

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1994/95

Oktober - November 1994

EEE 331 - Sistem Kawalan 1

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN (8)** muka surat beserta Lampiran (2 muka surat) bercetak dan **TUJUH (7)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

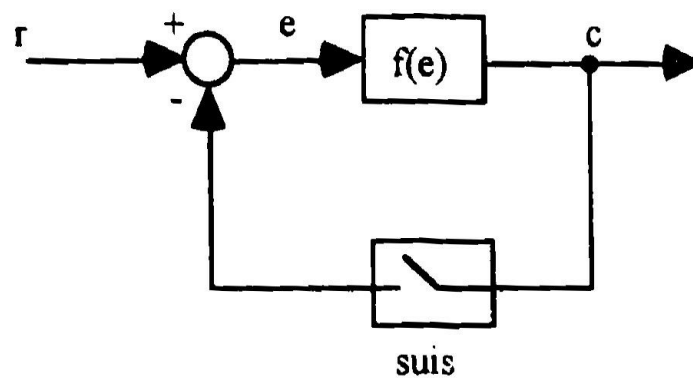
Jawab mana-mana **LIMA (5)** soalan sahaja.

Agihan markah bagi soalan diberikan di sut sebelah kanan sebagai peratusan daripada markah keseluruhan yang diperuntukkan bagi soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Sistem suapbalik negatif uniti mempunyai suatu fungsi tak linear $c = f(e) = 3e^2$ seperti ditunjukkan di dalam Rajah 1. Untuk suatu masukan di dalam julat sifar hingga empat (0 - 4) hitung dan lakarkan keluaran gelung terbuka dan gelung tertutup lawan masukan dan tunjukkan bahawa sistem suapbalik menghasilkan hubungan yang lebih linear.



Rajah 1

(20%)

- (b) Suatu sistem dengan fungsi pindah

$$G(s) = \frac{10}{s^2 + s + 5}$$

tertakluk kepada suatu keluaran langkah

- (i) Lakarkan corak kutub-sifar sistem dan keluaran sistem.
- (ii) Daripada corak sistem, cari frekuensi asli tak lemati sambutan fana, nisbah lemati ξ , frekuensi osilasi dan pemalar masa sambutan.
- (iii) Tentukan peratus lajukan puncak dan masa pada masa ianya terjadi.
- (iv) Cari sambutan unit langkah.

(40%)

3/-

(c) Di dalam 1B, apakah kesan menyetengahkan bahagian khayal kutub-kutub sistem ke atas:

- (i) Masa penetapan dan pemalar masa?
- (ii) ω_n dan ξ ?
- (iii) Bilangan osilasi semasa pereputan (iaitu, bagaimana keosilasian ke atas sambutan)?
- (iv) Peratus lajukan, masa puncak dan masa naik?
- (v) Bincangkan perbezaan-perbezaan dengan masalah 1B.

(40%)

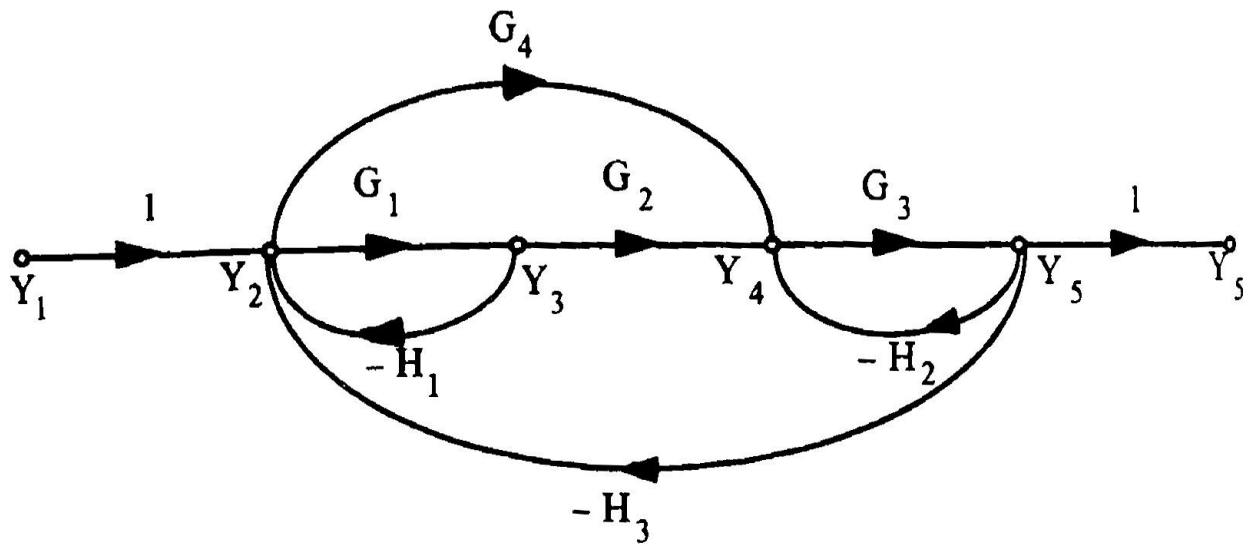
2. (a) Suatu sistem kawalan suapbalik negatif unti dengan $G(s) = \frac{K(s + 2)}{s(1 + Ts)(1 + 2s)}$ mempunyai dua parameter untuk dipilih.

- (i) Cari dan lakarkan kawasan-kawasan kestabilan untuk sistem ini.
- (ii) Pilih T dan K sedemikian rupa sehingga ralat keadaan mantap untuk suatu masukan rampa kurang daripada atau sama dengan 25% magnitud masukan.
- (iii) Cari peratus lajukan untuk masukan langkah untuk rekabentuk yang anda pilih di dalam bahagian (b) di atas.

(60%)

(b) Cari untung Y_5/Y_1 , Y_2/Y_1 dan Y_5/Y_2 untuk graf aliran isyarat di dalam Rajah 2.

...4/-

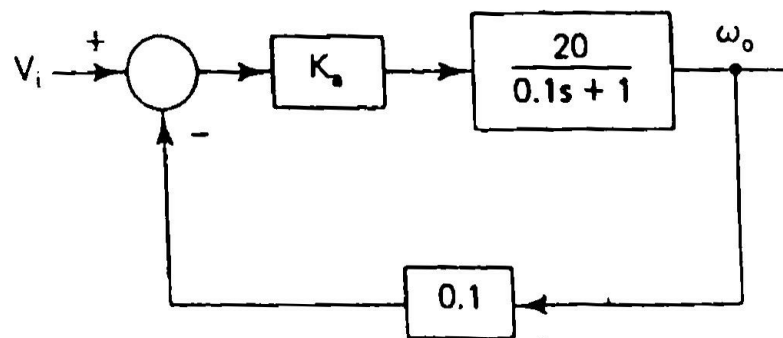


Rajah 2

(40%)

3. Di dalam sistem kawalan laju di dalam Rajah 3, untung amplifier K_a berkurangan sebanyak 10%.

(a) Hitung nilai untung amplifier sebelum perubahan berlaku sedemikian rupa sehingga perubahan laju motor kurang daripada 0.1%.



Rajah 3

(30%)

(b) Secara umum, perubahan-perubahan besar boleh diperihalkan dengan menggunakan tokokan Δ . . Perubahan tokokan fungsi suatu pembolehuaah tak bersandar tunggal $y = f(x)$ dapat diungkapkan oleh

$$\Delta y = f(x + \Delta x) - f(x)$$

Tiada had berapa besar perubahan ke atas Δx dan Δy . Dengan menggunakan ini kepada sistem gelung tertutup, dapatkan kepekaan T terhadap G , S_G^T

(20%)

- (c) Hitung semula nilai K_a di dalam contoh di atas dengan anggapan bahawa perubahan 10% di dalam K_a adalah suatu perubahan besar.

(20%)

- (d) Nilai awal K_a di dalam konfigurasi Rajah 3 ialah 20. Andaikan bahawa K_a dikurangkan secara mendadak oleh suatu amaun yang besar kepada nilai yang lebih kecil K_{af} . Hitung K_{af} jika perubahan maksima yang dibenarkan bagi laju keluaran ialah 50%.

(30%)

4. (a) Fungsi pindah gelung terbuka suatu sistem suapbalik negatif uniti ialah

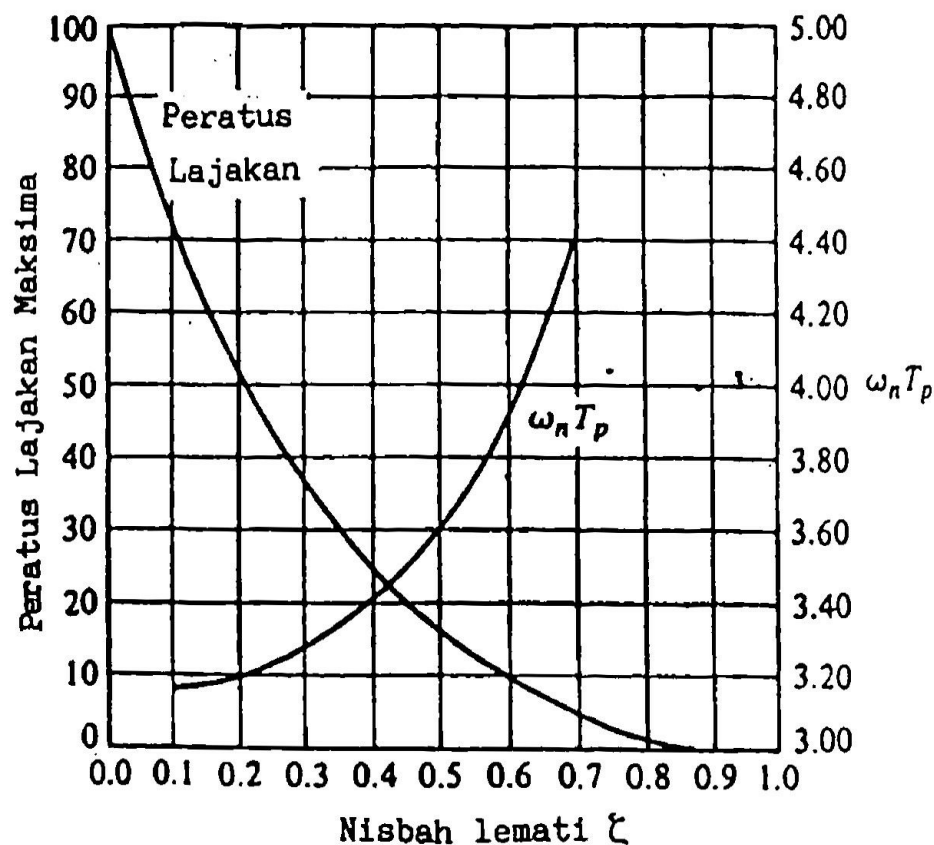
$$G(s) = \frac{K}{s(s + 2)}$$

Sambutan sistem kepada suatu masukan langkah ditentukan seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{masa puncak } T_p &= 1.1 \text{ saat} \\ \text{peratus lajukan} &= 5\% \end{aligned}$$

Rajah 4 diberikan untuk rujukan anda

...6/-



Rajah 4 - Peratus Lajakan dan masa puncak lawan nisbah lemati ζ untuk sistem tertib-kedua

- (i) Tentukan samada kedua-dua spesifikasi dapat dipenuhi secara serentak.
- (ii) Jika spesifikasi-spesifikasi tidak dapat dipenuhi serentak, tentukan suatu kompromi bagi nilai K supaya masa puncak dan peratus lajukan dilonggarkan (relaxed) dengan peratus yang sama.

(50%)

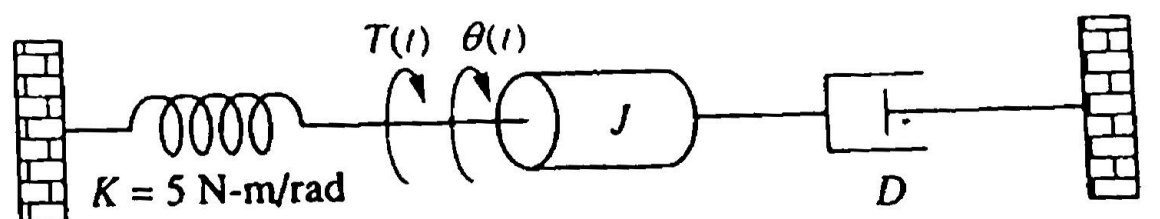
- (b) Diberi sistem seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 5, cari J dan D untuk menghasilkan lajukan 20% dan masa penetapan 2 saat untuk masukan langkah tork T(t). Fungsi pindah sistem ialah

$$G(s) = \frac{A}{s^2 + Bs + C}$$

di mana $A = 1/J$, $B = D/J$ and $C = K/J$.

(50%)

7/-



Rajah 5

5. Fungsi pindah gelung-terbuka suatu sistem kawalan dengan suapbalik uniti diberikan oleh

$$G(s) = \frac{K}{s(1 + 0.02s)(1 + 0.2s)}$$

- (a) Lakarkan lakaran Bode untuk $G(j\omega)$ dengan $K = 10$.
- (b) Tentukan sut untung, frekuensi silang fasa, sut fasa dan frekuensi silang untung.
- (c) Tentukan samada sistem stabil atau tidak.

(100%)

6. Fungsi pindah gelung-terbuka suatu sistem kawalan dengan suapbalik uniti diberikan oleh

$$G(s) = \frac{K}{s(1 + 0.02s)(1 + 0.2s)}$$

- (a) Lukiskan lakaran Nyquist untuk sistem di atas untuk $K = 10$.
- (b) Cari sut untung dan fasa
- (c) Tentukan kestabilan sistem.

(100%)

...8/-

7. Gambarajah blok sistem kawalan suapbalik ditunjukkan di dalam Rajah 6

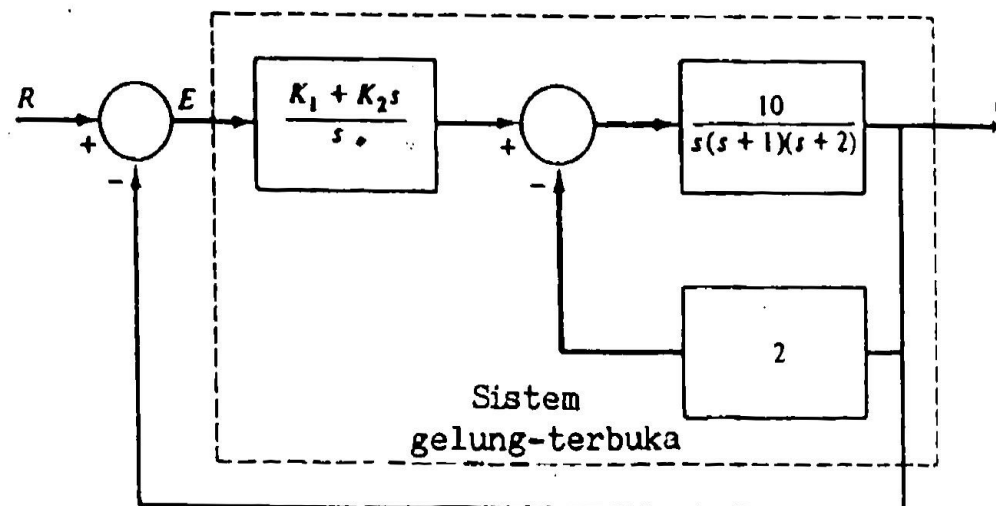
- (a) Cari fungsi pindah gelung terbuka $C(s)/E(s)$ dan fungsi pindah gelung tertutup $C(s)/R(s)$.
- (b) Tuliskan persamaan-persamaan dinamik di dalam bentuk

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Br(t)$$

$$c(t) = Dx(t) + Er(t)$$

Cari A, B, D, dan E di dalam sebutan-sebutan parameter-parameter sistem.

- (c) Jika masukan $r(t)$ ialah fungsi unit langkah dan dengan menganggap sistem gelung tertutup stabil, apakah nilai keadaan-mantap keluaran $c(t)$?



Rajah 6

(100%)

- oooOooo -



JADUAL JELMAAN LAPLACELAMPIRAN I

f(t)

F(s)

1. f(t)	$F(s) = \int_{0^-}^{\infty} f(t)e^{-st} dt$
2. $a_1 f_1(t) + a_2 f_2(t)$	$a_1 F_1(s) + a_2 F_2(s)$
3. $\frac{d}{dt} f(t)$	$sF(s) - f(0^-)$
4. $\frac{d^n}{dt^n} f(t)$	$s^n F(s) - \sum_{j=1}^n s^{n-j} f^{(j-1)}(0^-)$
5. $\int_{0^-}^t f(t) dt$	$\frac{1}{s} F(s)$
6. $\int_{0^-}^t \int_{0^-}^t f(t) dt d\sigma$	$\frac{1}{s^2} F(s)$
7. $(-t)^n f(t)$	$\frac{d^n}{ds^n} F(s)$
8. $f(t - a)u(t - a)$	$e^{-as} F(s)$
9. $e^{at} f(t)$	$F(s - a)$
10. $\delta(t)$	1
11. $\frac{d^n}{dt^n} \delta(t)$	s^n
12. u(t)	$\frac{1}{s}$
13. t	$\frac{1}{s^2}$
14. $\frac{t^n}{n!}$	$\frac{1}{s^{n+1}}$
15. $e^{-\alpha t}$	$\frac{1}{s + \alpha}$
16. $\frac{1}{\beta - \alpha} (e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})$	$\frac{1}{(s + \alpha)(s + \beta)}$

[

LAM

17.	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
18.	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
19.	$\sinh at$	$\frac{a}{s^2 - a^2}$
20.	$\cosh at$	$\frac{s}{s^2 - a^2}$
21.	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s + \alpha^2) + \omega^2}$
22.	$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{(s + \alpha)}{(s + \alpha^2) + \omega^2}$
23.	$\frac{e^{-at} t^n}{n!}$	$\frac{\omega}{(s + \alpha)^{n+1}}$
24.	$\frac{1}{2\omega} \sin \omega t$	$\frac{s}{(s^2 + \omega^2)^2}$
25.	$\frac{1}{\alpha^n} J_n(xt); n = 0, 1, 2, 3, \dots$	$\frac{1}{(s^2 + \alpha^2)^{1/2} (s^2 + \alpha^2)^{1/2}}$

(Fungsi Bessel - jenis pertama tertib ke-n)

26.	$(\pi t)^{-1/2}$	$s^{-1/2}$
27.	t^k (k tidak perlu integer)	$\frac{\Gamma(k + 1)}{s^{k+1}}$