Bonusuppgifter

Korrekta lösningar för varje uppgift genererar 1 bonuspoäng vardera till tentamen (maximalt 3 poäng). Observera att för korrekt lösning krävs korrekta axlar och enheter på figurer. Obs! Varje gång en figur redovisas så ska även den fullständiga koden som genererade figuren redovisas. Lärare ska kunna öppna kod-scriptet på en annan dator, trycka "Run" och då generera exakt den figur som redovisats. Avsnittet *redovisning* som hör till varje deluppgift beskriver hur uppgiften ska redovisas och svar ska motiveras kortfattat med stöd av de figurer som efterfrågas.

I Exempelkod.m genereras 6 figurer: ren signal, brus och brusig signal i både tidsdomän och frekvensdomän. Denna kod tillhandahålls av lärare för att underlätta att studenterna kommer igång och ska modifieras för att besvara uppgifterna.

Uppgift 1 – Frekvensspektra av en icke-stationär signal

En stationär signal har oförändrad frekvens, d.v.s. för $y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} a_k e^{j\omega_0 n}$ så är a_k en konstant. Verkliga signaler är aldrig riktigt stationära utan deras frekvens kan förändras som en funktion av tid. Denna uppgift undersöker hur frekvensspektra av en periodisk signal förändras vid icke-stationäritet.

a) Hur förändras frekvensspektra för en periodisk signal vars fundamentala frekvens har en varierande amplitud som funktion av tid? Utgå från en ren signal utan brus. D.v.s. för $y[n] = a\cos(\omega_0 n)$ där $a = f[n]$

Redovisning:
Generera en signal (sinusvåg) med $\omega_0 = 50$ Hz, samplingsfrekvens 150 Hz och signallängd 150 instanser (samples) där amplituden, a förändras linjärt från 1 till 0 över signalens längd. Visualisera signalen i tidsdomän och dess frekvensspektra (fft) i frekvensdomän. Beskriv kortfattat med stöd av figuren vad som händer.

b) Hur förändras frekvensspektra för en signal vars fundamentala frekvens förändras som en funktion av tid? Utgå från en ren signal utan brus. D.v.s. för $y[n] = a\cos(\omega_0 n)$ där $\omega_0 = f[n]$

Redovisning:
Generera en signal (sinusvåg) med amplitud 1, samplingsfrekvens 150 Hz och signallängd 150 instanser (samples) där den fundamentala frekvensen förändras linjärt från 49 Hz till 51 Hz. Visualisera signalen i tidsdomän och dess frekvensspektra (fft) i frekvensdomän. Beskriv kortfattat med stöd av figuren vad som händer.

Uppgift 2 – Frekvensspektra av en brusig signal

a) Vid digital signalbehandling så behöver man representera (sampla) sin tidskontinuerliga signal i diskreta tidpunkter. För att kunna avbilda signalen korrekt måste signalen vara samplad minst två gånger per (den snabbaste oscillationens) period (Nyquistkriteriet), men i praktiken krävs en högre samplingsfrekvens för att få en god avbildning. Vilken samplingsfrekvens krävs för en korrekt avbildning av en brusig signal? Utgå från den brusiga signalen (brus + signal) i exempelkoden.

Redovisning:
Beräkna frekvensspektra (fft) av den brusiga signalen för samplingsfrekvens mellan 10 Hz och 1000 Hz.

i) Plotta amplitud av frekvensspektrats peak som funktion av samplingsfrekvens.

ii) Plotta centerfrekvens av frekvensspektrats peak som funktion av samplingsfrekvens.

Motivera kortfattat med dessa figurer vilken samplingsfrekvens som krävs för att få en korrekt avbildning av signalen.

b) Visa vad som händer i frekvensspektra när en signal är samplad med för låg samplingsfrekvens. Utgå från den brusiga signalen (brus + signal) i exempelkoden.

Redovisning:
Beräkna frekvensspektra (fft) för en brusig signal som är samplad med 1) tillräckligt hög samplingsfrekvens och 2) för låg samplingsfrekvens och plotta dessa. Beskriv kortfattat vad som händer med stöd av figurerna.

c) Hur förändras frekvensspektra när två signaler med olika fas summeras? Utgå från två brusiga signaler med samma fundamentala frekvens men med varierande fasförskjutning.

Redovisning:
Beräkna frekvensspektra (fft) av två brusiga signaler där den ena signalen är fasförskjuten $\theta\ rad$. Variera θ mellan $[-\pi:\pi]$ och plotta amplitud av frekvensspektrats peak som funktion av θ. Motivera kortfattat frekvensspektrats förändring med denna figur.

Uppgift 3 – Analys av FIR och IIR-filter

Det finns många bibliotek och toolkits att tillgå för att konstruera och analysera filter i Matlab. Funktionerna designfilt() och freqz() finns i Matlab och ska användas i den här uppgiften för att relatera till kursmaterial och få grundläggande förståelse för hur ett filter kan designas och analyseras innan användning.

a) Hur påverkar filtrets ordning magnitud- och fassvar för ett FIR- och IIR-filter?

Redovisning:

- *Konstruera ett FIR-lågpassfilter med passfrekvens 55 Hz och stoppfrekvens 60 Hz (använd designfilt). Visualisera filtrets magnitud och fassvar med freqz() för* *filterordning: [10, 50, 100]. Beskriv kortfattat vad som händer med stöd av figurerna.*

- *Konstruera ett IIR-lågpassfilter med passfrekvens 55 Hz (använd designfilt). Visualisera filtrets magnitud och fassvar med freqz() för filterordning: [2, 5, 8]. Beskriv kortfattat vad som händer med stöd av figurerna.*

b) Hur påverkar filtrets ordning stegsvaret för ett FIR- och ett IIR-filter?

Redovisning:

- *Konstruera ett FIR-lågpassfilter med passfrekvens 55 Hz och stoppfrekvens 60 Hz (använd designfilt). Visualisera filtrets stegsvar med freqz() för filterordning: [10, 50, 100]. Beskriv kortfattat vad som händer med stöd av figurerna.*
- *Konstruera ett IIR-lågpassfilter med passfrekvens 55 Hz (använd designfilt). Visualisera filtrets stegsvar med freqz() för filterordning: [2, 5, 8]. Beskriv kortfattat vad som händer med stöd av figurerna.*

c) Beskriv kortfattat med stöd av figurerna i a och b, vilka skillnader mellan FIR och IIR-filter kan observeras angående filterordning, fassvar och filtrets förskjutning av en insignal i tiden.