

SIGNALS AND SYSTEMS - QUIZ 12

Problem 1

Hvilket udsagn om analog-til-digital konvertering er sandt?

- 1: kvantisering sker før sampling.
- 2: Sampling sker før kvantisering.
- 3: Sampling og kvantisering er to udtryk for det samme.

Sol

Sampling \approx opsamling af en værdi (signal).

Kvantisering \approx Afrunding af en værdi.

Man er nødt til at opsamle en værdi inden man kan afrunde.

Svar: 2

Problem 2

Når reference spændingen af en 10-bit ADC er 5V, så toggler det mindst signifikante bit (LSB) når spændingen på det målte signal stiger med:

1: En værdi mellem 10 mV - 50 mV

2: En værdi mellem 5 mV - 10 mV

3: En værdi under 5 mV.

Soj

$$V_{\text{toggle, LSB}} = \frac{\text{range}}{2^N} = \frac{5V - 0V}{2^{10}} = \frac{5V}{1024} = 4.88 \text{ mV}$$

Svar: 3

Problem 3

Et cosinus-signal $x(t)$ med frekvensen 300 Hz samples med samplingsfrekvensen 1000 Hz.
Vælg det sande udsagn.

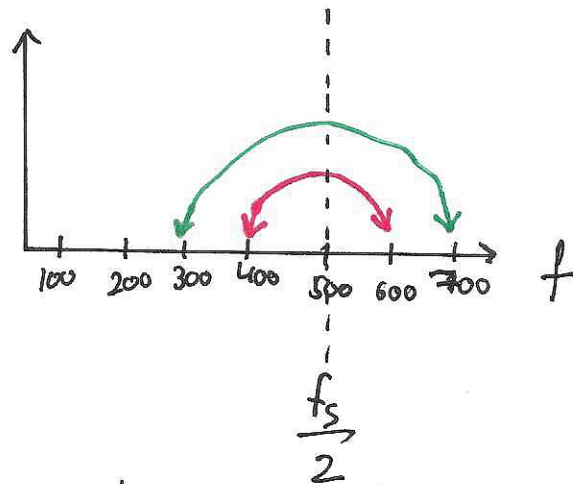
1: $x(t)$ har en aliaseret frekvens i 500 Hz.

2: $x(t)$ har et alias i 700 Hz.

3: $x(t)$ har et alias i 1000 Hz.

Sol

$$f_s = 1000 \text{ Hz}$$



Frekvensfordelingen afslører, at ved $f_s = 1000 \text{ Hz}$ har 300 Hz et alias i 700 Hz

Svar: 2

Problem 4

Et bioelektrisk signal med spændingsinterval $-1\text{ mV} - +1\text{ mV}$ skal digitaliseres.

ADC'en accepterer input i spændingsintervallet $0-5\text{ V}$.

Det digitaliserede signal skal kunne registrere en amplitudeændring på det uforstærkede signal med til $3\mu\text{V}$.
Vælg det sande udsagn.

1: Der behøves en forstærkning på 2500, et offset på 2.5 V og en 10-bit ADC.

2: Der behøves gain på 2000, et offset på 1 mV og en 8-bit ADC.

3: Der behøves gain på 3000, et offset på 5 V og en 12-bit ADC.

So!

Find gain og offset.

$$\left. \begin{array}{l} 0 = -1\text{ mV} \cdot a + b \\ 5 = 1\text{ mV} \cdot a + b \end{array} \right\} \begin{array}{l} a = 2500 \quad (\text{Gain}) \\ b = 2.5\text{ V} \quad (\text{Offset}) \end{array}$$

Kan kun være 1.

$$\Delta V_{\text{toggle}} = \frac{\text{range}}{2^N} \cdot \frac{1}{\text{gain}} = \frac{5\text{ V} - 0\text{ V}}{2^{10}} \cdot \frac{1}{2500} = 1.95\text{ }\mu\text{V}$$

10 bit ADC er nok.

Svar: 1

Problem 5

En ADC har en teoretisk dynamic range på 96 dB, men en effektiv dynamic range på 90 dB.

Vælg sande udsagn.

1: 11 bits kan bruges, 1 bit kan ikke.

2: 12 bits kan bruges, 1 bit kan ikke.

3: 15 bits kan bruges, 1 bit kan ikke.

Sol

Hver 6 dB i dynamic range svarer til 1 bit.

$$N_{\text{teoretisk}} = \frac{96 \text{ dB}}{6 \frac{\text{dB}}{\text{bit}}} = 16 \text{ bits}$$

$$N_{\text{eff}} = \frac{90 \text{ dB}}{6 \frac{\text{dB}}{\text{bit}}} = 15 \text{ bits}$$

15 ud af 16 bits kan bruges.

Svar: 3

Problem 6

Et signal med frekvensindhold 0-300 Hz ønskes samlet, med en 10-bit ADC. Over 300 Hz falder signalets amplitude med $6 \frac{\text{dB}}{\text{oktav}}$. Der benyttes et 2.ordens lavpasfilter med $f_c = 300 \text{ Hz}$ til at dæmpe frekvenser.

Hvad er den mindste samplingfrekvens der kan benyttes, hvis signalet ved $\frac{f_s}{2}$ ønskes dæmpet så meget, at signalet ikke detekteres af ADC'en.

1: $f_s = 3 \text{ kHz}$

2: $f_s = 4 \text{ kHz}$

3: $f_s = 5 \text{ kHz}$

Sol

10 bit ADC har dynamic range DR: $10 \text{ bit} \cdot 6 \frac{\text{dB}}{\text{bit}} = 60 \text{ dB}$.

Så ved $\frac{f_s}{2}$ kræves dæmpning på 60 dB.

Signalet falder naturligt med $6 \frac{\text{dB}}{\text{oktav}} = 20 \frac{\text{dB}}{\text{dec}}$ efter 300 Hz.

2.ordens lavpasfilter dæmper med $40 \frac{\text{dB}}{\text{dec}}$ efter 300 Hz.

Tilsammen: $60 \frac{\text{dB}}{\text{dec}}$

Dæmpningen starter ved 300 Hz. 1 dekade efter 3000 Hz.

$$|H(j\omega)| = -60 \frac{\text{dB}}{\text{dec}} \cdot 1 \text{ dec} = -60 \text{ dB} \quad (\text{ved } 3000 \text{ Hz})$$

f_s skal mindst være $f_s = 6000 \text{ Hz}$ hvis der ved $\frac{f_s}{2} = 3000 \text{ Hz}$ ønskes 60 dB dæmpning.

Svar: Ingen sande udsagn.

Problem 7

vælg sande udsagn om Butterworth filtertypen.

1: I kursets lærebog defineres Butterworth filteret ved dens overføringsfunktion.

Falsk: Den defineres ved amplituderesponset.

2: I kursets lærebog defineres Butterworth filteret ved dens amplituderespons.

Sandt. $|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^{2n}}}$

3: Filterets poler ligger jævnt fordelt på en enhedsarkel i ~~de~~ venstre halvplan i s-domanet.

Sandt i kun venstre halvplan. Poler i RHP medfører ustabil system.

Svar: Mere end ét sandt udsagn.

Problem 8

Vælg sande udsagn.

1: For et Butterworth filter med ulige orden og knækfrekvens $\omega_c = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, ligger der altid en pol i $+1$.

Falsk: polerne ligger altid i venstre halvplan.

2: For et Butterworth filter med lige orden og knækfrekvens på $1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, indgår alle poler i kompleks konjugerede par.

Sandt: $H_{\text{Butter}}(s) = \frac{1}{s^2 + a_{11}s + a_{10}} \cdot \frac{1}{s^2 + a_{21}s + a_{20}} \cdot \dots$ koefficienterne

$a_{11}, a_{10}, a_{21}, a_{20}, \dots$ er reelle. Derfor vil polerne optræde i kompleks konjugerede par.

Der vil ikke være nogle 1. ordens stager, så ingen poler på realaksen.

Svar: 2

Problem 9

1: For et 5. ordens filter faktorerises overføringsfunktionen i ét første-ordenstrin, og 2 identiske 2. ordenstrin.

Falsk: 2. ordenstrinene er ikke identiske.

2: For et 2. ordenstrin ^{filter} faktorerises overføringsfunktionen i 2 første-ordenstrin.

Falsk: Man beholder 2. ordenstrinnet samlet.

3: Når overføringsfunktionen faktorerises i en række 2. ordenstrin, vil hver anden-ordenstrin have forskellige polplaceringer, forskellige koefficienter og forskellige komponentværdier.

Sandt

Svar: 3

Problem 16

Om implementeringen af et Butterworthfilter via et eller flere Sallen-key kredsløb skal det sande udsagn vælges.

1: Ét Sallen-key kredsløb kan implementere et 4. ordens Butterworthfilter.

Falsk: Sallen-key kan kun implementere et 2. ordenstrin.

2: Komponentværdierne udregnes i første omgang for et filter med knæfrekvens i $1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$.

Sandt: De udregnes for et normaliseret filter.

3: Ønskes en knæfrekvens forskellig fra $1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ benyttes impedansskalering til at flytte knæfrekvensen.

Falsk: Man bruger frekvensskalering.

Svar: 2

Problem 11

Vælg sande udsagn.

1: Et Sallen-key kredsløb kan implementere et 2.ordens Butterworthfilter.

Sandt.

2: For et 4.ordens Butterworthfilter skal der bruges to identiske Sallen-key kredsløb, i serie.

Falsk: Kredsløbene skal ikke være identiske.

3: Ønskes en knækfrekvens forskellig fra $1/\sqrt{5}$ benyttes frekvensskalering.

Sandt: Man skalere (dividere) kapacitorerne med K_f .

4: Ved frekvensskalering skal kondensatorværdierne skaleres med samme faktor som knækfrekvensen skaleres med.

Sandt.

Svar: Mere end ét sandt udsagn.