



**FINAL EXAMINATION / PEPERIKSAAN AKHIR
SEMESTER 2 – SESSION 2017 / 2018
PROGRAM KERJASAMA**

COURSE CODE : DDPE 3133
KOD KURSUS

COURSE NAME : CONTROL SYSTEMS
NAMA KURSUS SISTEM KAWALAN

YEAR / PROGRAMME : 3DDPB/3DDPE/3DDPK/3DDPP
TAHUN / PROGRAM

DURATION : 2 HOURS 30 MINUTES / 2 JAM 30 MINIT
TEMPOH

DATE : APRIL 2018
TARIKH

INSTRUCTION/ARAHAN :

SECTION A: ANSWER BOTH QUESTIONS
SECTION B: ANSWER 2 (TWO) QUESTIONS ONLY

BAHAGIAN A: JAWAB KEDUA-DUA SOALAN
BAHAGIAN B: JAWAB 2 (DUA) SOALAN SAHAJA

(You are required to write your name and your lecturer's name on your answer script)
(Pelajar dikehendaki tuliskan nama dan nama pensyarah pada skrip jawapan)

NAME / NAMA	:
I.C NO. / NO. K/PENGENALAN	:
YEAR / COURSE TAHUN / KURSUS	:
COLLEGE NAME NAMA KOLEJ	:
LECTURER'S NAME NAMA PENSYARAH	:

This examination paper consists of ... 10... pages including the cover
Kertas soalan ini mengandungi 10..... muka surat termasuk kulit hadapan



PUSAT PROGRAM KERJASAMA

**PETIKAN DARIPADA PERATURAN AKADEMIK
ARAHAN AM - PENYELEWENGAN AKADEMIK**

1. SALAH LAKU SEMASA PEPERIKSAAN

1.1 Pelajar tidak boleh melakukan mana-mana salah laku peperiksaan seperti berikut :-

- 1.1.1 memberi dan/atau menerima dan/atau memiliki sebarang maklumat dalam bentuk elektronik, bercetak atau apa jua bentuk lain yang tidak dibenarkan semasa berlangsungnya peperiksaan sama ada di dalam atau di luar Dewan Peperiksaan melainkan dengan kebenaran Ketua Pengawas; atau
- 1.1.2 menggunakan makluman yang diperolehi seperti di atas bagi tujuan menjawab soalan peperiksaan; atau
- 1.1.3 menipu atau cuba untuk menipu atau berkelakuan mengikut cara yang boleh ditafsirkan sebagai menipu semasa berlangsungnya peperiksaan; atau
- 1.1.4 lain-lain salah laku yang ditetapkan oleh Universiti (seperti membuat bising, mengganggu pelajar lain, mengganggu Pengawas menjalankan tugasnya).

2. HUKUMAN SALAH LAKU PEPERIKSAAN

2.1 Sekiranya pelajar didapati telah melakukan pelanggaran mana-mana peraturan peperiksaan ini, setelah diperakukan oleh Jawatankuasa Peperiksaan Fakulti dan disabitkan kesalahannya, Senat boleh mengambil tindakan dari mana-mana satu yang berikut :-

- 2.1.1 memberi markah SIFAR (0) bagi keseluruhan keputusan peperiksaan kursus yang berkenaan (termasuk kerja kursus); atau
- 2.1.2 memberi markah SIFAR (0) bagi semua kursus yang didaftarkan pada semester tersebut.

2.2 Jawatankuasa Akademik Fakulti boleh mencadangkan untuk diambil tindakan tatatertib mengikut peruntukan Akta Universiti dan Kolej Universiti, 1971, Kaedah-kaedah Universiti Teknologi Malaysia (Tatatertib Pelajar-pelajar), 1999 bergantung kepada tahap kesalahan yang dilakukan oleh pelajar.

2.3 Pelajar yang didapati melakukan kesalahan kali kedua akan diambil tindakan seperti di perkara 2.1.2 dan dicadang untuk diambil tindakan tatatertib mengikut peruntukan Akta Universiti dan Kolej Universiti, 1971, Kaedah-kaedah Universiti Teknologi Malaysia (Tatatertib Pelajar-pelajar), 1999.

SECTION A [BAHAGIAN A]

ANSWER BOTH QUESTIONS

[JAWAB KEDUA-DUA SOALAN]

- Q1. (a) An entire row of zeros will appear in the Routh table under three conditions of root positions. State those three conditions.

Baris sifar akan wujud dalam jadual Routh di bawah tiga keadaan kedudukan kutub. Nyatakan tiga keadaan tersebut.

(6 marks/markah)

- (b) Construct a Routh table and determine the number of roots in the right half-plane and left half-plane for the equation

$$s^3 + s^2 + s + 21 = 0$$

Binakan jadual Routh dan tentukan bilangan punca pada separuh-satah kanan dan separuh-satah kiri bagi persamaan

$$s^3 + s^2 + s + 21 = 0$$

(7 marks/markah)

- (c) Given a feedback system that has the open-loop transfer function

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)}$$

- (i) Determine the open loop poles and zeroes.
- (ii) Determine the asymptotic point.
- (iii) Determine the asymptotic angle.
- (iv) Determine the gain, K at the imaginary axis crossing.
- (v) Determine the imaginary axis crossing point.
- (vi) Determine the breakaway point.
- (vii) Sketch the root locus of the system.

Diberikan satu sistem suapbalik yang mempunyai rangkap pindah gelung-buka

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)}$$

- (i) *Tentukan kutub dan sifar gelung buka.*
- (ii) *Tentukan titik asimptot.*
- (iii) *Tentukan sudut asimptot.*

- (iv) Tentukan gandaan, K pada persilangan di paksi khayal.
- (v) Tentukan titik persilangan pada paksi khayal.
- (vi) Tentukan titik pecah.
- (vii) Lakarkan londar punca sistem tersebut.

(12 marks/markah)

Q2. A control system has the open-loop transfer function given below:

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+2)(s+5)}$$

For $K = 20$, sketch the Bode magnitude and phase plots using straight-line approximation. Determine

- (i) the gain margin, G_M
- (ii) the phase margin, ϕ_M
- (iii) the stability of the system
- (iv) the range of K for stability

[For the magnitude plot, it is suggested to use a scale of 1 cm = 10 dB with maximum value of 30 dB and minimum value of -80 dB. For the phase plot, use a scale of 1 cm = 45° with maximum value of 0° and minimum value of -360°. Use minimum frequency, $\omega = 0.1$ rad/s]

Satu sistem kawalan mempunyai rangkap pindah gelung buka seperti berikut:

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+2)(s+5)}$$

Pada $K = 20$, lakarkan plot Bode magnitud dan fasa menggunakan kaedah penghampiran garis lurus. Tentukan

- (i) jidar gandaan, G_M
- (ii) jidar fasa, ϕ_M
- (iii) kestabilan sistem
- (iv) julat K untuk kestabilan

[Untuk plot magnitud, dicadang gunakan skala 1 cm = 10 dB dengan nilai maksimum 30 dB dan nilai minimum -80 dB. Untuk plot fasa, gunakan skala 1 cm = 45° dengan nilai maksimum 0° dan nilai minimum -360°. Gunakan frekuensi minimum, $\omega = 0.1$ rad/s]

(25 marks/markah)

SECTION B [BAHAGIAN B]

ANSWER TWO QUESTIONS ONLY

[JAWAB DUA SOALAN SAHAJA]

- Q3. (a) Explain briefly the advantages of a closed-loop control system as compared to an open-loop control system.

Terangkan dengan ringkas kelebihan sistem kawalan gelung-tertutup berbanding dengan sistem kawalan gelung-buka.

(6 marks/markah)

- (b) For the translational mechanical system in Figure Q3(b),

- (i) draw its parallel electrical analog
- (ii) write the equations of motion for the system
- (iii) obtain its transfer function, $\frac{X_2(s)}{F(s)}$.

Bagi sistem mekanik yang ditunjukkan dalam Rajah Q3(b),

- (i) lukiskan analog elektrik selari
- (ii) tuliskan persamaan anjakan bagi sistem tersebut
- (iii) dapatkan rangkap pindah, $\frac{X_2(s)}{F(s)}$

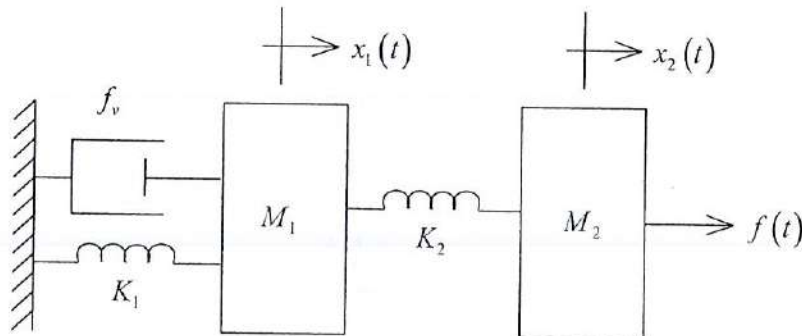


Figure Q3(b)/Rajah Q3(b)

(9 marks/markah)

- (c) Figure Q3(c) shows a rotational mechanical system.

- (i) Transfer the components from gear N_2 to gear N_1 .
- (ii) Write down the system equations.
- (iii) Derive the transfer function $\frac{\theta_2(s)}{T(s)}$.

Rajah Q3(c) menunjukkan sistem mekanik putaran.

- (i) Pindahkan komponen-komponen dari gear N_2 ke gear N_1 .
- (ii) Tuliskan persamaan-persamaan sistem tersebut.
- (iii) Terbitkan rangkap pindah $\frac{\theta_2(s)}{T(s)}$.

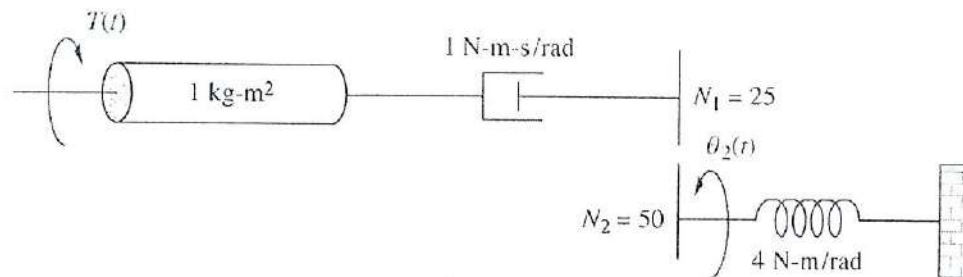


Figure Q3(c)/Rajah Q3(c)

(10 marks/markah)

- Q4. Figure Q4 shows the block diagram of a control system which is subjected to a unit-step input.

Rajah Q4 menunjukkan gambar rajah blok sistem kawalan yang dikenakan masukan unit langkah.

- (a) Given the percent overshoot, %OS is 15% and the settling time, T_s is 0.9 s, determine
 - (i) the damping ratio, ζ and the natural frequency, ω_n of the closed-loop system
 - (ii) the values of K and T
 - (iii) the transfer function $\frac{C(s)}{R(s)}$
 - (iv) the output time response, $c(t)$

Diberikan peratus lajukan, %OS ialah 15% dan masa penganapan, T_s ialah 0.9 s, tentukan

- (i) nisbah redaman, ζ dan frekuensi tabii, ω_n sistem gelung-tertutup tersebut
- (ii) nilai K dan T
- (iii) rangkap pindah $\frac{C(s)}{R(s)}$
- (iv) sambutan masa keluaran, $c(t)$

(20 marks/markah)

- (b) If a unit ramp input is applied to the system, determine
- the static error constant, K_v
 - the steady state error, $e(\infty)$

Sekiranya masukan unit tanjakan dikenakan pada sistem, tentukan

- pemalar ralat statik, K_v*
- ralat keadaan mantap, $e(\infty)$*

(5 marks/markah)

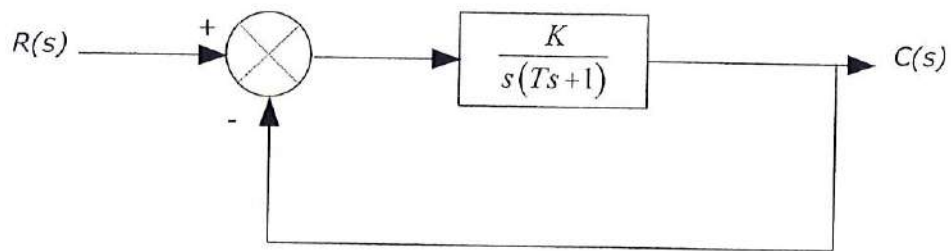


Figure Q4/Rajah Q4

- Q5. (a) Name the four components of a block diagram for a linear time-invariant system.

Namakan empat komponen gambar rajah blok bagi sistem linear tak berubah masa.

(5 marks/markah)

- (b) Determine the transfer function, $\frac{C(s)}{R(s)}$ of the system shown in Figure Q5(b) by using the block reduction method.

Tentukan rangkap pindah, $\frac{C(s)}{R(s)}$ sistem yang ditunjukkan dalam Rajah Q5(b)

dengan menggunakan kaedah pengurangan blok.

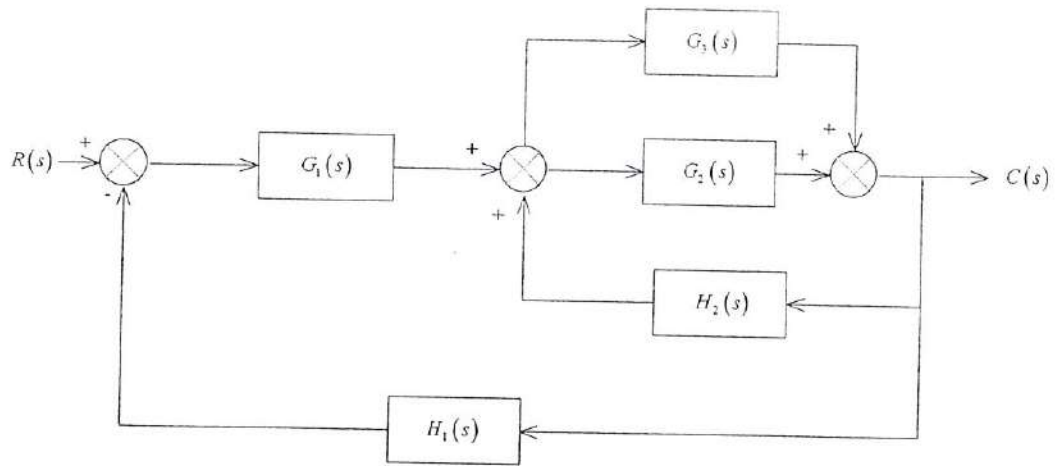


Figure Q5(b)/Rajah Q5(b)

(10 marks/markah)

- (c) Find the transfer function, $\frac{C(s)}{R(s)}$ for the system in Figure Q5(c) by using Mason's Rule.

Dapatkan rangkap pindah, $\frac{C(s)}{R(s)}$ bagi sistem dalam Rajah Q5(c) dengan menggunakan Aturan Mason.

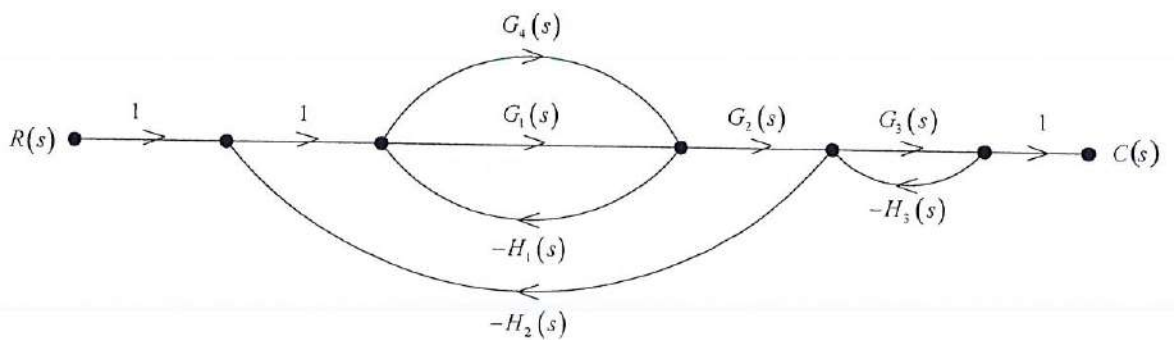


Figure Q5(c)/Rajah Q5(c)

(10 marks/markah)

APPENDIX I LAMPIRAN

LAPLACE TRANSFORMS

JELMAAN LAPLACE

Laplace transform	Time function
$\frac{1}{s}$	1
$\frac{1}{s^2}$	t
$\frac{1}{s+a}$	e^{-at}
$\frac{a^2}{s(s+a)^2}$	$1 - e^{-at} - ate^{-at}$
$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$	$\sin \omega t$
$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$	$\cos \omega t$
$\frac{\omega^2}{s(s^2 + \omega^2)}$	$1 - \cos \omega t$
$\frac{\omega}{(s+\alpha)^2 + \omega^2}$	$e^{-\alpha t} \sin \omega t$
$\frac{s+\alpha}{(s+\alpha)^2 + \omega^2}$	$e^{-\alpha t} \cos \omega t$
$\frac{1}{s} \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$	$1 - \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\zeta\omega_n t} \cos \left(\omega_n \sqrt{1-\zeta^2} t - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \right)$

SECOND ORDER TIME DOMAIN SPECIFICATION
(PENENTUAN DOMAIN MASA SISTEM TERTIB KEDUA)

% Maximum overshoot, $\%OS = 100e^{-\left[\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right]}$

(% Lajakan maksimum) $\zeta = \frac{-\ln(\%OS/100)}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2(\%OS/100)}}$

Peak time, Masa puncak, $T_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}}$

Settling time, Masa pengenapan, $T_s = \frac{4}{\zeta\omega_n}$ (for 2% criteria/untuk kriteria 2%)

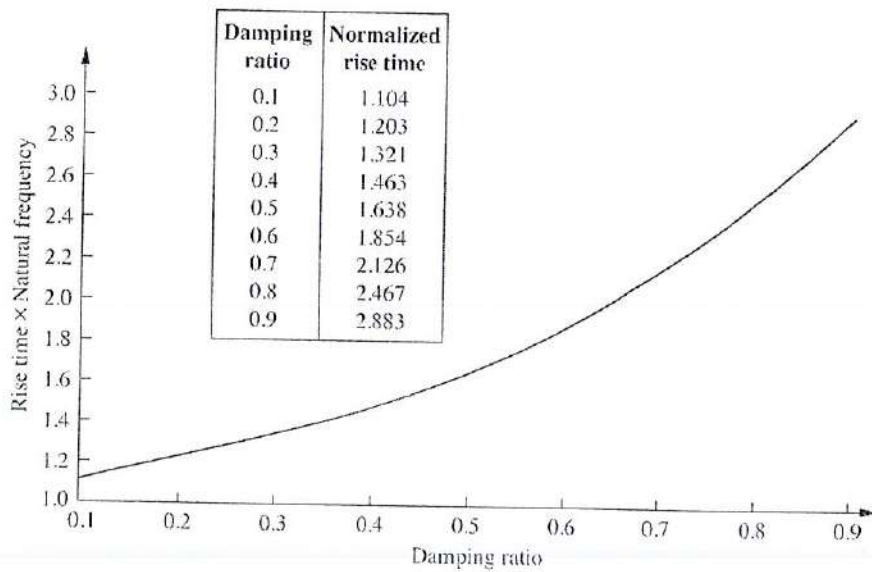


Figure 4.16
© John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Steady state error, Ralat keadaan mantap, $e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sR(s)}{1+G(s)}$

Mukasurat ini sengaja dibiarkan kosong

[This page is purposely left blank]

Mukasurat ini sengaja dibiarkan kosong

[This page is purposely left blank]