SULIT

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI

BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI

JABATAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI II : 2024/2025

BEU60243: BIOMEDICAL SIGNAL PROCESSING

TARIKH : 13 JUN 2025
MASA : 9.00 PAGI – 12 TENGAH HARI (3 JAM)

Kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** halaman bercetak.
Bahagian A: Subjektif (3 soalan)
Bahagian B: Esei (2 soalan)
Dokumen sokongan yang disertakan : Tiada

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SECTION A: 60 MARKS

BAHAGIAN A: 60 MARKAH

INSTRUCTION:

This section consists of **THREE (3)** subjective questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

*Bahagian ini mengandungi **TIGA (3)** soalan subjektif. Jawab **SEMUA** soalan.*

QUESTION 1

SOALAN 1

CLO1

(a) Explain whether the following systems are memory or memoryless and justify the answer.

Terangkan sama ada sistem-sistem berikut adalah 'memory' atau 'memoryless', dan justifikasikan jawapan tersebut.

i. $$y = \int (x^2 - 4)\, dx$$

ii. $$y = \frac{x^3}{5} - 5x + K$$

[4 marks]

[*4 markah*]

CLO1

b) A respiratory therapist monitors a patient using a capnograph and a pulse oximeter. The capnograph provides a waveform and numerical value representing end-tidal CO_2 levels ($EtCO_2$), while the pulse oximeter measures oxygen saturation (SpO_2) and pulse rate. Every minute, the therapist uses the combination of these readings to assess the patient's ventilation and oxygenation status and determine if intervention is needed, classifying the patient's respiratory state as one of the following: normal ventilation, hypoventilation, hyperventilation, hypoxia, or mixed condition. Based on this situation, figure out the input signals, output signal and contents of the system (e.g., transformation process).

Seorang ahli terapi pernafasan memantau pesakit menggunakan kapnograf dan oksimeter nadi. Kapnograf memberikan gelombang (waveform) dan nilai berangka yang mewakili paras karbon dioksida akhir nafas (end-tidal CO_2 atau $EtCO_2$), manakala oksimeter nadi mengukur ketepuan oksigen dalam darah (SpO_2) serta kadar denyutan nadi. Setiap satu minit, ahli terapi ini menggunakan gabungan bacaan tersebut untuk menilai status pengudaraan dan pengoksigenan pesakit serta menentukan sama ada intervensi diperlukan. Berdasarkan penilaian tersebut, status pernafasan pesakit diklasifikasikan kepada salah satu daripada berikut: pengudaraan normal, hipoventilasi, hiperventilasi, hipoksia, atau keadaan bercampur. Berdasarkan situasi ini, kenal pasti isyarat input, output dan kandungan sistem (contoh: proses transformasi)

[6 marks]

[*6 markah*]

CLO1 (c) With the aid of a diagram, apply your understanding of two signal modeling as a framework for Signal Processing using the Fourier Series.

Dengan bantuan rajah, aplikasikan pemahaman anda terhadap dua jenis pemodelan isyarat sebagai rangka kerja untuk Pemprosesan Isyarat menggunakan Siri Fourier.

[10 marks]
[*10markah*]

QUESTION 2
SOALAN 2

CLO1 (a) With the aid of diagram, categorize two groups of Discrete-time (DT) systems based on their impulse responses.

Dengan bantuan rajah, kategorikan dua kumpulan Sistem Masa Diskrit (DT) berdasarkan tindak balas impuls mereka.

[4 marks]
[*4 markah*]

CLO1 (b) Consider the properties of continuous time convolution. Three Linear Time Invariant Causal (LTIC) systems cascaded are connected in series as shown in Figure A2(b). The $h(t)$ is the overall impulse response of the cascaded systems. Write the output at (i), (ii), (iii) and the output, $y(t)$ of the overall impulse response, $h(t)$ for this system.

Pertimbangkan sifat-sifat konvolusi masa berterusan. Tiga sistem Linear Time Invariant Causal (LTIC) yang tersusun bersiri disambungkan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah A2(b). h(t) adalah tindak balas impuls keseluruhan daripada sistem berkesan. Tuliskan keluaran pada (i), (ii), (iii) dan keluaran, $y(t)$ daripada respons impuls keseluruhan, $h(t)$ untuk sistem ini.

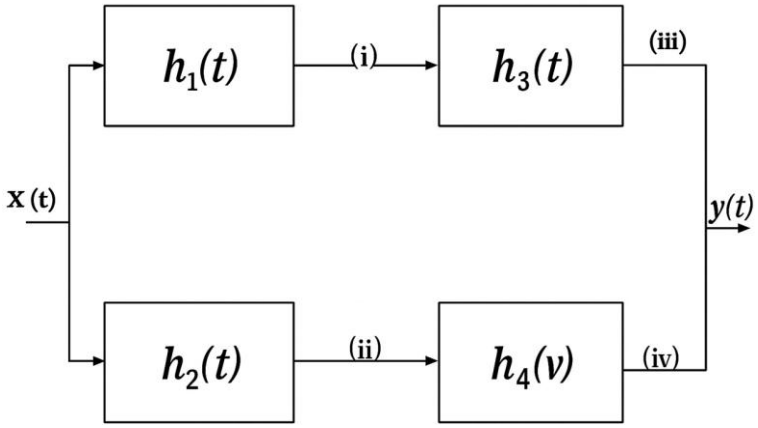

Figure A2(b) / *Rajah A2(b)*

[6 marks]

[*6 markah*]

CLO1 (c) The frequency response of Linear Time-Invariant (LTI) system is equal to the Fourier transform of its impulse response. The Fourier transform of the output signal of an LTI system equals to the product of the Fourier transform of the input signal and the impulse response. Illustrate **TWO (2)** examples of the effect of time-scaling signal on its Fourier transform to Frequency Response.

*Tindak balas frekuensi sistem Linear Masa-Tak berubah (LTI) adalah sama dengan transformasi Fourier daripada tindak balas impulsnya. Transformasi Fourier daripada isyarat keluaran sistem LTI adalah sama dengan hasil darab transformasi Fourier daripada isyarat masukan dan tindak balas impuls. Lakarkan **DUA (2)** contoh kesan penskalaan masa terhadap isyarat transformasi Fourier dengan tindak balas frekuensi.*

[10 marks]

[*10 markah*]

QUESTION 3

SOALAN 3

CLO1

(a) Based on discrete-time signal x(n) shown in Figure A3(a), visualize each of the following signals:

Berdasarkan Rajah A3(a) di bawah, visualkan setiap signal berikut:

i. x(n-2)

ii. x(2n)

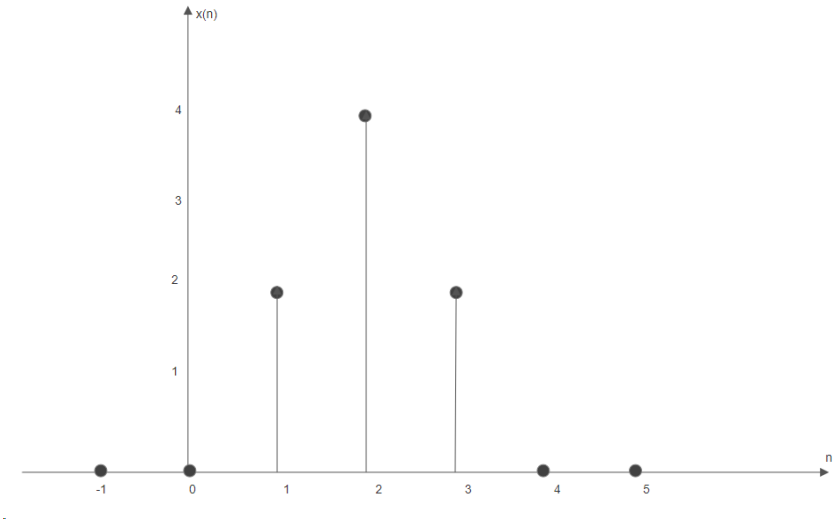

Figure A3(a) / *Rajah A3(a)*

[4 marks]

[*4 markah*]

CLO1 (b) An Infinite Impulse Response (IIR) filter has non-zero coefficients as below. Write the expressions for real and imaginary parts

Penapis Tindak Balas Tak Terhad (IIR) mempunyai pekali bukan sifar seperti berikut, Tuliskan persmaan untuk bahagian nyata dan khayalan.

$$a0 = 0.2,\ a2 = -0.7,\ a4 = 0.11,\ a6 = -0.7,\ a7 = -0.22,\ a9 = -0.9$$

[6 marks]

[*6 markah*]

CLO1 (c) A system characterized by its impulse h(n) is:

$$H(\omega)=\sum_{n=-\infty}^{\infty} h(n)e^{-j\omega n}$$

H(ω) is called the frequency response or frequency characteristic of the system. It is the frequency characterisation of the system whereby the impulse response is the time characterization. Find the frequency response of a system whose input-output differential equation is:

$$y(n) = \mathrm{R}\,[x\,(n-3) + x\,(n+2) + x\,(n-1) + 3x\,(n) + \mathrm{x}\,(\mathrm{n}\text{-}2) + \mathrm{x}\,(\mathrm{n}+3)]$$

Sistem dicirikan oleh impulsnya h(n) adalah:

$$H(\omega)=\sum_{n=-\infty}^{\infty} h(n)e^{-j\omega n}$$

H(ω) adalah respons frekuensi atau ciri frekuensi sistem. Ia adalah pencirian frekuensi sistem di mana respons impuls adalah pencirian masa. Cari respons frekuensi bagi sistem yang persamaan pembezaan input-outputnya adalah:

$$y(n) = \mathrm{R}\,[x\,(n-3) + x\,(n+2) + x\,(n-1) + 3x\,(n) + \mathrm{x}\,(\mathrm{n}\text{-}2) + \mathrm{x}\,(\mathrm{n}+3)]$$

[10 marks]

[*10markah*]

SECTION B: 40 MARKS

BAHAGIAN B: 40 MARKAH

INSTRUCTION:

This section consists of **TWO (2)** essay questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

*Bahagian ini mengandungi **DUA (2)** soalan esei. Jawab semua soalan.*

QUESTION 1

SOALAN 1

CLO1 Evaluate the system response by determining the transfer function G(s) and the total output X(s) from the feedback controller with the disturbance shown in Figure B1.

Nilaikan tindak balas sistem dengan menentukan rangkap pindah G(s) dan output keseluruhan X(s) daripada pengawal suap balik dengan gangguan yang ditunjukkan dalam Rajah B1.

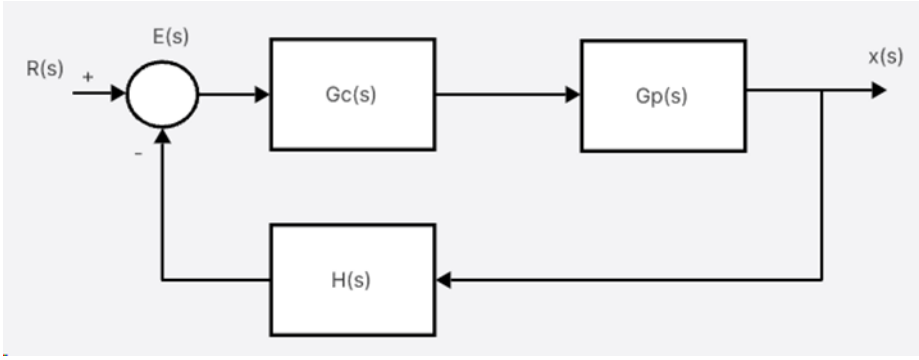

Figure B1/ *Rajah B1*

[20 marks]

[*20 markah*]

QUESTION 2

SOALAN 2

CLO1

For second-order Butterworth Low Pass Filter (FLP):

$$G(s) = \frac{\omega_c^2}{s^2 + s\sqrt{2}\omega_c + \omega_c^2}$$

Determine the magnitude characteristic of the frequency response which analogue frequency is given as $\omega a_1 = \omega c = 0.7265 \left(\frac{2}{T}\right)$ in the above equation by using the bilinear transformation:

$$s = \frac{2}{T}\frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}$$

Bagi hukum kedua untuk Penapis laluan rendah (FLP) Butterworth:

$$G(s) = \frac{\omega_c^2}{s^2 + s\sqrt{2}\omega_c + \omega_c^2}$$

Tentukan ciri magnitud sambutan frekuensi di mana frekuensi analog diberikan sebagai $\omega a_1 = \omega c = 0.7265 \left(\frac{2}{T}\right)$ *dalam persamaan di atas dengan menggunakan transformasi bilinear:*

$$s = \frac{2}{T}\frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}$$

[20 marks]

[*20 markah*]

SOALAN TAMAT