



**KOLEJ UNIVERSITI TEKNOLOGI
TUN HUSSEIN ONN**

**PEPERIKSAAN AKHIR
SEMESTER 2
SESI 2004/2005**

NAMA MATA PELAJARAN : SISTEM KAWALAN

KOD MATAPELAJARAN : BKE 3253

KURSUS : 3BKL

TARIKH PEPERIKSAAN : MAC 2005

JANGKAMASA : 3 JAM

ARAHAN : JAWAB **EMPAT (4)** SOALAN SAHAJA
DARIPADA ENAM (6) SOALAN.

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI 12 (DUA BELAS) MUKA SUARAT

SOALAN DALAM BAHASA MELAYU

- S1. (a) Merujuk kepada Rajah S1(a), terangkan dengan ringkas bagaimana sistem ini bekerja dan apakah masalah utama bagi sistem kawalan jenis ini. Kemudian terangkan pula, bagaimanakah caranya untuk mengatasi masalah tersebut.
(Arahan: Anda dikehendaki mempamirkan blok diagram bagi setiap elemen sistem ini dalam jawapan anda) (18 markah)
- (b) Apakah perbezaan diantara suap balik dan suap-depan (7 markah)

- S2. Rajah S2 menunjukkan satu set gandingan motor-penjana, andaikan bahawa

$$K_g = \frac{e_g(t)}{i_f(t)} \quad \text{dan} \quad K_t = \frac{T_m(t)}{i_g(t)}$$

dimana, $e_g(t)$ adalah voltan penjana, $i_f(t)$ adalah arus medan, $T_m(t)$ adalah daya kilas pemacu dan $i_g(t)$ adalah arus penjana.

- (a) Dapatkan persamaan-persamaan yang relevan untuk sistem ini.. (8 markah)
- (b) Jelmakan persamaan-persamaan ini kepada domain-s. (4 markah)
- (c) Bina satu gambarajah blok lengkap untuk sistem ini. (8 markah)
- (d) Dapatkan rangkap pindah $\frac{\theta_m(s)}{V_i(s)}$, dimana $\theta_m(s)$ adalah anjakan sudut dan $V_i(s)$ adalah voltan masukan. (5 markah)

- S3. Merujuk kepada Rajah S3, dapatkan satu persamaan keadaan dan satu persamaan keluaran dalam bentuk matriks bagi motor arus terus terkawal angker dengan aruhan angker bukan sifar. Ambil,

$$x_1(t) = \theta_m(t), \quad x_2(t) = \omega_m(t), \quad x_3(t) = i_a(t), \quad \text{dan} \quad y(t) = \omega_m(t)$$

dimana θ_m adalah anjakan sudut, ω_m adalah halaju sudut, i_a adalah arus angker, x adalah pembolehubah keadaan, dan y adalah pembolehubah keluaran. (25 markah)

- S4. (a) Lengkung sambutan satu sistem bergantung kepada nilai-nilai nisbah redaman, zeta ζ . Terangkan dengan ringkas, jenis sambutan dengan melukiskan lengkung bagi ζ berikut

(i) jika $0 < \zeta < 1$ (3 markah)

(ii) jika $\zeta = 1$ (3 markah)

(iii) jika $\zeta > 1$ (3 markah)

- (b) Merujuk kepada Rajah S4(b), tentukan nombor jenis bagi sistem ini. Kemudian, kirakan ralat keadaan mantap untuk masukan berikut

(i) $r(t) = u(t)$ (5 markah)

(ii) $r(t) = tu(t)$ (5 markah)

(iii) $r(t) = \frac{1}{2}t^2u(t)$ (6 markah)

- S5. Satu sistem masukan-tunggal keluaran-tunggal dapat diwakilkan oleh persamaan keadaan dan keluaran sebagai

$$\underline{\dot{x}} = A\underline{x}(t) + B\underline{u}(t) \quad \text{dan} \quad \underline{y}(t) = C\underline{x}(t)$$

di mana

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -8 & -14 & -7 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \text{dan} \quad C = [1 \ 0 \ 0]$$

Sistem ini diberikan masukan langkah unit dengan keadaan awal $\underline{x}(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$.

Terbitkan keluaran sistem, $y(t)$. (25 markah)

- S6. (a) Lukiskan satu gambarajah blok umum bagi satu sistem kawalan digit untuk masukan analog dan keluaran digit. (5 markah)
- (b) Merujuk kepada Rajah S6(b), tentukan sambutan keluaran sistem, $c(k)$, untuk satu arahan unit langkah, $u(k)$. Plotkan sambutan $c(k)$ tersebut untuk bilangan tersampel, $k = 0, 1, 2$, dan 3 . (20 markah)

SOALAN DALAM BAHASA INGGERIS

- Q1.** (a) Refer to Figure Q1(a), explain briefly how this system works and what is the main problem for this type of control system. Then, explain how to overcome this problem.

(Note: You must show a block diagram of each element system in your answer)

(18 marks)

- (b) What is the difference between feedback and feedforward in control systems?

(7 marks)

- Q2.** Figure Q2 shows a set of motor-generator coupling system, assume that

$$K_g = \frac{e_g(t)}{i_f(t)} \quad \text{and} \quad K_t = \frac{T_m(t)}{i_g(t)}$$

where $e_g(t)$ is the generator voltage, $i_f(t)$ is the field current, $T_m(t)$ is the drive torque and $i_g(t)$ is the generator current.

- (a) Obtain the relevant equations for this system. (8 marks)

- (b) Transform the equations that you obtained from question Q2(a) to s-domain. (4 marks)

- (c) Construct a complete block diagram of this system. (8 marks)

- (d) Obtain the transfer function $\frac{\theta_m(s)}{V_i(s)}$, where $\theta_m(s)$ is the angular displacement and $V_i(s)$ is the input voltage. (5 marks)

- Q3.** Refer to Figure Q3, obtain a state equation and a output equation in matrix form for an armature controlled dc motor with non-zero armature inductance.

Define

$$x_1(t) = \theta_m(t), \quad x_2(t) = \omega_m(t), \quad x_3(t) = i_a(t), \quad \text{and} \quad y(t) = \omega_m(t)$$

where θ_m is the angular displacement, ω_m is the angular velocity, i_a is the armature current, x is the state variable, and y is the output variable. (25 marks)

- Q4.** (a) The response curves depend on the values of damping ratio, zeta ζ . Explain concisely the type of response and illustrate the curve for following ζ

(i) when $0 < \zeta < 1$ (3 marks)

(ii) when $\zeta = 1$ (3 marks)

(iii) when $\zeta > 1$ (3 marks)

- (b) Refer to Figure Q4(b), obtain the type number of the system. Then, calculate the steady state error for following input

(i) $r(t) = u(t)$ (5 marks)

(ii) $r(t) = tu(t)$ (5 marks)

(iii) $r(t) = \frac{1}{2}t^2u(t)$ (6 marks)

- Q5.** A Single Input Single Output system can be represented by the state equation and output equation, respectively as

$$\underline{\dot{x}} = A\underline{x}(t) + B\underline{u}(t) \quad \text{and} \quad \underline{y}(t) = C\underline{x}(t)$$

where

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -8 & -14 & -7 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \text{and } C = [1 \ 0 \ 0]$$

The system is subjected to a unit step input with the initial state input is $x(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$.

Determine the system output, $y(t)$.

(25 marks)

- Q6.** (a) Draw a general block diagram of digital control system for an analog input and analog output. (5 marks)
- (b) Refer to Figure Q6(b), determine the response of the system, $c(k)$, for a sampled unit step command, $u(k)$. Plot the response $c(k)$ for sampled number, $k = 0, 1, 2,$ and 3 . Given, inter-sample interval is $T = 1\text{s}$. (20 marks)

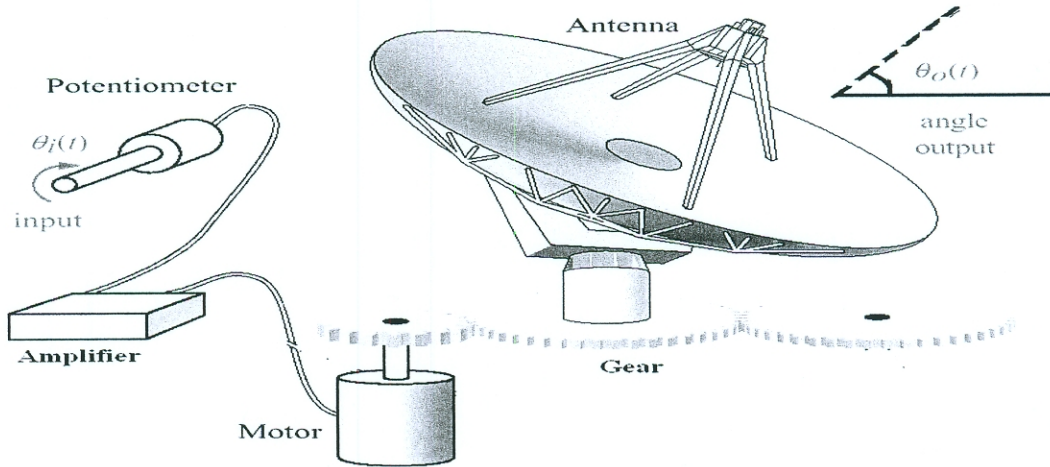
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER 2/2004/05

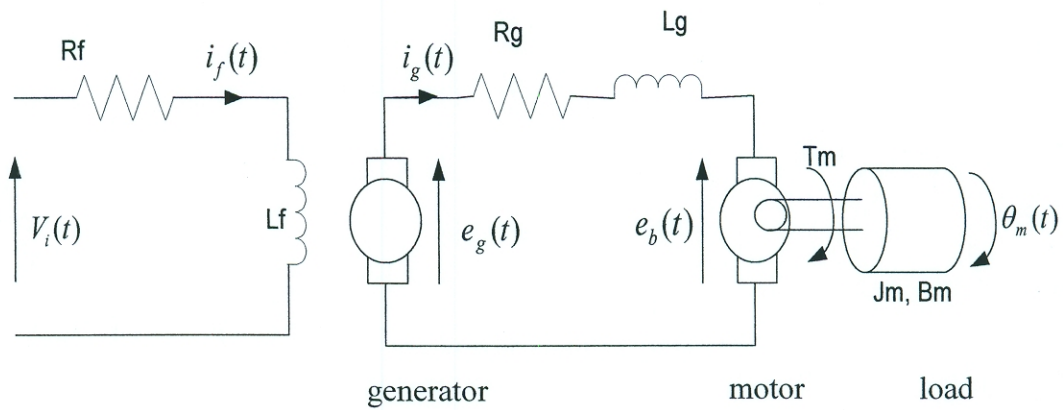
KURSUS : 3BKE

MATA PELAJARAN : SISTEM KAWALAN

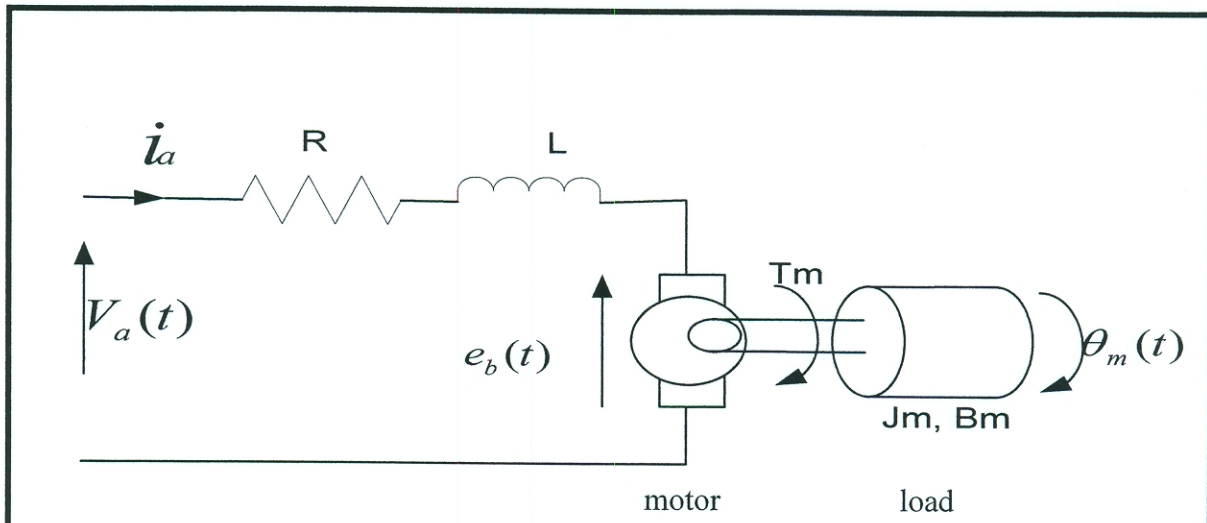
KOD MP : BKE3253



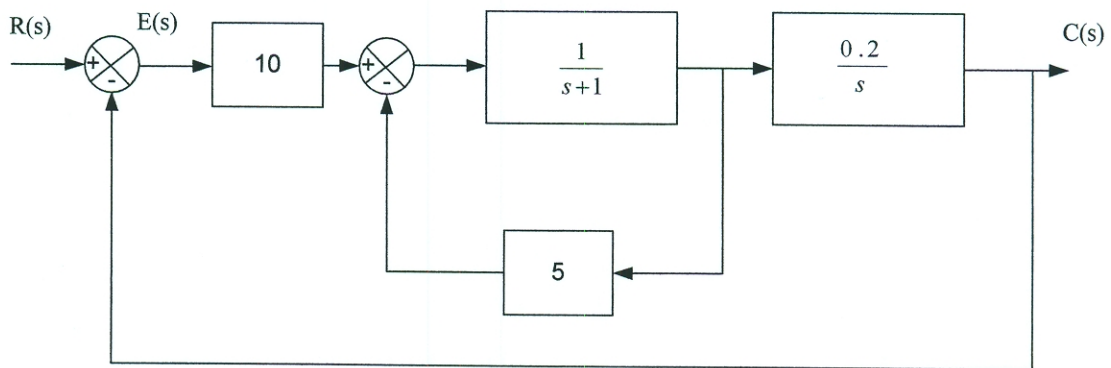
Rajah S1(a)/Figure Q1(a).



Rajah S2/Figure Q2.



Rajah S3/Figure Q3.



Rajah S4(b)/Figure Q4(b).

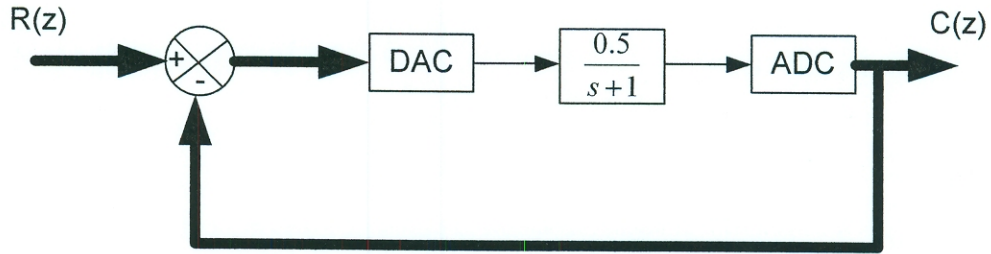
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER 2/2004/05

KURSUS : 3BKE

MATA PELAJARAN : SISTEM KAWALAN

KOD MP : BKE3253

Rajah S6(b)/Figure Q6(b).

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER 2/2004/05

KURSUS : 3BKE

MATA PELAJARAN : SISTEM KAWALAN

KOD MP : BKE3253

Jadual 1/Table 1. Laplace transform table.

Item no.	$f(t)$	$F(s)$
1.	$\delta(t)$	1
2.	$u(t)$	$\frac{1}{s}$
3.	$tu(t)$	$\frac{1}{s^2}$
4.	$t^n u(t)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
5.	$e^{-at} u(t)$	$\frac{1}{s+a}$
6.	$\sin \omega t u(t)$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
7.	$\cos \omega t u(t)$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER 2/2004/05

KURSUS : 3BKE

MATA PELAJARAN : SISTEM KAWALAN

KOD MP : BKE3253

Jadual 2/ Table 2 : Partial table of z- and s-transforms

	$f(t)$	$F(s)$	$F(z)$	$f(kT)$
1.	$u(t)$	$\frac{1}{s}$	$\frac{z}{z-1}$	$u(kT)$
2.	t	$\frac{1}{s^2}$	$\frac{Tz}{(z-1)^2}$	kT
3.	t^n	$\frac{n!}{s^{n+1}}$	$\lim_{a \rightarrow 0} (-1)^n \frac{d^n}{da^n} \left[\frac{z}{z - e^{-aT}} \right]$	$(kT)^n$
4.	e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$	$\frac{z}{z - e^{-aT}}$	e^{-akT}
5.	$t^n e^{-at}$	$\frac{n!}{(s+a)^{n+1}}$	$(-1)^n \frac{d^n}{da^n} \left[\frac{z}{z - e^{-aT}} \right]$	$(kT)^n e^{-akT}$
6.	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$	$\frac{z \sin \omega T}{z^2 - 2z \cos \omega T + 1}$	$\sin \omega kT$
7.	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$	$\frac{z(z - \cos \omega T)}{z^2 - 2z \cos \omega T + 1}$	$\cos \omega kT$
8.	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2}$	$\frac{ze^{-aT} \sin \omega T}{z^2 - 2ze^{-aT} \cos \omega T + e^{-2aT}}$	$e^{-akT} \sin \omega kT$
9.	$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2}$	$\frac{z^2 - ze^{-aT} \cos \omega T}{z^2 - 2ze^{-aT} \cos \omega T + e^{-2aT}}$	$e^{-akT} \cos \omega kT$