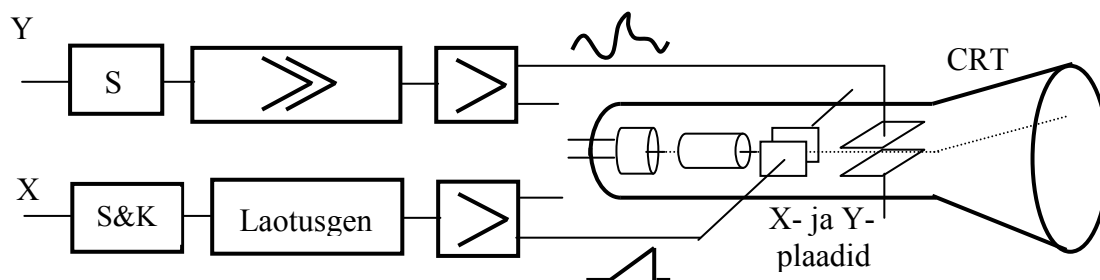


4 OSTSILLOGRAAF

4.1 STRUKTUUR

Ostsillograaf – seade elektrivõnkumise (pinge) ajalise kuju jälgimiseks ja mõõtmiseks. Liigitus: analoogostsillograafid ja digitaalostsillograafid.

a) Analoogostsillograaf

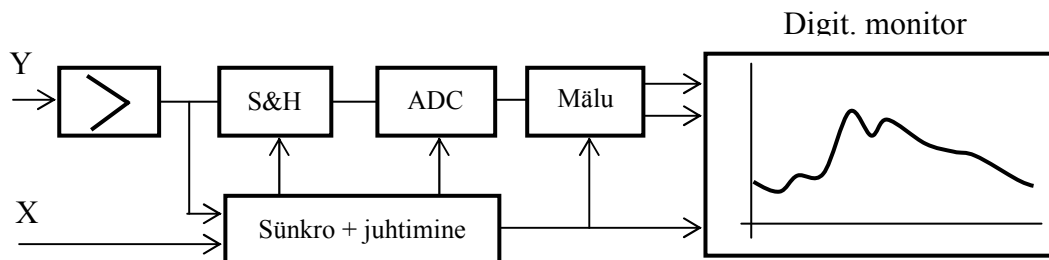


Uuritava signaali sisend Y : sisendseade S , võimendi, sümmeetrilise väljundiga lõppvõimendi.

Sisend X (sünkrosignaali – *triggering*): sünkroniseerimis- ja käivitusseade $S&K$, laotusgeneraator, süm. väljundiga lõppvõimendi.

Katoodkiiretoru CRT – elektronkahur, Y - ja X -plaadid, luminofoor.

b) Digitaalostsillograaf



Sisendsignaali läheb peale võimendamist hoidikule S&H ning analoog-digitaal-muundurile ADC. Signaali salvestamist mälusse, töötlemist ja monitoril esitamist juhib protsessor. Kuna signaal säilitatakse mälus digitaalkujul, on selle taastamine ja kujutise saamine lihtsam kui pideva töötamisega analoogseadmes.

Digitaalostsillograafi kasutamisel on tema välised omadused põhimõtteliselt samasugused kui analoogtoimega ostsillograafil.

4.2 TÖÖPÕHIMÕTE, SÜNKRONISEERIMINE

Tööpõhimõte

Analoogseade:

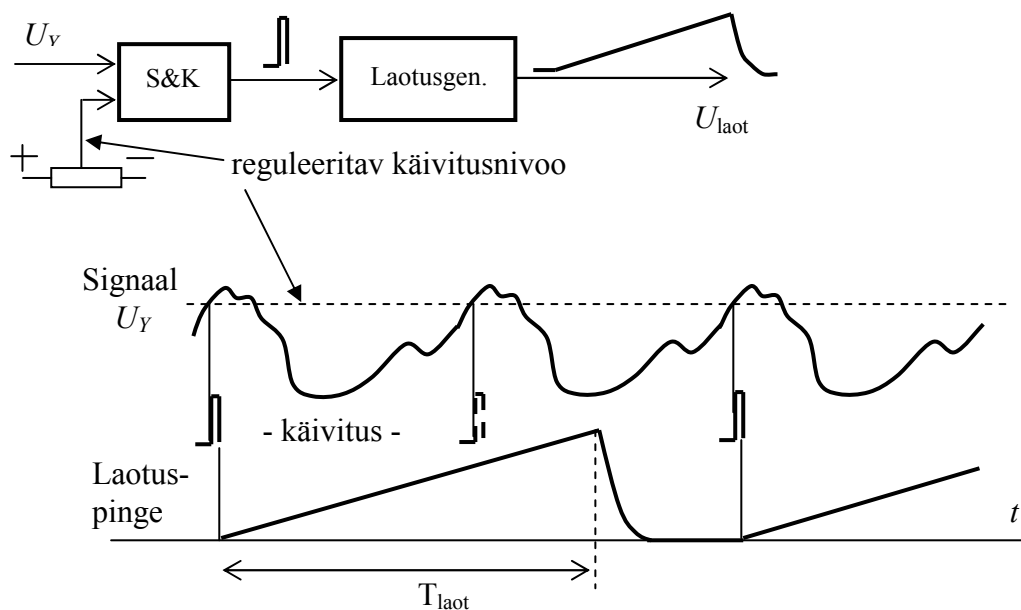
- lineaarselt ajas muutuv laotuspinge tagab kujutispunkti lineaarse liikumise ajas;
- kui korduvad laotuspinge käigud on sisendsignaali sünkroniseeritud, tekitab monitoril paigalseisev kujutis.

Digitaalseade:

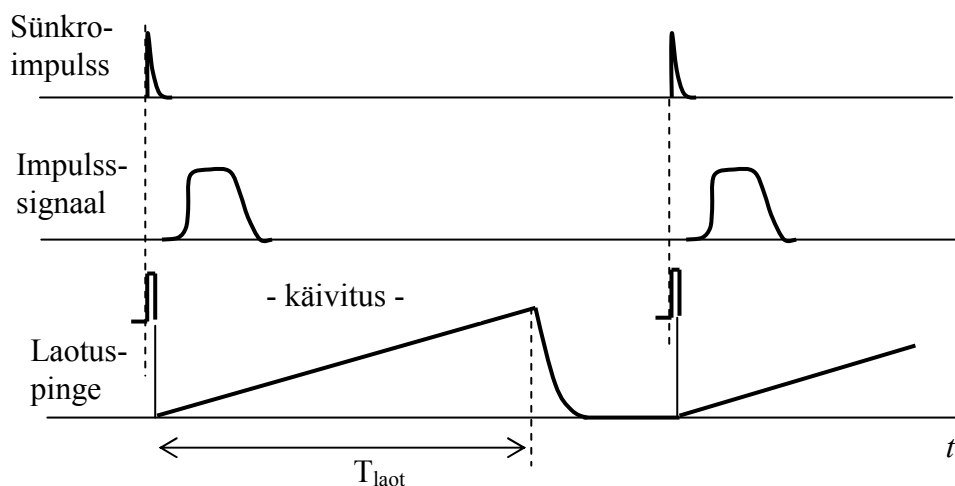
- paigalseisev kujutis tekkib mälust taastatava signaali osana;
- sünkroniseerimine on vajalik mälu sisu perioodiliseks uuendamiseks.

Tüüpilised sünkroniseerimismeetodid

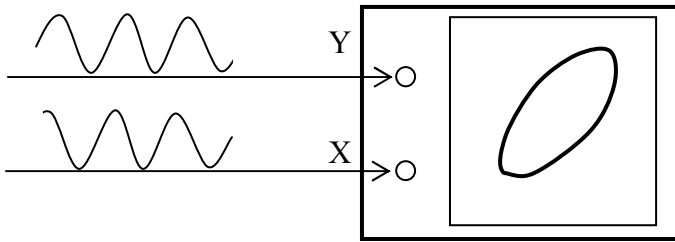
a) Perioodiline sisendsignaali, käivitus sisendsignaaliga



b) Käivitus sünkrosignaali, mis kaasneb sisend-impulssiga



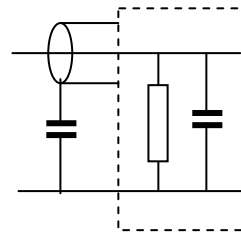
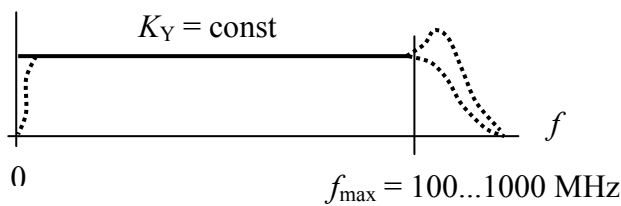
c) XY-sisendite kasutamine (laotusgeneraator välja lülitatud)



Sisendsignaalid:
 – sama sagedusega siinused, kui mõõdetakse faasinihet,
 - erineva sagedusega siinused, kui mõõdetakse sageduste suhet
 Lissajous' kujundite abil

4.3 SIGNAALI SISEND (Y-KANAL)

Y-kanalisse siseneb uuritav signaal. Selle jälgimiseks on vajalik tema võimendamine, vajaduse korral aga ka eelnev nõrgendamine atenuaatori abil. Võimendi sagedus-karakteristik peab olema väga stabiilne võimalikult laias sagedusalas.



Sisendtakistus

Madalamatel sagedustel on sisendtakistus määratud praktiliselt ühendusjuhtme

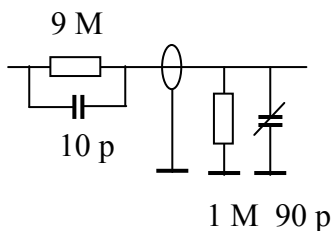
mahtuvusega: $Z_{sis} = \frac{1}{1/R + j\omega C}$.

Näiteks sagedusel 1 MHz $C = 40 \text{ pF} \rightarrow |Z_C| \approx 4 \text{ k}\Omega$,
 10 MHz juures aga ainult 400Ω .

Sisendtakistuse tõstmiseks kasutatakse pingejaguriga (10:1 või 100:1) sisendkaableid.

Pingejagur 10:1

$K_U = 0,1$
 $Z_{sis-pj} = 10 * Z_{sis}$



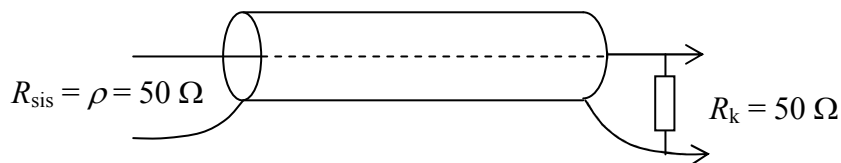
Pingejaguri reguleerimine:
 väike C – parim – liiga suur C



Aktiivne FET-sisend kasutab sisendkaabli ette otsa paigutatud FET-võimendit. Selle pingevõimendus on 1, kuid sisendtakistus $100 \text{ M}\Omega \parallel 3 \text{ pF}$.

Sobitatud sisendtakistus kõrgetel sagedustel

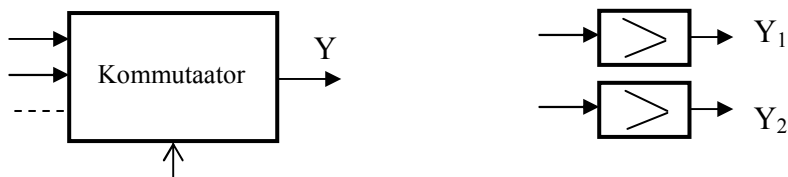
Tavaliselt on kasutusel süsteemid, milles kõigi seadmete tunnustakistus (lainetakistus) ρ on võrdne $50 \text{ }\Omega$ (mõnikord ka $75 \text{ }\Omega$). See tagab olukorra, kus peegeldunud laine süsteemis puudub ja edastatav võimsus on maksimaalne. Ka ostsillograafi sisendtakistus (st ühenduskaabli sisendtakistus) on sama suur.



4.4 OSTSILOGRAAFI ERIKUJUD

Üldotstarbelisel ostsillograafil on palju lisavõimalustega variante:

- **mitmekanalised ja mitmekiirelised** ostsillograafid mitme signaali üheaegseks jälgimiseks;



- **televisiooniostsillograafid**;

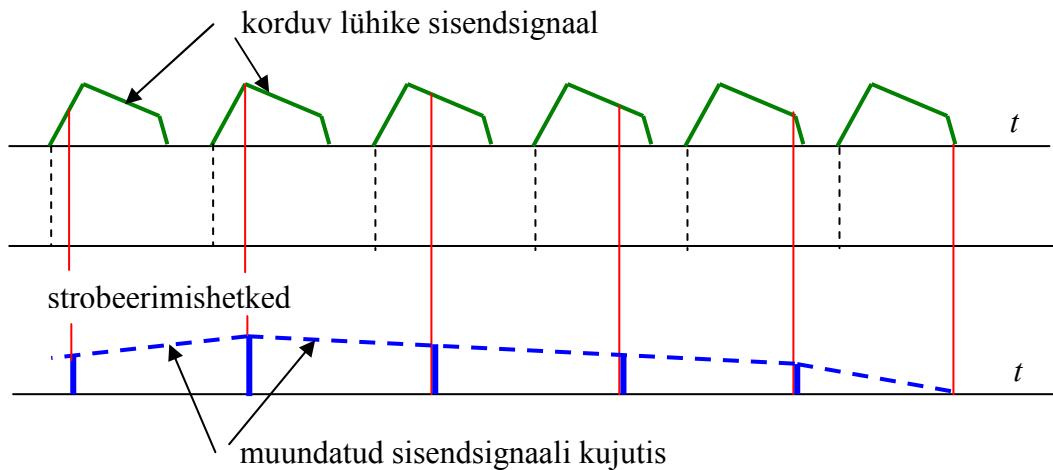
- **stroboskoop-ostsillograafid** (*sampling scopes*).

Signaali ajalisel diskreetimisel on vaja jälgida, et oleks täidetud Nyquist-Kotelnikovi teoreemist tulenev nõue: diskreetimissamm $\Delta t_d \leq 1/(2f_{\text{max}})$, kus f_{max} on maksimaalne sagedus jälgitava signaali spektris. Vastavalt sellele peab diskreetimissagedus $f_d = 1/\Delta t_d$ olema vähemalt 2 korda suurem maksimaalsest sagedusest f_{max} .

Korduvate kiiretoimeliste signaalide jälgimiseks saab kasutada signaali ajamastaabi **stroboskoopilist muundamist**, mis võimaldab palju korda tõsta efektiivset sagedusriba

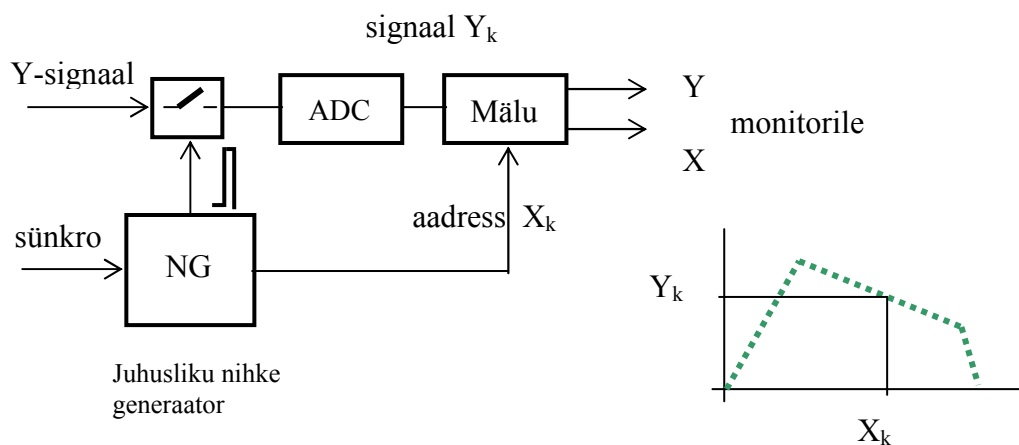
laiust. See muundamine on tuttav kino- ja videotehnikast, kus kiireltliikuva auto rattad kas pöörlevad aeglaselt edasi- või tagasisuunas, samuti võivad ka hoopis seisma jääda.

Ajas lineaarselt kasvava sammuga muundamise põhimõte



Juhuslikult muutuva sammuga (random sampling) muundamine on kasutusel digitaalses stroboskoop-ostsillograafis.

Sünkrosignaali suhtes hilistuva sammu suuruse tekitab juhusliku arvu generaator. Sama arv määrab mälus signaali punkti aadressi (X_k). Teatud aja jooksul tekkib mälusse küllalt signaalipunkte, mis võimaldab taastada (interpoleerides) signaali ajalise kuju.



Kui signaali ühekordse kujutise saamiseks on vaja N sisendsignaali töötlemine, siis suureneb ekvivalentne sagedusala laius samuti N korda.