

**UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA****PEPERIKSAAN AKHIR
SEMESTER I
SESI 2011/2012**

NAMA KURSUS : **KEJURUTERAAN KAWALAN**
KOD KURSUS : **IBDA3073**
PROGRAM : **BDD**
TARIKH PEPERIKSAAN : **JANUARI 2012**
JANGKA MASA : **2 ½ JAM**

ARAHAN :

- 1. BAHAGIAN A (PILIHAN) : JAWAB DUA(2) SOALAN SAHAJA**
- 2. BAHAGIAN B (WAJIB) : JAWAB SEMUA SOALAN.**
- 3. SIMBOL YANG DIGUNAKAN MEMPUYAI TAKRIFAN YANG LAZIM KECUALI JIKA DINYATAKAN SEBALIKNYA.**

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI DUA BELAS (12) MUKA SURAT

BAHAGIAN A (PILIHAN) : JAWAB DUA (2) SOALAN SAHAJA

- S1 (a)** Sebuah sistem servo hidraulik digunakan untuk menggerakkan sebuah beban yang besar, m seperti dalam Rajah S1. Anggap bahawa daya beban reaktif tidak diabaikan, serta berat silinder penggerak termasuk dalam jumlah beban m . Daya beban reaktif diambilkira menggunakan perhubungan seperti di bawah;

$$q = q_0 + q_L + q_C$$

Di mana, q = jumlah kadar alir yang masuk / keluar dari silinder

q_0 = kadar alir efektif yang menggerakkan silinder

q_L = kebocoran kadar alir dalam sistem

q_C = kemampatan kadar alir, diberikan oleh hubungan

$$q_C = \frac{\rho V}{K} \frac{d\Delta p}{dt}$$

Di mana ρ = ketumpatan minyak hidraulik

K = pemalar bagi modulus minyak hidraulik

V = isipadu efektif minyak hidraulik termampat.

Δp = perbezaan tekanan minyak hidraulik di injap servo

- (i) Terbitkan semua model matematik yang terdapat dalam sistem pada Rajah S1, mengambilkira hubungan daya beban reaktif di atas.
- (ii) Bina gambarajah bongkah yang menghubungkan semua model matematik pada S1(i). Gunakan x sebagai isyarat masukan dan y adalah isyarat keluaran pada sistem.
- (iii) Tentukan rangkap pindah $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$ untuk sistem tersebut. Anda bebas menggunakan apa jua kaedah untuk mendapatkan rangkap pindah $G(s)$.

(19 markah)

- (b) Huraikan **TIGA(3)** jenis strategi permodelan matematik yang biasa digunakan oleh jurutera kawalan. Berikan contoh penggunaannya untuk setiap satu strategi yang dihuraikan.

(6 markah)

S2 Model bagi sebuah sistem kawalan kedudukan servo gelung tertutup ditunjukkan seperti dalam Rajah S2;

(a) Dapatkan rangkap pindah bagi sistem pada Rajah S2.

(3 markah)

(b) Tanpa pemasangan suapbalik halaju ($K_2 = 0$), tentukan peratus lajukan sistem, $\%M_p$ dan masa penggenapan, T_s jika diberi $K_1 = 0.173$

(6 markah)

(c) Jika suapbalik halaju dipasang pada sistem, tentukan nilai K_2 yang boleh mengurangkan 80% lajukan, M_p pada soalan S2(b).

(7 markah)

Lalu,

(i) kira nilai masa penggenapan, T_s yang baru

(ii) Daripada keputusan soalan S2(b) dan S2(c)(i), apakah kesimpulan yang dapat diperolehi apabila memasang suapbalik halaju pada sistem dalam Rajah S2.

(4 markah)

(d) Huraikan LIMA(5) spesifikasi sistem yang boleh ditentukan oleh Jurutera Kawalan dalam merekabentuk sesuatu sistem kawalan.

(5 markah)

Diberi :

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

$$s_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\%OS = 100 e^{-(\zeta\pi / \sqrt{1-\zeta^2})}$$

$$T_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}}$$

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

$$T_s = \frac{4}{\zeta\omega_n}$$

- S3 (a)** Sebuah sistem kawalan diberikan seperti dalam Rajah S3. Ringkaskan gambarajah blok tersebut dengan menggunakan kaedah pengurangan blok untuk mendapatkan rangkap pindah sistem tersebut.

(10 markah)

- (b)** Rangkap pindah gelung buka bagi satu sistem kawalan suap-balik unit adalah diberikan sebagai

$$G(s) = \frac{K(s+20)}{s(s+2)(s+3)}$$

- (i)** Tentukan julat nilai K agar sistem gelung tertutup menjadi stabil.
- (ii)** Terangkan perkaitan antara kedudukan kutub di paksi kompleks dengan kriteria Routh Hurwitz.

(10 markah)

(5 markah)

BAHAGIAN B (WAJIB) : JAWAB SEMUA SOALAN

- S4 (a)** Rajah S4 menunjukkan sebuah pengawal pemampas kamiran ideal PI untuk proses tersebut. Terangkan bagaimana pengawal PI boleh mengurangkan ralat keadaan mantap menggunakan lakaran londar punca.

(5 markah)

- (b) Rangkap pindah gelung buka bagi satu sistem kawalan diberi oleh

$$KGH(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+4)}$$

Lakarkan plot londa punca di atas kertas graf biasa untuk menunjukkan kedudukan kutub, frekuensi asli, ω_n , dan frekuensi asli teredam, ω_d untuk sistem yang dipampas agar keadaan nisbah peredam untuk kutub gelung tertutup adalah 0.6. Juga, tentukan gandaan K_0 bagi pengawal perkadaran, ralat halaju tetap K_v , ralat keadaan mantap, $e_{ss}(\infty)$ dan rangkap pindah sistem terpampas.

[Gunakan skala 2 cm:1 unit di kedua-dua paksi]

(20 markah)

- S5 (a) Jelaskan DUA(2) perbezaan antara plot Nyquist dan plot Bode.

(4 markah)

- (b) Terangkan bagaimana kestabilan boleh ditentukan melalui Rajah Bode?

(5 markah)

- (c) Sistem kawalan bagi injap sebuah mesin pencetak mempunyai rangkap pindah gelung buka seperti di bawah;

$$KGH(s) = \frac{100}{s(s+5)(s+10)}$$

Plotkan rajah Bode di atas kertas graf semi-log. Tentukan jidar gandaan dan jidar fasa. Berikan komen anda berkenaan kestabilan sistem tersebut.

(16 markah)

PART A (OPTIONAL): ANSWER TWO (2) QUESTIONS ONLY

- Q1 (a)** A hydraulic servo system is used to move a big load m as in Figure Q1. Assuming that load reaction forces are not negligible, also that the mass of the power piston is included in the load mass, m . Load reaction forces relationship is as below;

$$q = q_0 + q_L + q_C$$

- Where,
- q = total oil flow rate in the system
 - q_0 = useful flow rate to power the cylinder causing piston movement
 - q_L = Leakage oil flow rate
 - q_C = Compressibility effect flow rate, governs by equation

$$q_C = \frac{\rho V}{K} \frac{d\Delta p}{dt}$$

- Where
- ρ = density of oil
 - K = bulk modulus of oil
 - V = effective volume of oil under compression
 - Δp = pressure difference in the valve.

- (i) Derive all mathematical model exist in the system shown in Figure Q1 taking into account load reaction forces.
- (ii) Develop block diagram that link up all the mathematical model in Q1(i). Let x as input signal and y as output signal of the system.
- (iii) Determine the transfer function $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$ for the system. You are free to use any method to obtain $G(s)$.

(19 markah)

- (b) Explain **THREE(3)** types of system modeling strategy used by most of control engineer. Give one examples of its application for each of the strategy.

(6 markah)

Q2 Consider the model of a position servo system with velocity feedback shown in Figure Q2;

(a) Find the transfer function of the system in Figure Q2.

(3 marks)

(b) Without velocity feedback ($K_2 = 0$), determine the percentage overshoot, $\%M_p$ and settling time, T_s if given $K_1 = 0.173$

(6 marks)

(c) If velocity feedback is attached to the system, determine value of K_2 that is able to reduce 80% of overshoot, M_p from result in Q2 (b).

(7 marks)

Hence,

(i) Calculate the new settling time, T_s

(ii) From the result obtain from question Q2(b) and Q2(c)(i), conclude the effect of attaching velocity feedback to the system in Figure Q2.

(4 marks)

(d) List **FIVE (5)** control design specifications normally being set by control engineer in order to solve any control design problems.

(5 marks)

Given :

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

$$s_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\%OS = 100 e^{-(\zeta\pi / \sqrt{1-\zeta^2})}$$

$$T_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}}$$

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

$$T_s = \frac{4}{\zeta\omega_n}$$

- Q3 (a)** A control system is given by the block diagram as in Figure Q3. Obtain the transfer function of the system using block diagram reduction method. (10 marks)

- (b)** The forward transfer function for a unity feedback system is given as

$$G(s) = \frac{K(s+20)}{s(s+2)(s+3)}$$

- (i)** Find the range of K to make the closed-loop system stable. (10 marks)

- (ii)** Explain the relationship between poles location in the complex plane and Routh Hurwitz criterion. (5 marks)

PART B (COMPULSORY): ANSWER ALL THE QUESTIONS

- Q4 (a)** Figure Q4 shows an ideal integral compensator or PI controller for the plant. Explain how PI controllers reduce the steady-state error using root locus plot. (5 marks)

- b)** The open loop transfer function of a control system is given by

$$KGH(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+4)}$$

Sketch the root locus on a linear graph paper to obtain the corresponding pole, undamped natural frequency ω_n , and damped natural frequency ω_d for the compensated system such that the damping ratio of the closed-loop poles will be equal 0.6. Also determine the gain K_0 of a proportional controller, velocity constant error, K_v steady state error, $e_{ss}(\infty)$ and the compensated closed-loop transfer function.

[Use the scale of 2 cm:1 unit on both axes]

(20 marks)

- Q5**
- a) Outline **TWO (2)** differences between Nyquist plots and Bode plots. (4 marks)
- b) Explain how stability can be determined through Bode diagram? (5 marks)
- c) The control system of jet printer valve has open loop transfer function as follows:

$$KGH(s) = \frac{100}{s(s+5)(s+10)}$$

Plot the Bode diagram on a semi-log graph paper. Determine the gain margin and phase margin. Give your comment of the system's stability.

(16 marks)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI :SEMESTER I 2011/2012 PROGRAM : BDD
 NAMA KURSUS :KEJURUTERAAN KAWALAN KOD KURSUS : BDA3073

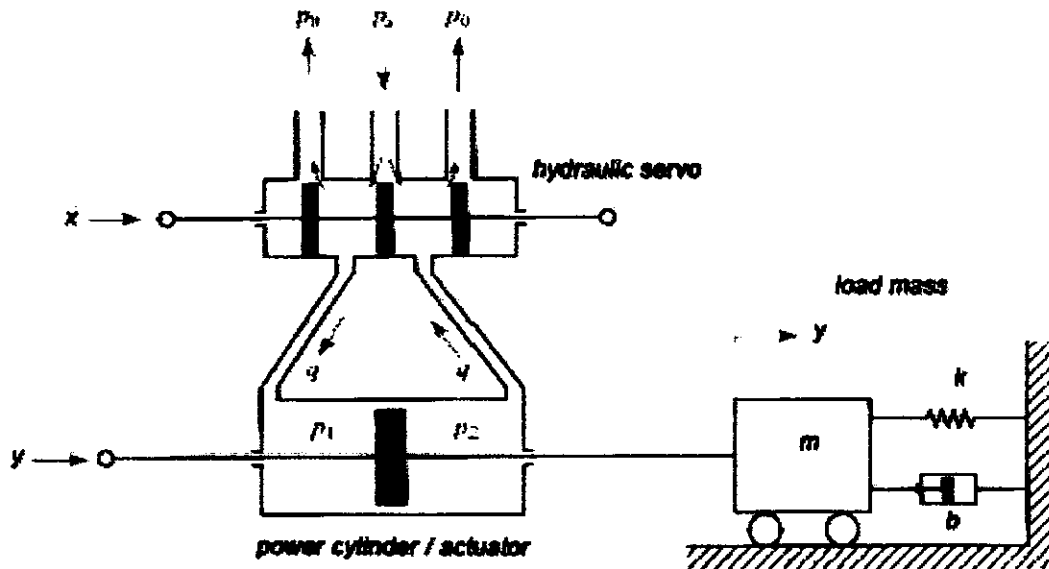


Figure Q1 / Rajah S1

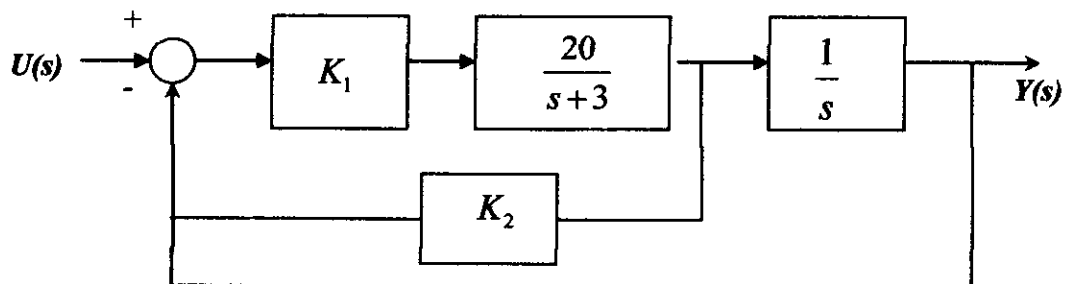


Figure Q2 / Rajah S2

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI
NAMA KURSUS:SEMESTER I 2011/2012
:KEJURUTERAAN KAWALAN KOD KURSUS: BDA
: BDA3073

Table 2-1: Laplace Transform Pairs

	$f(t)$	$F(s)$
1.	Unit impulse $\delta(t)$	1
2.	Unit step $1(t)$	$1/s$
3.	t	$1/s^2$
4.	$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!} \quad (n=1,2,3,\dots)$	$\frac{1}{s^n}$
5.	$t^n \quad (n=1,2,3,\dots)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
6.	e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$
7.	te^{-at}	$\frac{1}{(s+a)^2}$
8.	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1} e^{-at} \quad (n=1,2,3,\dots)$	$\frac{1}{(s+a)^n}$
9.	$t^n e^{-at} \quad (n=1,2,3,\dots)$	$\frac{n!}{(s+a)^{n+1}}$
10.	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
11.	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
12.	$\sinh \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 - \omega^2}$
13.	$\cosh \omega t$	$\frac{s}{s^2 - \omega^2}$
14.	$\frac{1}{a}(1 - e^{-at})$	$\frac{1}{s(s+a)}$
15.	$\frac{1}{b-a}(e^{-at} - e^{-bt})$	$\frac{1}{(s+b)(s+a)}$
16.	$\frac{1}{b-a}(be^{-bt} - ae^{-at})$	$\frac{s}{(s+b)(s+a)}$
17.	$\frac{1}{ab} \left[1 + \frac{1}{a-b}(be^{-at} - ae^{-bt}) \right]$	$\frac{1}{s(s+b)(s+a)}$
20.	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2}$
21.	$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2}$