
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua

Sidang Akademik 2009/2010

April 2010

EEM 232 – SISTEM MEKATRONIK

Masa : 3 Jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN muka surat 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 Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

1. (a) Apakah jenis-jenis yang berbeza bagi pengubah (transduser) rintangan? Bina persamaan untuk faktor tolok bagi tolok terikan yang dibuat daripada wayar. Terangkan faktor-faktor penting yang diperlukan untuk merekabentuk satu tolok terikan yang sensitif. Apakah kaedah-kaedah berbeza yang digunakan untuk mengukur perubahan dalam rintangan? Anda dikehendaki mereka bentuk penyediaan bagi pengukuran terikan dalam alur yang mana suhunya mungkin bebas daripada sebarang ralat.

What are the different types of resistive transducers? Develop the expression for the gauge factor of a strain gauge made of wire. Explain the important factors required for the design of a sensitive strain gauge. What are the different methods used for the measurement of change in resistance? Design a setup for the measurement of strain in a beam which may be free of temperature errors.

(40%)

- (b) Apakah sensor-sensor berbeza yang digunakan untuk mengukur suhu? Bandingkan penggunaan sensor-sensor suhu jenis rintangan dan semikonduktor. Mengapa sensor rintangan suhu dibekalkan dengan 3 plumbum untuk mengukur suhu? Terangkan dengan terbitan huraian yang sesuai.

What are the different sensors used for the measurement of temperature? Compare the applications of resistive and semiconductor type temperature sensors. Why is a resistive temperature sensor provided with three leads for the measurement of temperature. Explain with suitable derivation.

(30%)

- (c) Terangkan dengan gambar rajah yang sesuai, prinsip kerja bagi teknik gentian optik untuk mengukur kelajuan motor yang kecil. Terangkan faktor-faktor yang membataskan ketepatan teknik tersebut.

Explain, with proper circuit diagram, the working principle of a fiber optic technique for the measurement of speed of a small motor. Explain the factors which limits the precision of the technique?

(30%)

2. (a) Berikan definisi suatu penggerak. Apakah jenis-jenis berbeza bagi penggerak yang digunakan dalam industri? Terangkan prinsip kerja bagi penggerak kuasa bendalir, berbentuk rajah dan terbitan huraian yang sesuai. Apakah aplikasi-aplikasinya?

Define an actuator. What are the different types of actuators used in industries? Explain the working principle of a fluid power actuator, with suitable diagram and derivation. What are its applications?

(35%)

- (b) Apakah kaedah-kaedah berbeza yang boleh digunakan untuk mengesan arus, voltan dan kuasa? Terangkan kaedah-kaedah tersebut dengan jelas dan bandingkan kelebihan dan kekurangannya.

What are the different methods which may be used to sense current, voltage and power? Explain them briefly and compare their merits and demerits.

(40%)

- (c) Apakah yang anda fahami dengan penggerak-penggerak pintar? Terangkan prinsip kerja salah satu jenis tersebut. Berikan beberapa aplikasinya.

What do you understand by smart actuator? Explain the working principal of any one type. Give some of its applications.

(25%)

3. (a) Apakah yang anda fahami dengan pemprosesan isyarat? Apakah komponen-komponen yang digunakan untuk tujuan ini? Terangkan dengan jelas.

What do you understand by signal processing? What are the components used for this purpose? Explain them briefly.

(20%)

- (b) Apakah kelebihan-kelebihan bagi sistem digital, dibandingkan dengan sistem analog? Terdapat transduser analog yang sangat tepat dan jitu. Bagaimana ia boleh digunakan dengan pemproses isyarat digital untuk membangunkan satu pengubah (transduser) digital yang sangat tepat dan jitu? Terangkan dengan menggunakan contoh yang sesuai.

What are the advantages of a digital system in comparison of analog system? There is a very accurate and precise analog transducer. How can it be used with the digital signal processing to develop a highly accurate and precise digital transducer? Explain with suitable example.

(40%)

- (c) Apakah tujuan pengubah digital kepada analog? Apakah aplikasi-aplikasinya dalam bidang peralatan? Terangkan cara kerja bagi salah satu pengubah digital kepada analog (DAC). Apakah kepentingan bilangan bit yang berkaitan dengannya?

What is the purpose of a Digital to Analog Converter? What are its applications in the field of instrumentation? Explain the working of any one type of DAC. What is the importance of number of bits associated with it?

(40%)

4. (a) Bezakan antara transduser-transduser aktif dan pasif. Beri satu contoh untuk setiap transduser tersebut.

Differentiate between active transducers and passive transducers. Give example for each type of the transducers.

(20%)

- (b) Satu penderia sesaran mempunyai julat masukan di antara 0.0 cm sehingga 6.0 cm apabila dibekalkan dengan voltan bekalan piawai $V_s = 5$ volt. Menggunakan data kalibrasi di dalam Jadual 1, kira

A displacement sensor has an input range from 0.0 cm to 6.0 cm when supplied with standard voltage supply, $V_s = 5$ volts. Using calibration data in Table 1, calculate

- (i) Tak-lurus maksimum pada pesongan skala penuh.
Nonlinearity maximum at full scale deflection.
- (ii) Sistem pengukuran kepekaan lurus unggul.
Ideal linear sensitivity measurement system.

- (iii) Pemalar gandingan alam sekitar K_I dan K_M yang berkaitan dengan perubahan voltan bekalan

Environmental coupling constants K_I and K_M related to the change in voltage supply

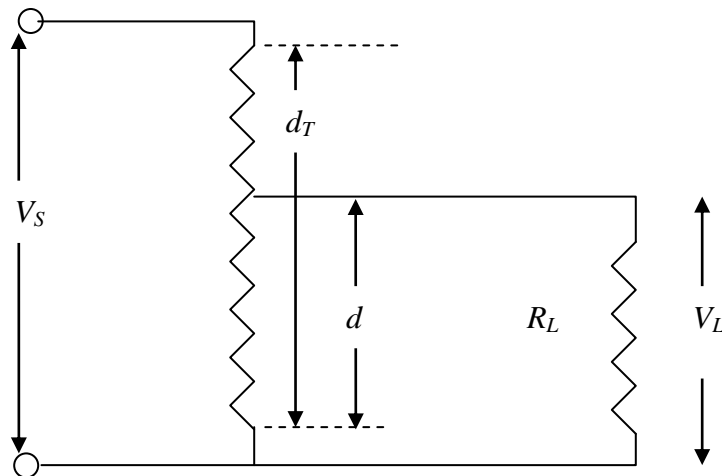
Jadual 1
Table 1

Sesaran (cm)	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Voltan keluaran, mV ($V_S = 5$ volt)	0	33	64	88	102	111	116
Voltan keluaran, mV ($V_S = 6$ volt)	15	75	100	123	140	142	155

(40%)

- (c) Terbitkan persamaan yang memberikan hubungan antara voltan dan sesaran (V_L dan d) bagi satu potensiometer yang disambungkan kepada satu beban seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.

Derive the equation that gives the relationship between voltage and displacement (V_L and d) for a potentiometer connected to a load shown in Figure 1.



Rajah 1
Figure 1

(40%)
...7/-

5. (a) Konsep galangan boleh digunakan kepada sistem elektrik, mekanik, bendalir dan termal. Bagi sistem mekanik, jisim adalah setara dengan kearuhan elektrik, pemalar redaman setara dengan kerintangan elektrik dan 1/kekakuan setara dengan kemuatan elektrik.

Buktikan kenyataan di atas dengan bantuan lakaran yang sesuai.

The concept of impedance can be applied to electrical, mechanical, fluidic and thermal systems. For a mechanical system, mass is analogous to electrical inductance, damping constant is analogous to electrical resistance and 1/stiffness is analogous to electrical capacitance.

Prove the above statement with the help of suitable sketches.

(40%)

- (b) Lakarkan dalam gambarajah blok bagi sistem pembezaan di mana kesan persekitaran dihapuskan.

Sketch in block diagrams of a differential system where the environmental effects are cancelled out.

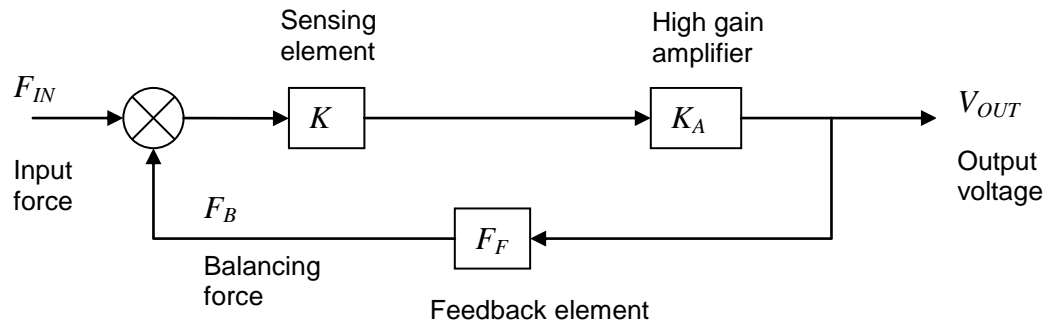
(20%)

- (c) Bagi suapbalik gandaan tinggi negatif di dalam satu tranduser daya gelung tertutup yang ditunjukkan dalam Rajah 2.

For a high-gain negative feedback in a closed loop force transducer shown in Figure 2.

- (i) Buktikan bahawa $V_{out} \approx \frac{1}{K_F} F_{IN}$, nyatakan keadaan rekabentuk anda.

Prove that $V_{out} \approx \frac{1}{K_F} F_{IN}$, state your design condition.



Rajah 2
Figure 2

- (ii) Sekiranya K diganti dengan $K+K_{M/M}$, buktikan bahawa $V_{out} \approx \frac{1}{K_F} F_{IN}$

If K is replaced by $K+K_{M/M}$, prove that $V_{out} \approx \frac{1}{K_F} F_{IN}$.

(40%)

6. (a) Satu sistem pengukuran daya mengandungi elemen lurus dan mempunyai sensitiviti keadaan tetap bernilai tunggal. Sistem dinamik ditentukan oleh fungsi pindah tertib kedua bagi elemen penerima yang mempunyai frekuensi tabii $\omega_n = 30 \text{ rad/s}$ dan nisbah redaman $\xi=0.2$. Kira **sistem keluaran** berdasarkan isyarat daya masukan 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 $\omega_n = 30 \text{ rad/s}$ and a damping ratio $\xi=0.2$. Calculate the **system output** corresponding to the periodic input force signal:*

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

Given:
$$\Delta O(t) = \sum_{n=1}^{n=\infty} \hat{I}_n |G(jn\omega)| \sin(n\omega t + \phi_n)$$

Amplitude ratio =
$$|G(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{\left[\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_n^2} \right)^2 + 4\xi^2 \frac{\omega^2}{\omega_n^2} \right]}}$$

Phase difference =
$$\arg G(j\omega) = -\tan^{-1} \left[\frac{2\xi\omega / \omega_n}{1 - \omega^2 / \omega_n^2} \right]$$

(70%)

- (b) Terangkan 3 elemen ciri statik untuk sistem pengukuran.

Describe 3 elements of static characteristics of measurement system.

(30%)