



KOLEJ UNIVERSITI TEKNOLOGI
TUN HUSSEIN ONN

PEPERIKSAAN AKHIR
SEMESTER I
SESI 2006/07

NAMA MATA PELAJARAN : PEMROSESAN ISYARAT DIGIT
KOD MATA PELAJARAN : BKE 5022
KURSUS : 5 BVC / 5 BVI
TARIKH PEPERIKSAAN : NOVEMBER 2006
JANGKA MASA : 2 ½ JAM
ARAHAN : JAWAB **EMPAT (4)** SOALAN
SAHAJA DARIPADA ENAM (6)
SOALAN.

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI 12 MUKA SURAT

SOALAN DALAM BAHASA MELAYU

- S1 (a) Apakah takrifan bagi isyarat diskret kausal? Lakarkan isyarat tersebut. (5 markah)
- (b) Huraikan isyarat pada Rajah S1(b) dalam bentuk:
- (i) satu jujukan berangka.
 - (ii) satu hasil tambah dedenyut teranjak.
 - (iii) satu hasil tambah tangga dan tanjakan. (9 markah)
- (c) Huraikan isyarat pada Rajah S1(c) dalam bentuk:
- (i) satu jujukan berangka.
 - (ii) satu hasil tambah dedenyut teranjak.
 - (iii) isyarat diskret segiempat tepat. (6 markah)
- S2 (a) Bagaimanakah anda menggambarkan proses pelingkar berkala dengan menggunakan kaedah kitar? Apakah kelebihan menggunakan teknik ini? Cari pelingkar berkala bagi $x[n] = \{1, -3, 3, 5, -1, 2\}$ dan $h[n] = \{-1, -1, 5, 2, 7, 3\}$ dengan kala $N = 6$ menggunakan kaedah kitar. (12 markah)
- (b) Kira autosekaitan $r_{xx}[n]$ dan $r_{hh}[n]$, sekaitan silang $r_{xh}[n]$ dan $r_{hx}[n]$ bagi setiap pasangan isyarat yang diberikan di bawah:
- (i) $x[n] = \{-3, -2, -1, 2\}$, $h[n] = \{4, 3, 2\}$
 - (ii) $x[n] = \{3, 2, 1, 1, 2\}$, $h[n] = \{4, 2, 3, 2\}$ (8 markah)

- S3 (a) Diberi kadar pensampelan Nyquist $S_N = 2B$ di mana B ialah frekuensi jalur-terhad. Terangkan mengapa kadar pensampelan Nyquist juga dikenali sebagai kadar pensampelan genting. Diberi $x_p(t) = 2\cos(3\pi t) + 5\cos(7\pi t) + 14\sin(28\pi t) + 6\sin(47\pi t) + 0.5\cos(60\pi t) + \sin(80\pi t)$ dan frekuensi pensampelan S ialah 30 Hz.

- (i) Kira frekuensi Nyquist.
- (ii) Tentukan sama ada samaran berlaku atau tidak untuk frekuensi setiap komponen sinus dan tuliskan isyarat sepadan. Tuliskan frekuensi samaran jika ia berlaku.
- (iii) Tuliskan isyarat yang terbina.
- (iv) Bagaimanakah samaran boleh dielakkan untuk memulihkan $x_p(t)$?

(13 markah)

- (b) Fungsi ketumpatan kebarangkalian $f(\epsilon)$ bagi satu isyarat ditunjukkan pada Rajah S3. Tunjukkan bahawa kuasa hingar diberikan oleh

$$P_N = \frac{\Delta^2}{12}$$

di mana Δ ialah saiz langkah pengkuantuman. Diberi $L = 2^B$ di mana L ialah aras pengkuantuman dan B ialah nombor bit bagi pengkuantum. Tunjukkan bahawa anggaran statistik SNR diberikan oleh

$$SNR_S(\text{dB}) = 10 \log P_S + 10.8 + 6B - 20 \log D$$

di mana D ialah julat dinamik dan P_S ialah kuasa isyarat.

(7 markah)

- S4 (a) Terangkan dengan ringkas algoritma desimasi masa (DIT) Penjelmaan Fourier Pantas (FFT). Lakarkan struktur kupu-kupu bagi algoritma DIT FFT.

(5 markah)

- (b) Diberi $x[n] = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$ dengan $N = 8$. Cari Penjelmaan Fourier Diskret (DFT) bagi jujukan tersebut dengan menggunakan algoritma DIT FFT.

(15 markah)

- S5 (a) Satu isyarat analog $x(t)$ boleh diungkapkan sebagai satu hasil tambah dedenyut teranjak $\delta(t - k)$ yang mempunyai kekuatan $x(t)$ sepadan dengan nilai isyarat pada $n = k$, di mana

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) \delta(t - nT)$$

Tentukan jelmaan-z bagi isyarat analog $x(t) = e^{-at}$ yang dikenakan pada satu penapis digit.

(9 markah)

- (b) Apakah tujuan penggunaan kaedah pengembangan pecahan separa dalam menentukan jelmaan-z songsang? Dengan menggunakan kaedah ini, cari jelmaan-z songsang

$$H(z) = \frac{-10 - 20z^{-1}}{1 + 26z^{-1} + 153z^{-2}}$$

(11 markah)

- S6 Nyatakan tiga kelebihan menggunakan penjelmaan dwilelurus dalam merekabentuk penapis Sambutan Dedenyut Tak Terhingga (IIR). Satu penapis Bessel diberikan oleh

$$H(s) = \frac{3}{s^2 + 3s + 3}$$

Rekabentuk satu penapis digit yang mempunyai magnitud pada $f_0 = 3$ kHz bersamaan dengan magnitud $H(s)$ pada $\omega_A = 4$ rad/s jika kadar pensampelan $S = 12$ kHz. Tunjukkan magnitud $H(s)$ pada $s = j4$ adalah sepadan dengan magnitud $H(z)$ pada $z = j$.

(20 markah)

SOALAN DALAM BAHASA INGGERIS

- Q1** (a) What is the definition of causal discrete signal? Sketch the signal. (5 marks)
- (b) Describe the signal in Figure Q1(b) in terms of:
- (i) a numeric sequence.
 - (ii) a sum of the shifted impulses.
 - (iii) a sum of the steps and ramps.
- (9 marks)
- (c) Describe the signal in Figure Q1(c) in terms of:
- (i) a numeric sequence.
 - (ii) a sum of the shifted impulses.
 - (iii) rectangular discrete signal.
- (6 marks)
- Q2** (a) How do you visualize the process of periodic convolution by using the cyclic method? What is the advantage of using this technique? Find the periodic convolution of $x[n] = \{1, -3, 3, 5, -1, 2\}$ and $h[n] = \{-1, -1, 5, 2, 7, 3\}$ with the period of $N = 6$ using cyclic method. (12 marks)
- (b) Compute the autocorrelation $r_{xx}[n]$ and $r_{hh}[n]$, the cross-correlation $r_{xh}[n]$ and $r_{hx}[n]$ for each pair of the signals given below:
- (i) $x[n] = \{-3, -2, -1, 2\}$, $h[n] = \{4, 3, 2\}$
 - (ii) $x[n] = \{3, 2, 1, 1, 2\}$, $h[n] = \{4, 2, 3, 2\}$
- (8 marks)

- Q3** (a) The Nyquist sampling rate is given by $S_N = 2B$ where B is the band-limited frequency. Explain why the Nyquist sampling rate is also called the critical sampling rate. Given $x_p(t) = 2\cos(3\pi t) + 5\cos(7\pi t) + 14\sin(28\pi t) + 6\sin(47\pi t) + 0.5\cos(60\pi t) + \sin(80\pi t)$ and the sampling frequency S is 30 Hz.

- (i) Calculate the Nyquist frequency.
- (ii) Determine whether aliasing occur or not for the frequency of each sinusoid components and write down the corresponding signal. Write down the aliased frequency if it occurs.
- (iii) Write down the reconstructed signal.
- (iv) How aliasing can be avoided to recover $x_p(t)$?

(13 marks)

- (b) The probability density function $f(\varepsilon)$ of a signal is shown in Figure Q3. Show that the noise power is given by

$$P_N = \frac{\Delta^2}{12}$$

where Δ is the quantization step size. Given that $L = 2^B$ where L is the quantization level and B is the number of bit of the quantizer. Show that the statistical estimate of the SNR is given by

$$SNR_S(\text{dB}) = 10\log P_S + 10.8 + 6B - 20\log D$$

where D is the dynamic range and P_S is the signal power.

(7 marks)

- Q4** (a) Briefly explain the decimation in time (DIT) Fast Fourier Transform (FFT) algorithm. Sketch a butterfly structure for the DIT FFT algorithm.

(5 marks)

- (b) Given $x[n] = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$ with $N = 8$. Find the Discrete Fourier Transform (DFT) of the sequence by using DIT FFT algorithm.

(15 marks)

- Q5** (a) An analog signal $x(t)$ can be expressed as a sum of shifted impulses $\delta(t - k)$ whose strength $x(t)$ correspond to the signal values at $n = k$, where

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT)\delta(t - nT)$$

Determine the z-transform for the analog signal $x(t) = e^{-at}$ applied to a digital filter.

(9 marks)

- (b) What is the purpose of using partial fraction expansion method in determining the inverse z-transform? By using this method, find the inverse z-transform of

$$H(z) = \frac{-10 - 20z^{-1}}{1 + 26z^{-1} + 153z^{-2}}$$

(11 marks)

- Q6** State three advantages of using bilinear transformation in designing Infinite Impulse Response (IIR) filter. A Bessel filter is described by

$$H(s) = \frac{3}{s^2 + 3s + 3}$$

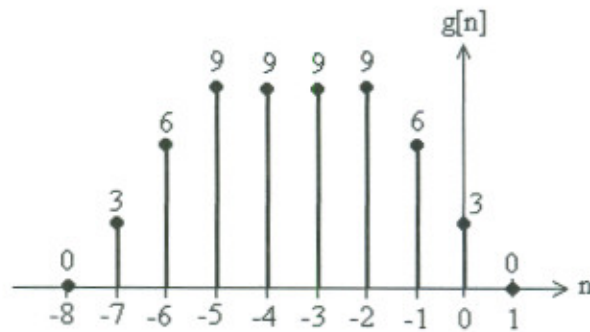
Design a digital filter whose magnitude at $f_0 = 3$ kHz equals the magnitude of $H(s)$ at $\omega_A = 4$ rad/s if the sampling rate $S = 12$ kHz. Show that the magnitude of $H(s)$ at $s = j4$ matches the magnitude of $H(z)$ at $z = j$.

(20 marks)

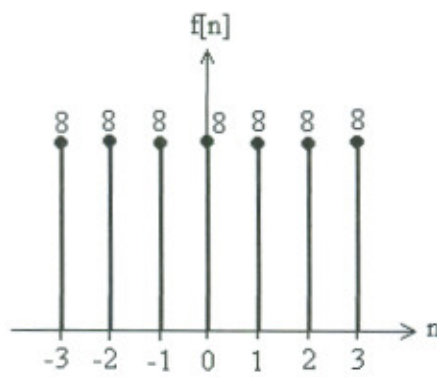
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I/2006/07
MATA PELAJARAN : PEMROSESAN ISYARAT
DIGIT

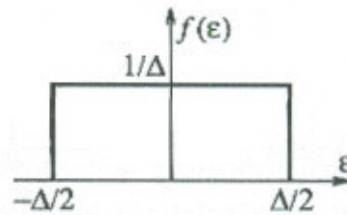
KURSUS : 5 BVC / 5 BVI
KOD MATA PELAJARAN : BKE 5022



Rajah S1(b) / Figure Q1(b)



Rajah S1(c) / Figure Q1(c)



Rajah S3 / Figure Q3

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I/2006/07
MATA PELAJARAN : PEMROSESAN ISYARAT
DIGIT

KURSUS : 5 BVC / 5 BVI
KOD MATA PELAJARAN : BKE 5022

Identiti Euler / Euler's Identity

$$e^{\pm j\pi/2} = \pm j$$

$$e^{\pm jk\pi} = \cos(k\pi)$$

$$\cos\theta = \frac{1}{2}(e^{j\theta} + e^{-j\theta})$$

$$A\angle\pm\theta = Ae^{\pm j\theta}$$

$$e^{\pm j\theta} = \cos\theta \pm j\sin\theta$$

$$\sin\theta = \frac{1}{j2}(e^{j\theta} - e^{-j\theta})$$

Fungsi Sinc / Sinc Function

$$\text{sinc}(k) = \frac{\sin(\pi k)}{\pi k} = 1 - \frac{1}{3!}(\pi k)^2 + \frac{1}{5!}(\pi k)^4 - \frac{1}{7!}(\pi k)^6 + \dots$$

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I/2006/07
MATA PELAJARAN : PEMROSESAN ISYARAT
DIGIT

KURSUS : 5 BVC / 5 BVI
KOD MATA PELAJARAN : BKE 5022

Rumus Hasil Tambah Terhingga / Finite Summation Formula

$$\sum_{k=0}^n \alpha = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$\sum_{k=0}^n \alpha^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

$$\sum_{k=0}^n \alpha^3 = \frac{n^2(n+1)^2}{4}$$

$$\sum_{k=0}^n \alpha^k = \frac{1-\alpha^{n+1}}{1-\alpha}, \quad \alpha \neq 1$$

$$\sum_{k=0}^n k\alpha^k = \frac{\alpha[1-(n+1)\alpha^n + n\alpha^{n+1}]}{(1-\alpha)^2}$$

$$\sum_{k=0}^n k^2\alpha^k = \frac{\alpha[(1+\alpha)-(n+1)^2\alpha^n + (2n^2+2n-1)\alpha^{n+1} - n^2\alpha^{n+2}]}{(1-\alpha)^3}$$

Rumus Hasil Tambah Tak Terhingga / Infinite Summation Formula

$$\sum_{k=0}^{\infty} \alpha^k = \frac{1}{1-\alpha}, \quad |\alpha| < 1$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \alpha^k = \frac{\alpha}{1-\alpha}, \quad |\alpha| < 1$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} k\alpha^k = \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2}, \quad |\alpha| < 1$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} k^2\alpha^k = \frac{\alpha^2 + \alpha}{(1-\alpha)^3}, \quad |\alpha| < 1$$

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{-\alpha|k|} = \frac{1+e^{-\alpha}}{1-e^{-\alpha}}, \quad \alpha > 0$$

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER 1/2006/07
 MATA PELAJARAN : PEMROSESAN ISYARAT
 DIGIT

KURSUS : 5 BVC / 5 BVI
 KOD MATA PELAJARAN : BKE 5022

Jadual 1 / Table 1: Pasangan Jelmaan-z / z-Transform Pairs

Signal $x(t)$	Sequence $x(n)$	z-Transform $X(z)$	ROC
$\delta(t)$	$\delta(n)$	1	All z-plane
$\delta(t - k)$	$\delta(n - k)$	z^{-k}	$ z > 0, k > 0$ $ z < \infty, k < 0$
$u(t)$	$u(n)$	$\frac{1}{1 - z^{-1}} = \frac{z}{z - 1}$	$ z > 1$
	$-u(-n - 1)$	$\frac{1}{1 - z^{-1}} = \frac{z}{z - 1}$	$ z < 1$
$r(t) = tu(t)$	$nu(n)$	$\frac{z^{-1}}{(1 - z^{-1})^2} = \frac{z}{(z - 1)^2}$	$ z > 1$
	$a^n u(n)$	$\frac{1}{1 - az^{-1}} = \frac{z}{z - a}$	$ z > a $
	$-a^n u(-n - 1)$	$\frac{1}{1 - az^{-1}} = \frac{z}{z - a}$	$ z < a $
	$na^n u(n)$	$\frac{az}{(z - a)^2}$	$ z > a $
	$-na^n u(-n - 1)$	$\frac{az}{(z - a)^2}$	$ z < a $
e^{-at}	e^{-an}	$\frac{1}{1 - e^{-a} z^{-1}} = \frac{z}{z - e^{-a}}$	$ z > e^{-a} $
t^2	$n^2 u(n)$	$z^{-1} \frac{(1 + z^{-1})}{(1 - z^{-1})^3} = \frac{z(z + 1)}{(z - 1)^3}$	$ z > 1$
te^{-at}	ne^{-an}	$\frac{z^{-1} e^{-a}}{(1 - e^{-a} z^{-1})^2} = \frac{ze^{-a}}{(z - e^{-a})^2}$	$ z > e^{-a} $
$\sin \omega_o t$	$\sin \omega_o n$	$\frac{z \sin \omega_o}{z^2 - 2z \cos \omega_o + 1}$	$ z > 1$
$\cos \omega_o t$	$\cos \omega_o n$	$\frac{z(z - \cos \omega_o)}{z^2 - 2z \cos \omega_o + 1}$	$ z > 1$

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER 1/2006/07
 MATA PELAJARAN : PEMROSESAN ISYARAT
 DIGIT

KURSUS : 5 BVC / 5 BVI
 KOD MATA PELAJARAN : BKE 5022

Jadual 2 / Table 2: Jelmaan Laplace / Laplace Transform

Signal $x(t)$	Laplace Transform $X(s)$
$\delta(t)$	1
$u(t)$	$\frac{1}{s}$
$r(t) = tu(t)$	$\frac{1}{s^2}$
$t^2u(t)$	$\frac{2}{s^3}$
$t^n u(t)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
$e^{-\alpha t}u(t)$	$\frac{1}{s + \alpha}$
$te^{-\alpha t}u(t)$	$\frac{1}{(s + \alpha)^2}$
$t^n e^{-\alpha t}u(t)$	$\frac{n!}{(s + \alpha)^{n+1}}$