

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2002/2003

September 2002

**IQK 315/3 – Sistem Peralatan dan Ukuran II**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **TUJUH (7)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

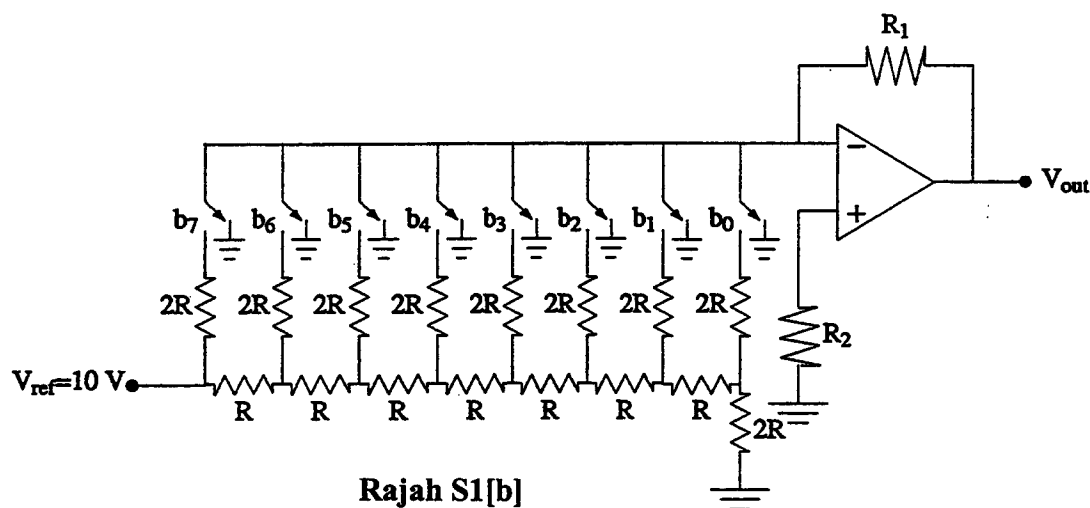
- S1. [a] Menggunakan gambarajah yang kemas, terangkan teorem Nyquist. Seterusnya huraikan kepentingan kadar pensampelan dan lebarjalur dalam menentukan keperluan sistem pengukuran.

*Using neatly drawn diagrams, explain the Nyquist theorem. Hence, explain why sampling rate and bandwidth are two important measurement system requirements.*

(40 markah)

- [b] Rajah S1[b] menunjukkan litar penukar D/A 8-bit rangkaian R-2R.

*Figure Q1[b] shows the 8-bit R-2R network D/A converter.*



Rajah S1[b]  
Figure Q1[b]

- (i) Terbitkan hubungan di antara output  $V_{out}$  dan bit diskrit  $b_0$ - $b_7$ .

*Drive the relationship between output voltage  $V_{out}$  and  $b_0$ - $b_7$ .*

(15 markah)

- (ii) Kira nilai  $R$ ,  $R_1$  dan  $R_2$  yang sesuai untuk menghasilkan  $V_{out}=5$  V pada voltan skala penuh.

*Calculate suitable  $R$ ,  $R_1$  and  $R_2$  values to produce  $V_{out}=5V$  at full scale voltage.*

(15 markah)

- (iii) Dari (ii) kira  $V_{out}$  untuk input 10110011, 11110000 dan 00101100.

*From (ii), calculate  $V_{out}$  for inputs 10110011, 11110000 and 00101100.*

(15 markah)

- (iv) Kira ralat pengkuantuman bagi setiap paras diskrit dalam (iii).

*Calculate quantization error for each discrete input in (iii).*

(15 markah)

- S2. [a] Menggunakan gambarajah yang kemas, terangkan perbezaan penghantaran data bersiri jenis bersinkronisasi dan tak-bersinkronisasi.

*Using suitable diagrams, explain clearly the synchronous and asynchronous serial data transmission modes.*

(40 markah)

- [b] Sistem peralatan dan ukuran jarak jauh akan direkabentuk untuk menghubungkan Penghantar dan Penerima. Kedua-dua elemen sistem pengukuran ini dilengkapi dengan kemudahan pengataramukaan jenis RS232 dan akan dihubungkan menggunakan talian talipon jenis analog. Nyatakan komponen-komponen utama yang diperlukan untuk merekabentuk sistem peralatan ini dan lakar gambarajah bloknya. Seterusnya, jelaskan proses salamtangan yang akan berlaku apabila Penghantar menghantar 1 Bait data kepada Penerima. Nyatakan DUA kelemahan sistem pengukuran ini.

*A long distance measurement and instrumentation system comprising of Transmitter and Receiver will be designed. Both measurement elements are equipped with RS232 interfacing units and will be connected via analogue telephone line. State all principal components needed to design such a measurement system. Hence, show the handshake sequence when Transmitter transmits 1 byte of data to Receiver. Describe two drawbacks of this measurement system.*

(60 markah)

- S3. [a] Huraikan dengan bantuan lakaran yang kemas prinsip kerja bagi peralatan yang boleh mengukur tekanan yang sangat rendah.

*Describe with the help of a neat sketch the working principle of an instrument that can measure very low pressure.*

(40 markah)

- [b] Tolok tekanan gegendang-kemuatan (keluli) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[b] digunakan untuk mengukur kebezaan tekanan setinggi 70 bar pada frekuensi setinggi 15 kHz. Diameter gegendang tidak melebihi 1.27cm.

i) Hitungkan ketebalan dan diameter bagi gegendang untuk menyempurnakan tujuan tersebut (frekuensi asli sekurang-kurangnya 30 kHz).

ii) Bagi sela jarak 0.25 mm, anggarkan kepekaan tekanan kemuatan bagi peranti ini.

Anggap pemalar dielektrik adalah udara. Modulus Young bagi keanjalan dan nisbah Poisson untuk keluli adalah masing-masing  $2 \times 10^{11}$  Pa dan 0.3.

Frekuensi asli bagi gegandang keluli bulat tetap pada ukur keliling diberikan sebagai:

$$f = 4.912 * 10^4 \frac{t}{\pi r^2} \quad (\text{t dan r dalam m}).$$

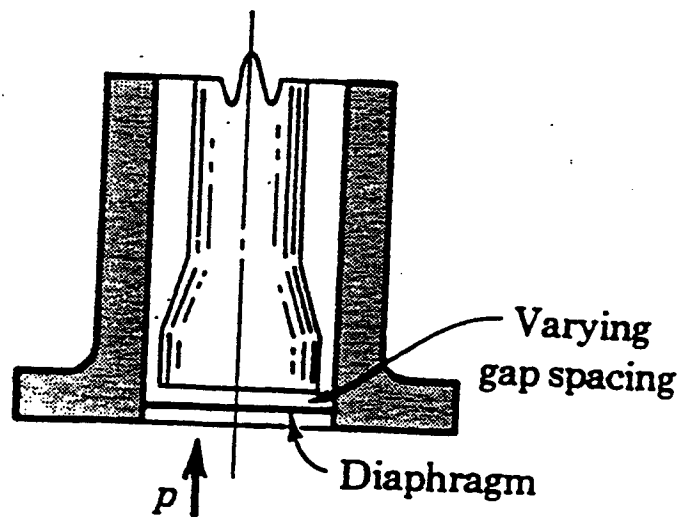
A capacitance-diaphragm (steel) pressure gauge as shown in Figure Q3[b] is to be used to measure pressure differentials as high as 70 bar at frequencies as high as 15 kHz. The diameter of the diaphragm is not to exceed 1.27 cm.

- i) Calculate the thickness and diameter of the diaphragm to accomplish this (the natural frequency should be at least 30 kHz).
- ii) For a gap spacing of 0.25 mm, estimate the capacitance-pressure sensitivity of the device.

Assume the dielectric constant is that of air. The Young's modulus of elasticity and the Poisson's ratio for steel is  $2 \times 10^{11}$  Pa and 0.3 respectively.

The natural frequency of a circular steel diaphragm fixed at its perimeter is given by:

$$f = 4.912 * 10^4 \frac{t}{\pi r^2} \quad (\text{t and r in m}).$$



Rajah S3[b]  
Figure Q3[b]

(60 markah)

- S4. [a] **Bezakan di antara meter kepala boleh ubah dan meter kawasan boleh ubah untuk pengukuran aliran.**

*Differentiate between a variable head meter and a variable area meter used for flow measurement.*

(20 markah)

- [b] **Huraikan dengan bantuan lakaran yang kemas, meter aliran yang digunakan sebagai meter air domestik.**

*Describe with the help of a neat sketch, a flow meter used as a domestic water meter.*

(20 markah)

- [c] **Jika silinder bulat berdiameter  $d$  meter telah di pasang sebagai jasad tubir dalam paip berdiameter  $D$  meter dimana frekuensi  $f$  Hz untuk vorteks pengaliran diberikan sebagai:**

$$\frac{f}{Q} = \frac{4S}{\pi D^3} \frac{1}{\frac{d}{D} [1 - 1.4 \frac{d}{D}]}$$

dimana  $Q$  = kadar alir isipadu bendalir ( $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ )

$S$  = Nombor Strouhal, dan

$f/Q$  = faktor meter

- (i) **Bagi bentuk jasad tubir yang optimum, tunjukkan bahawa faktor minimum meter berlaku pada  $d/D = 0.357$ .**
- (ii) **Apakah frekuensi pengaliran vorteks yang maksimum.**

*If a circular cylinder of diameter  $d$  meters is installed as a bluff body in a pipe of diameter  $D$  meters then the frequency  $f$  Hz of vortex shedding is given by:*

$$\frac{f}{Q} = \frac{4S}{\pi D^3} \frac{1}{\frac{d}{D} [1 - 1.4 \frac{d}{D}]}$$

where  $Q$  = volume flow rate of fluid ( $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ )

$S$  = Strouhal number, and

$f/Q$  = meter factor.

- (i) *For optimum bluff body shape, show that the minimum meter factor occurs at  $d/D = 0.357$ .*
- (ii) *What is the maximum vortex shedding frequency?*

(60 markah)

S5. [a] Tuliskan nota ringkas mengenai :

- (i) Pengukur tekanan statik dalam bendalir yang bergerak
- (ii) Transducer tekanan Piezoelektrik
- (iii) Anemometer laser Doppler
- (iv) Anemometer dawai panas

*Write short notes on :*

- (i) *Static pressure measurement in a moving fluid*
- (ii) *Piezoelectric pressure transducer*
- (iii) *Laser Doppler Anemometer*
- (iv) *Hot wire anemometer*

(100 markah)

S6. [a] Takrifkan sebutan yang berikut untuk tolok terikan.

- (i) Kepekaan ubah bentuk
- (ii) Kepekaan terikan
- (iii) Faktor tolok

*Define the following terms used for a strain gage.*

- (i) *Deformation sensitivity*
- (ii) *Strain sensitivity*
- (iii) *Gage factor*

(30 markah)

[b] Bagaimanakah menjalankan pengukuran dengan tolok terikan rintangan.

*How are measurements performed with a resistance strain gage.*

(20 markah)

- [c] Rintangan namaan untuk tolok terikan adalah  $120\Omega$  dan ianya diletakkan dalam lengan jambatan yang sama dimana semua lengan mempunyai rintangan  $120\Omega$ . Faktor tolok ialah 2.0 dan jambatan beroperasi dalam mode kepekaan arus dengan kerintangan pengesan  $75\Omega$ . Voltan yang dikenakan pada litar adalah 3.7 volt. Kirakan arus pengesan dalam mikroampere per mikrometer bagi terikan. Kirakan juga voltan tunjukkan untuk terikan  $\epsilon=1.0 \mu\text{m/m}$  apabila jambatan digunakan dalam mode kepekaan voltan.

*The nominal resistance for a strain gage is  $120\Omega$  and it is placed in a equal arm bridge where all arms have resistance of  $120\Omega$ . The gage factor is 2.0 and the bridge is operated in a current sensitive mode with a detector resistance of  $75\Omega$ . The voltage applied to the circuit is 3.7 volts. Calculate the detector current in microamperes per micrometer of strain. Also calculate the voltage indication for a strain  $\epsilon=1.0 \mu\text{m/m}$  when the bridge is used in voltage sensitive mode.*

(50 markah)

- S7. [a] Apakah ultrabunyi? Apakah kelebihan menggunakan ultrabunyi dalam sistem pengukuran?

*What is an ultrasound? What are the advantages of using ultrasound in measurement system?*

(30 markah)

- [b] Jelaskan prinsip bagi “Kesan Doppler” dan dapatkan ungkapan untuk nisbah ketara kepada panjang gelombang asli,  $\frac{\lambda^1}{\lambda}$ .

*Explain the principle of “Doppler Effect” and obtain an expression for the ratio of apparent to natural wave lengths,  $\frac{\lambda^1}{\lambda}$ .*

(30 markah)

- [c] Terbitkan ungkapan untuk mengira halaju aliran menggunakan prinsip ultrabunyi meter aliran Doppler.

*Derive an expression for calculating the flow velocity using the principle of ultrasonic Doppler flow meter.*

(40 markah)