
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2008/2009

April - Mei 2009

EEM 232 – SISTEM MEKATRONIK

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam bahasa Inggeris. Jika calon handak menjawab dalam bahasa Malaysia, hanya satu soalan sahaja dibenarkan.

1. (a) (i) Senaraikan semua komponen di dalam satu sistem mekatronik yang tipikal. Senaraikan dalam format gambarajah blok.

List out all the components in a typical mechatronic system. You can list out in block diagram format.

(30%)

- (ii) Beri satu item yang boleh dikategorikan sebagai satu sistem mekatronik. Secara ringkas terangkan semua komponen yang terkandung di dalam item tersebut yang membuatkan anda mengecamkannya sebagai satu sistem mekatronik.

Give an item which can be characterized as a mechatronic system. Briefly explain the components contained in the item that make you identify the item as a mechatronic system.

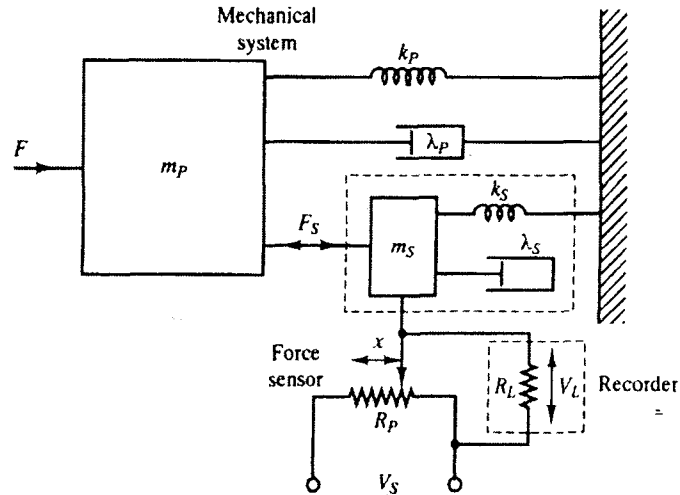
(20%)

- (b) Satu sistem pengukuran daya mempunyai keseluruhan kepekaan keadaan mantap bernilai satu. Dinamik sistem ditentukan oleh tertib kedua fungsi pindah elemen penderia yang mempunyai frekuensi $\omega_n = 30$ rad/s dan nisbah redaman $\xi = 0.2$. Kira **keluaran sistem** berdasarkan kepada isyarat daya masukan yang berkala:

*A force measurement system consists of linear elements and has an overall steady-state sensitivity of unity. The dynamics of the system are determined by the second order transfer function of the sensing element which has a natural frequency $\omega_n = 30$ rad/s and a damping ratio $\xi = 0.2$. Calculate the **system output** corresponding to the periodic input force signal:*

$$F(t) = 20 \left\{ \sin 10t + \frac{1}{3} \sin 30t \right\} \quad (50\%)$$

2. Soalan 2(a), 2(b), 2(c) dan 2(d) adalah berdasarkan Rajah 1.
 Question 2(a), 2(b), 2(c) and 2(d) are based on Figure 1.



Rajah 1
 Figure 1

- (a) Buktikan bahawa pembebanan dinamik bagi sistem mekanikal yang ditunjukkan di dalam Rajah 1 ialah seperti berikut:

Prove that the dynamic loading for mechanical system shown in Figure 1 is given by:

$$F_s(s) = \frac{Z_{MS}(s)}{Z_{MS}(s) + Z_{MP}(s)} F(s)$$

Di mana
 Where

F ialah daya sebenar
 F is true force

F_s ialah daya yang diukur
 F_s is measured force

Z_{MP} ialah impedan proses
 Z_{MP} is process impedance

Z_{MS} ialah impedan penerima
 Z_{MS} is sensor impedance

(30%)

...4/-

- (b) Dapatkan dan lukis litar setara Thevenin bagi penderia anjakan meter upaya di dalam Rajah 1.

Find and draw the equivalent Thevenin circuit for potentiometric displacement sensor in Figure 1.

(15%)

- (c) Lukis litar setara sistem lengkap yang menunjukkan penderia daya sebagai satu rangkaian dua port.

Draw the equivalent circuit for the complete system showing a force sensor as a two port network.

(15%)

- (d) Dengan m_s 0.2 kg, k_s 500 Nm^{-1} dan λ_s 20 Nsm^{-1} digunakan untuk mengukur daya pada struktur jisim, m_p 6 kg, kekenyalan, k_p 100 Nm^{-1} dan pemalar redaman, λ_p 30 Nsm^{-1} .

With m_s 0.2 kg, k_s 500 Nm^{-1} and λ_s 20 Nsm^{-1} is used to measure the force on a mechanic structure of mass, m_p 6 kg, stiffness, k_p 100 Nm^{-1} and damping constant, λ_p 30 Nsm^{-1} .

(10%)

- (i) Dapatkan fungsi pindah menghubungkan pengukuran dan perubahan sebenar dalam daya.

Find the transfer function relating measured and actual changes in force.

(10%)

- (ii) Dapatkan hubungan voltan-sesaran bagi potentiometer berbeban.

Find the voltage-displacement relationship for the loaded potentiometer.

(10%)

...5/-

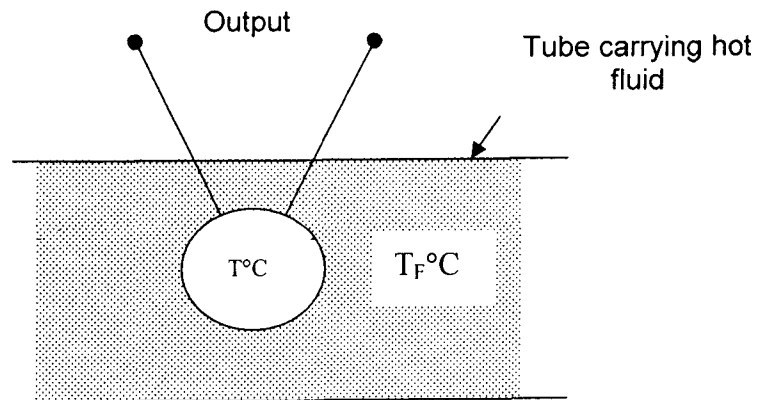
- (iii) Dalam keadaan mantap, apakah voltan pada perekod sekiranya daya ialah 2 N.

Under steady-state condition, what is the voltage at recorder if the force is 2 N.

(10%)

3. (a) Terbitkan persamaan untuk sambutan dinamik bagi sistem yang ditunjukkan dalam Rajah 2(a).

Derive equation to estimate the dynamic response of the system shown in Figure 2(a).



Thermocouple sensor in fluid

Rajah 2(a)
Figure 2(a)

(30%)

- (b) Satu sistem pengukuran suhu mengandungi kepekaan keadaan mantap bernilai satu dan dinamik sistem tersebut ditentukan oleh fungsi pindah tertib pertama bagi elemen penderia. Pada $t=0$, elemen penderia dipindahkan dari udara bersuhu 20°C ke air yang mendidih. Seminit kemudian, elemen tersebut dipindahkan kembali ke udara. Menggunakan data yang diberikan di bawah, kira ralat dinamik sistem pada masa: $t=10, 20, 50, 120$ dan 300 s.

A temperature measurement system consists of steady-state sensitivity of unity and the dynamics of the system is determined by the first-order transfer function of the sensing element. At $t=0$, the sensing element is suddenly transferred from air at 20°C to boiling water. One minute later the element is suddenly transferred back to air. Using the data given below, calculate the system dynamic error at the following times: $t=10, 20, 50, 120$ and 300 s.

Data penderia
Sensor data

Jisim = 5×10^{-2} kg
Mass = 5×10^{-2} kg

Luas permukaan = 10^{-3} m²
Surface area = 10^{-3} m²

Haba tentu = $0.2 \text{ kg}^{-1}\text{C}^{-1}$
Specific heat = $0.2 \text{ kg}^{-1}\text{C}^{-1}$

Pekali pemindahan haba bagi udara = $0.2 \text{ Wm}^{-2}\text{C}^{-1}$
Heat transfer coefficient for air = $0.2 \text{ Wm}^{-2}\text{C}^{-1}$

Pekali pemindahan haba bagi air = $1.0 \text{ Wm}^{-2}\text{C}^{-1}$
Heat transfer coefficient for water = $1.0 \text{ Wm}^{-2}\text{C}^{-1}$

(35%)

...7/-

- (c) Terangkan bagi terma berikut:-
Describe the following terms:-
- (i) Masukan perubahsuaian dan masukan pengganggu.
Modifying input and interfering input. (15%)
 - (ii) Sistem kebezaan untuk pemampasan masukan pengganggu.
Differential system for compensating interfering input. (10%)
 - (iii) Suapbalik negatif gandaan-tinggi.
High-gain negative feedback. (10%)
4. (a) Apakah klasifikasi-klasifikasi berbeza bagi suatu transduser? Apakah perbezaan di antara transduser pertama dan transduser kedua? Terangkan dengan memberi contoh yang sesuai.

What are the different classifications of transducers? What are the differences between primary and secondary transducers? Explain with suitable examples. (25%)
- (b) Apakah teknik-teknik berbeza dalam pengukuran suhu? Apakah kelebihan dan had-had bagi pengganding suhu 'thermocouple'? Bagaimana ia digunakan secara praktikal? Apakah jenis pengganding suhu yang sesuai untuk kegunaan:

What are the different techniques for the measurement of temperature? What are the advantages and limitations of thermocouples? How is it used practically? What type of thermocouple is used:
- (i) Bagi pengukuran suhu dengan tepat.
For accurate measurement of temperature.
 - (ii) Bagi pengukuran suhu yang sensitif.
For sensitive measurement of temperature. (35%)

- (c) Apakah sumber-sumber cahaya yang digunakan dalam transduser optik? Bandingkan semuanya. Terangkan prinsip kerja bagi transduser anjakan 'displacement' berdasarkan kepada modulasi keamatan cahaya. Apakah kelebihan dan had-had bagi transduser tersebut?

What are the sources of light used in Optical transducers? Compare them. Explain the working principle of the displacement transducer based on light intensity modulation. What are its advantages and limitations?

(40%)

5. (a) Bandingkan prestasi-prestasi bagi jenis-jenis penggerak yang berbeza, dari segi kos, ketepatan pergerakan, keupayaan mengendalikan kuasa dan kemudahan dalam operasinya. Terangkan dengan gambar rajah prinsip kerja bagi penggerak piezoelektrik.

Compare the performances of different types of actuators with respect to cost, accuracy of movement, power handling capability and simplicity in operation. Explain with diagram the working principle of a piezoelectric actuator.

(35%)

- (b) Apakah kelebihan bagi Motor Arus Terus sebagai penggerak? Berikan litar aktif yang sesuai untuk mengubah arah, kelajuan dan kuasa bagi Motor Arus Terus bila disambungkan kepada beban.

What are the advantages of DC Motor as an actuator ? Give suitable active circuits to change the direction ,speed and power of a DC Motor when connected with load.

(35%)

- (c) Terangkan dengan menggunakan gambarajah sesuai tentang prinsip kerja bagi sistem paparan LED. Apakah kelebihan dan had-hadnya?

Explain with suitable diagram the working principle of LED display system? What are its advantages and limitations?

(30%)

6. Tuliskan nota ringkas tentang mana-mana EMPAT topik di bawah:

Write short notes on any FOUR of the following topics.

- (i) Elemen penyesuaian isyarat.
Signal conditioning elements.
- (ii) Penukar analog kepada digital jenis bersepadu.
Integrating type analog to digital converter.
- (iii) Penukar digital kepada analog.
Digital to analog converter.
- (iv) Pengubah analog kepada digital kilat.
Flash analog to digital converter.
- (v) Pengukur digital bagi suhu.
Digital measurement of temperature.
- (vi) Rekabentuk bagi litar sampel dan pegang.
Design of sample and hold circuit.

(100%)