

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1992/93

Oktober/November 1992

IQK 402/3 - 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; DUA (2) dari Bahagian A, DUA (2) dari Bahagian B dan SATU (1) lagi dari mana-mana satu bahagian. Semua soalan mesti dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Bincangkan pembinaan sebuah transformer pembolehubah pembeza linear, TPPL (linear variable differential transformer, LVDT). Terangkan kaedah pekafasa (phase-sensitive) demodulasi.

(40 markah)

- (b) Sebuah transduser elektrik-piezo digunakan di dalam pemecut, jenis seismik (accelerator, seismic type) mempunyai nilai kapasitans ialah 1000 pF dan K_q ialah 4×10^6 Coul/sm. Kabel penyambung mempunyai satu kapasitans sebanyak 300 pF dan peralatan yang digunakan untuk mengukur voltan (osiloskop) mempunyai nilai impedans input bernilai $1 \text{ M}\Omega$. Satu tambahan kapasitans sebanyak 1700 pF disambung dengan selari. Peranti seismik mempunyai berat 10 gms dan pemalar setara spring bernilai 1.0×10^8 Newton/m. Nisbah lemati (damping ratio) ialah $\xi = 0.1$.

- (i) Lukiskan sebuah plot hampiran db (asymptotes) dan tunjukkan hampiran lebarjalurnya (bandwidth).
- (ii) Apakah kepekaan (sensitivity) sistem pengukuran ini di dalam lebarjalur ini?

(iii) Apakah output dari sistem ini sekiranya ia mengalami satu pecutan lemati sebanyak 9.8 m/s^2 . Sekiranya kecekapan sistem adalah lemah (poor), cadangkan satu modifikasi supaya pemecut jenis ini boleh diukur dengan jitu (accurately).

(60 markah)

2. (a) Dengan gambarajah yang sesuai, terangkan operasi sebuah McLeod Gage.

(30 markah)

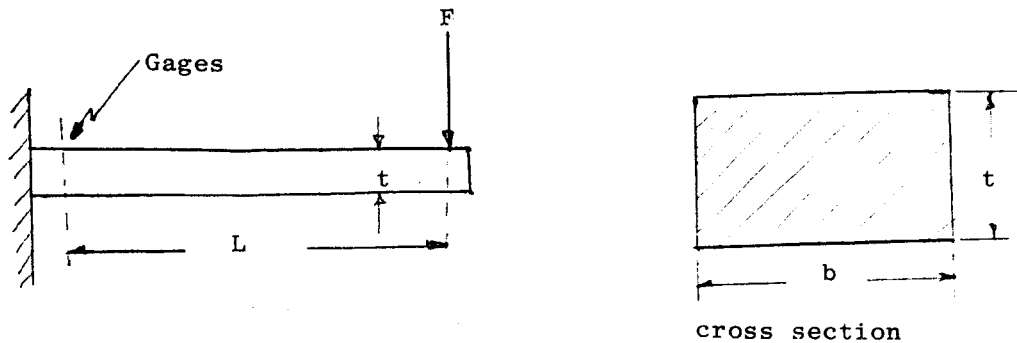
(b) Dengan pertolongan lakaran yang kemas, terangkan beberapa jenis transduser kenyal (elastic transducers) di dalam pengukuran tekanan.

(30 markah)

(c) Tunjukkan dengan lakaran yang kemas dimana anda akan letakkan (mount) tolok terikan (strain gages) di dalam sebuah jenis-diaframa (diaphragm-type) tolok-terikan-terikat (bonded-strain-gage) transduser tekanan. Di dalam tetimbang Wheatstone, tunjukkan bagaimana tolok-terikan akan disambungkan supaya anda mendapat kepekakan yang tinggi, dengan gangguan daripada suhu yang minima.

(40 markah)

3. Sebuah bim kantilever keluli digunakan untuk mengukur daya seperti yang ditunjukkan di dalam gambarajah di bawah.



Kamu diberi cuma dua tolok terikan (strain gages) dibuat daripada loyang Advance (Advance alloy) dan sebilangan besar perintang dari berbagai nilai rintangannya. Rintangan tolok-tolok itu ialah 120Ω ($GF = 2.5$) dan 350Ω ($GF = 2.0$).

- (a) Tunjukkan bagaimana tolok-tolok diletakkan di atas bim kantilever supaya kepekaan yang diperolehi adalah maksima.

Tunjukkan bagaimana tolok-tolok itu akan disambungkan di dalam tetimbang Wheatstone. Tentukan nilai-nilai kedua-dua perintang lain di dalam tetimbang itu.

(15 markah)

- (b) Apakah voltan penguja (excitation voltage) sekiranya arus maksima melalui mana-mana tolok ialah dihadkan kepada 30mA? Gunakan nilai voltan penguja ini untuk menyelesaikan lain-lain masalah di dalam soalan ini.

(10 markah)

- (c) Apakah voltan output tetimbang bagi satu daya 100 kgf?
(dimensi kantilever: $t = 4$ sm, $l = 20$ sm, $b = 6$ sm).

$$\text{Diberi: strain (terikan)} = \frac{FL}{EI} \frac{t}{2} \quad \text{dan } I = \frac{1}{12} bt^3$$

(15 markah)

- (d) Adakah sistem pengukuran ini dipampaskan untuk suhu (temperature compensated)? Kalau tidak, apakah voltan output tetimbang untuk kenaikan suhu 50°C ? Apakah nilai daya F yang diwakili oleh nilai voltan ini?

(30 markah)

- (e) Kirakan nilai bagi perintang kalibrasi pirau (shunt) seharusnya disambung dalam selari dengan tolok penerik (strain gauge) (120Ω) yang akan memberi output yang sama seperti satu daya 100 kgf.

Koefisien pengembangan termal untuk keluli

$$= 12 \times 10^{-6} \text{sm/sm}^\circ\text{C}.$$

Koefisien pengembangan termal untuk Advance

$$= 25 \times 10^{-6} \text{sm/sm}^\circ\text{C}.$$

Koefisien suhu rintangan untuk Advance

$$= 10 \times 10^{-6} \Omega/\Omega^\circ\text{C}.$$

Modulus Young untuk keluli $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/sm}^2$.

(30 markah)

4. (a) Bincangkan sekurang-kurangnya dua kaedah pengukuran tork yang dihantarkan oleh satu syaf yang berputar.

(30 markah)

- (b) Dengan menggunakan satu gelang bulat yang nipis, lukiskan satu lakaran menunjukkan penyusunan tolok-tolok penerik (strain gauges) supaya komponen-komponen daya menegak dan mendatar boleh diukur bebas dari pengaruh (independent) antara satu sama lain.

(30 markah)

- (c) Satu beban sel digunakan untuk mengukur daya dinamik ke atas satu alatan mesin gelongsor. Berat gelongsor ialah 200 kg. Sel beban didapati memeson (deflect) sebanyak 0.05 mm oleh berat gelongsor sendiri. Andaikan berat sel beban adalah terabaikan dibandingkan dengan berat gelongsor. Cari daya frekuensi tertinggi yang boleh diukur dengan 5% tidak kejitian (inaccuracy). Andaikan tidak ada lemati (damping).

(40 markah)

Bahagian B

5. (a) Satu ukuran tenaga pancaran ingin dibuat untuk menentukan suhu seketul logam panas. Huraikan bagaimana ukuran ini boleh dibuat dengan menggunakan pyrometer optik (jenis filamen lesap).

(40 markah)

Dalam ukuran seperti di atas tenaga terpancar dari permukaan satu logam bernilai $28 \pm 0.4 \text{ kW/m}^2$ dan emisiviti permukaan dianggarkan bernilai $\epsilon = 0.90 \pm 0.05$. Kira suhu permukaan logam tersebut dan anggarkan ketakpastiannya.

(10 markah)

(Pemalar Stefan-Boltzmann, $\sigma = 5.669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)

- (b) Sebuah jangkasuhu (thermometer) yang mempunyai emisiviti 0.9 diletakkan di dalam sebuah bilik besar dan suhu yang dicatitkannya ialah 25°C . Dinding-dinding bilik ini berada pada suhu 35°C dan koefisien pemindahan haba konveksi bernilai $5.0 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Apakah suhu sebenar bagi udara dalam bilik tersebut?

(20 markah)

Huraikan dengan ringkas bagaimana anda membuat kiraan ini ($\sigma = 5.669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$).

(30 markah)

6. (a) Sebuah termokupel nipis dibuat dari besi berukuran $0.5 \times 0.1 \times 0.005$ inci didedahkan kepada aliran udara yang mempunyai koefisien pemindahan haba konveksi bernilai $100 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Kira malar masa termokupel ini.

(10 markah)

Terbitkan persamaan yang anda gunakan (Ketumpatan besi = 7897 kg/m^3 , haba tentu = $452 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$).

(40 markah)

- (b) Bagi termokupel dalam soalan 2(a), kira perbezaan suhu melintangi termokupel tersebut apabila ia didedahkan kepada fluks haba bernilai 100 W/cm^2 . Anggaphlah kekonduksian termal bahan termokupel ini bernilai $73 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$.

(50 markah)

7. Nyatakan syarat-syarat di mana sebuah muncung sonik boleh digunakan untuk mengukur kadar aliran gas.

(20 markah)

Bagi satu gas ideal dengan haba tentu yang malar, nisbah tekanan genting dalam keadaan aliran sonik diberi oleh

$$\left(\frac{p_2}{p_1} \right)_{\text{genting}} = \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\gamma/(\gamma - 1)}$$

(dengan andaian alirannya bersifat isentropik), di mana γ ialah nisbah haba tentu bagi sesuatu gas. Dengan menggunakan persamaan di atas terbitkan kadar aliran jisim \dot{m} bagi sebuah muncung sonik.

(70 markah)

Sebuah muncung sonik yang kerongkongnya bergarispusat 0.8 mm digunakan untuk mengukur dan mengawal aliran udara dalam sebuah paip bergarispusat 7.5 cm. Tekanan di hulu bagi muncung ini diubah selaras dengan keadaan aliran. Tekanan dihilir sentiasa rendah untuk menjamin aliran sonik dikerongkong. Apakah kadar alirannya apabila keadaan di hulu ialah 1.0 MPa pada 20°C?

($R = 287 \text{ N.m/kg.K}$, $g_c = 1.0 \text{ kgm/N.s}^2$, $\gamma = 1.4$ bagi udara).

(10 markah)

8. (a) Sebuah rotameter digunakan untuk mengukur kadar aliran cecair Freon pada suhu 20°C. Anda diberikan beberapa pengapong (bob) yang direkabentuk khas untuk tujuan ini. Pengapong-pengapong ini mempunyai ketumpatan-ketumpatan yang berlainan. Apakah ketumpatan pengapong yang anda akan pilih? (Ketumpatan Freon cecair = 1329 kg/m³).

(10 markah)

Huraikan dengan jelas jawapan anda dengan menerbitkan persamaan-persamaan yang berkaitan.

(40 markah)

3. (b) Udara pada tekanan 400 kPa, suhu 40°C mengalir dalam sebuah saluran bulat bergarispusat 5.0 cm pada kadar tertentu di mana nombor Reynolds bernilai 50,000. Apakah kadar aliran jisim dalam unit kg/s?

(R = 287 N.m/kg.K, kelikatan dinamik,

$\mu = 1.86 \times 10^{-5}$ kg/m.s)

(50 markah)

oooooooooooo0000000000oooooooooooo