

SULIT



**BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI**

JABATAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI JUN 2015

EJ301 BASIC CONTROL SYSTEM

TARIKH : 26 OKTOBER 2015

TEMPOH : 8.30 AM - 10.30 AM (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **LAPAN BELAS (18)** halaman bercetak.

Bahagian A: Objektif (20 soalan)

Bahagian B: Struktur (10 soalan)

Bahagian C: Esei (2 soalan)

Dokumen sokongan yang disertakan :
Jadual Laplace Transform & Jadual Block Diagram Reduction Rules

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SULIT

SECTION A : 20 MARKS
BAHAGIAN A : 20 MARKAH

INSTRUCTION:

This section consists of **TWENTY (20)** objective questions. Mark your answers in the OMR form provided.

ARAHAN :

Bahagian ini mengandungi DUA PULUH (20) soalan objektif. Tandakan jawapan anda di dalam borang OMR yang disediakan.

CLO1
C1

1. The final control element gets the signal from _____.
Elemen kawalan terakhir mendapat isyarat dari _____.

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| A. sensor
<i>pengesan</i> | C. controller
<i>pengawal</i> |
| B. comparator
<i>pembanding</i> | D. setpoint
<i>setpoint</i> |

CLO1
C1

2. In a control system the comparator measures the difference between the _____.
Dalam satu sistem kawalan pembanding mengukur perbezaan antara _____.

- | | |
|--|--|
| A. Output and input
<i>Masukan dan keluaran</i> | C. Controller and system
<i>sistem dan pengawal</i> |
| B. Actual and desired performance
<i>Prestasi diingini dan prestasi sebenar</i> | D. None of the above
<i>Tiada satu pun di atas</i> |

CLO1
C2

3. Below are examples of closed loop control system in real life application **EXCEPT**
Berikut adalah contoh bagi sistem gelung tertutup dalam aplikasi kehidupan sebenar
KECUALI

- | | |
|---|--|
| A. Home heating system
<i>Sistem pemanas rumah</i> | C. D.C. motor speed control
<i>Kawalan kelajuan motor D.C.</i> |
| B. Ship stabilization
<i>Kapal penstabil</i> | D. Stepper motor positioning system
<i>Sistem kedudukan motor pelangkah</i> |

CLO1
C2

4. In a control system, the use of negative feedback is to:

Dalam satu sistem kawalan, penggunaan suapbalik negatif adalah untuk:

- A. Increase the reliability
Meningkatkan kebolehpercayaan
- B. Eliminate the chances of instability
Menghapuskan peluang-peluang ketidakstabilan
- C. Reduce the effects of disturbance and noise signals in the forward path
Mengurangkan kesan-kesan gangguan dan isyarat-isyarat bunyi dalam laluan hadapan
- D. Increase the influence of variations of component parameters on the system performance.
Meningkatkan pengaruh variasi-variasi parameter komponen pada prestasi sistem.

CLO1
C2

5. Determine the type of the control system based on the statement below.

Tentukan jenis sistem kawalan berdasarkan kenyataan di bawah.

- Output quantity has no effect on the input quantity
Kuantiti keluaran tidak memberi kesan ke atas
- No facility to correct automatically the error generated in the output
Tiada kemudahan untuk membetulkan kesilapan yang dijana pada keluaran
- Very much convenient when output is difficult to measure
Sangat sesuai bila keluaran sukar untuk diukur

- A. Open loop control system
sistem kawalan gelung buka
- B. Closed loop control system
Sistem kawalan gelung tertutup
- C. Multivariable control system
Sistem kawalan pelbagai pembolehubah
- D. Combination control system
Sistem kawalan gabungan

CLO1
C3

6. Laplace transform formula can be written as

Formula Jelmaan Laplace boleh ditulis sebagai

- A. $F(s) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt$
- B. $F(s) = \int_{-\infty}^0 f(t)e^{-st} dt$
- C. $F(s) = \int_0^{\infty} f(t)e^{st} dt$
- D. $F(s) = \int_{-\infty}^0 f(t)e^{st} dt$

CLO1
C3

7. Transfer function of an electrical network can be solved using the following procedures.

*Rearrange the procedures with correct sequence.**Fungsi rangkap pindah boleh diselesaikan dengan menggunakan rangkaian elektrik mengikut prosedur berikut. Susun semula prosedur dengan turutan yang betul.*

i. Take the Laplace transform of the system equations

Jelmaan Laplace kepada persamaan sistem

ii. Identify input and output variables of the system

Mengenal pasti sistem masukan dan keluaran pembolehubah

iii. Write down the time domain equations for the system

Tuliskan persamaan domain masa untuk sistem

iv. Get the resulting equation by eliminating variables

Dapatkan persamaan yang terhasil dengan menghapuskan pembolehubah

- A. i, ii, iii and iv
- B. iii, i, ii and iv
- C. ii, iii, i and iv
- D. ii, i, iii and iv

CLO1
C3

8. Based on the block diagram in Figure A8, obtain the transfer function of the system.
Berdasarkan kepada gambarajah blok di Rajah A8, dapatkan rangkap pindah bagi sistem tersebut.

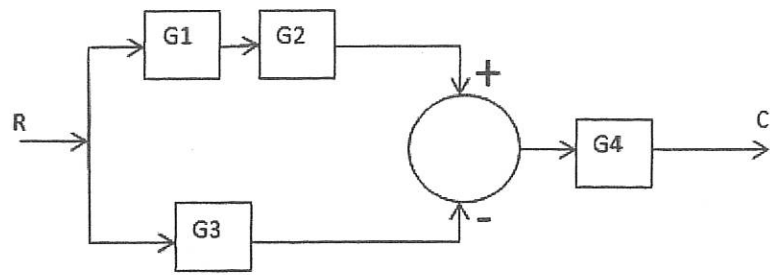


Figure A8 / Rajah A8

- A. $C/R = G1G2G4 - G3G4$
 B. $C/R = G1 + G2 + G3 + G4$
 C. $C/R = G1G4 + G2G4 - G3G4$
 D. $C/R = G1G2 - G3G4$

CLO1
C3

9. Refer to the following equation, find the characteristic equation.
Merujuk kepada persamaan berikut, dapatkan persamaan ciri.

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{s-8}{s(s+4)(s-2)}$$

- A. $s^3 + 2s^2 - 8s = 0$
 B. $s = 8$
 C. $s = 8, 0, -4, 2$
 D. $s - 8$

CLO1
C3

10. Based on the diagram in Figure A10, choose the **CORRECT** Laplace expression for the input voltage, $V(t)$.

Berdasarkan kepada gambar di Rajah A10, pilih persamaan Laplace yang **BETUL** untuk voltan masukan, $V(t)$.

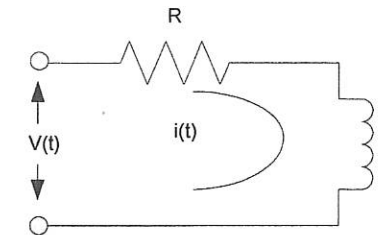


Figure A10 / Rajah A10

- A. $V(t) = I(t)R + L \frac{di}{dt}$ C. $V(t) = R + i(t)L$
 B. $V(t) = I(t)R + \frac{di}{dt}$ D. $V(t) = sRL + R$

CLO1
C4

11. If the characteristic of the system is $s^2 + Ks + 100 = 0$. The Damping Ratio (ζ) for the system is 0.5. Calculate the value of K.

Jika ciri-ciri sesuatu sistem adalah $s^2 + Ks + 100 = 0$. Nisbah Redaman (ζ) untuk sistem tersebut adalah 0.5. Kirakan nilai bagi K.

- A. 1.
 B. 5.
 C. 10.
 D. 100.

CLO1
C4

12. A system has the following transfer function, $\frac{C(s)}{G(s)} = \frac{9}{s^2 + 3s + 9}$.
Damping Ratio (ζ) for this system is _____.

Satu sistem telah mempunyai fungsi pindah berikut, $\frac{C(s)}{G(s)} = \frac{9}{s^2 + 3s + 9}$.
Nisbah redaman (ζ) untuk sistem ini adalah _____.

- A. 9 B. 3
 C. 0.3 D. 0.5

- CLO1
C2
13. From Question 12, determine the type of the system.
Dari soalan 12, tentukan jenis sistem ini.
- Critically damped/*redaman genting*
 - Overdamped/*redaman lampau*
 - Underdamped/*kurang redaman*
 - Undamped/*tiada redaman*
- CLO1
C2
14. The valid relation between Settling time (T_s) and Rise time (T_r) is _____.
Perkaitan yang betul antara Masa enapan (T_s) dan Masa menaik (T_r) adalah _____.
- $(T_r) > (T_s) / (T_r) > (T_s)$
 - $(T_s) > (T_r) / (T_s) > (T_r)$
 - $(T_s) = (T_r) / (T_s) = (T_r)$
 - None of the above/*Tiada satupun yang di atas*
- CLO1
C2
15. The time required to achieved the final value is called _____.
Masa yang diperlukan untuk mencapai nilai akhir dipanggil _____.
- Steady state response/*sambutan keadaan mantap*
 - Transient response/*sambutan fana*
 - Transient period /*tempoh fana*
 - Time response/*sambutan masa*

- CLO1
C3
16. Consider the following statement:
Pertimbangkan kenyataan berikut:
- More than two settings can be provided to the controller output .
Lebih daripada dua penetapan boleh diberikan kepada keluaran pengawal.
 - Mathematically can be expressed as,
Secara matematik ianya boleh dinyatakan sebagai,
- $$P = P_i \quad e_p > |e_i| \quad \text{where } i = 1, 2, 3, \dots, n$$
- Select the appropriate controller that suits the above statements.
Pilih pengawal yang sesuai dengan kenyataan diatas.
- Multiposition mode/*mod berbilang kedudukan*
 - Derivative controller mode/*mod pengawal pembezaan*
 - Two position mode/*mod dua kedudukan*
 - Proportional controller mode/*mod pengawal berkadaran*
- CLO1
C3
17. Identify which type of controller can increase the speed of the response in order to reach the desired fastest set point while eliminating offset.
Kenal pasti jenis pengawal manakah yang boleh meningkatkan kelajuan tindak balas untuk mencapai titik set yang diinginkan paling cepat sambil menghapuskan ralat.
- ON-OFF controller/*Kawalan Buka-Tutup*
 - Integral controller/*Kawalan Kamiran*
 - Derivative controller/*Kawalan Pembezaan*
 - Proportional-Integral controller/*Kawalan Perkadaran -Kamiran*

CLO1
C3

18. Mathematically, the PID control mode can be expressed as:-
Secara matematikanya, pengawal mod jenis PD boleh dinyatakan sebagai:-

$$p(t) = K_p e(t) + K_p K_i \int_0^t e(t) dt + K_p K_d \frac{de(t)}{dt} + P_o$$

Define K_d .Definisikan K_d

- A. Proportional gain constant
Pemalar gandaan berkadaran
- B. Derivative gain constant
Pemalar gandaan kebedaan
- C. Proportional error
Ralat berkadaran
- D. Proportional output
Keluaran ruang berkadaran

CLO1
C3

19. The range of measured variable for a certain control system is 2mV to 12mV and a setpoint of 7mV. Calculate the error as the percentage of span when the measured variable is 6.5mV.

Julat pembolehubah yang telah diukur untuk satu sistem kawalan tertentu ialah 2mV kepada 12mV dan setpointnya ialah 7mV. Hitung ralat dalam peratus span apabila pembolehubah yang telah diukur ialah 6.5mV.

- A. 5%
5%
- B. 41%
41%
- C. 70%
70%
- D. 25%
25%

CLO1
C3

20. Based on Figure A20, choose the controller that explains the block diagram.

Berdasarkan kepada Rajah A20, pilih pengawal yang menjelaskan gambarajah blok tersebut.

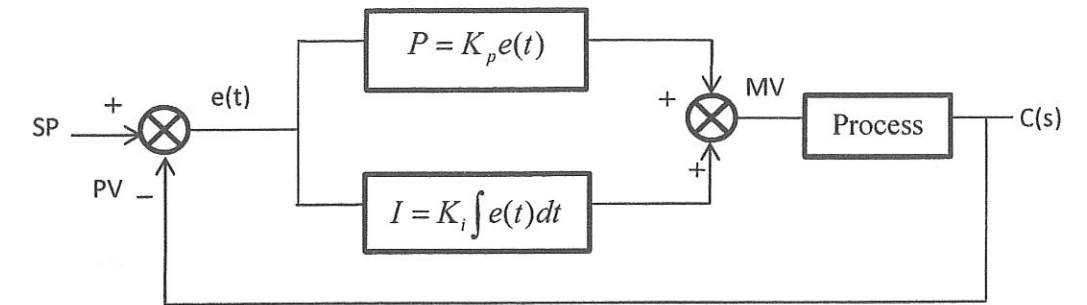


Figure A20 / Rajah A20

- A. Proportional (P) / Berkadaran (P)
- B. Integral (I) / Kamilan (I)
- C. Proportional Integral (PI) / Kamilan Berkadaran (PI)
- D. Proportional Integral Derivative (PID) / Kamilan Perbezaan Berkadaran (PID)

SECTION B : 30 MARKS
BAHAGIAN B : 30 MARKAH

INSTRUCTION:

This section consists of **TEN (10)** structured questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

Bahagian ini mengandungi **SEPULUH (10)** soalan berstruktur. Jawab semua soalan.

CLO1
C1

QUESTION 1

State **THREE (3)** advantages of open loop control system.

SOALAN 1

Nyatakan **TIGA (3)** kelebihan sistem kawalan gelung terbuka.

[3 marks]
[3 markah]

CLO1
C1

QUESTION 2

Fill the blank block diagram of a human being system of a person wants to reach for a book on the table.

SOALAN 2

Isikan ruang kosong pada rajah blok bagi sistem manusia bagi seorang yang ingin mengambil buku di atas meja. Bagi Rajah B2 di bawah.

[3 marks]
[3 markah]

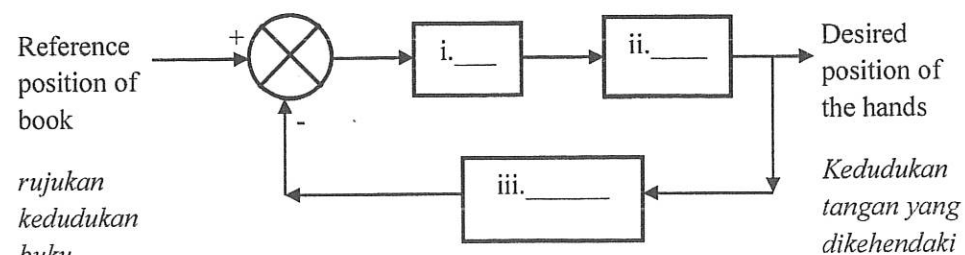


Figure B2/ Rajah B2

CLO1
C3

QUESTION 3

Calculate the laplace transform for $f(t)=12$.

SOALAN 3

Kirakan Jelmaan Laplace bagi $f(t)=12$.

[3 marks]
[3 markah]

CLO1
C3

QUESTION 4

Calculate the transfer function of the system shown in Figure B4.

SOALAN 4

Kirakan rangkap pindah bagi sistem yang diberikan dalam Rajah B4

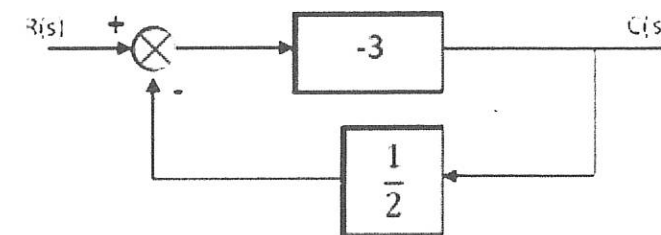


Figure B4/Rajah B4

[3 marks]
[3 markah]

CLO1
C3

QUESTION 5

Sketch transient response specifications for rise time and delay time.

SOALAN 5

Lukiskan spesifikasi sambutan fana bagi masa menaik dan masa lengah

[3 marks]
[3 markah]

CLO1
C2 QUESTION 6

Identify the classification of the system based on range of damping ratio, ξ .

SOALAN 6

Tentukan klasifikasi sistem berdasarkan julat nisbah redaman, ξ .

[3 marks]

[3 markah]

CLO1
C2 QUESTION 7

Give the equation of steady-state error for **THREE (3)** different types of input.

SOALAN 7

Berikan persamaan ralat keadaan mantap untuk **TIGA (3)** jenis input yang berbeza

[3 marks]

[3 markah]

CLO1
C3 QUESTION 8

Explain briefly the steady state error, e_{ss}

SOALAN 8

Terangkan secara ringkas ralat keadaan mantap. e_{ss}

[3 marks]

[3 markah]

CLO1
C3 QUESTION 9

The range of measured variable for a certain control system is 4mV to 14mV and a set point of 8mV. Calculate the error in percentage when the measured variable is 7.5mV.

SOALAN 9

Julat pembolehubah ukuran untuk sistem kawalan tertentu adalah 4mV hingga 14mV dan titik set ialah 8mV. Dapatkan ralat di dalam peratus apabila pembolehubah yang diukur ialah 7.5mV.

[3 marks]

[3 markah]

CLO1
C4 QUESTION 10

By referring to Figure B10, calculate the output value of PD controller when $K_p=6\%$ and $K_D=0.4\%$ with $p(0)=25\%$.

SOALAN 10

Berdasarkan kepada Rajah B10, kirakan nilai keluaran bagi pengawal jenis PD apabila $K_p=6\%$ dan $K_D=0.4\%$ dengan $p(0)=25\%$.

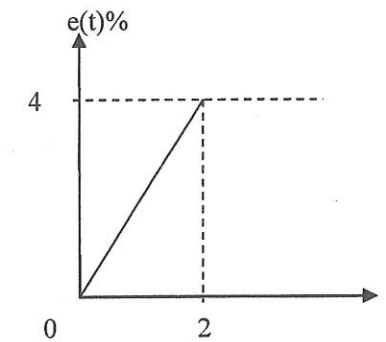


Figure B10/Rajah B10

[3 marks]

[3 markah]

SECTION C : 50 MARKS
BAHAGIAN C : 50 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

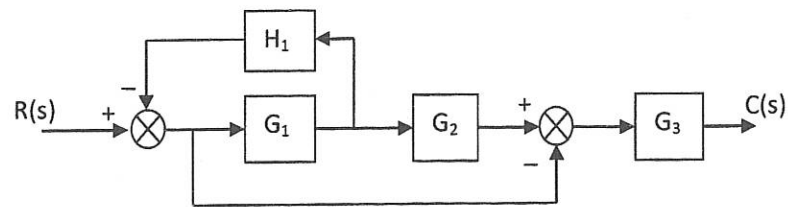


Figure C1/Rajah C1

CLO1
C3

Based on Figure C1, determine the transfer function for the system by using the:-
Merujuk kepada Rajah C1, tentukan rangkap pindah bagi sistem dengan menggunakan kaedah :-

- a. Block diagram reduction method.
Kaedah pengecilan gambarajah blok.

[12 marks]

[12 markah]

- b. Mason's Gain formula.
Formula Gandaan Mason

[13 marks]

[13 markah]

QUESTION 2
SOALAN 2

CLO1
C4

- a. Referring to the system in Figure C2(a), identify the values of L and P so that the system has an overshoot of 20% and the peak time of 3 seconds. Assume that a unit step input is given to the system.

Merujuk kepada sistem di dalam Rajah C2(a), kenalpasti nilai bagi L dan P supaya sistem mempunyai 20% lampau lajak maksima dan masa puncak 3 saat. Anggap masukan unit langkah diberikan kepada sistem.

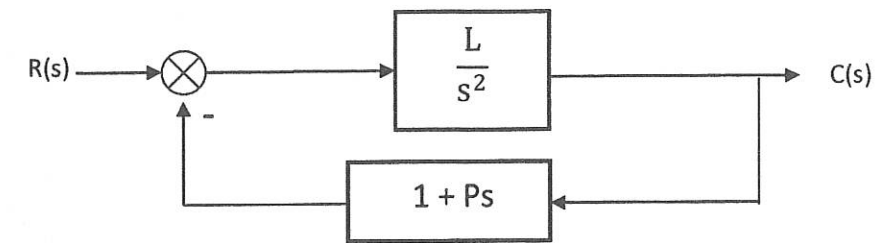


Figure C2(a) / Rajah C2(a)

[20 marks]
[20 markah]

CLO1
C3

- b. A PI controller is used to control a certain process. The settings of the controller are $K_p = 3\%$ and $K_i = 5\%$ per min with $p(0) = 50\%$. The error signal is found to be $2t + 8$ where t is the time. Find the controller output in % after 2.5 minutes.

Suatu pengawal jenis PI digunakan untuk mengawal sesuatu proses. Penetapan pengawal adalah $K_p = 3\%$ dan $K_i = 5\%$ per min dengan $p(0) = 50\%$. Isyarat ralat adalah $2t + 8$ di mana t ialah masa. Cari keluaran pengawal dalam % selepas 2.5 minit.

[5 marks]
[5 markah]

SOALAN TAMAT

STANDARD LAPLACE TRANSFORM PAIRS

$f(t) = \mathcal{L}^{-1}\{F(s)\}(t)$	$F(s) = \mathcal{L}\{f(t)\}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} f(t) dt$
1	$\frac{1}{s}, \quad s > 0$
$t^n, \quad n \text{ an integer}$	$\frac{n!}{s^{n+1}}, \quad s > 0$
e^{at}	$\frac{1}{s-a}, \quad s > a$
$\sin bt$	$\frac{b}{s^2 + b^2}, \quad s > 0$
$\cos bt$	$\frac{s}{s^2 + b^2}, \quad s > 0$
$e^{at} f(t)$	$F(s-a)$
$e^{at} t^n, \quad n \text{ an integer}$	$\frac{n!}{(s-a)^{n+1}}, \quad s > a$
$e^{at} \sin bt$	$\frac{b}{(s-a)^2 + b^2}, \quad s > a$
$e^{at} \cos bt$	$\frac{(s-a)}{(s-a)^2 + b^2}, \quad s > a$
$t \sin bt$	$\frac{2bs}{(s^2 + b^2)^2}, \quad s > 0$
$t \cos bt$	$\frac{s^2 - b^2}{(s^2 + b^2)^2}, \quad s > 0$
$u_c(t)f(t), \quad c \geq 0$ $u_c(t)f(t-c), \quad c \geq 0^{**}$	$e^{-cs} \mathcal{L}\{f(t+c)\}(s)$ $e^{-cs} \mathcal{L}\{f(t)\}(s)$
$y' = \dot{y} = \frac{dy}{dt}$	$sY(s) - y(0)$
$y'' = \ddot{y} = \frac{d^2y}{dt^2}$	$s^2Y(s) - sy(0) - \dot{y}(0)$

BLOCK DIAGRAM REDUCTION RULES

Case	Original Structure	Equivalent Structure
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		