ELE213-G VÅR 19, generell informasjon

Emnekode: ELE213-G
Emnenavn: Signalbehandling
Dato: 14.05.2019
Varighet: 4 timer

Tillatte hjelpemidler: Approved Calculator

Merknader:

Det forekommer av og til spørsmål om bruk av eksamensbesvarelser til undervisnings- og læringsformål. Universitetet trenger kandidatens tillatelse til at besvarelsen kan benyttes til dette. Besvarelsen vil være anonym.

Tillater du at din eksamensbesvarelse blir brukt til slikt formål?

Velg et alternativ

- Ja
- Nei

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

XXXXXXX

1

1

Signalet x(t) = cos(2p200t) + cos(2p1500t) sendes inn på en A/D omvandler med et ideelt anti-aliasing filter før sampleren. Samplingsfrekvensen er 2000Hz. Skriv opp et utrykk for signalet x(n) etter A/D-omvandleren.

The signal x(t) = cos (2p200t) + cos (2p1500t) is sent to an A/D converter with an ideal anti-aliasing filter before the sampling. The sampling frequency is 2000Hz. Write an expression for the signal x(n) after the A/D converter.

Skriv ditt svar her...

Format B I U x_2 x^2 I_x Ω Σ

Words: 0

Maks poeng: 10

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

X X X X X X X

2

2

Sekvensen $x(n) = \{3, -2, 1\}$ sendes inn på et FIR filter med $H(z) = 1 - 2z^{-1} + z^{-2}$.
Finn sekvensen $y(n)$ ut av filteret.

The sequence $x(n) = \{3, -2, 1\}$ is sent on an FIR filter with $H(z) = 1 - 2z^{-1} + z^{-2}$.
Find the sequence $y(n)$ out of the filter.

Skriv ditt svar her...

Format B I U x_2 x^2 I_x Ω Σ

Words: 0

Maks poeng: 5

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

XXXXXXX

3

3

Anta at vi har en musikkfil (44.1kHz, 16bits) som vi spiller av i LabView via lydkortet. Hvordan vil lydbildet endres hvis vi sender samplene gjennom et FIR filter med

$H(z) = -1 + 3z^{-1} - z^{-2}$ før de går videre til lydkortet på PC'en? (Tenk på hvilken del av frekvensen som blir forsterket.)

Suppose we have a music file (44.1kHz, 16bits) and we play it in LabView. How will the sound change if we send the music through a FIR filter with

$H(z) = -1 + 3z^{-1} - z^{-2}$ before we send it to the sound card on the PC? (Think of which part of the frequency gets enhanced.)

Skriv ditt svar her...

Format B I U x_2 x^2 I_x Ω Σ

Words: 0

Maks poeng: 10

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

XXXXXXX

4 **4**

En musikk-CD med samplingsfrekvens 44,1 kHz blir ødelagt av en enkelt støytone (cosinus støy) med frekvens 11.025 kHz. Kan du designe en IIR filter for å fjerne denne støyen? Det er tilstrekkelig å angi overføringsfunksjonen H(z) i Z-domenet for å svare på dette spørsmålet.

A music CD with sampling rate 44.1 kHz is destroyed by a single tone noise (a cosine noise) with frequency 11.025 kHz. Can you design an IIR filter to remove this noise? It is sufficient to indicate the transfer function H(z) in the Z domain to answer this question.

Skriv ditt svar her...

Format B I U x_2 x^2 I_x Ω Σ

Words: 0

Maks poeng: 10

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

XXXXXXX

5

5

Et FIR filter har transferfunksjonen $H(z) = 1 + z^{-2}$. Impulsresponsen til dette filteret analyseres med en 16 punkts DFT. For hvike verdier av *m* har $|H(m)|$ verdien 0 i denne DFT analysen.

An FIR filter has the transfer function $H(z) = 1 + z^{-2}$. The impulse response of this filter is analyzed via a 16-point DFT. At which point does $|H\ (m)|$ have a value 0 of this DFT analysis.

Skriv ditt svar her...

Format B I U x_2 x^2 I_x Ω Σ

Words: 0

Maks poeng: 10

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

XXXXXXX

6

6

Anta at high-resolution audio har vært brukt til å spille inn musikk på din datamaskin(Sampling frekvens: 192 kHz og antall bits per sample: 24). Lydkortet på datamaskinen har dynamikkområde på ±1.55V . Lyden vi spiller inn er hele tiden innenfor ±0.31V. Hva er Signal-kvantiseringstøy forholdet ($S / N_{Kvantisering}$) i dB?

Suppose high-resolution audio (Sampling frequency: 192 kHz and the number of bits per sample: 24) has been used for recording music on your computer. The sound card on your computer has a dynamic range of ± 1.55V. The sound we're playing into the sound card is constantly within ± 0.31V. What is the signal to quantization noise ratio ($S/N_{quantization}$) in dB?

Skriv ditt svar her...

Format B I U x_2 x^2 I_x Ω Σ

Words: 0

Maks poeng: 10

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

XXXXXXX

7

7

Bruk vindusmetoden og konstruer et FIR LP-filter med lengde N = 5, med samplingsfrekvens 1000Hz og avskjæringsfrekvens 250Hz. Bruk et rektangulært vindu. Finn et uttrykk for koeffisientene i filteret.

Use the window method and construct a FIR LP filter of length N = 5, with sampling frequency 1000Hz and cut-off frequency 250Hz. Use a rectangular window. Find an expression for the coefficients in the filter.

Skriv ditt svar her...

Format B I U x_2 x^2 I_x Ω Σ

Words: 0

Maks poeng: 10

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

X X X X X X X

8

8

Bruk bilineær transformasjon og konstruere et 2. orden digital Butterworth filter med grensefrekvens 3 kHz og samplingsfrekvens 15 kHz. Finn H(z) for dette filteret. Hvor mye demping har dette filteret på 5 kHz i dB?

Use the Bilinear transformation and construct a 2. order digital Butterworth filter with cut-off frequency 3 kHz and sampling frequency 15 kHz. Find H(z) for this filter. How much attenuation does this filter have at 5 kHz in dB?

Skriv ditt svar her...

Format

Words: 0

Maks poeng: 10

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

XXXXXXX

9 **9**

Et filter har følgende systemfunksjon: y(n)+0.5y(n-1)=x(n)+x(n-1). Finn et utrykk for $H(wT_s)$ for dette filteret, og beregn wT_s og $|H(wT_s)|$ der $|H(wT_s)|$ har sitt maximum.

A filter has the following difference equation: y(n)+0.5y(n-1)=x(n)+x(n-1). Find the expression $H(wT_s)$ for the filter. Find position and the response where $|H(wT_s)|$ has its maximum.

Skriv ditt svar her...

Format B I U x_2 x^2 I_x Ω Σ

Words: 0

Maks poeng: 10

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

XXXXXXX

10

10

Beskriv hvordan et bilde vil bli endret dersom det er filtrert (convolved) med en 3x3 filterkjerne og alle kjerneverdier er 1/9.

Describe how an image will be changed if it is filtered (convolved) with a 3x3 filter kernel and all kernel values are 1/9.

Skriv ditt svar her...

Format

Words: 0

Maks poeng: 10

Knytte håndtegninger til denne oppgaven?
Bruk følgende kode:

XXXXXXX

Form 1
Attached

Vedlegg: Formelsamling ELE-213 *

2. januar 2018

Fourier Series:

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n e^{j\frac{2\pi nt}{T}} \qquad C_n = \frac{1}{T}\int_{t_0}^{T+t_0} f(t)e^{-j\frac{2\pi nt}{T}}dt \tag{1}$$

Discrete-time Fourier transform (DTFT):

$$H(\omega T) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]e^{-j\omega Tn} \tag{2}$$

Inverse Discrete-time Fourier transform (IDTFT):

$$h(n) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} H(\omega T)e^{jn\omega T}d(\omega T) \tag{3}$$

Discrete Fourier transform (DFT):

$$F(m) = \sum_{n=0}^{N-1} f(n)e^{-j\frac{2\pi nm}{N}} \tag{4}$$

Inverse Discrete Fourier transform (IDFT):

$$f(n) = \frac{1}{N}\sum_{m=0}^{N-1} F(m)e^{j\frac{2\pi mn}{N}} \tag{5}$$

Convolution:

$$y(n) = x(n) * h(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(n-k)h(k) \tag{6}$$

Z-transform:

$$H(z) = \sum_{n=0}^{\infty} h(n)z^{-n} \tag{7}$$

Z-transform and DTFT:

$$H(\omega T) = H(z)\big|_{z=e^{j\omega T}}, \quad i.e., \quad H(\omega T) = \sum_{n=0}^{\infty} h(n)e^{-jn\omega T} \tag{8}$$

Bilinear:

$$s = k\frac{z-1}{z+1} \qquad \omega_a = k\tan\frac{\omega_d T}{2} \tag{9}$$

*This document is edited in LaTeX by Maria Thalina Broen and confirmed by Lei Jiao.

Eulers:

$$cos(x) = \frac{1}{2}(e^{jx} + e^{-jx}) \qquad sin(x) = \frac{1}{2j}(e^{jx} - e^{-jx}) \tag{10}$$

$$e^{j\theta} = cos\theta + jsin\theta \qquad e^{-j\theta} = cos\theta - jsin\theta \tag{11}$$

Some of trigonometric identities:

$$sin(x) \cdot sin(y) = \frac{1}{2}\left[-cos(x+y) + cos(x-y)\right] \tag{12}$$

$$cos(x) \cdot cos(y) = \frac{1}{2}\left[cos(x+y) + cos(x-y)\right] \tag{13}$$

$$sin(x) \cdot cos(y) = \frac{1}{2}\left[sin(x+y) + sin(x-y)\right] \tag{14}$$

Transfer function:

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} \tag{15}$$

Quantization:

$$\frac{S_{max}}{N_{quant}} = (1.76 + 6.02B)dB \tag{16}$$

$$N_{quant} = \frac{q^2}{12} \qquad q = \frac{U_{max} - U_{min}}{2^B} \qquad S = U_{rms}^2 \qquad U_{rms} = U_p/\sqrt{2} \tag{17}$$

$$dB = 10\log_{10}(\frac{P_1}{P_2}) = 20\log_{10}(\frac{U_1}{U_2}) \tag{18}$$

Signal and noise power:

$$P = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}[x(n)]^2 \qquad x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}[x(n)]^2} \tag{19}$$

Statistics:

$$x_{avr} = \mu_x = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}x(n) \qquad \sigma_x^2 = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}[x(n)-\mu_x]^2 \qquad \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}[x(n)-\mu_x]^2} \qquad \sigma_{avr}^2 = \frac{\sigma_{in}^2}{N} \tag{20}$$

FIR filter

$$H(z) = b_0 + b_1 z^{-1} + \ldots + b_M z^{-M} \qquad h(n) = \begin{cases} b_n & 0 \le n \le M \\ 0 & Otherwise \end{cases} \tag{21}$$

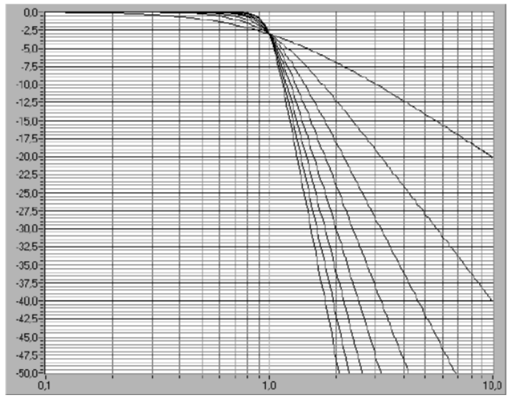
IIR filter

$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \ldots + b_M z^{-M}}{1 + a_1 z^{-1} + \ldots + a_N z^{-N}} \qquad h(n) = Z^{-1}\{H(z)\} \tag{22}$$

Damping curves:

Damping as a function of ω (in radians/second) in analog Butterworth filters is given by the following equation:

$$damp(dB) = 10log\left(1 + \left(\frac{\omega}{\omega_g}\right)^{2N}\right) \quad \text{where} \quad \omega_g = 1 \quad \text{in this case.} \tag{23}$$



Figur 1: Damping Curves

Normalized analog LP filters with cutoff radians 1 rad/sec has the following $H(s)$:

2.order: $H(s) = \frac{1}{s^2+1.4142s+1}$
3.order: $H(s) = \frac{1}{s^2+1s+1} \cdot \frac{1}{s+1}$
4.order: $H(s) = \frac{1}{s^2+1.8478s+1} \cdot \frac{1}{s^2+0.7654s+1}$
5.order: $H(s) = \frac{1}{s^2+1.6180s+1} \cdot \frac{1}{s^2+0.6180s+1} \cdot \frac{1}{s+1}$
6.order: $H(s) = \frac{1}{s^2+1.9318s+1} \cdot \frac{1}{s^2+1.4142s+1} \cdot \frac{1}{s^2+0.5176s+1}$
7.order: $H(s) = \frac{1}{s^2+1.802s+1} \cdot \frac{1}{s^2+1.2470s+1} \cdot \frac{1}{s^2+0.4450s+1} \cdot \frac{1}{s+1}$
8.order: $H(s) = \frac{1}{s^2+1.9616s+1} \cdot \frac{1}{s^2+1.6630s+1} \cdot \frac{1}{s^2+1.1112s+1} \cdot \frac{1}{s^2+0.3902s+1}$

Gamma correction:

$$I' = 255(I/255)^{\gamma}. \tag{24}$$