
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2008/2009

April - Mei 2009

EEM 323 – SISTEM PERALATAN & PENGUKURAN

Masa: 3 jam

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

Kertas soalan ini mengandungi dua bahagian iaitu Bahagian A dan Bahagian B dan ENAM soalan.

Jawab **LIMA** soalan. Jawab **EMPAT** soalan dalam Bahagian A dan **SATU** soalan dalam Bahagian B

Gunakan buku jawapan yang berasingan supaya jawapan-jawapan bagi soalan-soalan Bahagian A adalah dalam satu buku jawapan dan Bahagian B dalam buku jawapan yang lain.

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.

Bahagian A - Jawab EMPAT (4) soalan

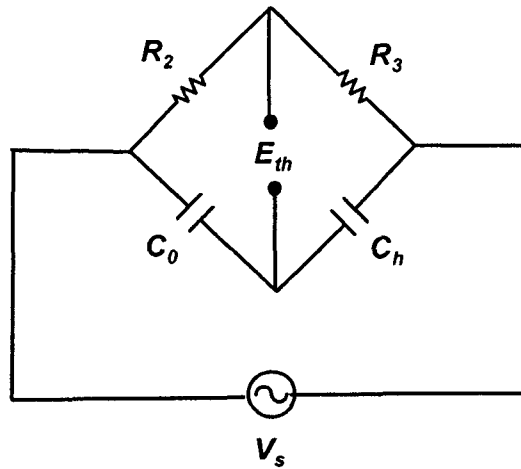
1. (a) Menggunakan lakaran gambarajah yang kemas terangkan prinsip berkerja penderia kapasitif. Cadangkan satu rekabentuk penderia ini untuk ukuran paras ketinggian.

Using neatly drawn diagram explain the working principle of capacitive sensor. Suggest one design of this sensing technique for level sensor.

(40 marks)

- (b) Penderia paras ketinggian kkapasitif menggunakan tetimbang wheatstone sebagai litar pengesanan ditunjukkan di dalam Rajah 1(b).

A capacitive level sensor utilizing the wheatstone bridge as a detection circuit is shown in Figure 1(b).



Rajah 1(b)
Figure 1(b)

Merujuk kepada Rajah 1(b), R_2 dan R_3 ialah rintangan tulen, C_0 ialah kapasitan di dalam air dan C_h ialah kapasitan bersamaan dengan ketinggian bendalir h . Mengandaikan $E_{th} = 0$ apabila $C_h = C_{h_{\min}}$

Referring to Figure 1(b), R_2 and R_3 are pure resistances, C_0 is a capacitance in air and C_h is the capacitance corresponding to fluid height h . If was assumed that $E_{th} = 0$ when $C_h = C_{h_{\min}}$

- (i) Terbitkan hubungan di antara E_{th} dan C_h . Nyatakan semua andaian anda.

Derive the relationship between E_{th} and C_h . States all assumptions.

(20 marks)

- (ii) Plot hubungan di antara E_{th} dan C_h apabila $V_s = 10\text{ V}$, $\frac{R_2}{R_3} = 100$, $C_{h_{\min}} = 1\text{ pF}$ dan untuk $C_h = 0.1, 0.2, 0.5, 0.8, 1.0\text{ pF}$.
Komen lineariti sistem.

Plot the relationship between E_{th} and C_h when $V_s = 10\text{ V}$,

$\frac{R_2}{R_3} = 100$, $C_{h_{\min}} = 1\text{ pF}$ and for $C_h = 0.1, 0.2, 0.5, 0.8, 1.0\text{ pF}$.

Comment on the linearity of the system.

(20 marks)

- (iii) Cadangkan satu teknik bagaimana lineariti sistem boleh di perbaiki.

Suggest one technique to improve the linearity of a system.

(20 marks)

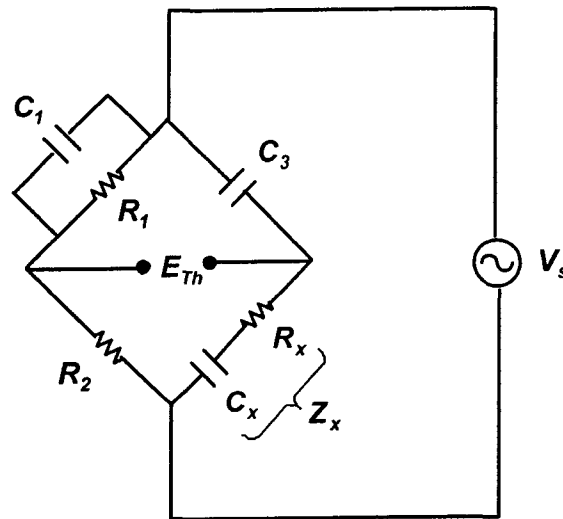
- 2. (a) Tulis nota ringkas mengenai sumber ralat tetimbang A.C. bagi pengukuran impedans.

Write short notes on sources of error in A.C. bridge method for impedance measurement.

(40 marks)

- (b) Tetimbang Schering telah digunakan untuk mengukur impedans yang tak diketahui Z_x . Rajah 2(b) menunjukkan set-up.

A Schering bridge was used for measurement of unknown impedance Z_x . Figure 2(b) shows the set-up.



Rajah 2(b)
Figure 2(b)

- (i) Pada keseimbangan terbitkan ungkapan bagi R_x dan C_x .
Seterusnya lakar rajah fasor.

At balance, derive the expressions for R_x and C_x . Hence draw the phasor diagram.

(40 marks)

- (ii) Juga pada keseimbangan kira R_x dan C_x jikalau $C_1 = 0.5 \mu\text{F}$,
 $R_1 = 309 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$ dan $C_3 = 100 \mu\mu\text{F}$.

*At balance calculate R_x and C_x if $C_1 = 0.5 \mu\text{F}$, $R_1 = 309 \Omega$,
 $R_2 = 100 \Omega$ and $C_3 = 100 \mu\mu\text{F}$.*

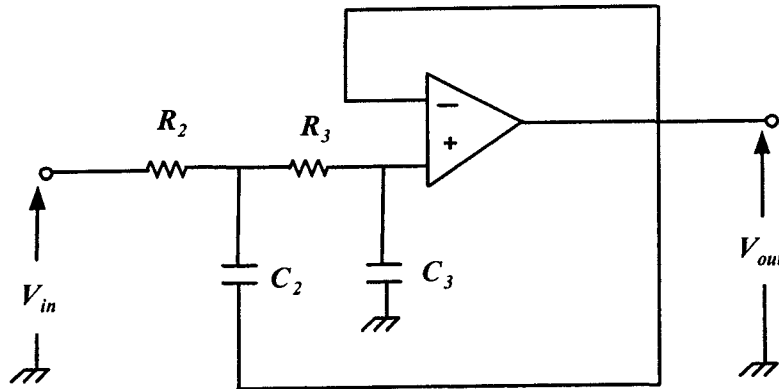
(20 marks)

3. (a) Jelaskan kepentingan faktor-Q dalam menerangkan sifat-sifat penapis.
Explain the importance of Q-factor in determining the characteristics of a filter.

(40 marks)

- (b) Penapis laluan rendah Sallen-Key terubahsuai ditunjukkan di dalam Rajah 3(b).

A modified Sallen-Key low pass filter circuit is shown in Figure 3(b).



Rajah 3(b)
Figure 3(b)

Mengandaikan $R_2 = R_3 = R$ dan $C_2 = C_3 = C$,

Assuming $R_2 = R_3 = R$ and $C_2 = C_3 = C$,

- (i) Terbitkan fungsi pindah litar.

Derive the transfer function of a circuit.

(40 marks)

- (ii) Daripada Rajah 3(b) atau sebaliknya, buktikan gandaan $G = 1$

dan $Q = \frac{1}{2}$.

From 3(b)(i) or otherwise, prove that the gain $G = 1$ and $Q = \frac{1}{2}$.

(20 marks)

Diberikan

Given:

Fungsi pindah am bagi penapis laluan rendah diberikan oleh

The general transfer function of a second order low pass filter is given as

$$H(s) = \frac{G\omega_0^2}{s^2 + \left(\frac{\omega_0}{Q}\right)s + \omega_0^2}$$

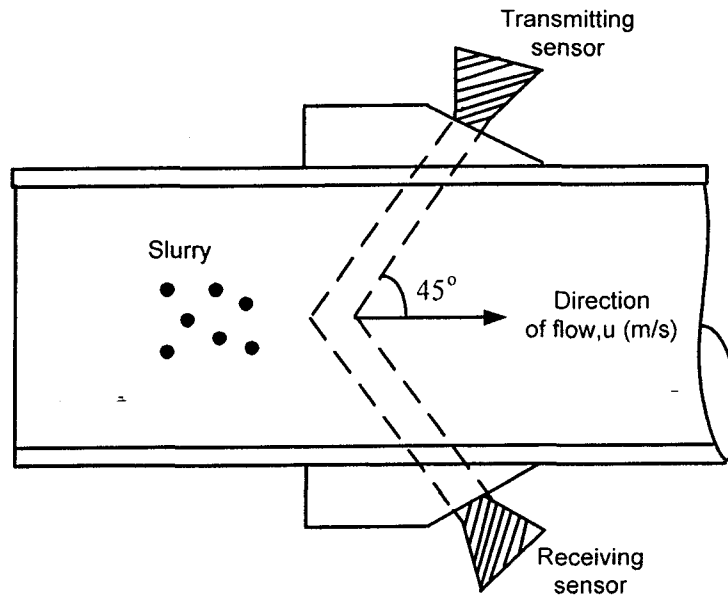
4. (a) Jelaskan dua kelebihan teknik ultrasonik berbanding dengan dawai panas anemometri bagi ukuran aliran. Seterusnya, nyatakan satu kelemahan meter aliran ultrasonik.

Explain two advantages of ultrasonic technique compared to hot wire anemometry for flow measurement. Hence, state one main drawback of the ultrasonic flowmeter.

(40 marks)

- (b) Meter ukuran ultrasonik menggunakan 10 MHz kristal piezoelektrik sebagai penerima penghantar dan penerima ditunjukkan di dalam Rajah 4(b). Halaju gelombang ultrasonik di dalam bahan-tara ialah 400 m/s.

The ultrasonic flowmeter employing 10 MHz piezoelectric crystal as transmitting and receiving sensors is shown in Figure 4(b). The velocity of ultrasonic waves in the medium is 400 m/s.



Rajah 4(b)
Figure 4(b)

- (i) Terbitkan ungkapan bagi perbezaan frekuensi Δf yang berfungsi terhadap halaju aliran, u .

Derive the expression for the frequency different Δf as a function of flow velocity, u .

(40 marks)

- (ii) Kira u apabila $\Delta f = 4 \text{ MHz}$
Calculate u if $\Delta f = 4 \text{ MHz}$

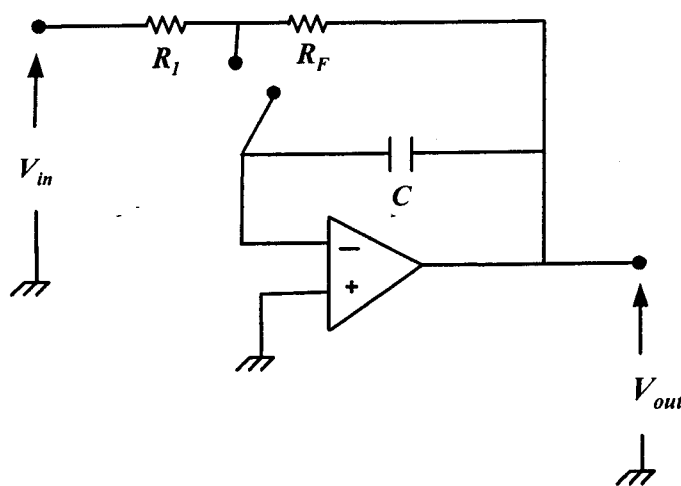
(20 marks)

5. (a) Jelaskan terma (i) masa perolehan, (ii) masa bukaan, (iii) masa penganapan dan (iv) kejatuhan atau pengurangan output yang digunakan di dalam spesifikasi litar sampel-dan-pegang.

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.

(50 marks)

- (b) Litar sampel-dan-pegang menyongsang ditunjukkan di dalam Rajah 5(b).
An inverting sample-and-hold circuit is shown in Figure 5(b).



Rajah 5(b)
Figure 5(b)

Rekebentuk litar di dalam rajah 5(b) supaya output menjejaki input dengan ketepatan 0.5%. Masa pegang dalaman $t_h = 100\text{ ns}$ dan arus pincang op-amp $i_b = 10\text{ nA}$. Andaikan $R_f = R_1 = 20\text{ k}\Omega$ dan $V_{in} = 5\text{ V}$.

Design the circuit in Figure 5(b) so that the output tracks the input with an accuracy 0.5%. The internal hold time $t_h = 100\text{ ns}$ and the input biasing current of op-amp $i_b = 10\text{ nA}$. Assume $R_f = R_1 = 20\text{ k}\Omega$ and $V_{in} = 5\text{ V}$.

(50 marks)

Bahagian B - Jawab SATU (1) soalan

6. (a) Lakar dan terangkan sekurang-kurangnya dua jenis pengukur aliran wayar panas

Sketch and explain at least two types of hot wire anemometry probes

(20 marks)

- (b) Bermula daripada persamaan Bernoulli dan kesinambungan, terbitkan ungkapan berikut yang boleh digunakan untuk mengukur kadar aliran dengan sebuah plat orifis yang dipasang secara kedudukan mengufuk:

Starting from Bernoulli and continuity equations, derive the following expression that can be used to measure flow rate with an orifice plate installed at horizontal position:

$$Q = \frac{C_v C_c A_o}{\sqrt{1 - C_c^2 A_o^2 / A_1^2}} \sqrt{2g\Delta h}$$

Di sini:

Where:

C_v = pemalar halaju

C_v = *coefficient of velocity*

C_c = pemalar mampatan

C_c = *coefficient of contraction*

A_o = luas keratan rentas orifis

A_o = *orifice cross sectional area*

A_1 = luas keratan rentas paip

A_1 = pipe cross sectional area

Δh = kejatuhan turus piezometer

Δh = piezometric head drop

(40 marks)

- (c) Seutas tali digunakan untuk mengukur kuasa bagi sebuah turbin Pelton. Garis pusat dram brek ialah 1.0 m dan dacing spring mencatat beban seberat 4.5 kg apabila beban yang dibekalkan adalah 10 kg. Kuasa yang dikeluarkan oleh turbin adalah 5 kW. Tentukan laju turbin dalam p.p.m (putaran per minit).

A rope is used to measure the power of a Pelton turbine. The diameter of the brake drum is 1.0 m and the spring balance records a load of 4.5 kg when the applied load is 10 kg. The power produced by the turbine is 5 kW. Determine the turbine speed in r.p.m (rotation per minute).

(40 marks)