UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1998/99

Februari 1999

EEE250 – Sistem Kawalan

Masa: [3 Jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM(6)** muka surat berserta **Lampiran (2 muka surat)** bercetak dan **ENAM(6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

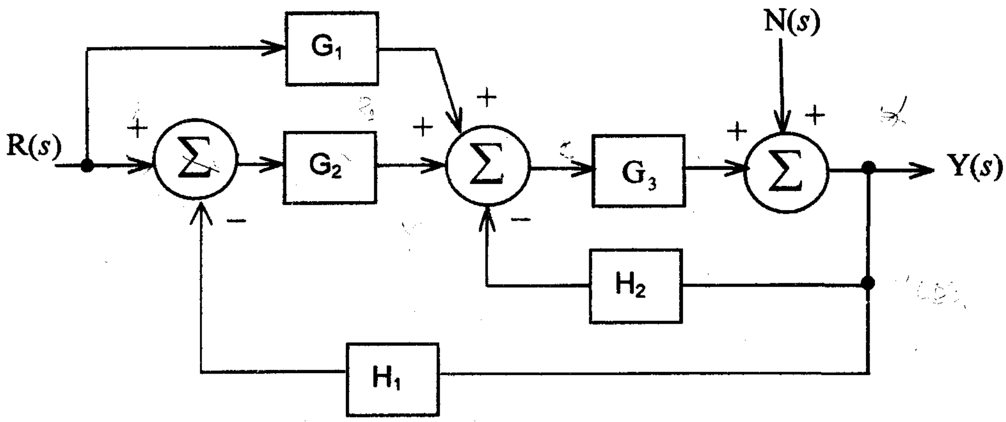
Jawab **LIMA(5)** soalan.

Agihan markah bagi soalan diberikan di sut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1.



Rajah 1

(a) Jika N(s) = 0, permudahkan gambarajah blok di atas dan tentukan fungsi pindah $\frac{Y(s)}{R(s)}$.

(40%)

(b) Lukiskan gambarajah aliran isyarat bagi mewakili gambarajah blok di dalam Rajah 1.

(10%)

(c) Berdasarkan gambarajah aliran isyarat di dalam (b) dan menggunakan formula untung Mason, nyatakan Y(s) dalam sebutan R(s) dan N(s).

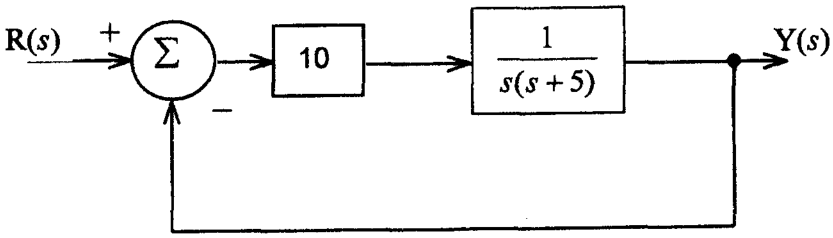
(50%)

...3/-

2. (a) Tentukan sambutan serta ralat keadaan mantap bagi sistem dalam Rajah 2 jika masukan R(s) ialah:

   (i) unit langkah (30%)

   (ii) unit rampa (35%)



Rajah 2

(b) Jika fungsi pindah suatu sistem tertib ke-2 ialah:

$$G(s) = \frac{25}{s^2 + 6s + 25}$$

dan masukan sistem tersebut ialah unit langkah, tentukan:

(i) Faktor lemati, ξ (5%)

(ii) Frekuensi tabii, ω_n (5%)

(iii) Pemalar masa, T (5%)

(iv) Masa naik, t_r (5%)

(v) Masa lengah, t_d (5%)

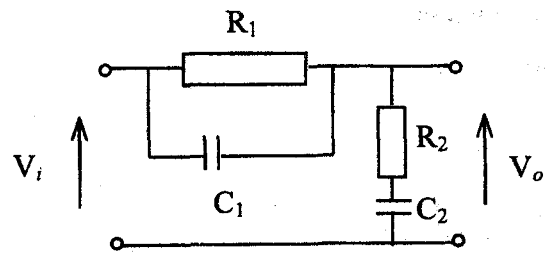
(vi) Masa penetapan, t_s, kepada 5% (5%)

(vii) Peratus lajakan maksimum (5%)

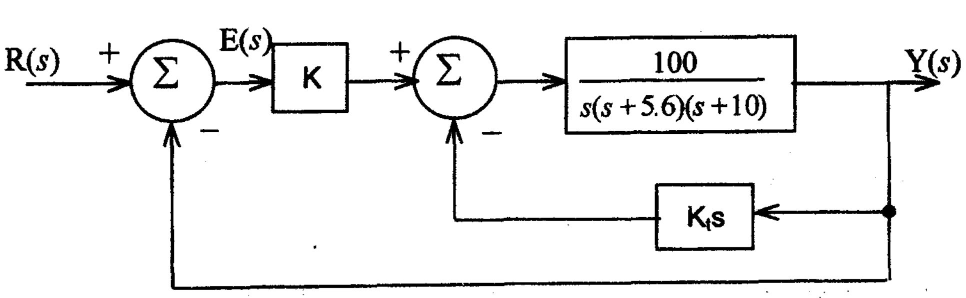
...4/-

3. (a) Tentukan fungsi pindah, $\frac{V_o(s)}{V_i(s)}$, bagi rangkaian elektrik berikut:

(20%)



Rajah 3



Rajah 4

(b) Suatu sistem kawalan motor dengan suapbalik takometer ditunjukkan dalam Rajah 4. Menggunakan kaedah Routh-Hurwitz tentukan:

(i) Julat K_t jika $K = 10$ supaya sistem tersebut stabil. (40%)

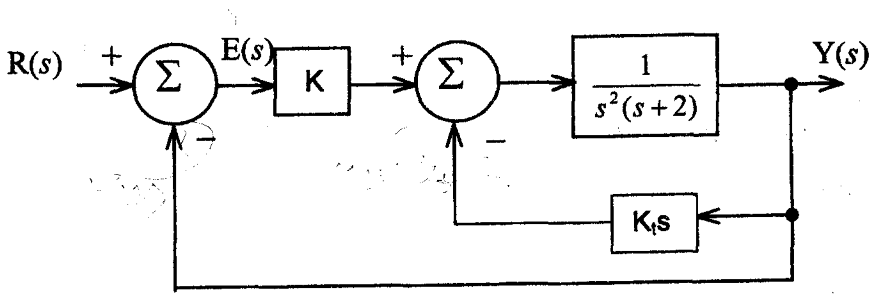
(ii) Julat K jika $K_t = 1$ supaya sistem tersebut stabil. (40%)

4. Suatu sistem kawalan dengan suapbalik takometer ditunjukkan di dalam rajah di bawah. Lakarkan londar punca bagi persamaan ciri sistem jika:

   (i) $K \geq 0$ dan $K_t = 0$ (50%)

   (ii) $K = 9$ dan $K_t \geq 0$ (50%)

   bagi setiap kes, nyatakan sudut asimptot-asimptot, titik perpotongan asimptot-asimptot, titik-titik berpecah dan sudut-sudut berlepas.



Rajah 5

5. Fungsi pindah laluan hadapan suatu sistem kawalan suapbalik-unit ialah:

$$G(s) = \frac{K(s+1)(s+2)}{s^2(s^2+2s+2)}$$

   (a) Lakarkan gambarajah Bode dan tentukan julat K supaya sistem stabil. (50%)

   (b) Lakarkan gambarajah Nyquist dan tentukan julat K supaya sistem stabil. (50%)

...6/-

6. Pengawal PID digunakan untuk mengawal suatu loji seperti dalam Rajah 6. Tentukan parameter K_p, T_i dan T_d pengawal PID tersebut:

(a) menggunakan kaedah pertama Ziegler-Nichols jika pemalar masa sistem ialah $T = 1.5$s dan masa lengah sistem $L = 0.25$s.

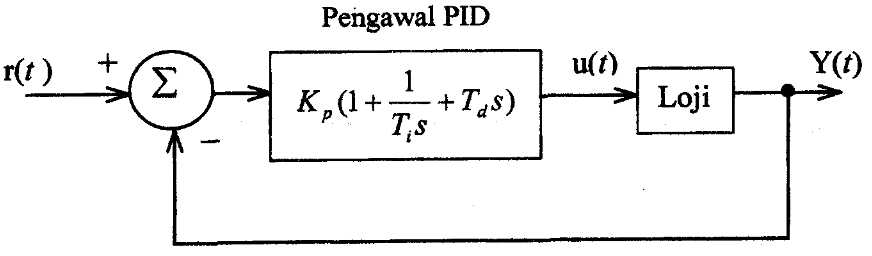
(30%)

(b) menggunakan kaedah ke-2 Ziegler-Nichols jika fungsi pindah loji tersebut ialah:

$$G(s) = \frac{1}{s(s+1)(s+5)}$$ (50%)

(c) tentukan fungsi pindah gelung tertutup keseluruhan sistem, berdasarkan pengawal PID di dalam (b).

(20%)



Rajah 6

-oo0oo-

LAMPIRAN A

JADUAL JELMAAN LAPLACE

Laplace Transform $F(s)$	**Time Function** $f(t)$
$\dfrac{s}{(s+\alpha)^2}$	$(1-\alpha t)e^{-\alpha t}$
$\dfrac{\omega_n^2}{s^2+\omega_n^2}$	$\sin \omega_n t$
$\dfrac{s}{s^2+\omega_n^2}$	$\cos \omega_n t$
$\dfrac{\omega_n^2}{s(s^2+\omega_n^2)}$	$1-\cos \omega_n t$
$\dfrac{\omega_n^2(s+\alpha)}{s^2+\omega_n^2}$	$\omega_n\sqrt{\alpha^2+\omega_n^2}\sin(\omega_n t+\theta)$ where $\theta=\tan^{-1}(\omega_n/\alpha)$
$\dfrac{\omega_n}{(s+\alpha)(s^2+\omega_n^2)}$	$\dfrac{\omega_n}{\alpha^2+\omega_n^2}e^{-\alpha t}+\dfrac{1}{\sqrt{\alpha^2+\omega_n^2}}\sin(\omega_n t-\theta)$ where $\theta=\tan^{-1}(\omega_n/\alpha)$
$\dfrac{\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$	$\dfrac{\omega_n}{\sqrt{1-\zeta^2}}e^{-\zeta\omega_n t}\sin \omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t \quad (\zeta<1)$
$\dfrac{\omega_n^2}{s(s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2)}$	$1-\dfrac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}}e^{-\zeta\omega_n t}\sin(\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t+\theta)$ where $\theta=\cos^{-1}\zeta \quad (\zeta<1)$
$\dfrac{s\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$	$\dfrac{-\omega_n^2}{\sqrt{1-\zeta^2}}e^{-\zeta\omega_n t}\sin(\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t-\theta)$ where $\theta=\cos^{-1}\zeta \quad (\zeta<1)$
$\dfrac{\omega_n^2(s+\alpha)}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$	$\omega_n\sqrt{\dfrac{\alpha^2-2\alpha\zeta\omega_n+\omega_n^2}{1-\zeta^2}}\,e^{-\zeta\omega_n t}\sin(\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t+\theta)$ where $\theta=\tan^{-1}\dfrac{\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}}{\alpha-\zeta\omega_n} \quad (\zeta<1)$
$\dfrac{\omega_n^2}{s^2(s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2)}$	$t-\dfrac{2\zeta}{\omega_n}+\dfrac{1}{\omega_n^2\sqrt{1-\zeta^2}}e^{-\zeta\omega_n t}\sin(\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t+\theta)$ where $\theta=\cos^{-1}(2\zeta^2-1) \quad (\zeta<1)$

Laplace Transform $F(s)$	Time Function $f(t)$
1	Unit-impulse function $\delta(t)$
$\frac{1}{s}$	Unit-step function $u_s(t)$
$\frac{1}{s^2}$	Unit-ramp function t
$\frac{n!}{s^{n+1}}$	t^n (n = positive integer)
$\frac{1}{s+\alpha}$	$e^{-\alpha t}$
$\frac{1}{(s+\alpha)^2}$	$te^{-\alpha t}$
$\frac{n!}{(s+\alpha)^{n+1}}$	$t^n e^{-\alpha t}$ (n = positive integer)
$\frac{1}{(s+\alpha)(s+\beta)}$	$\frac{1}{\beta-\alpha}(e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})$ $(\alpha \neq \beta)$
$\frac{s}{(s+\alpha)(s+\beta)}$	$\frac{1}{\beta-\alpha}(\beta e^{-\beta t} - \alpha e^{-\alpha t})$ $(\alpha \neq \beta)$
$\frac{1}{s(s+\alpha)}$	$\frac{1}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t})$
$\frac{1}{s(s+\alpha)^2}$	$\frac{1}{\alpha^2}(1 - e^{-\alpha t} - \alpha t e^{-\alpha t})$
$\frac{1}{s^2(s+\alpha)}$	$\frac{1}{\alpha^2}(\alpha t - 1 + e^{-\alpha t})$
$\frac{1}{s^2(s+\alpha)^2}$	$\frac{1}{\alpha^2}\left[t - \frac{2}{\alpha} + \left(t + \frac{2}{\alpha}\right)e^{-\alpha t}\right]$