

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

**IQK 224/310 - Sistem Kawalan**

Masa : [3 jam]

---

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi TUJUH (7) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab mana-mana LIMA (5) soalan. Semua soalan mesti dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Ciri-ciri bagi suatu sistem dinamik diberi oleh persamaan kebezaan tertib kedua berikut:

$$M\ddot{y} + C\dot{y} + Ky = 0, \text{ dengan keadaan awal } y(0) = y_0$$

Dengan menggunakan kaedah Jelmaan Laplace,

- (i) terbitkan persamaan bagi Jelmaan Laplace keluaran sistem,  $Y(s)$   
 (ii) terbitkan persamaan bagi sambutan masa sistem,  $y(t)$ , bagi  $t > 0$ ,  
 diberi

$$\frac{C}{M} = 3, \frac{K}{M} = 2, \text{ dan } y(0) = 1$$

(50 markah)

- (b) Merujuk pada Rajah 1, lukiskan satu rajah jasad bebas bagi sistem mekanik tersebut, dan tuliskan persamaan kebezaan daya yang bertindak atas objek 1 and 2 dalam domain  $s$ . Anggapkan kesemua keadaan awal adalah sifar.

(50 markah)

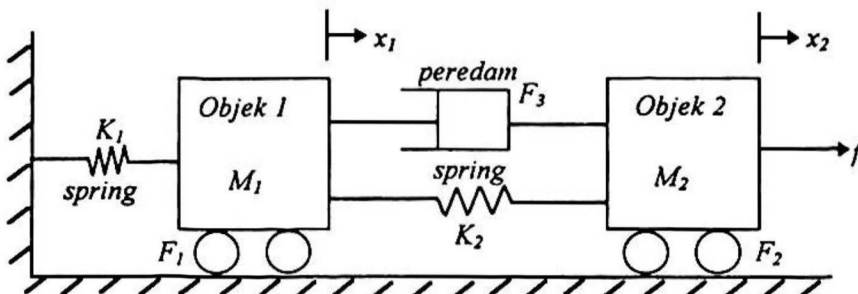


Fig. 1

- $f$  — daya luaran yang dikenakan  
 $x_1, x_2$  — anjakan objek 1 & 2  
 $M_1, M_2$  — jisim objek 1 & 2  
 $K_1, K_2$  — ketegangan spring 1 & 2  
 $F_1, F_2, F_3$  — koefisien geseran bagi objek 1 & 2, dan peredam

...3/-

2. Rajah 2 menunjukkan rajah blok bagi satu sistem kawalan yang direkabentuk untuk mengawal kedudukan sudut sesuatu objek. Input,  $R(s)$ , mewakili kedudukan yang diinginkan dan output,  $C(s)$ , mewakili kedudukan sebenar objek tersebut.

(a) Dengan mengabaikan input laluan ke-depan (set  $T = 0$ ), dapatkan rangkap pindah gelung tertutup sistem, dan tentukan

- (i) nisbah redaman  $\xi$ ,
- (ii) frekuensi tabii tak teredam  $\omega_n$ ,
- (iii) frekuensi tabii teredam  $\omega_d$ ,
- (iv) ralat kedudukan yang disebabkan oleh input halaju konstan unit (halaju mengekor)

(40 markah)

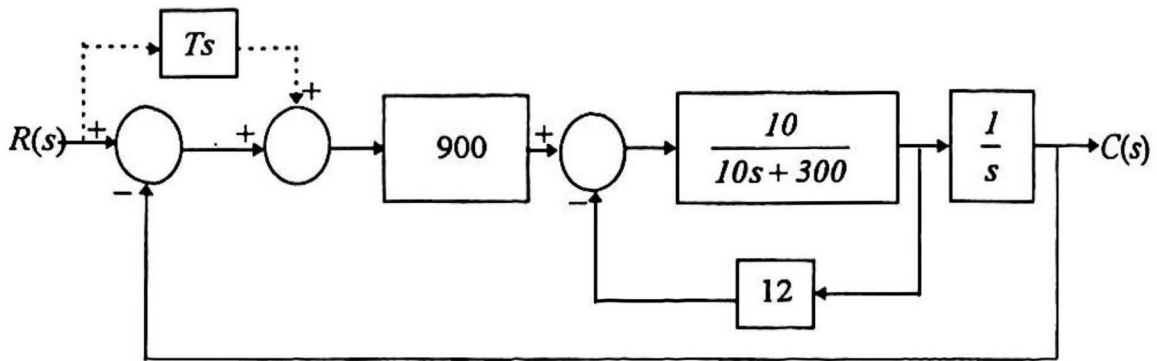
(b) Dengan mempertimbangkan elemen input laluan ke-depan, tunjukkan halaju mengekor akan dikurangkan ke sifar jika  $T$  disetkan pada  $\frac{7}{150}$ .

(40 markah)

(c) Apakah masalah praktikal yang timbul apabila kaedah ini digunakan untuk mengurangkan halaju mengekor ke sifar?

(20 markah)

...4/-



Rajah 2

3. Rajah 3 menunjukkan satu rajah blok sistem kawalan proses. Rangkap pindah untuk proses itu ialah

$$P(s) = \frac{1}{s(s+1)}$$

Gandaan-gandaan  $K_1$  dan  $K_2$  merupakan gandaan yang mengawal jumlah ralat dan kadar ralat yang disuapbalikkan ke proses.

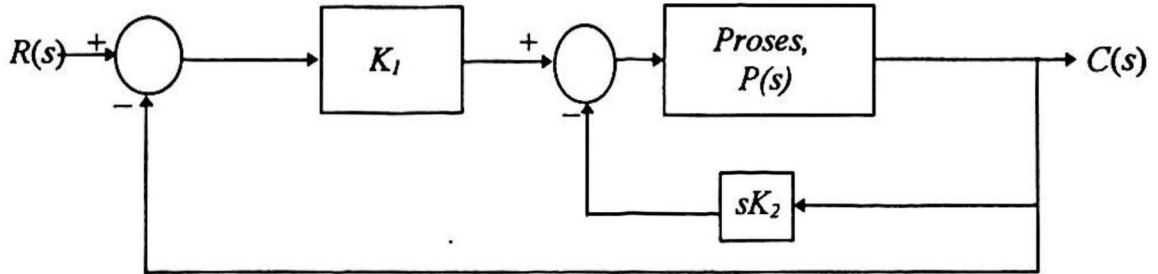
- (a) Tentukan nilai  $K_1$  and  $K_2$  untuk menghasilkan rangkap pindah gelung tertutup tertib kedua dengan nilai nisbah redaman  $\xi = 0.6$  dan frekuensi tabii teredam  $\omega_d = 10$  rad/s.

(50 markah)

...5/-

- (b) Apakah peratusan kelajakan untuk satu masukan langkah,  $R(s) = \frac{1}{s}$ , yang dikenakan ke atas sistem tersebut? Gunakan nilai  $K_1$  dan  $K_2$  dari (a).

(50 markah)



Rajah 3

4. (a) Pertimbangkan suatu sistem kawalan suapbalik unit dengan rangkap pindah gelung terbuka

$$G(s) = \frac{K}{s(Js + B)}$$

Bincangkan kesan perubahan nilai  $K$  dan  $B$  ke atas ralat keadaan mantap bagi sambutan tanjakan unit. Lakarkan lengkung sambutan tanjakan unit bagi suatu nilai  $K$  yang kecil, sederhana, dan besar.

(60 markah)

...6/-

- (b) Satu sistem kawalan suapbalik unit mempunyai rangkap pindah gelung terbuka,

$$\frac{K}{s(1 + as + bs^2)}$$

Tentukan julat bagi  $a$ ,  $b$ , dan  $K$  untuk menjamin kestabilan sistem.

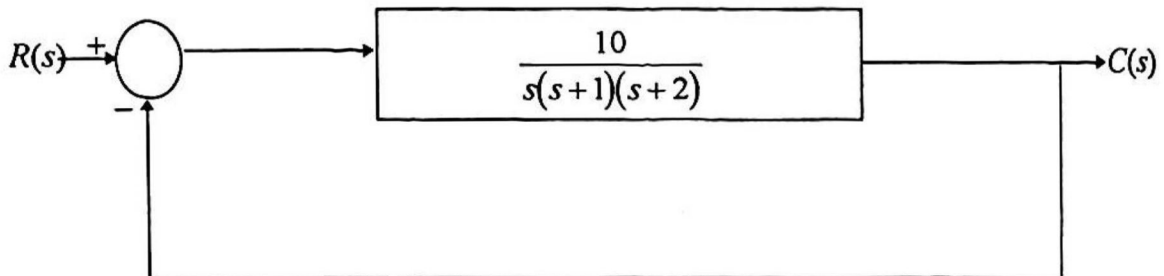
(40 markah)

5. (a) Pertimbangkan suatu sistem kawalan suapbalik unit yang ditunjukkan dalam Rajah 4.

Adakan sistem tersebut stabil?

Buktikan jawapan anda dengan kriteria kestabilan Routh.

(30 markah)



Rajah. 4

- (b) Huraikan langkah demi langkah dan seterusnya plotkan rajah londar punca bagi suatu sistem kawalan suapbalik unit yang mempunyai rangkap pindah gelung terbuka berikut,

(70 markah)

$$G(s) = \frac{K}{s(1 + 0.5s)(1 + 0.3s)}$$

..7/-

6. (a) Lakarkan, secara kasar, rajah Bode bagi rangkap pindah gelung terbuka,  $\frac{1.43}{s(1+0.01s)(1+0.5s)}$ . Tentukan nilai jidar gandaan dan jidar fasa dari rajah yang dilakarkan. (50 markah)

- (b) Keputusan eksperimen gelung terbuka bagi suatu sistem kawalan suapbalik unit diberi dalam bentuk songsang di bawah

Komponen sah	-0.09	-0.53	-1.4	-2.0	-2.5
Komponen khayal	0.18	0.43	0.3	0.0	-0.18
$\omega$ , rad / s	0.2	0.5	0.8	1.0	1.1

Satu elemen suapbalik kadaran  $0.5s$  diletakkan dalam laluan suapbalik.

Lakarkan satu plot polar songsang bagi sistem terpampas tersebut, dan tentukan magnitud dan fasa gelung tertutup bagi  $\omega = 0.8$  rad / s.

(50 markah)

oooOooo

