
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2007/2008

April 2008

EEM 323 – SISTEM PERALATAN DAN PENGUKURAN

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA BELAS (13)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi dua bahagian, **Bahagian A** dan **Bahagian B**.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Jawab **EMPAT (4)** soalan dalam Bahagian A dan **SEMUA** soalan dalam Bahagian B

Gunakan dua buku jawapan yang diberikan supaya jawapan-jawapan bagi soalan-soalan **Bahagian A** adalah di dalam satu buku jawapan dan bagi **Bahagian B** di dalam buku jawapan yang lain.

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

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

Bahagian A - Jawab EMPAT (4) soalan

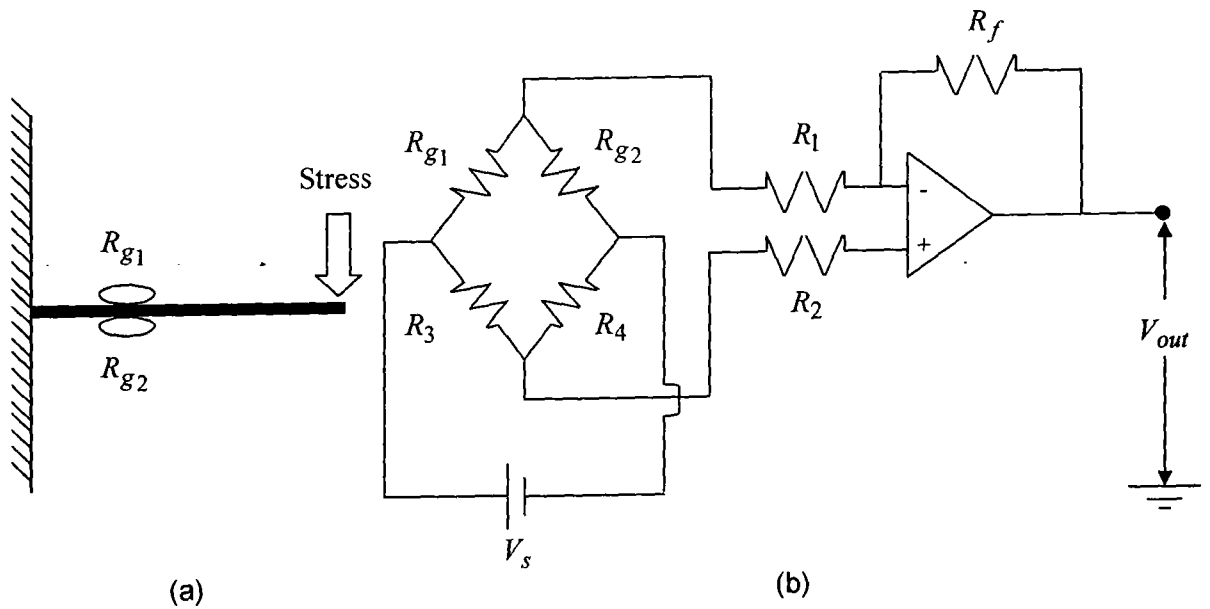
1. (a) Menggunakan lakaran gambar yang kemas, jelaskan teknik berkerja tolok terikan. Seterusnya, bincang DUA penggunaan industri tolok terikan.

Using suitable diagrams, explain the working principle of strain gauges. Discuss TWO industrial applications involving the use of strain gauges.

(40 marks)

- (b) Sistem peralatan untuk mengukur terikan bim kantilever telah dibina menggunakan dua tolok terikan. Kantilever ini diperbuat daripada bahan dengan modulus kekenyalan $E = 10 \text{ GN/m}^2$. Rajah 1(a) menunjukkan kedudukan kedua-dua tolok ini di atas kantilever. Tolok R_{g1} berada di permukaan atas kantilever dan akibatnya mengalami terikan tegangan, manakala tolok R_{g2} yang berada di permukaan bawah kantilever mengalami terikan mampatan. Rintangan tanpa terikan bagi kedua-dua tolok ini ialah 100Ω dan faktor tolok 2.1. Tolok terikan dimasukkan ke dalam litar tetimbang dan seterusnya disambungkan ke penguat seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1(b).

The instrumentation for measuring the strain of a cantilever beam has been constructed using two identical strain gauges. The cantilever is made-up from material with the modulus of elasticity $E = 10 \text{ GN/m}^2$. Figure 1(a) shows the two gauges mounted on the cantilever. Gauge R_{g1} is on the top of cantilever and hence experience tension while strain gauge R_{g2} at the bottom surface of the cantilever experience compression. The strain gauge has the unstrained resistance of 100Ω and gauge factor 2.1. The gauges are inserted in the bridge circuit and connected to the amplifier as shown in Figure 1(b).



Rajah 1
Figure 1

- (i) Terbit ungkapan voltan output V_{out} berfungsi terhadap terikan.
Derive the expression for the output voltage V_{out} as a function of strain.
(40 marks)

- (ii) Kira V_{out} apabila tegasan (S) sebanyak 200 MN/m^2 dikenakan ke atas kantilever apabila $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_f = 100 \text{ k}\Omega$ dan $V_s = 4 \text{ V}$ (Catatan: $\epsilon = S/E$)

*Calculate V_{out} if the stress of 200 MN/m^2 is applied to a cantilever if $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_f = 100 \text{ k}\Omega$ and $V_s = 4 \text{ V}$
(Note: $\epsilon = S/E$)*

(20 marks)

2. (a) Menggunakan lakaran gambarajah yang kemas, jelaskan perbezaan di antara anemometer berarus tetap dan anemometer bersuhu tetap.

Using neatly drawn diagrams, clearly explain the difference between constant current and constant temperature anemometer.

(40 marks)

- (b) Nyatakan SATU kelebihan dan SATU kelemahan anemometer berdawai panas.

Give one advantage and one disadvantage of hot wire anemometer over ordinary mechanical techniques for flow measurement.

(10 marks)

...5/-

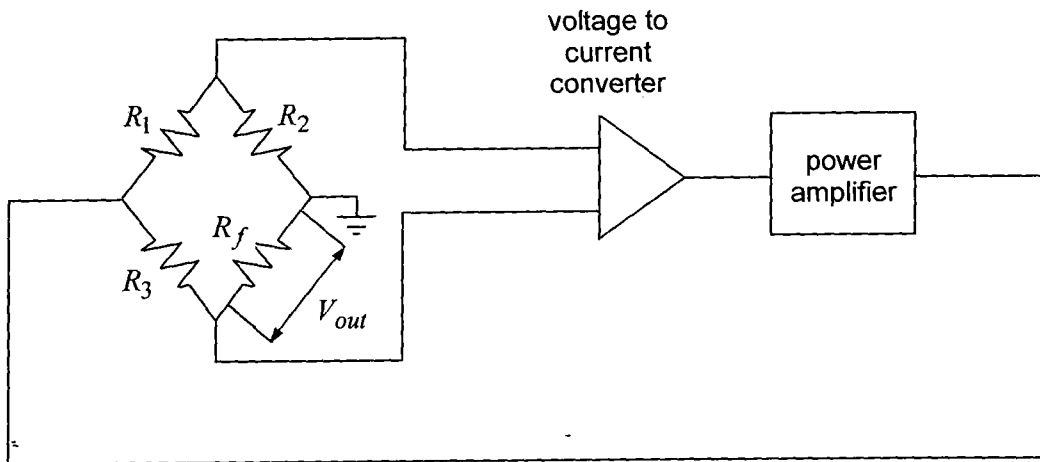
- (c) Sebuah filamen tungsten R_f yang berintangian 18Ω pada 0°C , luas permukaan 10^{-4} m^2 dan koefisien suhu $4.8 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ akan digunakan untuk mengukur kadar aliran gas yang mengalir pada suhu 20°C . Koefisien pemindahan haba di antara filamen dan gas diberikan oleh ungkapan

A tungsten filament R_f with resistance 18Ω at 0°C , surface area 10^{-4} m^2 and temperature coefficient $4.8 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ will be used for flow measurement of a gas at 20°C . The heat transfer coefficient between the filament and gas is given by the expression

$$\zeta(u) = 4.2 + 7.0\sqrt{u} \text{ Wm}^{-2} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

dan u adalah pemalar aliran dalam m/s. Sensor dimasukkan ke dalam litar tetimbang yang beroperasi sebagai anemometer berarus tetap seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 2.

where u the flow variable in m/s. The sensor is mounted into a bridge circuit operating as constant current type anemometer as shown in Figure 2.



Rajah 2
Figure 2

Jikalau rintangan filamen dikekalkan pada 40Ω ,

If the filament resistance is maintained at 40Ω ,

- (i) Terbit ungkapan bagi V_{out} .
Derive the expression for V_{out} . (20 marks)

- (ii) Lakar graf V_{out} melawan kadar aliran di dalam julat $0 - 10 \text{ ms}^{-1}$.
Plot a graph V_{out} versus flowrate in the interval $0 - 10 \text{ ms}^{-1}$. (20 marks)

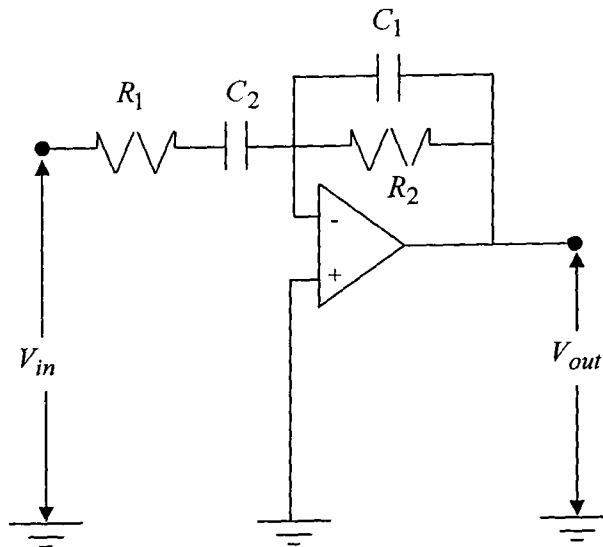
- (iii) Daripada 2(c)(ii), bincang sensitiviti sistem untuk ukuran aliran.
From 2(c)(ii) discuss the sensitivity of the system for flow measurement (10 marks)

3. (a) Senaraikan EMPAT kelebihan penuras aktif. Secara ringkasnya, jelaskan kenapa faktor kualiti Q amat penting di dalam rekabentuk penuras.

List FOUR advantages of active filters. Briefly explain why the quality factor Q is important for filter design.

(40 marks)

- (b) Penuras jalur laluan sempit ditunjukkan di dalam Rajah 3.
The narrow band-pass active filter is shown in Figure 3.



Rajah 3
Figure 3

Jikalau $C_1 = C_2$

If $C_1 = C_2$

(i) Bukti fungsi pindah penuras diberikan oleh

Show the transfer function of the filter is given by

$$H(s) = \frac{-Gs}{s^2 + \frac{\omega_c}{Q}s + \omega_c^2}$$

di mana $\omega_c = \frac{1}{C\sqrt{R_1R_2}}$, dan $Q = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$

where $\omega_c = \frac{1}{C\sqrt{R_1R_2}}$ and $Q = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$

(30 marks)

(ii) Rekebentuk penuras jalur laluan sempit seperti di dalam 3(b)(i) supaya $f_c = 2$ kHz, $Q = 20$ and $G = 10$.

Design a narrow band-pass filter as in 3(b)(i) such that $f_c = 2$ kHz, $Q = 20$ and $G = 10$.

(20 marks)

(iii) Ubahsuai rekebentuk di dalam 3(b)(ii) untuk menukar frekuensi tengah daripada 2 kHz ke 5 kHz.

Modify the design in 3(b)(ii) to change the center frequency from 2 kHz to 5 kHz.

(10 marks)

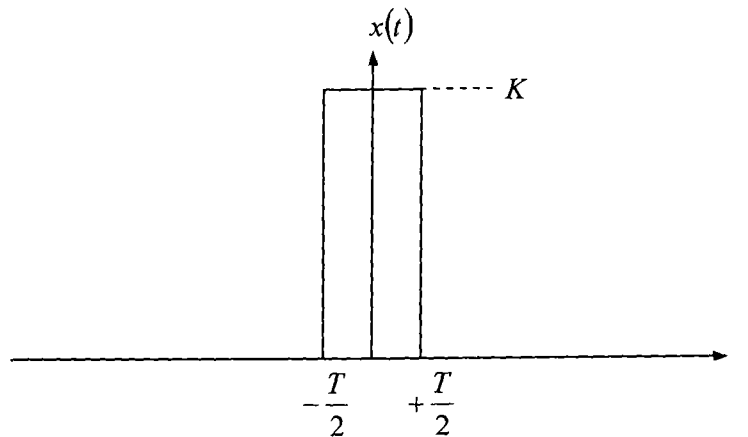
4. (a) Menggunakan lakaran gambarajah yang kemas, terangkan proses autokorelasi. Seterusnya, nyatakan TIGA sifat penting fungsi autokorelasi.

Using neatly drawn diagram explain the process of autocorrelation. Hence, state THREE important properties of autocorrelation function.

(40 marks)

- (b) Sejenis denyut $x(t)$ yang digunakan di dalam sistem kod modulasi biasa ditunjukkan di dalam Rajah 4.

The pulse $x(t)$ used in a typical pulse code modulation system is illustrated in Figure 4.



Rajah 4
Figure 4

- (i) Terbit dan seterusnya plot fungsi autokorelasi bagi $x(t)$.
Derive and hence plot the autocorrelation function of $x(t)$.

(20 marks)

- (ii) Terbit ungkapan ketumpatan kuasa spektral bagi $x(t)$.
Derive the expression for power spectral density of $x(t)$.
(20 marks)

- (iii) Ulangi 4(b)(ii) apabila $x(t)$ melalui penuras laluan rendah, R-C.

Repeat 4(b)(ii) after $x(t)$ after is passed through a low-pass filter.

(20 marks)

Diberikan
Given

$$\int \cos ax \, dx = \frac{\sin ax}{a}$$

$$\int x \cos ax \, dx = \frac{\cos ax}{a^2} + \frac{x \sin ax}{a}$$

$$\cos 2A = 1 - 2 \sin^2 A$$

5. (a) Jelaskan pengertian ungkapan (i) masa perolehan, (ii) masa apertur, (iii) masa pegenapan dan (iv) kejatuhan atau kesusutan yang sering digunakan untuk mencirikan litar sampel-dan-pegang. Seterusnya, lakar litar S/H yang mudah menggunakan penguat operasi.

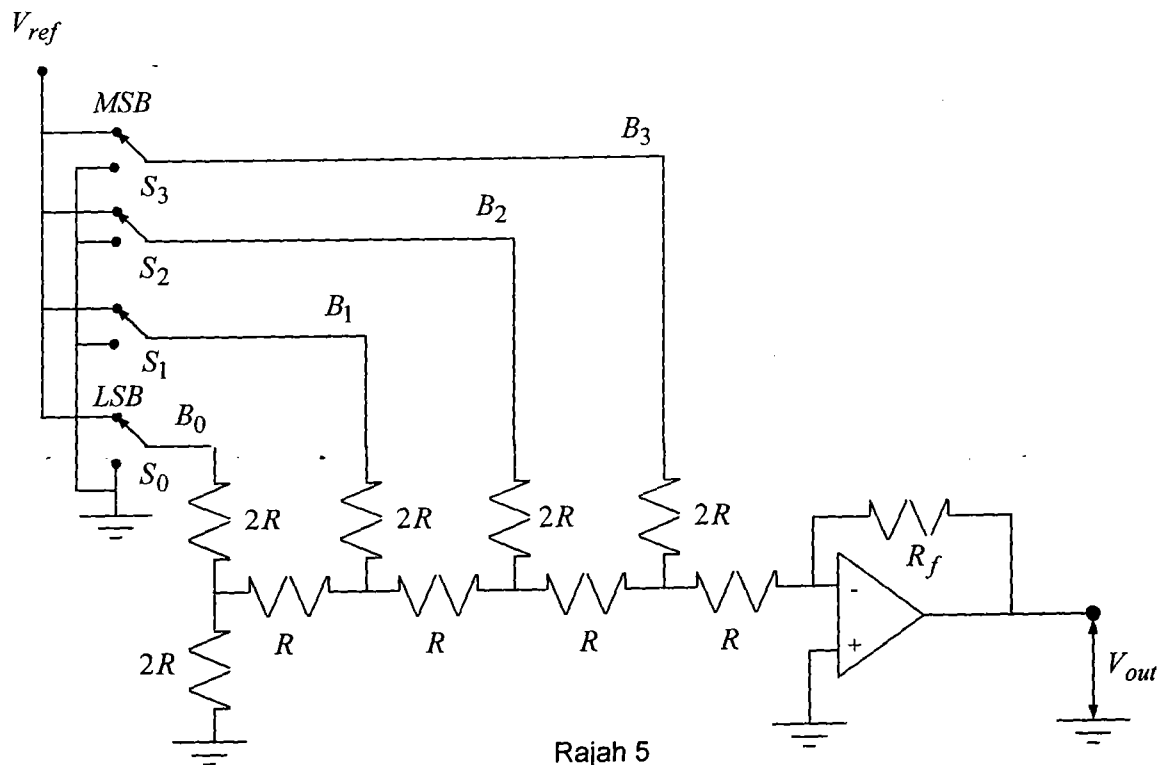
Explain the terms (i) acquisition time, (ii) aperture time, (iii) settling time and (iv) drop or output decay used in the specifications of sample-and-hold circuit. Hence draw a simple S/H circuit using operational amplifier.

(50 marks)

...11/-

- (b) Sebuah penukar digit ke analog 4-bit rangkaian $R-2R$ dengan voltan rujukan V_{ref} dan suis S_0, S_1, S_3 and S_4 ditunjukkan di dalam Rajah 5.

The 4-bit $R-2R$ ladder digital to analogue converter with reference voltage V_{ref} and switches S_0, S_1, S_3 and S_4 is shown in Figure 5.



Rajah 5
Figure 5

- (i) Menggunakan teorem Thevenin, terbit ungkapan bagi V_{out} apabila $MSB = 1$, $LSB = 1$ dan $B_3B_2B_1B_0 = 1010$.

Using Thevenin theorem derive the expressions for V_{out} when $MSB = 1$, $LSB = 1$ and $B_3B_2B_1B_0 = 1010$.

(20 marks)

- (ii) Daripada 5(b)(ii), tulis ungkapan umum bagi V_{out} .

From 5(b)(ii), deduce the general expression for V_{out} .

(20 marks)

- (iii) Kira V_{out} apabila $V_{ref} = 10 \text{ V}$, $R_f = 100 \text{ k}\Omega$, $R = 10 \text{ k}\Omega$ dan $B_3B_2B_1B_0 = 1100$.

Calculate V_{out} when $V_{ref} = 10 \text{ V}$, $R_f = 100 \text{ k}\Omega$, $R = 10 \text{ k}\Omega$ and $B_3B_2B_1B_0 = 1100$.

(10 marks)

Bahagian B - Jawab SEMUA soalan

6. (a) Terangkan prinsip dan operasi bagi sebuah tolok gegendang bertingkat.

Describe the principle and operation of a diaphragm stacks gauge.

(30 marks)

- (b) Air diluahkan melalui sebuah orifis berbucu tajam bergaris pusat 50mm dengan turus yang diukur 4.6m memberikan kadar aliran 2m^3 dalam 3 minit. Tentukan pemalar orifis dan luahan apabila turus adalah 6m above the orifis.

Water is discharged through a 50mm diameter sharp edged orifice under a head of 4.6m the measured rate of flow is found to be 2m^3 in 3 minutes. Determine the discharge coefficient of the orifice and the discharge when the head is 6m above the orifice.

(30 marks)

- (c) Sebuah gerudi pada 500p/min pada halaju 2mm/s. Kirakan kuasa terserap apabila daya 300N diperlukan bagi menghasilkan pergerakan lurus. Kirakan juga kuasa terserap oleh tork yang terhasil pada gerudi. Tork diukur dengan sebuah deria daya yang memberikan bacaan 100N pada jejari 100mm daripada paksi gerudi.

A drill running at 500r/min advances at a speed of 2mm/s. Calculate the power absorbed when a trust of 300N was required to produce the linear motion. Calculate also the power absorbed by the torque exerted on the drill. The torque is measured by a force transducer which gives a mean reading of 100N at radius of 100mm from the drill axis.

(40 marks)