

Tallinna Tehnikaülikool
1999.a.

Referaat aines
Test ja diagnostika elektroonikas
Teemal
Digitaalloendurid

Rait Rand
LAE 71

Loendurid

Loendurid on ühed enimkasutatud ja mitmekülgseimad elemendid (alamsüsteemid) digitaal süsteemides. *Clock*-i juhitatavat loendurit saab kasutada *clock*-i impulsside loendamiseks. Kui on teada *clock*-i impulsi intervall, siis saab kasutada loendurit aja mõõtmiseks ja seega ka sageduse mõõtmiseks.

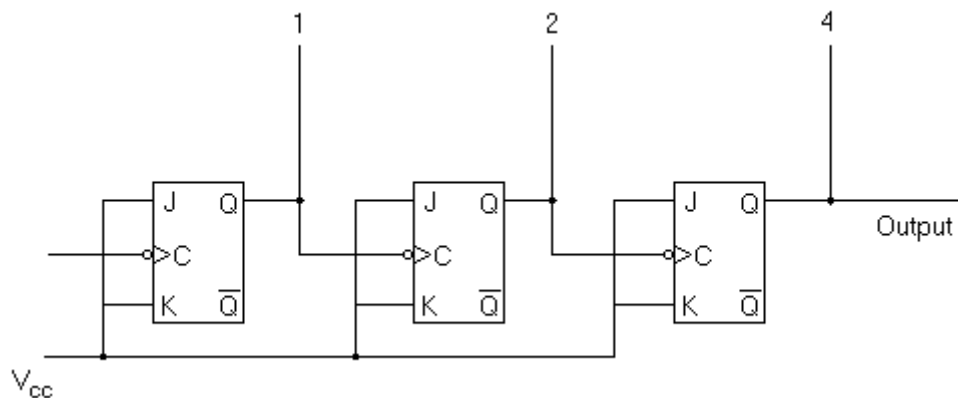
Loendurid liigitatakse

- Asünkroonsed loendurid
- Sünkroonsed loendurid

Pulsatsiooniloendur on lihtne nii oma operatsioonide põhimõtte, kui ka konstruktsioonilt ja teda saab valmistada kasutades väga vähe erinevaid komponente. Loenduri halb omadus on see, et tal on kiiruse suhtes piirang peal, s.t. iga triger lülitub vastavalt eelmisele trigerile ja seetõttu tekib ajanihe.

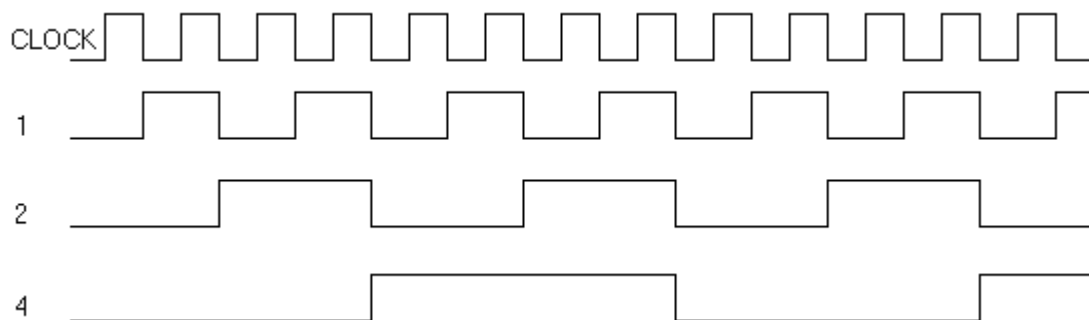
Sooviga kasutada kiiremat loendurit tuleks kasutada nn. paraleelset või sünkroonset loendurit.

➤ Asünkroonsed loendurid



Joonis nr. 1

Joonisel on kujutatud kolme järjestikku ühendatud JK-trigerit, mis on juhitud *clock*-iga. Iga antud blokk sellel skeemil on JK triger, mis on pandud käituma nagu T triger, kuna J ja K sisendid on ühendatud.

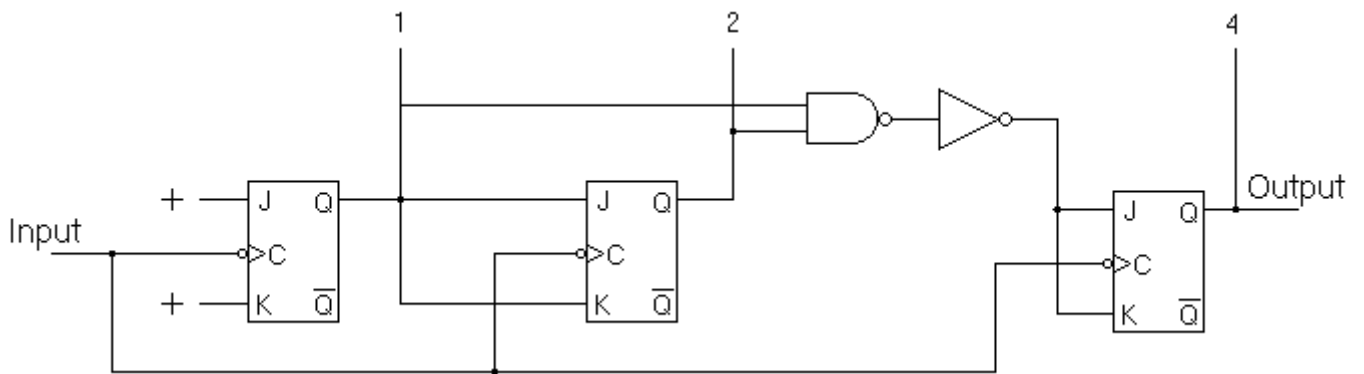


Joonis nr. 2

Oletame, et laseme impulsi jada esimesse trigerisse. Kui impulss esimest korda läheb "kõrgeks", siis triger olek on SET. Teistkordsel impulsi kõrgeks minemisel trigeri olek on CLEAR jne. Seetõttu esimese trigeri väljund saab

väärtuseks 1, seega on väljundi impulsikuju sagedus võrdne poolega sisendsignaali sagedusest. Protsess kordab ennast igas järgmises trigeris ja iga triger lülitub peale igat eelmise trigeri kahte lülitamist. Väljundid on järjestatud vastavalt nende väärtusele kahendkoodises numbris – kolmanda trigeri väljund esindab kahendkoodises arvu kolmandat kohta, ehk $2^2=4$. Kolmest trigerist koosnev loendur loendab kolmebitiseid kahendkoodiseid arve. Seega loendab antud loendur kahendkoodiseid arve alates 000 kuni 111 ja tagasi 000-ni. Loendur on asünkroone, kuna parempoolne triger loendab alles siis, kui temast vasakpoolne triger on loendamise lõpetanud.

➤ **Sünkroonsed loendurid**



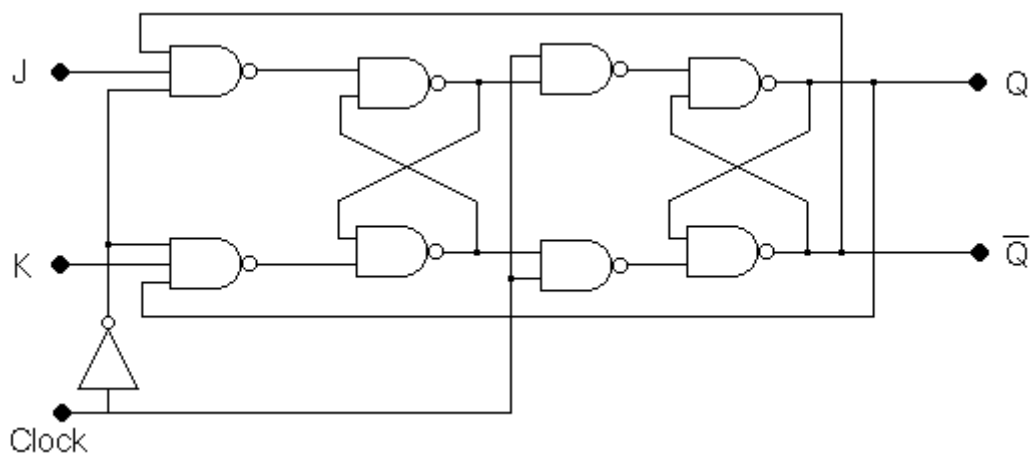
Joonis nr. 3

Antud loendur on sünkroone, kuna clock-i toidab üks ja sama impulss, seega reageerivad kõik kolm trigerit samaaegselt (sünkroonselt) clock-i muutusele.

Selle sünkroonse loenduri teine triger lülitub vaid siis, kui esimese trigeri väljund oli 1, kolmas triger lülitub siis, kui nii esimese, kui ka teise trigeri väljundid olid 1-ed.

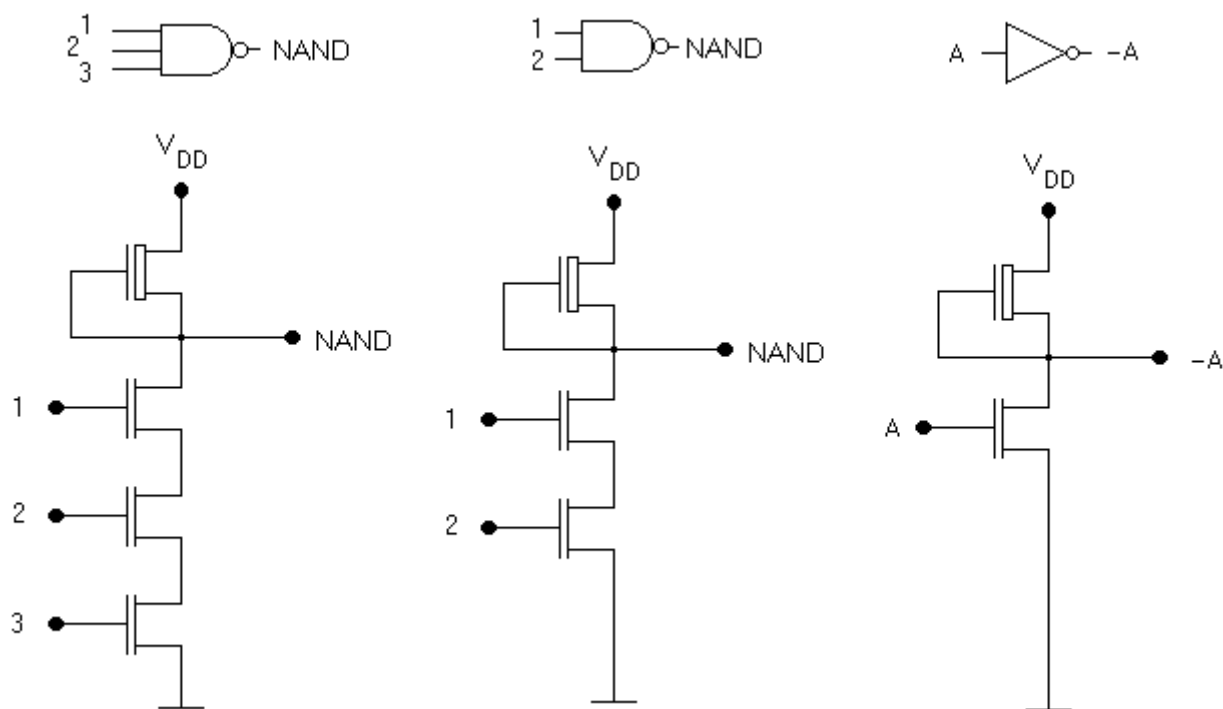
Enamus TTL loogikal põhinevaid loendureid on nn. *Up-only* loendurid, s.t. nad loendavad numbreid ainult suurenemise järjekorras.

➤ **Skeemid**



Joonis nr. 4

Joonisel nr. 4 on kujutatud *nand* elementidest koosnevat JK-trigeri skeemi



Joonis nr. 5

Joonisel nr. 5 on NMOS transistoridest koostatud skeemid kolme sisendiga NAND elemendi, kahe sisendiga NAND elemendi ja inverteri jaoks. Neid kolme loogikaelementi kasutades saab projekteerida JK-trigeri, milledest omakorda saab projekteerida loenduri, kuna neid kolme loogikaelementi saab luua kasutades ainult NMOS transistore, siis järelkult on ka näiteks loendur teostatav ainult NMOS transistore kasutades.

Kasutatud kirjandus:

- Mark N. Horenstein "Microelectronic Circuits and Devices" second edition
- Savant "Electronic Circuit Design"
- Malvino/Leach "Digital Principles and Applications"