

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2003/2004

Februari / Mac 2004

**JNK 451/4 – Getaran Mekanik & Kawalan Automatik**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat dan **TUJUH (7)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Calon mestilah menjawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari bahagian A dan mana-mana **TIGA (3)** soalan daripada bahagian B.

Calon perlu menjawab dalam Bahasa Inggeris tetapi sekurang-kurangnya **SATU (1)** soalan perlu dijawab dalam Bahasa Malaysia.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Serahkan **KESELURUHAN** soalan dan jawapan kertas peperiksaan ini kepada Ketua Pengawas di akhir sidang peperiksaan. Pelajar yang gagal berbuat demikian akan diambil tindakan disiplin.

**KETUA PENGAWAS :** Sila pungut :

- (a) **KESELURUHAN** kertas soalan ini (tanpa diceraikan mana-mana muka surat) dan mana-mana kertas soalan peperiksaan ini yang berlebihan untuk dikembalikan kepada Bahagian Peperiksaan, Jabatan Pendaftar, USM.

**Peringatan :**

1. Sila pastikan bahawa anda telah menulis angka giliran dengan betul.

- S1. [a] Blok dalam Rajah1[a] berjisim  $m = 50\text{-kg}$  bergerak menegak sepanjang salur. Blok ini ditarik ke bawah sepanjang  $40\text{ mm}$  daripada kedudukan keseimbangan dan kemudiannya dilepaskan. Tentukan:

*A block  $m = 50\text{-kg}$  moves between vertical guides as shown in Figure Q1[a]. The block is pulled  $40\text{ mm}$  down from its equilibrium position and released. Determine :*

- (i) Tempoh getaran blok.

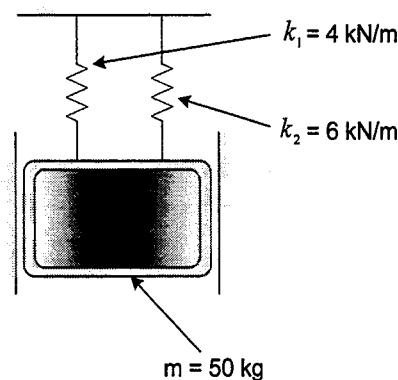
*The period of vibration.*

- (ii) Halaju maksimum blok.

*The maximum velocity of the block.*

- (iii) Pecutan minimum blok.

*The minimum acceleration of the block.*

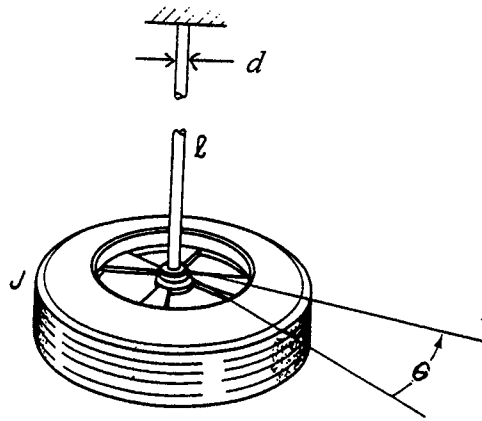


Rajah S1[a]  
Figure Q1[a]

(50 markah)

- [b] Roda kereta pada Rajah S1[b] digantung pada sebatang rod keluli yang mempunyai diameter,  $d = 0.50\text{ cm}$  dan panjang,  $\ell = 2\text{ m}$ . Apabila roda itu dipusing pada putaran sudut  $\theta$ , ia berayun ulangalik sebanyak 15 pusingan dalam masa 35 saat. Tentukan momen inersia kutub,  $J_o$  bagi roda tersebut.

*An automobile wheel is suspended by a steel rod,  $d = 0.50\text{ cm}$  in diameter and length,  $\ell = 2\text{ m}$  as shown in Figure Q1[b]. When the wheel is given an angular displacement,  $\theta$  and released, it makes 15 oscillations in 35 seconds. Determine the polar moment of inertia of wheel.*

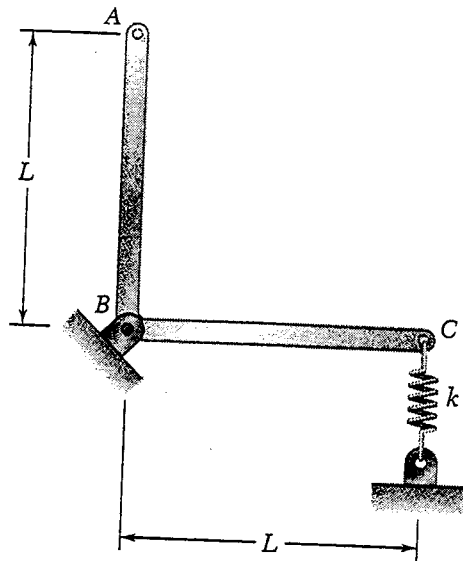


Rajah S1[b]  
Figure Q1[b]

(50 markah)

- S2. [a] Rod ABC yang berjisim,  $m$  dilentur seperti pada Rajah S2[a]. Rod ABC ini disokong pada satah menegak oleh pin B dan pegas yang mempunyai pemalar tetap,  $k$  pada titik C. Jika hujung C diberikan anjakan kecil dan dilepaskan, tentukan frekuensi untuk pergerakan yang dihasilkan dalam bentuk  $m$ ,  $L$  dan  $k$ .

The rod ABC of total mass  $m$  is bent as shown in Figure Q2[a] and supported in a vertical plane by a pin at B and by a spring of constant  $k$  at C. If end C is given a small displacement and then released, find the frequency of the resulting motion in terms of  $m$ ,  $L$ , and  $k$ .



Rajah S2[a]  
Figure Q2[a]

(50 markah)

- [b] Satu sistem pada Rajah S2[b] bergetar dari kedudukan keseimbangan statik secara harmonik. Roda A bergetar pada putaran sudut  $\theta$ . Dengan menggunakan metod tenaga, tentukan frekuensi tabii bagi sistem ini, diberi :

$J$  = jisim polar momen inersia

$\theta$  = putaran sudut

$m$  = jisim

$k$  = kekakuan pegas

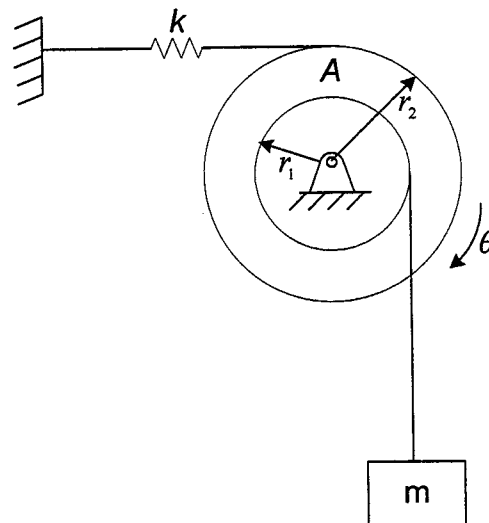
*The wheel A in the system in Figure Q2[b] is vibrating harmonically in the  $\theta$ -direction. By using energy method, determine the natural frequency of the system, where:*

*$J$  = polar mass moment of inertia*

*$\theta$  = angular displacement*

*$m$  = mass*

*$k$  = spring stiffness*



Rajah S2[b]  
Figure Q2[b]

(50 markah)

- S3. [a] Sistem peredam perikat mempunyai kekakuan,  $k = 5000$  N/m, pemalar peredam kritikal,  $c = 0.2$  N-s/mm, dan susutan logaritma bernilai 2.0. Jika sistem ini diberikan halaju awal,  $v_0 = 1$  m/s, tentukan anjakan maksimum bagi sistem ini.

*A viscously damped system has a stiffness,  $k$  of 5000 N/m, critical damping constant of 0.2 N-s/mm, and logarithmic decrement of 2.0. If the system is given an initial velocity of 1 m/sec, find the maximum displacement of the system.*

(50 markah)

- [b] Motor pada Rajah S3[b] berjirim 18-kg diboltkan pada rasuk melintang. Jisim motor tersebut mengakibatkan rasuk tersebut melentur secara statik sebanyak 1.5 mm. Jika ketidakseimbangan rotor diketahui bersamaan dengan jisim 20 g dan berada pada lokasi 125 mm dari paksi putaran, tentukan amplitud getaran motor yang berkelajuan 900 psm pada kes-kes berikut:

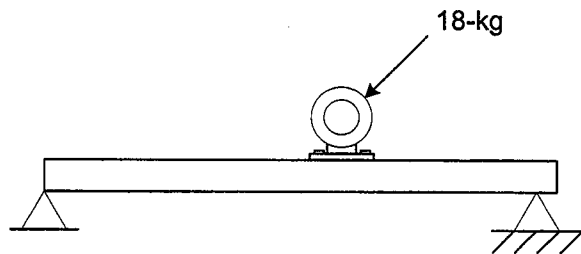
*An 18-kg motor as shown in Figure Q3[b] is bolted to a light horizontal beam, which has a static deflection of 1.5 mm due to the weight of the motor. Knowing that the unbalance of the rotor is equivalent to a mass of 20 g located 125 mm from the axis of rotation, determine the amplitude of the vibration of the motor at a speed of 900 rpm, assuming*

- (i) Tiada peredam

*That no damping is present*

- (ii) Faktor peredam,  $\frac{c}{c_c} = 0.055$

*That the damping factor  $\frac{c}{c_c}$  is equal to 0.055.*

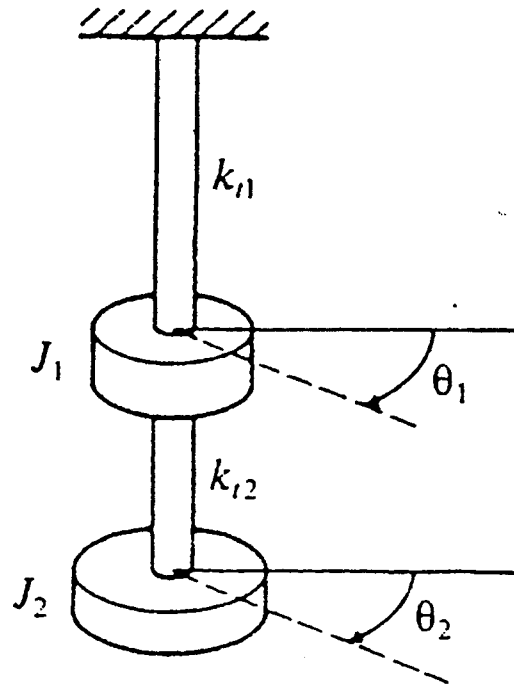


Rajah S3[b]  
Figure Q3[b]

(50 markah)

- S4. [a] Sistem kilasan yang ditunjukkan pada Rajah S4[a] terdiri daripada dua cakera yang dilekatkan pada sebatang aci. Aci ini terbahagi kepada 2 bahagian di mana setiap bahagian mempunyai pemalar pegas yang masing-masingnya bernilai  $k_{t1}$  dan  $k_{t2}$ . Inersia momen jisim bagi cakera masing-masingnya bernilai  $J_1$  dan  $J_2$ . Setiap cakera masing-masing berputar pada putaran sudut  $\theta_1$  dan  $\theta_2$ . Tentukan frekuensi tabii dan bentuk mod bagi sistem kilasan jika nilai-nilai berikut diberikan;  $J_1 = J_0$ ,  $J_2 = 2J_0$  dan  $k_{t1} = k_{t2} = k_t$ .

Consider a torsional system consisting of two discs mounted on a shaft, as shown in Figure Q4[a]. The two segments of the shaft have rotational spring constants  $k_{t1}$  and  $k_{t2}$ . The disc of mass moment of inertia  $J_1$  and  $J_2$  has rotational degrees of freedom  $\theta_1$  and  $\theta_2$ . Find the natural frequencies and mode shapes for the torsional system for  $J_1 = J_o$ ,  $J_2 = 2J_o$  and  $k_{t1} = k_{t2} = k_t$ .

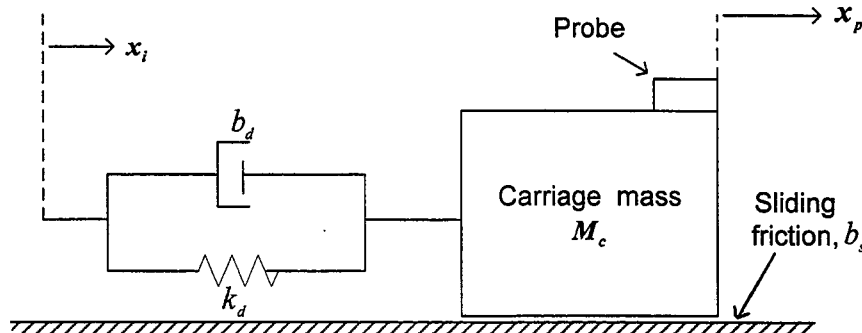


Rajah S4[a]  
Figure Q4[a]

(50 markah)

- [b] Penyeret kejituan tinggi ditunjukkan pada Rajah S4. Tentukan fungsi pindah bagi sistem,  $X_p(s)/X_i(s)$ .

A high precision positioning slide is shown in Figure Q4. Determine the transfer function of the system,  $X_p(s)/X_i(s)$ .



Rajah S4  
Figure Q4

(50 markah)

**Bahagian B**

S5. [a] Rangkaian pindah bagi satu sistem adalah

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{10(s+2)}{s^2 + 8s + 15}$$

Tentukan  $y(t)$ , bila  $r(t)$  adalah satu masukan pelangkah seunit.

*The transfer function of a system is*

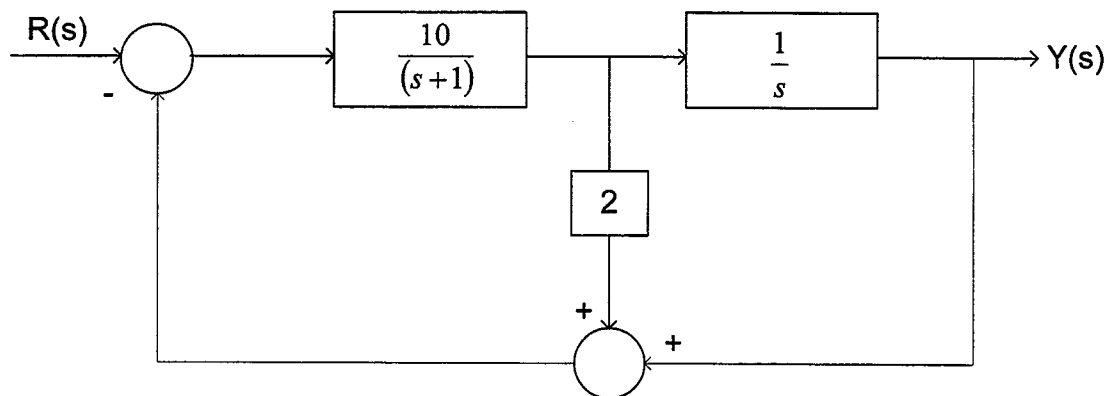
$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{10(s+2)}{s^2 + 8s + 15}$$

*Determine  $y(t)$ , when  $r(t)$  is a unit step input.*

(50 markah)

[b] Tentukan rangkaian pindah bagi rajah blok dalam Rajah S5[b].

*Determine the transfer function of the block diagram of Figure Q5[b].*

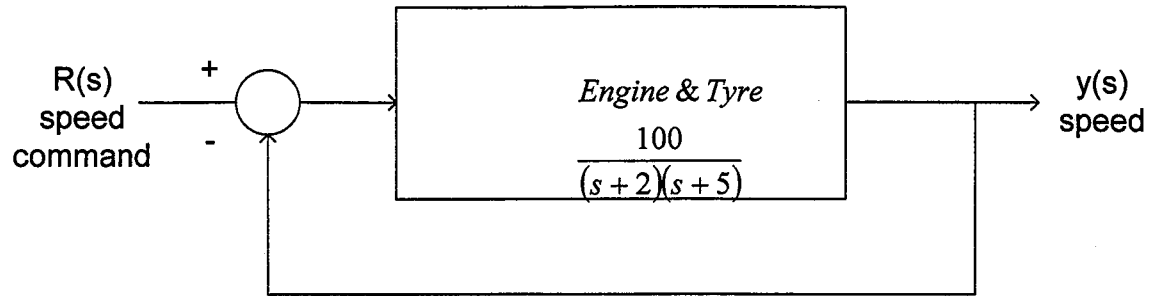


Rajah S5[b]  
Figure Q5[b]

(50 markah)

S6. Enjin, badan dan tayar kereta lumba mempengaruhi perolehan pecutan dan kelajuan. Kawalan laju kereta tersebut adalah diwakili oleh model yang ditunjukkan dalam Rajah S6.

*The engine, body and tyre of a racing car affect the acceleration and speed attainable. The speed control of the car is represented by the model shown in Figure Q6.*



**Rajah S6**  
Figure Q6

- (i) Kira ralat keadaan mantap kereta terhadap satu langkah arahan dalam bentuk halaju.

*Calculate the steady state error of the car to a step command in speed.*

(60 markah)

- (ii) Kira lajukan kelajuan terhadap satu arahan pelangkah.

*Calculate overshoot of the speed to a step command.*

(40 markah)

S7. Satu sistem suap-balik negatif mempunyai satu rangkap pindah gelung.

*A negative feedback system has a loop transfer function.*

$$GH(s) = \frac{K(s+2)}{s(s-1)}$$

- (i) Dapatkan nilai gandaan bila  $\zeta$  bagi punca-punca gelung tertutupnya sama 0.707.

*Find the value of the gain when the  $\zeta$  of the closed loop roots is equal to 0.707.*

(50 markah)

- (ii) Dapatkan nilai gandaan bagi sistem gegelung tertutup yang mempunyai dua punca pada paksi imaginari.

*Find the value of the gain when the closed loop system has two roots on the imaginary axis.*

(50 markah)