

Mælitækni I:

Stafrænar sveiflusjár

Kaffi 9

Jón Tómas Guðmundsson

tumi@hi.is

17. september 2007

1

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

2

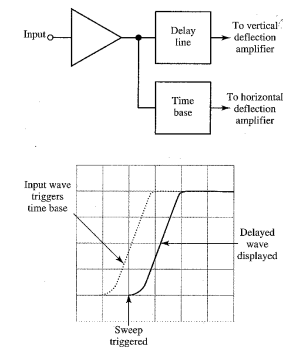
Inngangur

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

3

Tafinn tímagrunnur



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

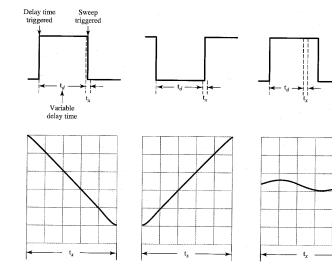
4

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

5

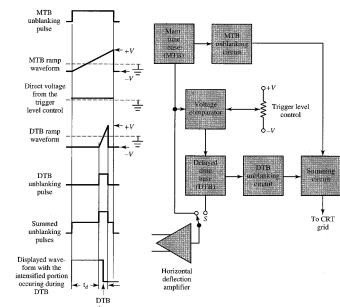
Tafinn tímagrunnur



- 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

6

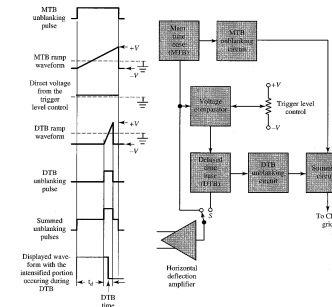
Tafinn tímagrunnur



- 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 frá samanburðarrásinni

7

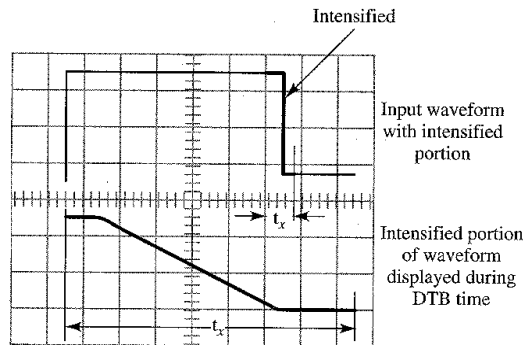
Tafinn tímagrunnur



- 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 bylgjuformisins sem er skoðaður

8

Tafinn tímagrunnur



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

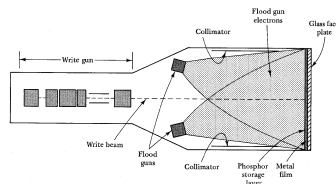
9

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 færast 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)

10

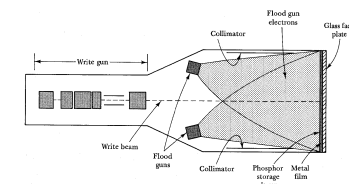
Geymsla bylgjuforms



- 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
- Málmpynna er á milli fosfórgeymslulagsins og glersins í skjánum

11

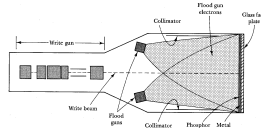
Geymsla bylgjuforms



- Skrifbyssan er mynduð úr hröðunar- og stýriskautum eins og áður
- Flæðibyssur eru bakskaut sem eru hituð til að mynda flæði lágorkurafeinda
- 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

12

Geymsla bylgjufoms



- 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 tilsvareandi ljómun
- Þessu má viðhalda í um klukkustund

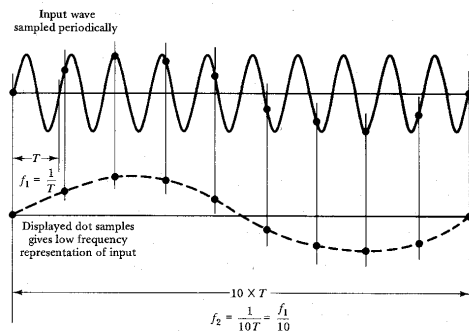
13

Sveiflusjá með söfnunarrás

- Venjulegar hliðrænar sveiflusjár hafa efri tíðnimörk (bandbreidd) við 20 – 50 MHz. Hærrí 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 skjárin, lárétu- og lóðrétu stýriskautin og magnarar geta gerið lágtíðnitól

14

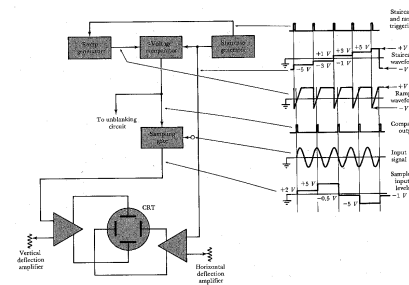
Sveiflusjá með söfnunarrás



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

15

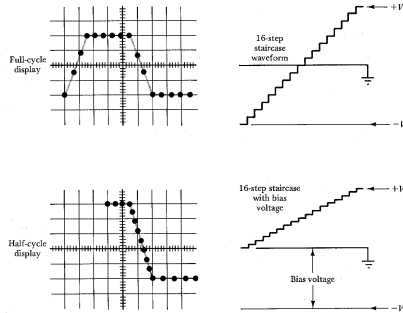
Sveiflusjá með söfnunarrás



- 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

16

Sveiflusjá með söfnunarrás

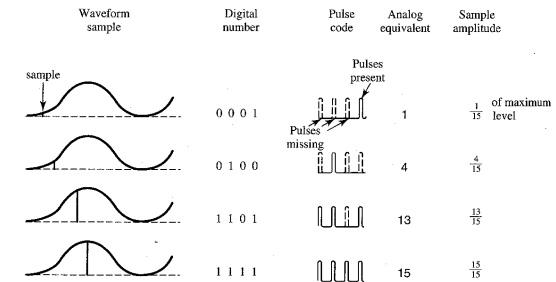


- Hallanum á skjábylgjuforminu er breytt með því að breyta því hvar stiginn byrjar
- Þá má skoða hluta af innmerkinu nánar, og á þeim hluta merkisins fæst þéttari söfnun

17

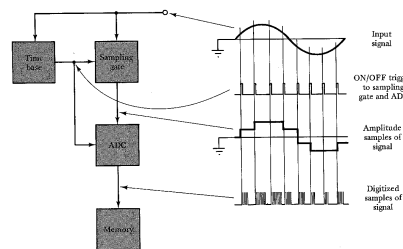
Stafrænar sveiflusjár

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



18

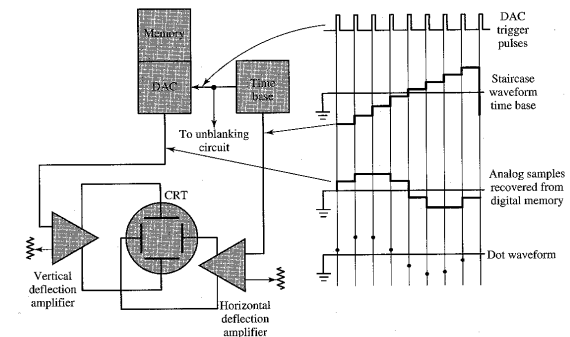
Stafrænar sveiflusjár



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

19

Stafrænar sveiflusjár

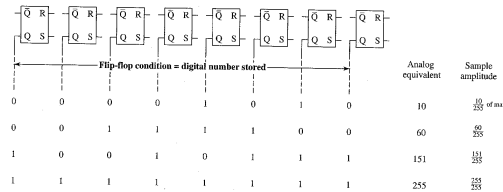


- D/A breyta breytir stafrænu gögnunum aftur í hliðrænt merki sem stýrir lóðréttu stýriskautunum
- Hvert sýnishorn myndar einn punkt í bylgjuforminu sem á skjánum birtist

20

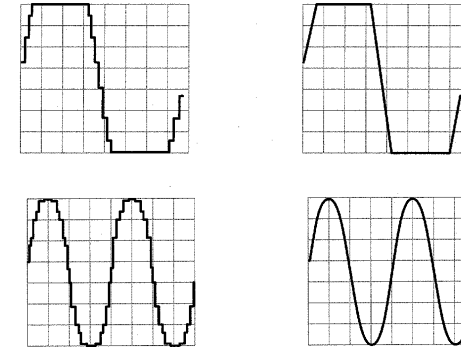
Minni og upplausn

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



21

Stafrænar sveiflusjár-Brúun

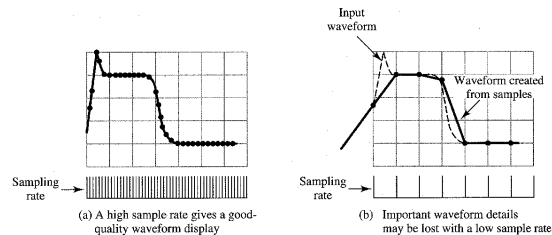


- Oft er brúað á milli punkta. Línuleg brúun er notuð fyrir púlsa en sínusbrúun fyrir sínusbylgjur

22

Söfnunarhraði

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



23

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 framleiðendur segja bandvidd = $\frac{1}{4} \times$ söfnunartíðni, t. d. 25 MHz ef söfnunartíðnin er 100 MHz, aðrir segja bandvidd = $\frac{1}{2} \times$ söfnunartíðni

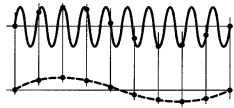
24

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**



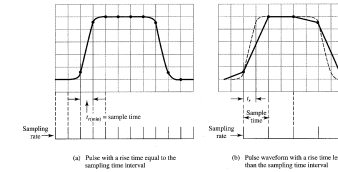
- **Jafngildissöfnun** er það nefnt þegar tíðni bylgjuformsins er of há fyrir rauntímasöfnun

25

Ristími og söfnunarhraði

- Ef söfnunartíminn er 100 MHz þá er hámarksristími

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



- 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

26

Frekara lesefni

Það er kafli um stafrænar sveiflusjár hjá Bell (1994, kafli 10) og hjá Wolf and Smith (2003, bls. 193–200).

References

Bell, D. A. (1994). *Electronic Instrumentation and Measurements*. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall.

Wolf, S. and R. F. M. Smith (2003). *Student Reference Manual for Electronic Instrumentation Laboratories* (2 ed.). Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall.

27