
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 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 mm down from its equilibrium position and released. Determine :

- (i) Tempoh getaran blok.

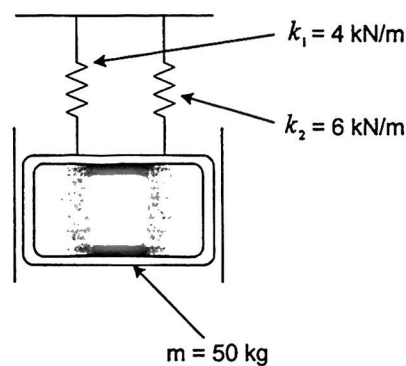
The period of vibration.

- (ii) Halaju maksimum blok.

The maximum velocity of the block.

- (iii) Pecutan minimum blok.

The minimum acceleration of the block.

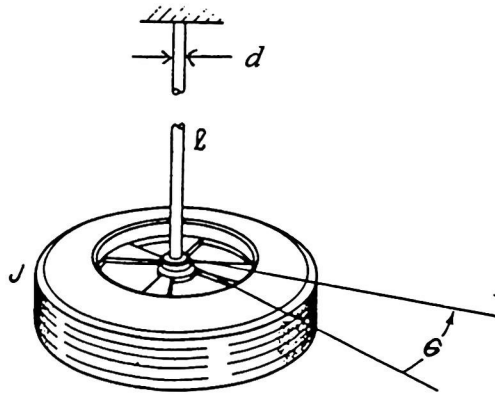


Rajah S1[a]
Figure Q1[a]

(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 θ , 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, θ and released, it makes 15 oscillations in 35 seconds. Determine the polar moment of inertia of wheel.

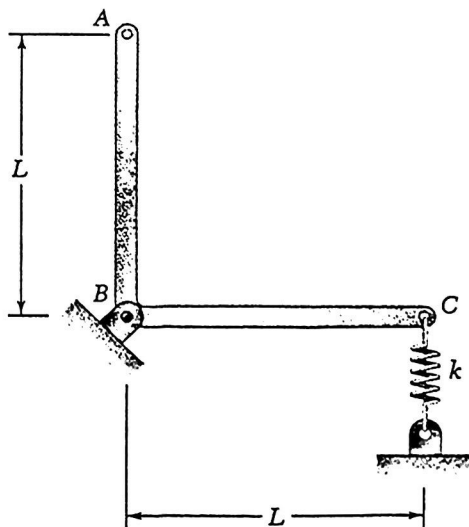


Rajah S1[b]
Figure Q1[b]

(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 θ . Dengan menggunakan metod tenaga, tentukan frekuensi tabii bagi sistem ini, diberi :

J = jisim polar momen inersia

θ = putaran sudut

m = jisim

k = kekakuan pegas

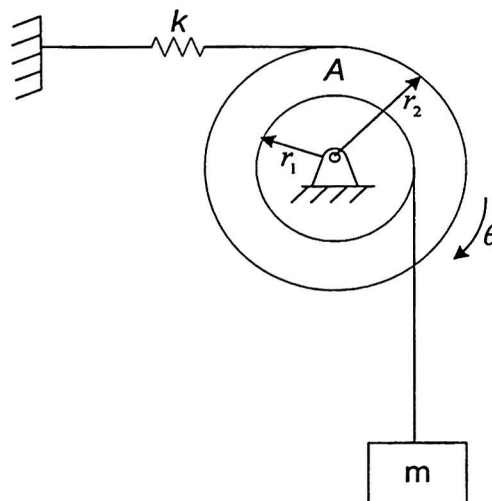
The wheel A in the system in Figure Q2[b] is vibrating harmonically in the θ -direction. By using energy method, determine the natural frequency of the system, where:

J = polar mass moment of inertia

θ = 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] berjisim 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:

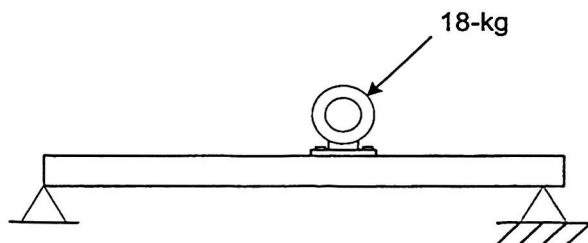
An 18-kg motor as shown in Figure Q3[b] is bolted to a light horizontal beam, which has a static deflection of 1.5 mm due to the weight of the motor. Knowing that the unbalance of the rotor is equivalent to a mass of 20 g located 125 mm from the axis of rotation, determine the amplitude of the vibration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

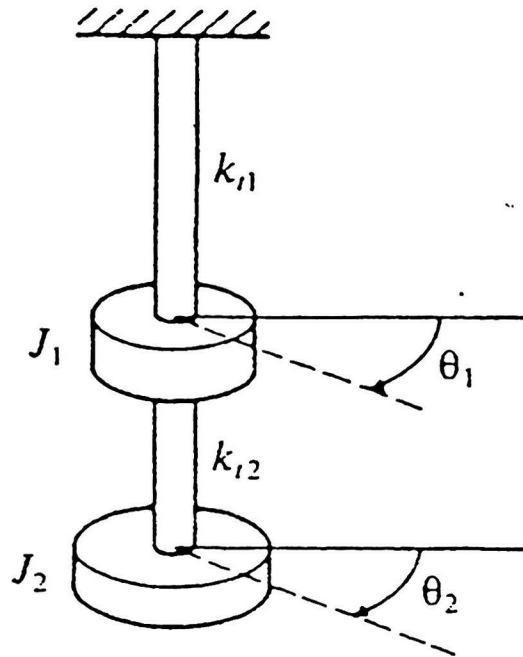


Rajah S3[b]
Figure Q3[b]

(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 θ_1 dan θ_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 θ_1 and θ_2 . Find the natural frequencies and mode shapes for the torsional system for $J_1 = J_0$, $J_2 = 2J_0$ and $k_{t1} = k_{t2} = k_t$.

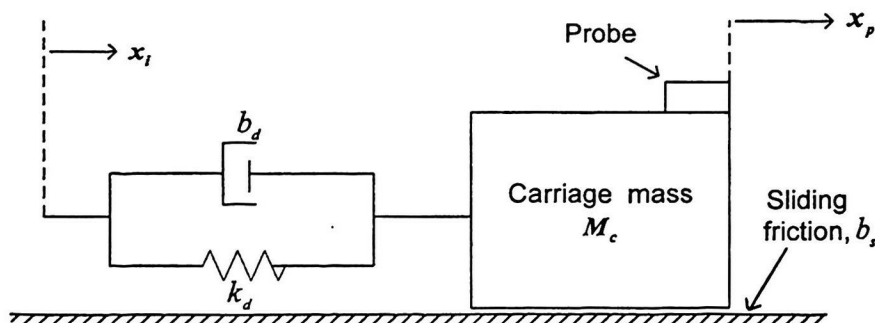


Rajah S4[a]
Figure Q4[a]

(50 markah)

- [b] Penyeret kejutan 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] Rangkap 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

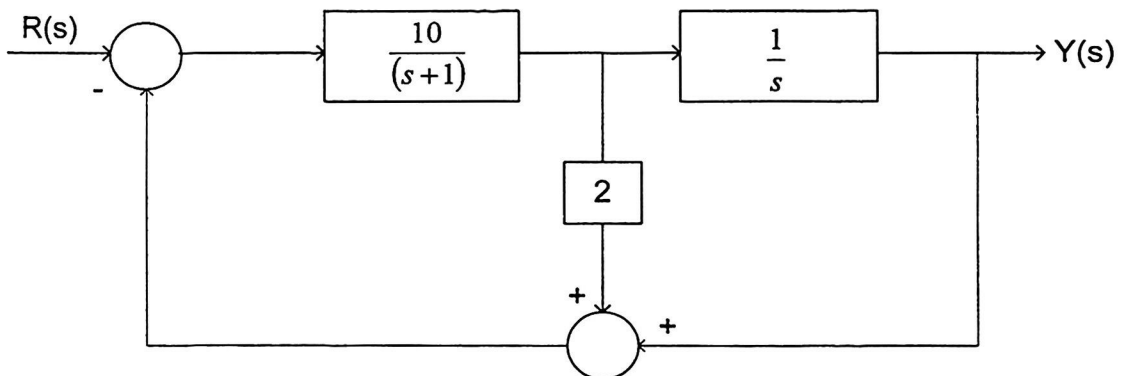
$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{10(s+2)}{s^2 + 8s + 15}$$

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

(50 markah)

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

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

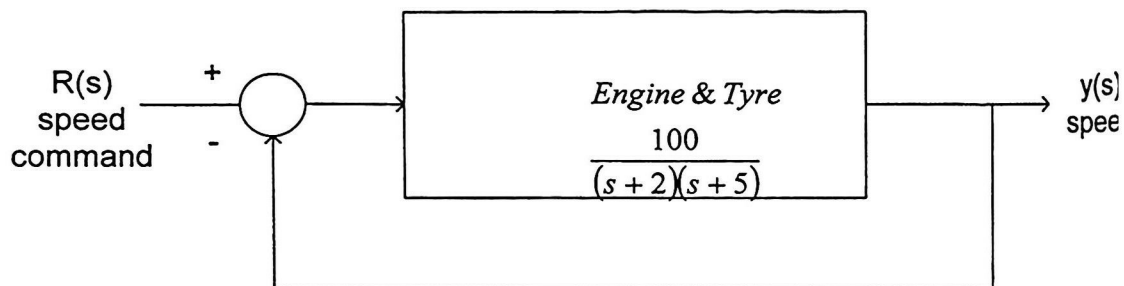


Rajah S5[b]
Figure Q5[b]

(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 ζ bagi punca-punca gelung tertutupnya sama 0.707.

Find the value of the gain when the ζ 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)