

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Tambahan
Sidang Akademik 1993/94

Jun 1994

EMK 351 - Getaran Mekanik & Kawalan Automatik

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat dan TUJUH soalan serta SATU lampiran yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA soalan sahaja. TIGA soalan dari Bahagian A dan DUA soalan dari Bahagian B.

Semua soalan MESTILAH dijawab dalam bahasa Melayu.

Termasuk lampiran:

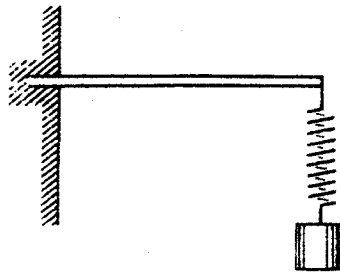
1. "Laplace Transform Pairs"

...2/-

BAHAGIAN A

1. [a] Suatu jisim 25 kg adalah digantung pada hujung bawah spring dengan modulus 2 N/mm. Pada hujung atas spring pula disangkutkan kepada rasuk julus yang mempunyai ukuran 3 mm tebal, 20 mm lebar dan 250 mm panjang seperti ditunjukkan dalam Rajah S1[a]. Ambil nilai Modulus Young bagi keluli sebagai 205 GN/m². Nyatakan frikuensi tabii bagi pergerakan pemberat tersebut.

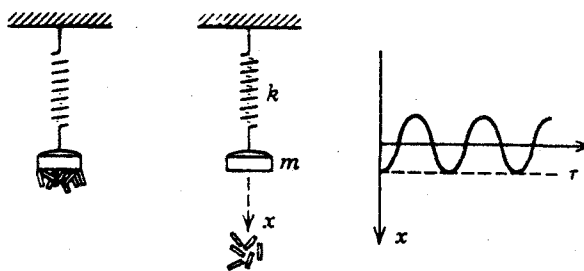
(40 markah)



Rajah S1[a]

- [b] Rajah S1[b] menunjukkan suatu elektromagnet berjisim 200 kg dan mengangkat 200 kg serpihan besi. Pemalar elastik adalah 20 kN/m. Nyatakan persamaan pergerakan magnet, apabila arus dimatikan dan serpihan itu terjatuh.

(30 markah)

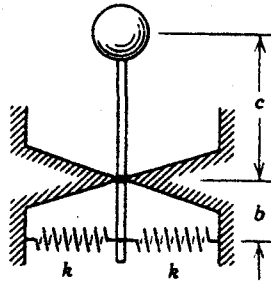


Rajah S1[b]

- [c] Suatu jisim dilekatkan pada satu hujung rod yang boleh diabaikan beratnya, dipegang (pivot) pada jarak c daripada pemberat seperti ditunjukkan dalam Rajah S1[c]. Apakah frikuensi tabii bagi getaran bentuk amplitud pergerakan kecil bagi penyusunan pendulum menegak?

(30 markah)

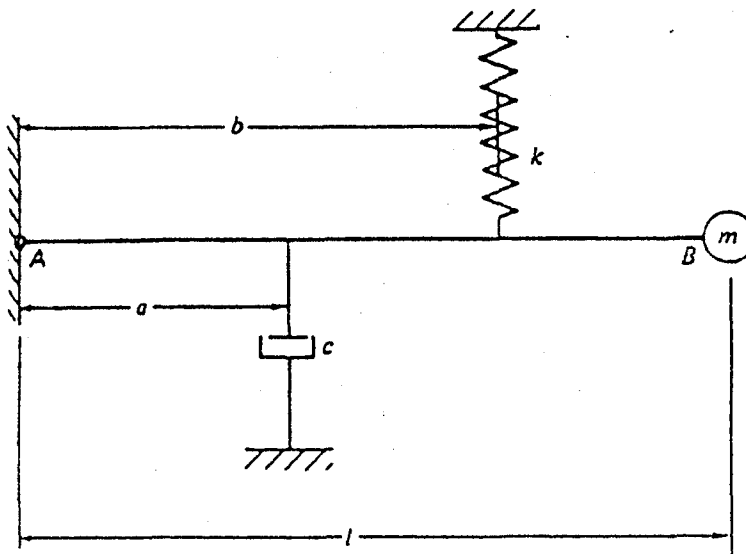
...3/-



Rajah S1[c]

2. [a] Bar tegar dalam Rajah S2[a] adalah abaian berat dan dipegang pada pivot A.
- [i] Tulis persamaan pembezaan untuk pergerakan sistem tersebut.
- [ii] Dapatkan ungkapan untuk pemalar penyerap kritikal dan frekuensi penyerapan bagi getaran dengan mengandaikan nisbah serapan $\xi < 1$.

(50 markah)

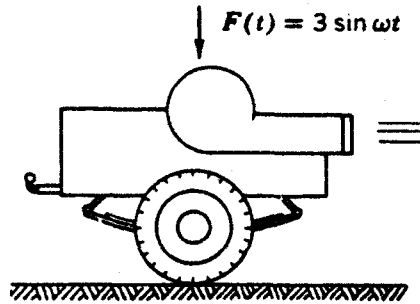


Rajah S2[a]

...4/-

- [b] Sebuah mesin pemotong boleh-ubah (portable shredder) seperti Rajah S2[b] digunakan untuk memotong potongan-potongan kayu dan ikatan ranting-ranting kayu yang mengandungi saiz 10 - 30 mm seikat. Pemotong dan trailer mempunyai jisim 200 kg. Tayar dan sistem sokongannya mempunyai pemalar elastik 460 N/mm. Nyatakan pergerakan menegak pemotong, jika mengenakan suatu daya menegak $3 \sin \omega t$ kN dan frekuensi perangsang adalah 1200 ppm.

(50 markah)



Rajah S2[b]

3. [a] Bahagian berputar roda kanan hadapan kenderaan tahun 1993 mempunyai jisim 35 kg dan telah didapati tidak seimbang selepas pengukuran. Keseimbangan boleh diperbetulkan dengan memasang 150 g pemberat kepada rim roda yang berukuran 375 mm garispusat. Garispusat tayar adalah 700 mm. Spring kereta mempunyai modulus sebanyak 50 N/mm dan tayar mampu mempunyai modulus 600 N/mm sekiranya pembiasan tayar adalah kecil. Sekiranya pembetulan terhadap keseimbangan tidak dilakukan pada kelajuan, berapakah getaran resonan bagi roda akan berlaku? Berapakah sepatutnya amplitud pergerakan bagi kelajuan pada 130 km/h?

(60 markah)

- [b] Peralatan elektromekanik dipasang di atas satu set pengasing getah. Sistem ini menunjukkan nisbah amplitud resonan sebanyak 5. Melebihi nisbah frekuensi berapakah membolehkan pemindahan daya akan dikurangkan kepada satu perempat, sekiranya

- [i] redaman tidak diambil kira
[ii] diandaikan redaman likat (viscous clamping)

(40 markah)

...5/-

4. [a] Pacuan turbo-elektrik seperti Rajah S4[a] mempunyai ciri-ciri berikut:

Momen berkesan bagi inersia

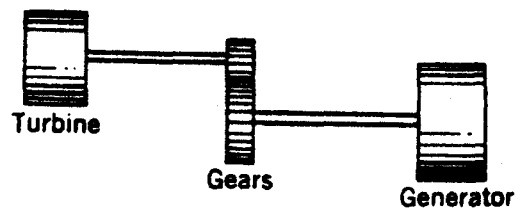
$$I (\text{rotor turbin}) = 3500 \text{ kg.m}^2$$

$$I (\text{pinion turbin}) = 50 \text{ kg.m}^2$$

$$I (\text{gear penjana}) = 3000 \text{ kg.m}^2$$

$$I (\text{armature penjana}) = 5000 \text{ kg.m}^2$$

Modulus elastik bagi aci turbin adalah $1.2 \times 10^6 \text{ N.m/rad}$. Modulus elastik bagi aci penjana adalah $2 \times 10^6 \text{ N.m/rad}$. Kelajuan turbin 5400 ppm. Kelajuan penjana adalah 1800 ppm. Abaikan inersia aci dan nyatakan frekuensi tabii bersesuaian dengan satu dan dua mode bagi getaran.



(70 markah)

Rajah S4[a]

- [b] Sekiranya vibrometer digunakan untuk menentukan amplitud bagi getaran pada frekuensi sangat tinggi berbanding dengan frekuensi tabiinya, apakah sepatutnya nisbah ξ penyerapan sistem yang optimum untuk ketepatan yang maksimum?

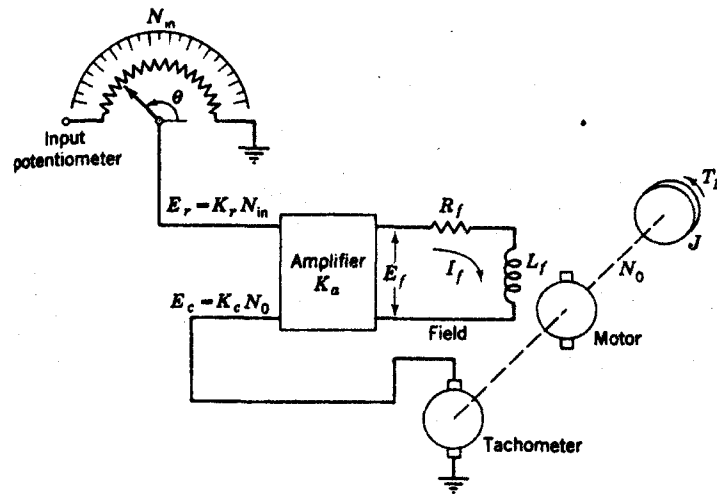
(30 markah)

BAHAGIAN B

5. [a] Rajah S5[a] menunjukkan sistem kawalan kelajuan elektrik. Masukan meterkeupayaan menyediakan rujukan voltan masukan E_r berkadar terus dengan kelajuan yang diperlukan N_{in} , iaitu $E_r = K_r N_{in}$. Voltan tunjukkan E_c adalah berkadar terus dengan kelajuan keluaran terkawal N_o yang disediakan oleh tachometer ($E_c = K_c N_o$). Ralat $E_r - E_c$ adalah diperbesarkan oleh penguat elektronik yang memberikan keluaran $E_f = K_a (E_r - E_c)$. Voltan E_f adalah digunakan kepada medan bagi medan-terkawal motor d.c. Tork yang dikenakan kepada aci oleh motor (tork sela-udara) adalah berkadar dengan medan arus, iaitu $T = K_m I_a I_f$. Arus anker (Armature Current), ia adalah stabil pada keadaan malar. Nyatakan gambarajah blok keseluruhan sistem kawalan laju bagi kes yang mempunyai tork bebanan mengandungi inersia $J D^2 \theta = J D N_o$ dan tork luaran T_L (D menggambarkan perbezaan operator).

(60 markah)

...6/-



Rajah S5[a]

- [b] Jelaskan dengan bantuan lakaran dan gambarajah blok sistem kawalan berikut:
- [i] sistem kawalan bersepadu dan berkadaran
 - [ii] sistem kawalan bersepadu bercampur berkadaran

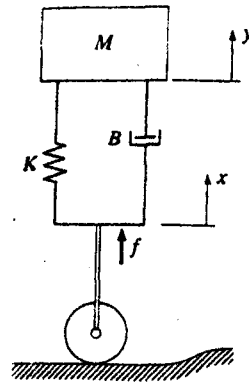
(40 markah)

6. [a] Sistem jisim penyerap spring dalam Rajah S6[a] mewakili pengantungan (suspension) untuk sesuatu kenderaan yang mana B adalah penyerap kejutan (shock absorber), k adalah pekali spring dan m jisim kenderaan.

- [i] Bina gambaran kerusi bumi (grounded-chair). Nyatakan persamaan berkenaan daya harmonik f dan anjakan x , dan nyatakan persamaan berhubung dengan anjakan y dan x .
- [ii] Bina litar elektrik yang mana analog terus dan tunjukkan di mana sepatutnya ammeter perlu diletakkan bagi memperolehi arus berkadaran dengan halaju \dot{y} bagi jisim.

(60 markah)

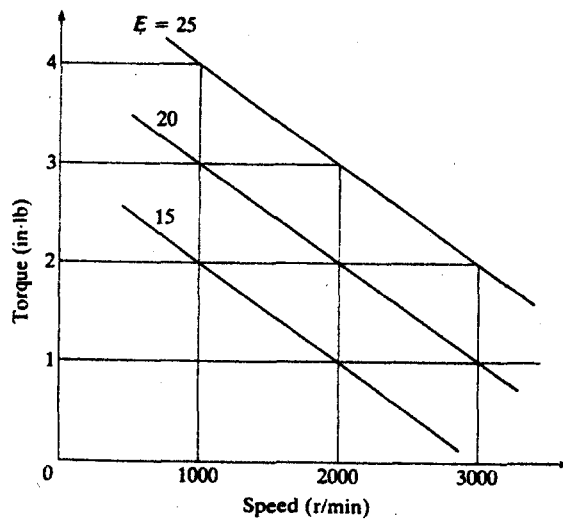
...7/-



Rajah S6[a]

- [b] Lengkuk operasi d.c. motor yang biasa adalah ditunjukkan dalam Rajah S6[b]. Lengkuk itu adalah tork T lawan laju operasi N untuk nilai pemalar voltan E yang digunakan kepada motor. Lengkuk adalah diplotkan bagi fungsi $N = N(T, E)$. Nyatakan persamaan untuk anggaran linear bagi N.

(40 markah)



Rajah S6[b]

...8/-

7. [a] Gunakan kriteria Routh's bagi menyatakan nombor punca yang digunakan dalam separuh-satah kanan (right half-plane) untuk ciri persamaan berikut:

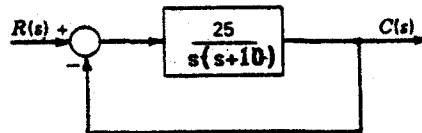
$$s^5 + 4s^4 + 6s^3 + 24s^2 + 25s + 100 = 0$$

Di mana s adalah pembolehubah dalam kaedah perpindahan Laplace. Dapatkan punca yang secara simetrik terletak di origin.

(60 markah)

- [b] Nyatakan masa penaik t_r , masa puncak t_p , 2 peratus masa penetapan t_s , dan peratus terlanjak sistem seperti dalam Rajah S7[b].

(40 markah)



Rajah S7[b]

$R(s)$ dan $C(s)$ yang masing-masing mewakili masukan dan keluaran perpindahan Laplace Sistem.

oooOOooo

Laplace transform pairs

$f(t)$	$F(s)$	$f(t)$	$F(s)$
$u_1(t)$	1	$t^n e^{at}$	$\frac{n!}{(s-a)^{n+1}}$
$u(t)$	$\frac{1}{s}$	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
t	$\frac{1}{s^2}$	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
e^{at}	$\frac{1}{s-a}$	$e^{at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s-a)^2 + \omega^2}$
t^n	$\frac{n!}{s^{n+1}}$	$e^{at} \cos \omega t$	$\frac{s-a}{(s-a)^2 + \omega^2}$