

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1997/98**

September/Oktober 1997

IQK 313/3 - SISTEM PERALATAN DAN UKURAN II

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan mesti dijawab di dalam **Bahasa Malaysia.**

1. (a) Sebut dua cara untuk meninggikan kepekaan sebuah manometer. Cara manakah yang lebih praktik?

(10 markah)

- (b) Rajah 1 menunjukkan sebuah manometer telaga jenis turus condong yang digunakan untuk mengukur tekanan tolok P_1 bagi gas yang mengalir di dalam sebuah paip. Bahagian terbuka pada turus condong terdedah kepada tekanan atmosfera $P_{\text{atmosfera}}$. Cecair yang digunakan di dalam manometer tersebut ialah air. Jika

h_t = pengurangan paras cecair dalam telaga disebabkan oleh P_1

d = kenaikan paras cecair dalam turus manometer

A_c / A_t = nisbah luas keratan turus/luas keratan telaga

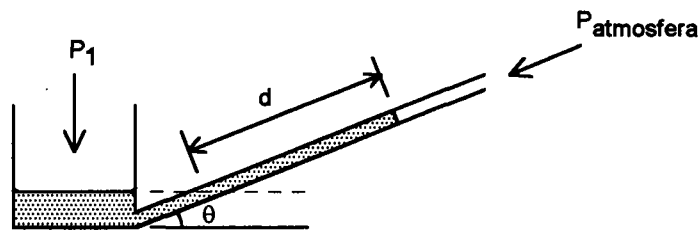
ρ_u = ketumpatan udara

ρ_a = ketumpatan air

θ = sudut condongan turus manometer.

terbitkan ungkapan untuk tekanan P_1 dalam sebutan ρ_a , A_c / A_t , θ , g dan d di mana g ialah pecutan graviti. Anggapkan bahawa $\rho_u \ll \rho_a$. Jika nisbah $A_c / A_t = 0.01$ dan $\theta = 10^\circ$ kira peratus ralat dalam ukuran P_1 jika perubahan paras cecair dalam telaga h_t diabaikan.

(90 markah)



Rajah 1

2. (a) Beri contoh tiga jenis meter halangan yang biasa digunakan untuk mengukur kadar aliran bendalir. Lakarkan ketiga-tiga meter halangan tersebut. Meter halangan jenis manakah yang menyebabkan susutan tekanan yang paling rendah?

(20 markah)

- (b) Terbitkan persamaan berikut untuk kadar aliran isipadu Q bagi sebuah meter venturi mendatar

$$Q = C_d A_1 \left[\frac{2g(P_1/\rho g - P_2/\rho g)}{(A_1/A_2)^2 - 1} \right]^{1/2}$$

di mana P_1 dan P_2 ialah tekanan di dalam paip dan di dalam bahagian leher meter venturi; A_1 dan A_2 ialah luas keratan pada seksyen 1 dan 2; C_d ialah koefisien aliran.

(40 markah)

- (c) Aliran udara sebanyak $1 \text{ m}^3/\text{s}$ dijangka di dalam paip mendatar bergarispusat 0.25 m . Meter venturi digunakan untuk mengukur kadar aliran tersebut. Manometer yang digunakan mempunyai julat maksimum 200 mm air. Jika koefisien aliran $C_d = 0.85$ tentukan garispusat leher yang sesuai bagi meter venturi tersebut. (Ketumpatan air = 1000 kg/m^3 dan ketumpatan udara = 1.23 kg/m^3).

(40 markah)

3. (a) Jelaskan perbezaan proses pemindahan haba jenis konduksi, konveksi dan radiasi. Beri satu contoh untuk setiap jenis pemindahan haba di atas.

(40 markah)

- (b) Filamen tungsten dengan arus pemanasan yang mencukupi akan digunakan untuk mengukur kadar aliran gas methane yang sedang mengalir pada suhu 20°C . Filamen dioperasikan dengan menetapkan rintangannya sebanyak 40Ω . Daripada data kalibrasi, di dapati voltan melintangi filamen meningkat daripada 3.91V kepada 4.47V apabila halaju methane ditingkatkan daripada 3 m/s ke 6 m/s masing-masingnya. Menggunakan data bagi filamen di bawah:

- (i) tentukan koefisien pemindahan haba sistem ukuran,

(20 markah)

- (ii) siasat kesesuaian sistem ukuran untuk mengukur kadar aliran methane yang bergolak pada frekuensi 100 Hz, halaju keadaan mantap sebanyak 10 m/s dan arus keadaan mantap yang mengalir adalah sebanyak 10 mA.

(20 markah)

- (iii) ulangi bahagian (ii) apabila tetimbang dan penguat yang mempunyai fungsi pindah 2 dan 1 masing-masingnya dimasukkan ke dalam sistem ukuran. Apakah kesimpulan anda?

(20 markah)

Data filamen:

$$MC = 50 \mu\text{J}^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\text{Rintangan pada } 50^\circ\text{C} = 22.32\Omega$$

$$\text{Rintangan pada } 100^\circ\text{C} = 26.64\Omega$$

$$\text{Luas permukaan} = 1 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

4. (a) Dengan menggunakan gambarajah yang kemas terangkan operasi meter ukuran ultrasonik yang berasaskan kepada sistem berayun swauja. Terbitkan semua persamaan-persamaan yang berkaitan.

(40 markah)

- (b) Meter ukuran ultrasonik Doppler akan digunakan untuk mengukur halaju isipadu bendalir yang berlumpur (slurry) yang mengalir di dalam paip keluli bergaris pusat 0.2 m pada halaju u m/s. Dua kristal piezoelektrik, penghantar (T_x) dan penerima (R_x) setiap satunya mempunyai frekuensi semulajadi 1 MHz, diletakkan di luar permukaan paip pada jarak beberapa milimeter di antara satu sama lain. Kristal penghantar akan mengeluarkan alur ultrasonik yang akan merambat pada arah yang bertentangan dengan arah aliran bendalir.

Sudut di antara alur ultrasonik dengan arah aliran ialah 60° dan Rajah 4(b) menunjukkan sistem ukuran. Secara puratanya, hanya 10% sahaja kuasa ultrasonik yang dipantulkan oleh zarah akan sampai kepada kristal penerima. Menggunakan data-data yang dibekalkan,

- (i) terbitkan persamaan yang menghubungkan frekuensi dengan halaju isipadu bendalir,

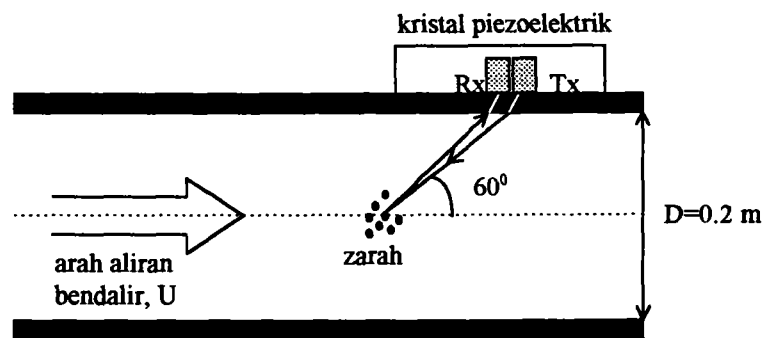
(20 markah)

- (ii) kira perbezaan frekuensi apabila halaju bendalir ialah $1.13 \times 10^3 \text{ m}^3\text{hr}^{-1}$,

(20 markah)

- (iii) anggarkan kuasa ultrasonik yang akan sampai dipenerima untuk setiap 1 watt kuasa yang dihantar oleh kristal penghantar.

(20 markah)



Rajah 4(b)

5. (a) Dengan menggunakan lakaran gambarajah dan contoh yang sesuai terangkan kenapa fungsi ketumpatan kuasa spektral lebih diutamakan dibandingkan dengan fungsi ketumpatan kebarangkalian bagi mencirikan isyarat bising sistem ukuran.

(40 markah)

- (b) Fungsi autokorelasi $R_{nn}(\tau)$ bagi suatu isyarat bising pegun $n(t)$ yang terdapat di dalam sistem ukuran diberikan di bawah:

$$R_{nn}(\tau) = \begin{cases} P \left(1 - \frac{2\tau}{T} \right); & 0 < \tau \leq \frac{T}{2} \\ P \left(1 + \frac{2\tau}{T} \right); & 0 \leq \tau \leq \frac{T}{2} \\ 0 & \text{lain-lain} \end{cases}$$

- (i) menggunakan persamaan Wiener-Khintchin, cari ketumpatan kuasa spektral $n(t)$,

(50 markah)

- (ii) plot ketumpatan kuasa spektral $n(t)$ dengan menunjukkan dengan jelas titik-titik ianya memotong paksi ω .

(10 markah)

Diberikan:

$$2 \cos x = e^{jx} + e^{-jx}$$

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

$$\int e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a}$$

$$\int x e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a} \left(x - \frac{1}{a} \right)$$

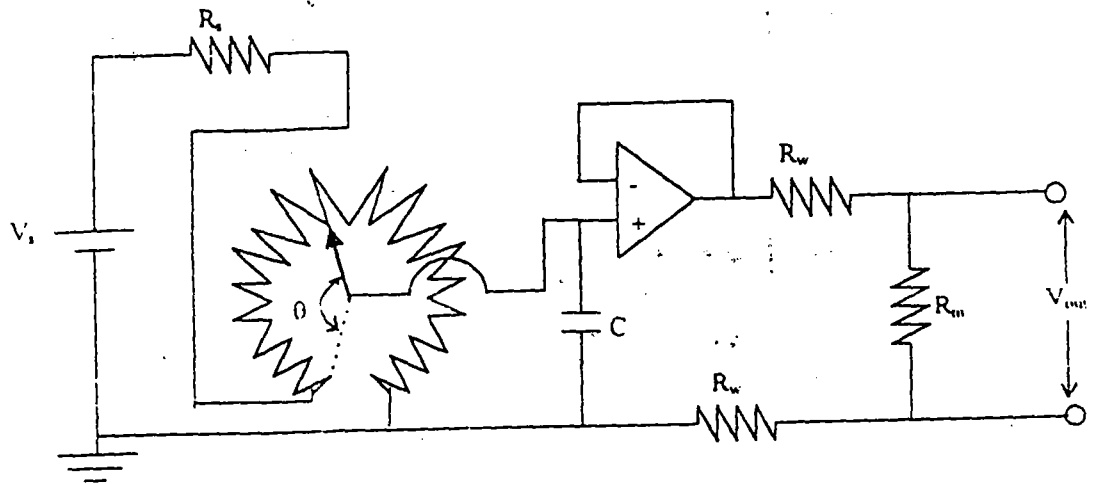
6. (a) Menggunakan lakaran gambarajah yang kemas tetapi tanpa membuat analisis yang terperinci, bincangkan prinsip-prinsip bekerja tranduser resistif, kapasitif dan induktif untuk tujuan pengukuran sesaran.

(40 markah)

- (b) Sebuah peralatan potensiometer yang ditunjukkan dalam Rajah 6(b) telah digunakan untuk mengukur sesaran bersudut θ . Kapasitor C dalam rajah tersebut digunakan untuk mengurangkan ralat akibat daripada pemantulan sentuhan penggelongsor, manakala penguat operasi bertindak untuk mengasingkan potensiometer dengan pencatat yang diwakili oleh rintangan dalamannya R_m . Potensiometer disambungkan kepada pencatat menggunakan dawai kuprum yang berintangan R_w . Seterusnya, potensiometer mempunyai rintangan maksimum sebanyak $R_p = 10.0k\Omega$, berupaya melepas haba sebanyak

0.05 W maksimum dan dioperasikan menggunakan bekalan kuasa d.c.

V_s yang disambungkan bersiri dengan rintangan pirau R_s .



Rajah 6(b)

6(b)

Menggunakan data-data yang diberi dan Rajah 5(b), kira,

- (i) nilai maksimum voltan bekalan maksimum V_s yang dapat digunakan bersama-sama dengan potensiometer,

(10 markah)

- (ii) nilai minimum R_s apabila V_s yang digunakan adalah 40V,

(25 markah)

- (iii) daripada bahagian (ii), kira V_{out} apabila penggelongsor tersesar sebanyak 100° dan $R_w = 200\Omega$.

(25 markah)

7. Suatu sistem peralatan telemetri yang berasaskan kepada komputer telah dicadangkan untuk tujuan kawalan, penghantaran dan penerimaan data jarak jauh di dalam industri pencarigalian gas asli. Di dalam sistem peralatan ini, terdapat dua komputer yang terletak beberapa kilometer di antara satu sama lain. Komputer yang terletak di stesen pengawal dikenali sebagai komputer lokal (KOMLO) manakala yang satu lagi adalah komputer remote (KOMRE). Kedua-dua komputer ini dilengkapi dengan adapter komunikasi tidak bersinkronisasi dan dihubungkan di antara satu sama lain menggunakan talian talipon jenis analog. Tujuan utama KOMLO adalah untuk menyimpan, memproses dan seterusnya memaparkan data kepada pemerhati yang akan mengambil sesuatu tindakan bergantung kepada maklumat-maklumat yang diterima. Di bahagian remote, KOMRE akan disambungkan kepada 3 meter pengukuran yang berbeza yang masing-masingnya dinamakan sebagai MP-1 (pengukuran suhu), MP-2 (pengukuran tekanan) dan MP-3 (pengukuran komposisi). Oleh itu tujuan utama KOMRE adalah untuk mengotomasi keseluruhan proses pengukuran dengan memberi arahan-arahan yang sesuai kepada MP-1, MP-2 dan MP-3. Untuk memudahkan pengukuran, kesemua meter pengukuran diletak berdekatan dengan KOMRE. Dengan jelasnya, terangkan bagaimana sistem telemetri di atas dapat direkabentuk menggunakan peralatan pengantarmukaan jenis RS232 dan IEEE-488. Seterusnya, terangkan proses salamtangan yang akan berlaku apabila, katakanlah, MP-1 menghantar satu bait data kepada KOMRE.

(100 markah)

oooooOooooo

307