Mælitækni I:

Stafrænar sveiflusjár

Kafli 9

Jón Tómas Guðmundsson

tumi@hi.is

18. október 1999

Heimildir

- David A. Bell, *Electronic Instrumentation and Measurements*, 2 ed., Prentice Hall, 1994, kafli 10

Inngangur

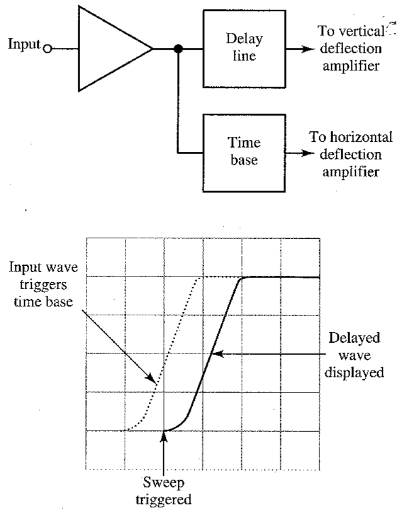
Söfnunar sveiflusjá

- Merki sem hefur of háa tíðni til þess að birta megi það á venjulegri sveiflusjá má safna og birta sem safn punkta
- Í söfnunar sveiflusjá (e. sampling oscilloscope) er endurteknu merkið safnað, einum punkti á ólíkum stöðum í hverri lotu
- Safnið er síðan notað til að mynda lág-tíðni mynd af hátíðni bylgjuforminu

Stafræn sveiflusjá

- Innmerkjum er safnað og þau geymd í stafrænu minni
- Geymd merki er síðan kölluð út úr minni og birt á skjá sveiflusjár
- Stafræna sveiflusjá má nota til að skoða einn atburð eða endurtekin merki

Tafinn tímagrunnur

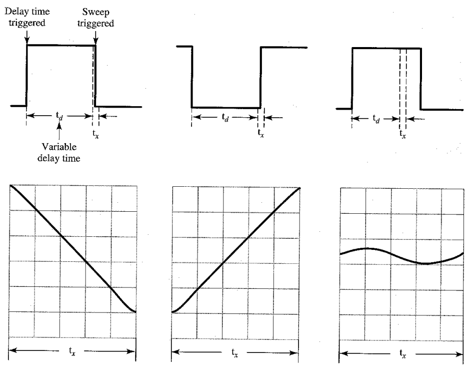


- Flestar sveiflusjár hafa biðtíma áður en merkið fer inn á magnara fyrir lóðrétt stýriskaut
- Þetta er gert til að samstilla merkið við tímagrunn þannig að skoða megi bæði leiðandi og fylgjandi hluta púlsaðs bylgjuforms

Tafinn tímagrunnur

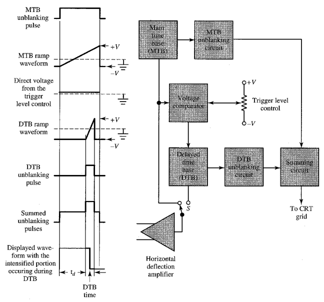
- Venjulega er þessi töf ekki nægjanleg til að skoða megi nákvæmlega hvaða hluta bylgjuforms sem vera skal
- Í sumum sveiflusjám er innleidd stillanleg töf í tímagrunninn (e. delayed-time base oscilloscope)
- Með þessu er mögulegt að sveipbylgjunni sé komið af stað eftir tiltekna töf

Tafinn tímagrunnur



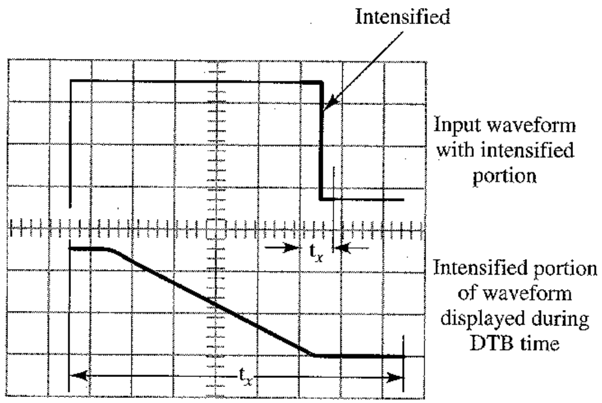
- Nota má leiðandi brún púls til að setja af stað töfina t_d svo að skoða megi nánar fylgjandi brún
- Hluti bylgjuformsins sem spannar tímann t_x er þá látinn fylla skjá sveiflusjárinnar
- Stilla má töfina til að skoða aðra hluta bylgjuformsins

Tafinn tímagrunnur



- Sveiflusjá með tafinn tímagrunn (e. delayed time base (DTB))
- Töfðum tímagrunni er komið af stað þegar spennan frá megin tímagrunni (e. main time base (MTB)) er jöfn spennunni fá samanburðarrásinni
- Rampinn frá tafða tímagrunninum er mun styttri en rampinn frá megin tímagrunni sveiflusjárinnar en hefur sama útslag
- Summa púlsanna frá megin tímagrunni og töfðum tímagrunni afmarka þann hluta bylgjuformisns sem er skoðaður

Tafinn tímagrunnur

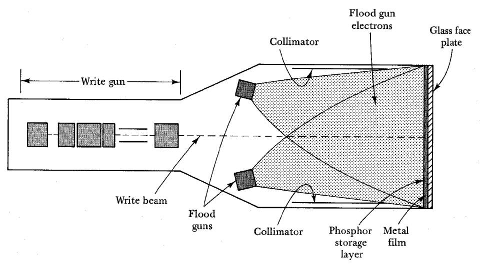


- Bæði má birta allt bylgjuformið og magnaða hlutann með því að nota skiptihátt

Geymsla bylgjuforms

- Fosfór efnin sem notuð eru í skjá sveiflusjár ljóma að jafnaði aðeins í nokkrar ms
- Lágtíðni merki sjást því aðeins sem punktur sem færist yfir skjáinn
- Þetta er óæskilegt þegar skoða á svipula hegðun (e. transients)
- Með sérstökum bakskautslömpum má viðhalda bylgjuforminu á skjánum í lengri tíma ($\geq$ klukkustund)

Geymsla bylgjufoms



- Myndin sýnir tvístöðugan bakskautslampa. Þá er átt við að bylgjuformið er annaðhvort birt eða ekki birt
- Skjárinn hefur geymslulag úr fosfórefni sem getur gefið útgeislun rafeinda, með einangrandi efni á milli agna
- Málmþynna er á milli fosfórgeymslulagsins og glersins í skjánum
- Skrifbyssan er mynduð úr hröðunar- og stýriskautum eins og áður
- Flæðibyssur eru bakskaut sem eru hituð til að mynda flæði lágorkurafeinda

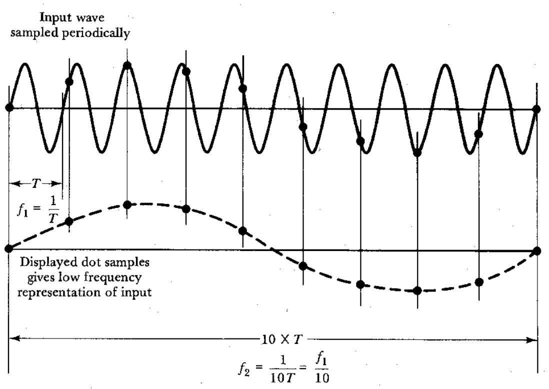
Geymsla bylgjufoms

- Flæðibyssurnar eru tengdar við jörð en málmfilman er við 1 – 3 V og lágorkurafeindir safnast því á skjánum innanverðum
- Ef rafeindabyssan er ekki virk þá hafa lágorku rafeindirnar ekki áhrif á fosfórlagið
- Þegar skrifbyssan er virk skrifar hún bylgjufom á skjáinn og rafeindir frá henni hafa nægilega orku til að valda útgeislun rafeinda frá fosfórefnunum
- Sérhver punktur á skjánum er því jákvætt hlaðinn og jákvætt hlaðin braut markast af bylgjufominu
- Lágorkurafeindirnar frá flæðibyssunum dragast að þessari jákvæðu braut og sameinast fosfórefnunum með tilsvarandi ljómun
- Þessu má viðhalda í um klukkustund

Sveiflusjá með söfnunarrás

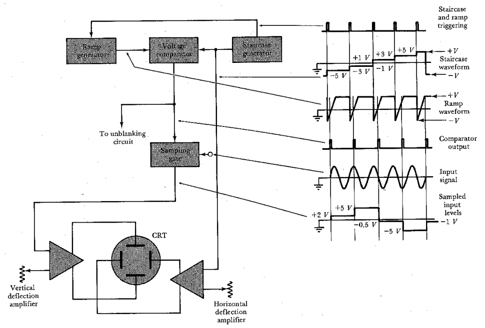
- Venjulegar hliðrænar sveiflusjár hafa efri tíðnimörk (bandbreidd) við 20 – 50 MHz. Hærri tíðnir láta geislann fara svo hratt yfir skjáinn að hann sést ekki
- Sveiflusjár með söfnunarrás leysa þetta vandamál með lágtíðni punktframsetningu merkisins
- Sérhver punktur sýnir augnabliks útslag innmerkisins og eitt sýni er tekið úr hverri lotu
- Söfnunarrásin verður að vinna úr háu tíðnunum en skjárinn, láréttu- og lóðréttu stýriskautin og magnarar geta gerið lágtíðnitól

Sveiflusjá með söfnunarrás

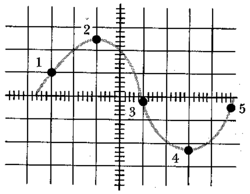


- Skoða má lotubundið hátíðnimerki með því að safna úr hverri lotu og mynda punktasafnið við lægri á sveiflusjá
- Aðeins er hægt að skoða lotubundin merki með þessari aðferð. Svipula hegðun er ekki hægt að skoða á þennan hátt

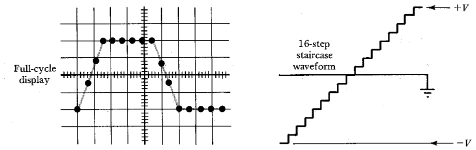
Sveiflusjá með söfnunarrás

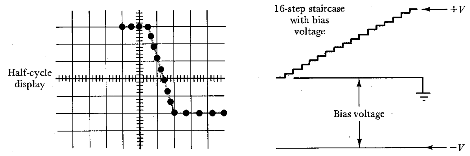


- Stigalind (í stað rampalindar) er notuð til að stýra láréttri færslu geislans
- Bylgjunni er safnað við upphaf hvers skrefs og söfnuðu spennustigin stýra lóðréttri færslu



Sveiflusjá með söfnunarrás

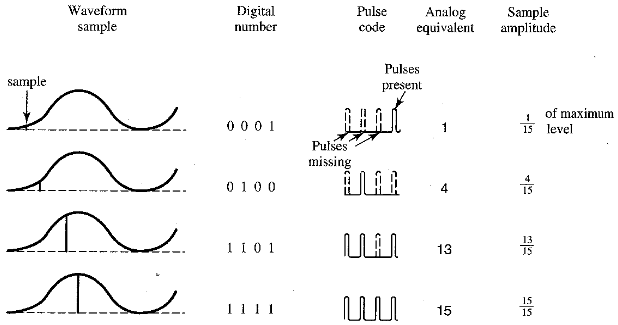




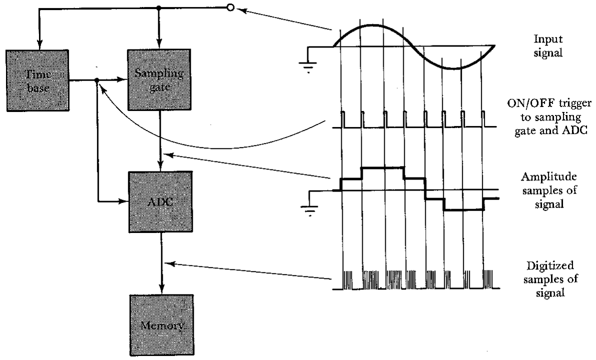
- Hallanum á skjábylgjuforminu er breytt með því að breyta því hvar stiginn byrjar
- Þá má skoða hluta af innmerkinu nánar, og á þeim hluta merkisins fæst þéttari söfnun

Stafrænar sveiflusjár

- Í stafrænni sveiflusjá er sýnishornum safnað úr bylgjuforminu með ákveiðnni fastri tíðni og því breytt í púlsaröð eða stafræna tölu
- Þannig er 1111 fullt útslag frá 4-bita A/D-breytu

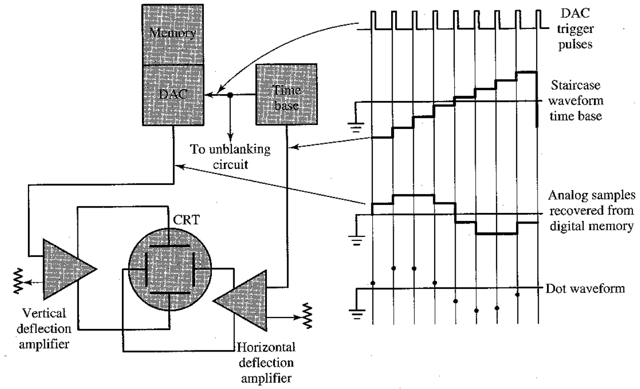


Stafrænar sveiflusjár



- Sýnishorn er tekið úr bylgjuforminu á hliðrænan hátt og sérhverju söfnuðu gildi er breytt í tilsvarandi stafrænt gildi með A/D breytu
- Tímagrunnur sveiflusjárinnar myndar púlsa af tiltekinni söfnunartíðni. Þessir púlsar stýra söfnunarhliðinu og setja af stað A/D breytuna
- Gögnin eru geymd í minni

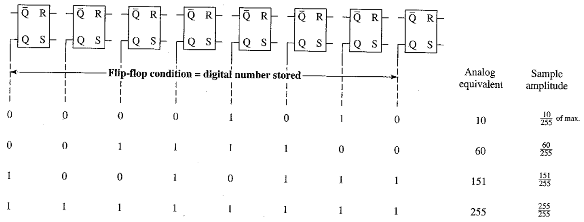
Stafrænar sveiflusjár



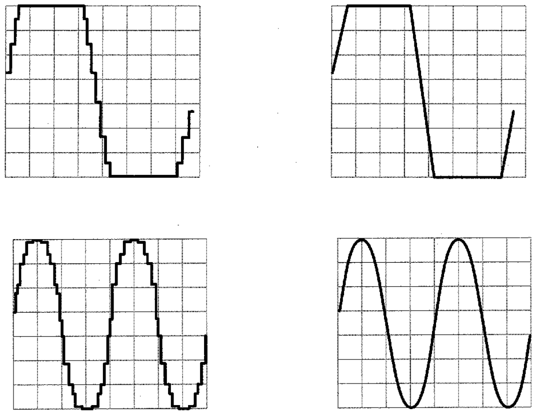
- D/A breyta breytir stafrænu gögnunum aftur í hliðrænt merki sem stýrir lóðréttu stýriskautunum
- Hvert sýnishorn myndar einn punkt í bylgjuforminu sem á skjánum birtist

Minni og upplausn

- Flestar stafrænar sveiflusjár sem einnig geyma merkið safna með 8 bita A/D breytu
- Upplausnin er þá $1/(2^8 - 1) = 1/255 = 0.4\ \%$
- Stafræn sveiflusjá sem getur geymt $2^{12} = 4096$ safngildi hefur 4 k minni



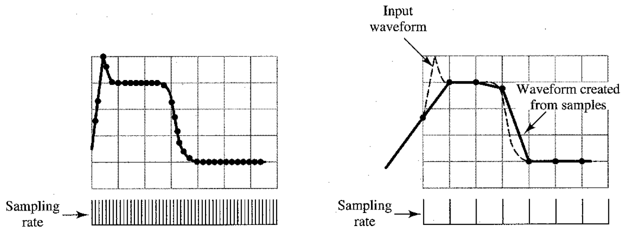
Stafrænar sveiflusjár-Brúun



- Oft er brúað á milli punkta. Línuleg brúun er notuð fyrir púlsa en sínusbrúun fyrir sínusbylgjur

Söfnunarhraði

- Ef 500 kHz merki er sýnt á sveiflusjá sem safnar á 50 MHz þá höfum við 50 MHz/500 kHZ = 100 gildi/lotu.
- Ef söfnunartíðnin er 5 MHz höfum við aðeins 10 gildi/lotu



(a) A high sample rate gives a good-quality waveform display

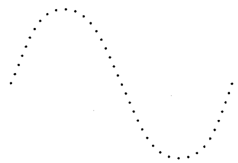
(b) Important waveform details may be lost with a low sample rate

Stafrænar sveiflusjár-Söfnunarhraði

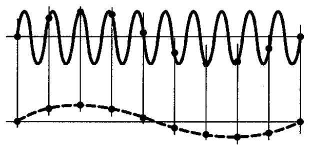
- Til þess að geta endurunnið merkið sem safnað er úr þarf söfnunartíðnin að vera tvöföld tíðni merkisins (söfnunarregla Shannon í merkjafræði og Nyquist í stýritækni)
- Í raun og veru viljum við safna með tíðni sem er í það minnsta 20 – 30 föld hæsta tíðni merkisins. Þetta gildir sér í lagi ef merkin eru ekki lotubundin
- Sumir framleiðenduur segja bandvídd = $\frac{1}{4}\times$ söfnunartíðni, t. d. 25 MHz ef söfnunartíðnin er 100 MHz, aðrir segja bandvídd = $\frac{1}{2}\times$ söfnunartíðni

Raun- og jafngildistímasöfnun

- Stafrænar sveiflusjár sem geyma merkið eru hentugar til að skoða merki af lágum tíðnum og eru stundum nefndar rauntímasveiflusjár



- Þegar bylgjuform er mundað úr nokkrum safngildum sem eru tekin í hverri lotu er hún nefnd rauntímasöfnun

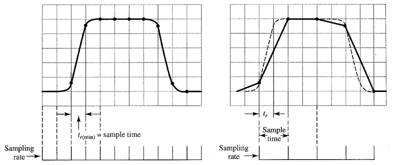


- Jafngildissöfnun er það nefnt þegar tíðni bylgjuformsins er of há fyrir rauntímasöfnun

Ristími og söfnunarhraði

- Ef söfnunartíminn er 100 MHz þá er hámarksristími

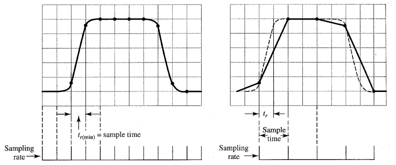
$$t_r = \frac{1}{T} = 10 \text{ ns}$$



(a) Pulse with a rise time equal to the sampling time interval

(b) Pulse waveform with a rise time less than the sampling time interval

- Stilling lóðrétts útslags og sveiptíma getur verið sjálfkrafa eða handstillt
- Slíkar sveiflusjár geta birt allt að 4 innmerkjum, sem ýmist geta verið öll ný eða blanda af nýjum og geymdum



(a) Pulse with a rise time equal to the sampling time interval

(b) Pulse waveform with a rise time less than the sampling time interval