

**Universiti Sains Malaysia**  
**Peperiksaan Semester Kedua**  
**Sidang Akademik 1997/98**  
**Februari 1998**  
**EEE250 - Sistem Kawalan**  
**Masa: [3 Jam]**

---

**ARAHAN KEPADA CALON**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN(8)** muka surat beserta Lampiran (2 muka surat) dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan. Format jawapan peperiksaan ini adalah

- [i] **Anda hendaklah menunjukkan jalan kerja jawapan dalam Buku Jawapan.**
- [ii] **Jawapan-jawapan akhir kepada setiap soalan hendaklah diisi dalam kertas format jawapan yang disediakan dan mesti dikepilkan bersama dengan Buku jawapan anda.**

Agihan soalan diberikan di sut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

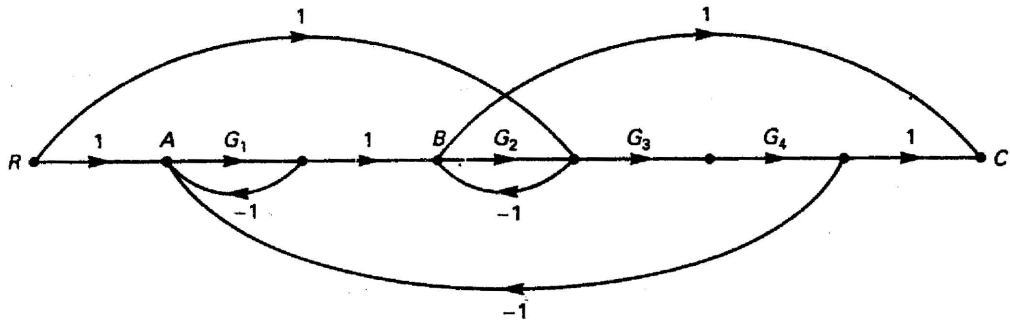
...2/-

1. [a] (i) Dengan menggunakan formula untung Mason, cari fungsi pindah C/R untuk graf isyarat Rajah 1.

(30%)

(ii) Tuliskan persamaan untung nod-nod A, B dan C dan selesaikan persamaan-persamaan tersebut dengan menggunakan prosedur Cramer untuk mengesahkan jawapan (i) di atas.

(20%)

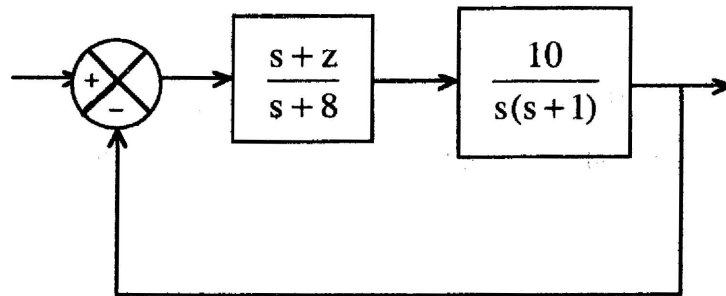


Rajah 1

[b] Dalam rekabentuk suatu sistem tertib kedua, peratus lajukan terhadap sambutan langkah dihadkan kepada 4.32 peratus. Misalkan spesifikasi rekabentuk memerlukan masa penetapan maksimum 2saat. Cari lokasi-lokasi kutub yang betul-betul memenuhi had spesifikasi.

(50%)

2. Pertimbangkan sistem yang tertera dalam Rajah 2.



Rajah 2

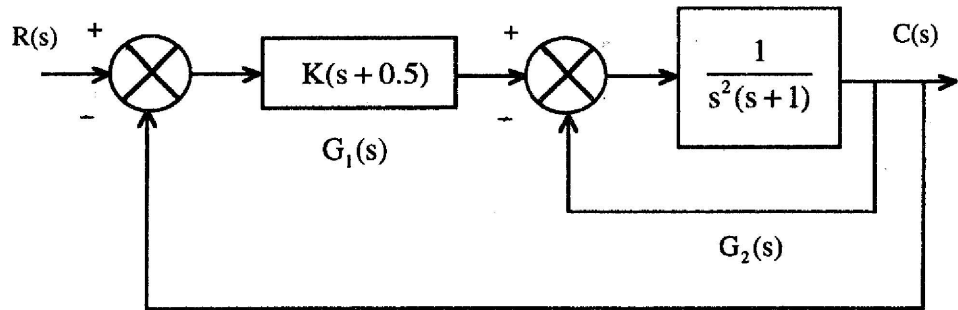
[a] Lakarkan londar punca untuk sistem ini.

(60%)

[b] Tentukan nilai  $z$  sedemikian rupa sehingga faktor lemati  $\xi$  kutub-kutub perusa gelung tertutup ialah 0.5

(40%)

3. Pertimbangkan sistem kawalan dalam Rajah 3. Sistem melibatkan dua gelung.



Rajah 3

[a] Lakarkan gambarajah Nyquist.

(60%)

[b] Berapakah bilangan kutub yang terletak di sebelah kanan satah-s.

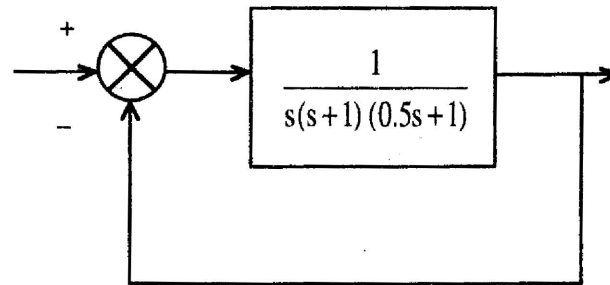
(20%)

[c] Tentukan julat untung untuk kestabilan sistem dengan menggunakan **hanya** kriteria kestabilan Nyquist.

(20%)



4. Pertimbangkan sistem seperti dalam Rajah 4.



Rajah 4

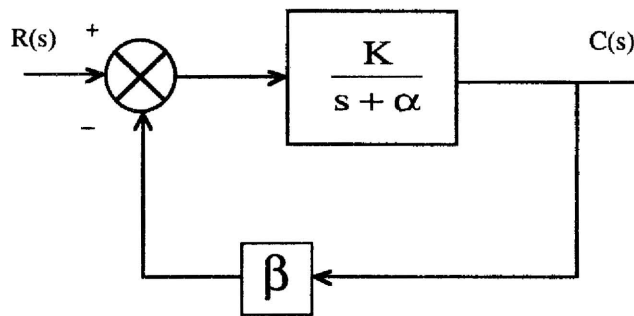
Anda dikehendaki memampas sistem dengan pemampas lengahan supaya pemalar ralat halaju statik  $K_v$  ialah  $5 \text{ saat}^{-1}$ , sut fasa sekurang-kurangnya  $40^\circ$  dan sut untung sekurang-kurangnya 10 dB.

(100%)

- 5.[a] Pertimbangkan suatu sistem kawalan yang mempunyai  $1+GH(s) = s^4 + As^3 + s^2 + s + 1$ . Analisiskan sistem ini dan berikan julat A dengan tetap agar sistem stabil.

(40%)

- [b] Pertimbangkan model sistem kawalan suhu dalam Rajah 5. Nilai nominal  $K$  ialah 30,  $\alpha$  ialah 2 dan  $\beta$  ialah 1.

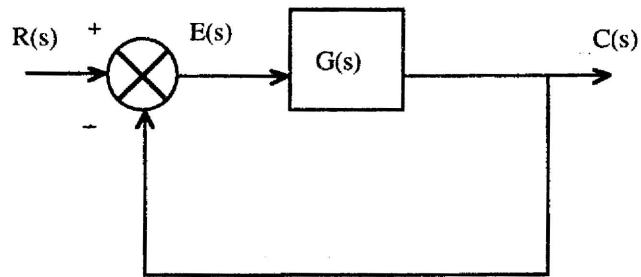


Rajah 5

- (i) Dapatkan  $S_K^T(j\omega)$ ,  $S_\alpha^T(j\omega)$  dan  $S_\beta^T(j\omega)$  kepekaan fungsi pindah gelung tertutup terhadap  $K$ ,  $\alpha$  dan  $\beta$  sebagai fungsi  $j\omega$ . (10%)
- (ii) Hitung kepekaan-kepekaan (i) pada arus terus. (10%)
- (iii) Bandingkan ketiga-tiga kepekaan dengan memplotkan  $|S_K^T(j\omega)|$ ,  $|S_\alpha^T(j\omega)|$  dan  $|S_\beta^T(j\omega)|$ . (20%)
- (iv) Beri kesan setiap kepekaan dengan meningkatkan  $K$ . (20%)

...7/-

6. [a] Sistem suapbalik uniti dalam Rajah 6 dengan  $G(s) = \frac{K(s + \alpha)}{s(s + \beta)}$



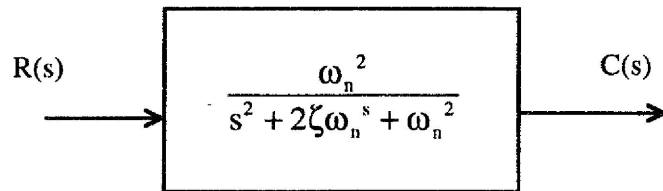
Rajah 6

dikehendaki untuk direkabentuk agar memenuhi spesifikasi-spesifikasi berikut:  
ralat kedudukan keadaan mantap untuk masukan unit rampa ialah  $\frac{1}{10}$ ;  
kutub-kutub suapbalik akan diletakkan pada lokasi  $-1 \pm j1$ . Cari  $K$ ,  $\alpha$  dan  $\beta$  agar  
memenuhi spesifikasi yang diberikan.

(70%)

...8/-

[b] Diberi sistem seperti dalam Rajah 7.



Rajah 7

Cari lokasi kutub-kutub jika peratus lajakan ialah 30% dan masa penetapan ialah 0.05 saat.

(30%)

-oo0oo-

...9/-



**FORMAT JAWAPAN AKHIR**

(mesti dikepilkan bersama Buku Jawapan)

ANGKA GILIRAN;.....

[EEE250]

Jawapan Peperiksaan EEE250 sistem kawalan.

Sesuaikan jawapan mengikut unit yang dicetakkan.

1. [a] (i)  $\frac{C}{R} =$  \_\_\_\_\_

(30%)

(ii) A = \_\_\_\_\_

B = \_\_\_\_\_

C = \_\_\_\_\_

(20%)

[b]. s = \_\_\_\_\_  $\pm j$  \_\_\_\_\_

(50%)

2. [a] Biarkan lakaran londar punca dalam buku jawapan anda.

(60%)

[b] z = \_\_\_\_\_

(40%)

...10/-

[EEE250]

3. [a] Biarkan lakaran Nyquist dalam buku jawapan anda.

(60%)

[b] Bilangan kutub yang terletak di sebelah kanan satah-s ialah = \_\_\_\_\_.

(20%)

[c] Julat untung K untuk kestabilan: \_\_\_\_\_ K \_\_\_\_\_

(20%)

4. Pemampas:  $G_c(s) = K_c \frac{s + \frac{1}{T_1}}{s + \frac{1}{T_2}}$

dimana  $K_c =$  \_\_\_\_\_

$T_1 =$  \_\_\_\_\_

$T_2 =$  \_\_\_\_\_

(100%)

5. [a] Julat K untuk kestabilan ialah

\_\_\_\_\_

(40%)

[b] (i)  $S_K^T(j\omega) =$  \_\_\_\_\_

(ii)  $S_\alpha^T(j\omega) =$  \_\_\_\_\_

...11/-

(iii)  $S_{\beta}^T(j\omega) =$  \_\_\_\_\_

(ii) Pada arus terus:

$S_K^T( ) =$  \_\_\_\_\_

(10%)

$S_{\alpha}^T( ) =$  \_\_\_\_\_

(10%)

$S_{\beta}^T( ) =$  \_\_\_\_\_

(10%)

(iii) Plot untuk bahagian ini tinggalkan dalam buku jawapan.

(20%)

(iv) Kesan peningkatan K terhadap

$[S_K^T]:$  \_\_\_\_\_

(20%)

$[S_{\alpha}^T]:$  \_\_\_\_\_

(20%)

$[S_{\beta}^T]:$  \_\_\_\_\_

(20%)

...12/-

[EEE250]

6. [a]  $K =$  \_\_\_\_\_

$\alpha =$  \_\_\_\_\_

$\beta =$  \_\_\_\_\_

(70%)

[b] Lokasi kutub ialah:

\_\_\_\_\_  $\pm j$  \_\_\_\_\_

(30%)

## APPENDIX (LAMPIRAN)

**Jadual Jelmaan Laplace**  
*Laplace Transform Techniques*

$f(t) = \mathcal{L}^{-1}\{F(s)\}$	$F(s) = \mathcal{L}\{f(t)\}$
$\delta(t)$	1
$u(t)$	$\frac{1}{s}$
$t u(t)$	$\frac{1}{s^2}$
$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!} u(t), n = 1, 2, \dots$	$\frac{1}{s^n}$
$e^{-\alpha t} u(t)$	$\frac{1}{s + \alpha}$
$t e^{-\alpha t} u(t)$	$\frac{1}{(s + \alpha)^2}$
$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!} e^{-\alpha t} u(t), n = 1, 2, \dots$	$\frac{1}{(s + \alpha)^n}$
$\frac{1}{\beta - \alpha} (e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}) u(t)$	$\frac{1}{(s + \alpha)(s + \beta)}$
$\sin \omega t u(t)$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
$\cos \omega t u(t)$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
$\sin(\omega t + \theta) u(t)$	$\frac{s \sin \theta + \omega \cos \theta}{s^2 + \omega^2}$
$\cos(\omega t + \theta) u(t)$	$\frac{s \cos \theta - \omega \sin \theta}{s^2 + \omega^2}$
$e^{-\alpha t} \sin \omega t u(t)$	$\frac{\omega}{(s + \alpha)^2 + \omega^2}$
$e^{-\alpha t} \cos \omega t u(t)$	$\frac{s + \alpha}{(s + \alpha)^2 + \omega^2}$

Operation	$f(t)$	$F(s)$
Addition	$f_1(t) \pm f_2(t)$	$F_1(s) \pm F_2(s)$
Scalar multiplication	$kf(t)$	$kF(s)$
Time differentiation	$\frac{df}{dt}$	$sF(s) - f(0^-)$
	$\frac{d^2f}{dt^2}$	$s^2F(s) - sf(0^-) - f'(0^-)$
	$\frac{d^3f}{dt^3}$	$s^3F(s) - s^2f(0^-) - sf'(0^-) - f''(0^-)$
Time integration	$\int_0^t f(t) dt$	$\frac{1}{s} F(s)$
	$\int_{-x}^t f(t) dt$	$\frac{1}{s} F(s) + \frac{1}{s} \int_{-x}^0 f(t) dt$
Convolution	$f_1(t) * f_2(t)$	$F_1(s)F_2(s)$
Time shift	$f(t-a)u(t-a),$ $a \geq 0$	$e^{-as}F(s)$
Frequency shift	$f(t)e^{-at}$	$F(s+a)$
Frequency differentiation	$-tf(t)$	$\frac{dF(s)}{ds}$
Frequency integration	$\frac{f(t)}{t}$	$\int_s^\infty F(s) ds$
Scaling	$f(at), a \geq 0$	$\frac{1}{a} F\left(\frac{s}{a}\right)$
Initial value	$f(0^-)$	$\lim_{s \rightarrow \infty} sF(s)$
Final value	$f(\infty)$	$\lim_{s \rightarrow 0} sF(s),$ all poles of $sF(s)$ in LHP
Time periodicity	$f(t) = f(t+nT),$ $n = 1, 2, \dots$	$\frac{1}{1 - e^{-Ts}} F_1(s),$ where $F_1(s) = \int_0^T f(t)e^{-st} dt$