

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Tambahan
Sidang Akademik 1992/93**

Jun 1993

IQK 402/3 - SISTEM PERALATAN & UKURAN II

Masa : [3 Jam]

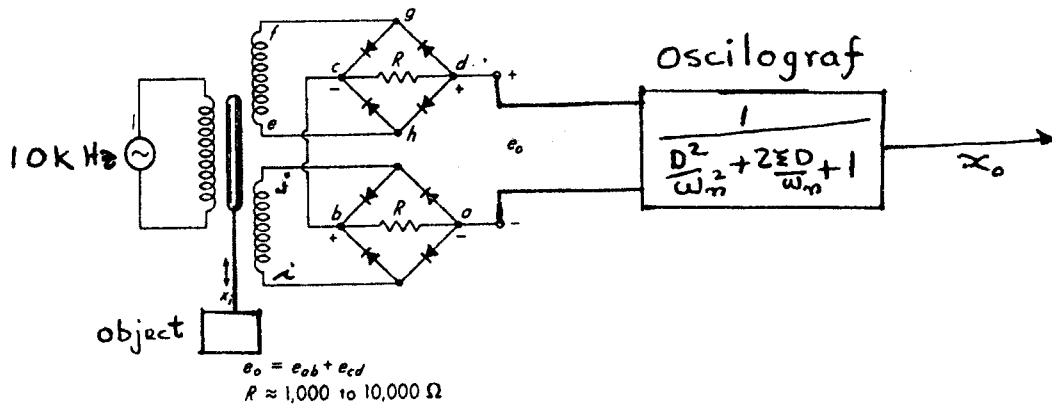
Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH (10) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

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.

Bahagian A

1. (a) Terangkan dengan menggunakan lakaran-lakaran yang kemas, bagaimana Transformer Kebezaan Bolehubah Lelurus (LVDT) berbeza dengan transduser induktans. (20 markah)

(b) Satu LVDT digunakan untuk mengukur anjakan dinamik (dynamic displacement) bagi satu objek bergetar. Gambarajah litar bagi sambungan-sambungan ditunjukkan di bawah.



Anggapkan bahawa objek sedang bergetar pada frekuensi 500 Hz. Osilograf merupakan satu sistem tertib kedua dengan $\omega_n = 2\pi \times 100$ rad/saat dan $\xi = 0.65$. x_o adalah output bagi osilograf.

(i) Lakarkan corak bentuk gelombang-gelombang voltan berikut (masa pada paksi x dan voltan pada paksi y)

(i) V_{ef}

(ii) V_{ij}

(iii) V_{cd}

(iv) V_{ab}

(v) V_{ad}

(vi) x_o

(50 markah)

(ii) Pada fikiran anda, adakah sistem ini merupakan sistem ukuran yang memuaskan (satisfactory) untuk mengukur getaran objek yang mempunyai frekuensi getaran maksimum sebanyak 500 Hz? Beri justifikasi bagi jawapan anda.

(15 markah)

(iii) Adakah sistem tersebut menggunakan teknik penyahmodulatan (demodulation) sensitif-fasa atau tak sensitif-fasa (phase-insensitive). Beri justifikasi bagi jawapan anda.

(15 markah)

2. (a) Dengan lakaran-lakaran yang kemas, terangkan pembi-
naan suatu "accelerometer" jenis piezoelektrik
seismik. Terbitkan (Derive) fungsi pindah pengen-
daliannya dan lakarkan plot Bode penghampiran
(approximate Bode plot). Tunjukkan lebar jalur
(bandwidth) pada plot ini.

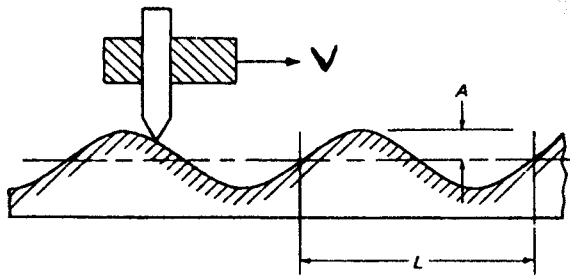
(50 markah)

- (b) Di dalam peralatan kekasaran permukaan yang ditun-
jukkan di bawah, stylus bagi transduser anjakan
adalah bebas untuk bergerak secara menegak apabila
pembawanya bergerak di atas permukaan pada halaju
malar V . Jika V terlalu besar, stylus akan melom-
pat dari permukaan; jika V terlalu kecil, ia akan
merugikan masa.

Untuk mengkaji masalah ini, pertimbangkan permukaan
sinus bagi panjang gelombang L dan amplitud A .
Anggapkan berat (weight) stylus merupakan kesan
tunggal yang dapat menyelenggarakan sentuhan;
abaikan geseran.

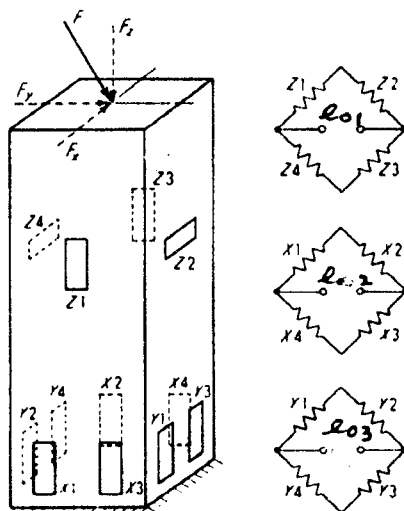
Dapatkan hubungan di antara V maksimum yang
dibenarkan dan L dan A . Jika $A = 2.5 \times 10^{-4}$ sm dan
 $L = 2.5 \times 10^{-2}$ sm, dapatkan V .

(50 markah)



3. (a) Dengan lakaran-lakaran yang kemas, jelaskan mengenai berbagai jenis transduser mekanikal yang biasanya digunakan untuk mengesan daya (force).
(30 markah)

(b) Satu sel beban (load cell) yang diperbuat oleh keluli dicagakkan (mounted) dengan tolok terikan (strain gauges) seperti yang ditunjukkan di rajah di bawah. Sel beban ini dapat mengukur tiga komponen bagi daya F yang dikenakan.



Maklumat terperinci mengenai sel beban tersebut adalah seperti berikut:

- (i) Keratan lintang (cross section) bagi sel beban ini adalah segiempat sama (20 mm x 20 mm).
- (ii) Tinggi L = 50 mm.
- (iii) Kesemua tolok diperbuat oleh aloi maju (advance alloy) GF = 2.1.
- (iv) Kesemua tolok mempunyai rintangan yang sama ($= 120\Omega$).
- (v) Modulus Keanjakan Young bagi keluli = 2.1×10^6 kgf/cm².
- (vi) Pekali pengembangan suhu (Thermal expansion coefficient) bagi keluli = 12×10^{-6} cm/cm^oC.
- (vii) Pekali pengembangan suhu bagi aloi maju = 25×10^{-6} cm/cm^oC.
- (viii) Pekali suhu (Temperature coefficient) bagi rintangan aloi maju = 10×10^{-6} ohm/ohm^oC.
- (ix) Voltan ujaan tetimbang (Bridge excitation voltage) = 10 V.
- (x) Nisbah Poisson bagi keluli = 0.29.

Semasa mengukur daya 'unknown' F , data berikut dikumpul:

$$e_{01} = 0.25 \text{ mV}$$

$$e_{02} = 7.5 \text{ mV}$$

$$e_{03} = 5.0 \text{ mV}$$

Suhu bagi sel beban = 20°C

Hitung F_x , F_y dan F_z .

Kirakan magnitud bagi F .

(50 markah)

Jika daya tersebut mempunyai arah dan magnitud yang sama seperti di atas, tetapi suhu bagi sel beban ditingkatkan kepada 100°C , apakah nilai e_{01} , e_{02} dan e_{03} ?

(20 markah)

4. (a) Terangkan kaedah sel tekanan tolok terikan (strain gage pressure cells) di dalam mengukur tekanan tinggi (lebih dari 1000 atm). Tunjukkan maklumat-maklumat terperinci bagi kaedah ini dengan membuat lakaran-lakaran yang kemas dan gambarajah-gambarajah litar. Terbitkan hubungan di antara tekanan dan output sensor.

(60 markah)

4. (b) Dengan lakaran-lakaran yang kemas, terangkan sekurang-kurangnya empat bentuk manometer cecair (liquid manometer). Jelaskan dengan memberi ulasan-ulasan yang cukup, sifat-sifat setiap satunya dan tunjukkan penggunaan-penggunaan yang sesuai bagi setiap satunya.

Adakah manometer-manometer tersebut mampu digunakan untuk mengukur tekanan dinamik? Terangkan.

(40 markah)

Bahagian B

5. (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. Terbitkan persamaan yang anda gunakan ($1 \text{ inci} = 0.0254 \text{ m}$, ketumpatan besi = 7897 kg/m^3 , haba tentu = $452 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$).

(50 markah)

- (b) Bagi termokupel dalam soalan di atas, 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)

6. (a) Huraikan dengan jelas prinsip kerja sebuah muncung sonik.

(20 markah)

- (b) Sebuah muncung sonik yang kerongkongnya bergarispusat 1.0 mm digunakan untuk mengukur dan mengawal aliran udara dalam sebuah paip bergarispusat 7.0 cm. Tekanan di hulu bagi muncung ini diubah selaras dengan keadaan aliran. Tekanan di hilir sentiasa rendah untuk menjamin aliran sonik di kerongkong. 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).

(30 markah)

- (c) Terbitkan formula yang anda gunakan.

(50 markah)

7. (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). Terbitkan formula yang anda gunakan.

(50 markah)

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

($R = 287 \text{ N.m/kg.K}$, kelikatan dinamik $\mu = 1.86 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}$).

(50 markah)

8. (a) Dalam kebanyakan proses di industri, ukuran dan kawalan paras cecair dalam tangki merupakan salah satu fungsi yang penting. Huraikan dengan jelas satu kaedah mengukur paras cecair menggunakan kesan perubahan kapasitans.

(50 markah)

- (b) Pengetahuan tentang amaun wap air dalam udara (humidity) adalah penting kepada operasi atau kawalan automatik proses-proses tertentu dalam industri. Perihalkan satu kaedah mengukur "relative humidity" menggunakan kaedah elektrik atau kaedah-kaedah lain.

(50 markah)

oooooooooooo0000000000oooooooooooo