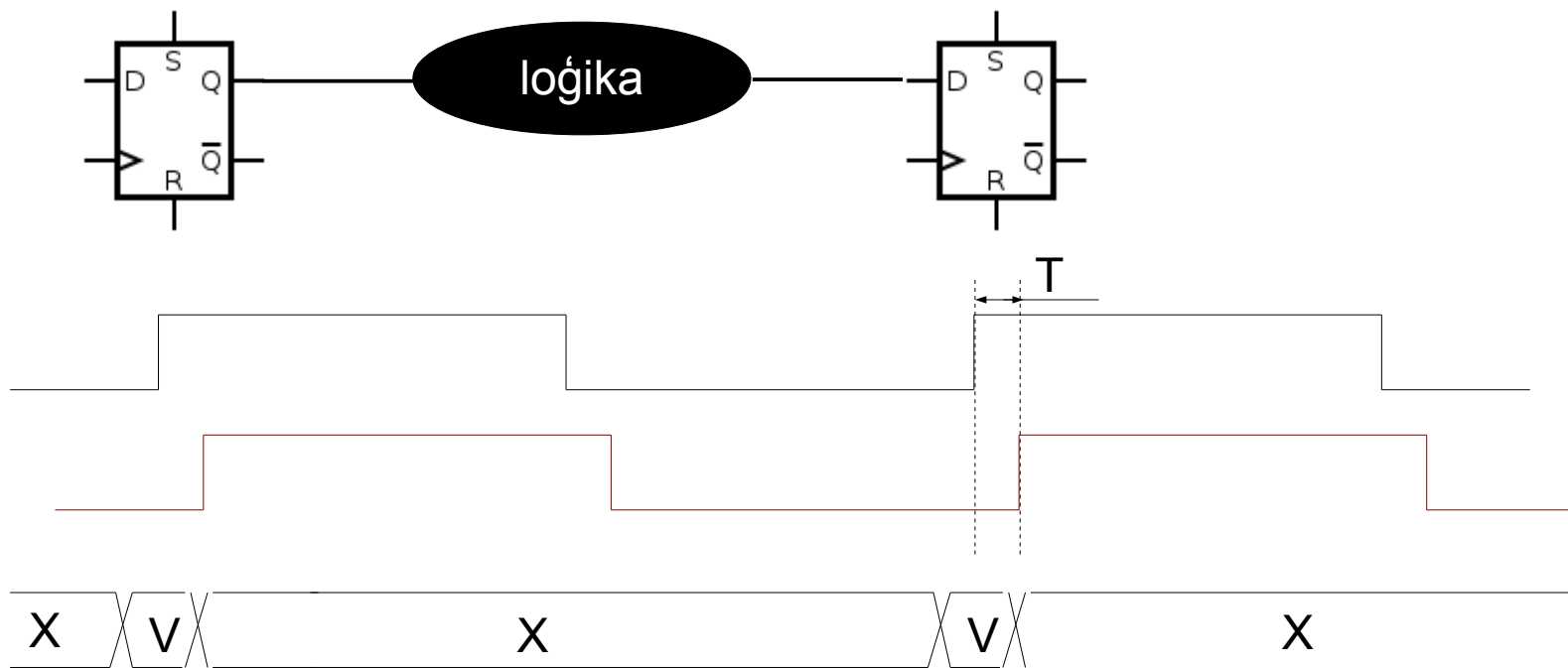


# Puksteņa nobīde

- Kas notiek ar pulksteņa signālu, ja to ir jāpievada simtiem tūkstošu trigeriem?

# Pulksteņa nobīde

- Pulksteņa signāls dažādiem trigeriem pienāk dažādos laikos, rodas – **clock skew**



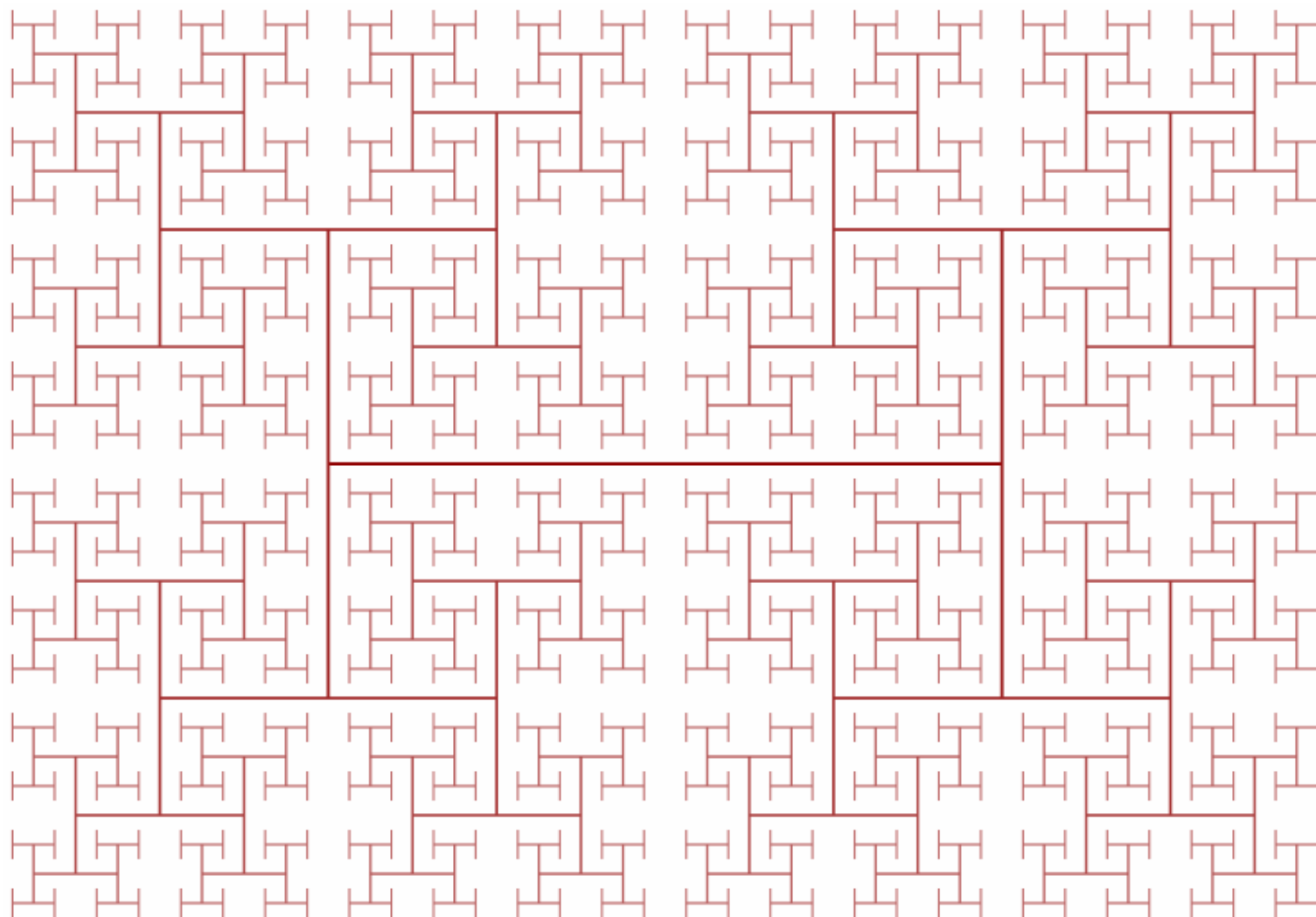
# Puksteņa nobīde

- Kā adekvāti pievadīt visiem elementiem pēc iespējas mazāk nobīdītu pulksteņa signālu?

Piedāvājumi!?



# Pulksteņa H veida tīklojums



# Lekcijas saturs

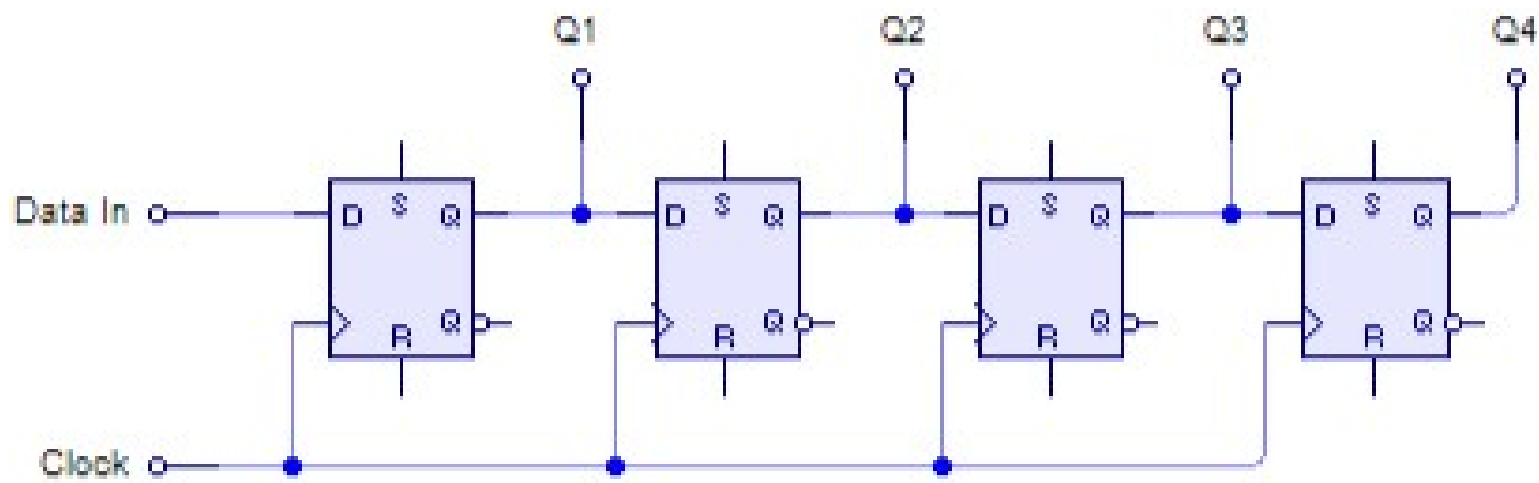
- Secīgā ciparu elektronika
- Trigeri
- Pulkstenis
- **Trigeru pielietojumi**

# Trigeru pielietojumu - detalizētāk

- D trigerus pielieto
  - bīdes reģistram
  - viens atmiņas bits
- T trigerus
  - frekvences dalītājam
  - skaitītājiem

# Bīdes reģistrs

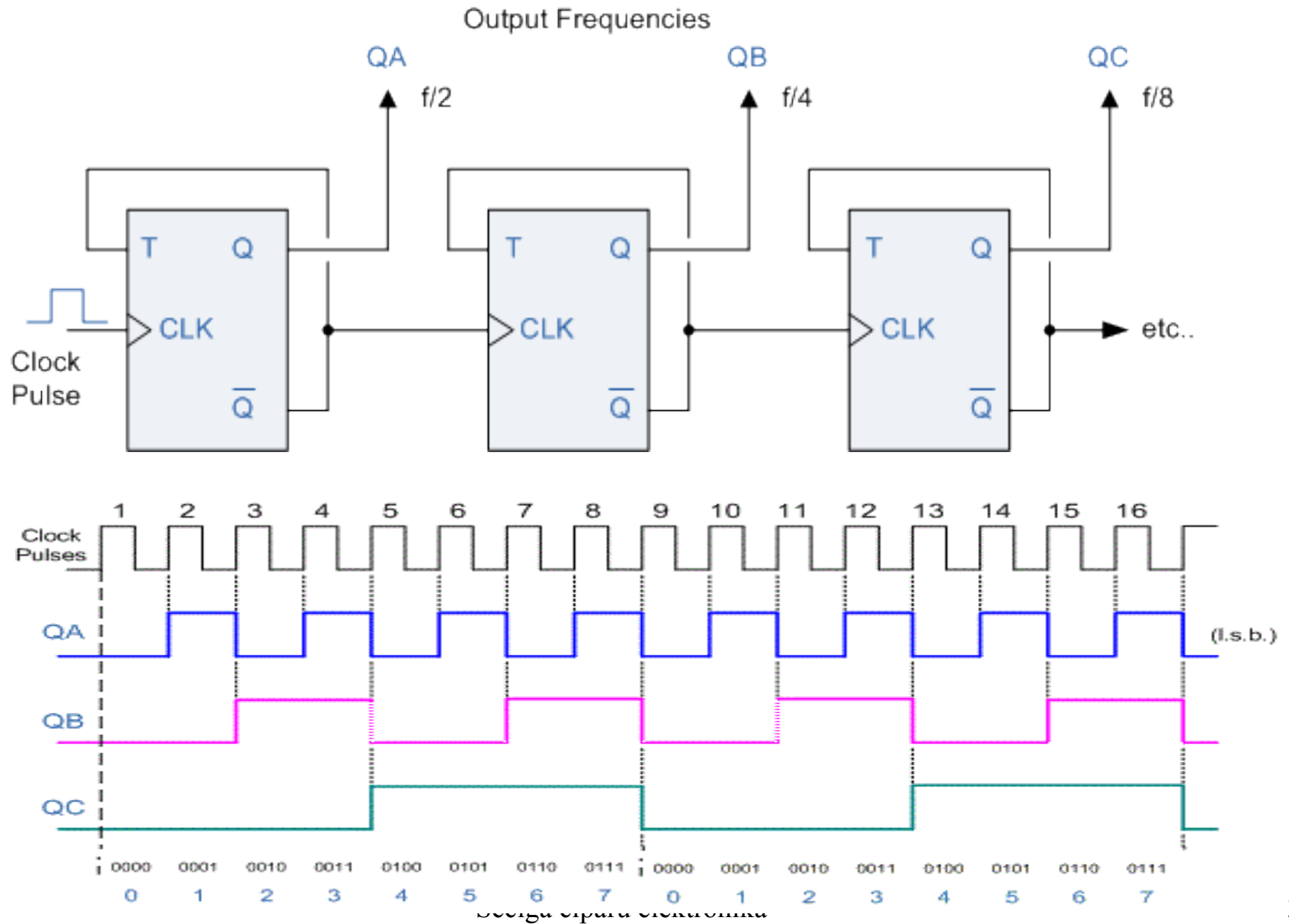
- Data in – virknes ieejas dati
- Clock – pulksteņa signāls (kopīgs visiem trigeriem)
- Q1-Q4 – paralēlās datu izejas
- Pamatelementi – D Flip-flop



# Bīdes reģistru pielietojums

- Aiztures realizēšana
- Virknes datu pārveidošana paralēlajā un otrādi
- Datu nobīdīšana pa labi vai pa kreisi
- Reizināšana ar 2, ja dati tiek nobīdīti pa kreisi
- Dalīšana ar 2, ja dati tiek nobīdīti pa labi

# Skaitītājs



# Mājas darbs Nr.2

- Izveidot loģisko shēmu, kas nodrošina gaismas diodes LED0 mirgošanu ar frekvenci tieši 0.5Hz (1 sekundi nedeg, 1 sekundi deg, utt.)
- Iesūtīšanas termiņš līdz **30.09.2011**, 30 minūtes pirms lekcijas sākuma

Paldies par uzmanību!  
Jautājumi?