

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

ZAT 283/3 dan ZAT 383/3 - Instrumentasi I

Masa : [3 jam]

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

Jawab kesemua EMPAT soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) (i) Apakah yang dimaksudkan dengan suatu transduser? Terangkan secara ringkas prinsip-prinsip transduser dan nyatakan dua cara asas proses penukaran.

(ii) Perihalkan secara ringkas dengan bantuan gambarajah, suatu evolusi transduser yang mengaitkan transduser sesaran dengan transduser-transduser daya, pecutan, tekanan dan berat.
(20/100)

- (b) (i) Suatu kaedah kepersisan ekstrim untuk mengukur mikrosesaran adalah mikrometri kapasitans. Terangkan secara kuantitatif dengan merujuk kepada suatu pengesan kapasitans, prinsip-prinsip pengukuran. Huraikan secara kuantitatif bagaimana kelinearan boleh dihasilkan untuk nilai outputnya.

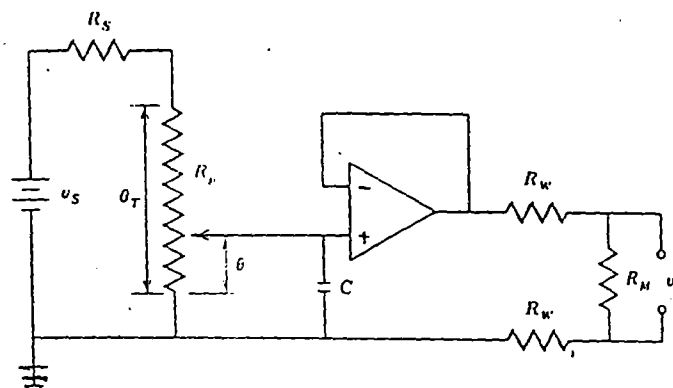
(ii) Tuliskan suatu nota teknikal ringkas memperihalkan kebaikan dan keburukan pengesan-pengesan kapasitans.

(iii) Bandingkan meter keupayaan (potentiometer) dan LVDT sebagai pengesan-pengesan sesaran berasaskan ciri-ciri berikut: julat, kejituan, perleraian, sambutan frekuensi, keboleharapan dan kompleksiti.
(35/100)

...2/-

- 2 -

- (c) (i) Apakah yang dimaksudkan dengan suatu tolok terikan? Perihalkan secara kuantitatif prinsip-prinsip operasi dan kesan suhu bagi suatu tolok terikan logam.
- (ii) Tuliskan suatu nota teknikal ringkas yang memperihalkan keupayaan mengukur terikan pada suhu tinggi dengan menggunakan tolok-tolok terikan rintangan elektrik.
- (iii) Litar meter keupayaan di dalam rajah 1 di bawah digunakan untuk mengukur kedudukan bersudut θ . Kapasitor C digunakan untuk mengurangkan lompatan kontak dan amplifier beroperasi mengasingkan meter keupayaan daripada dawai sambungan yang panjang dan rintangan membeban daripada instrumen merekod. θ_T (darjah) adalah julat meter. Meter keupayaan boleh berputar sebanyak 320° , mempunyai nilai rintangan $R_p = 4.0 \text{ k}\Omega$ dan boleh melepaskan kuasa sebanyak 0.02 W . Apakah nilai voltan maksimum yang boleh dibekalkan kepada meter keupayaan? Jika $v_s = 15.0 \text{ V}$, dapatkan nilai R_s untuk melindungi meter keupayaan. Dapatkan persamaan untuk kepekaan output S untuk litar ini.



Rajah 1

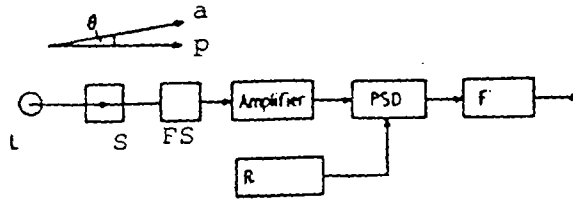
(45/100)

2. (a) (i) Apakah yang dimaksudkan dengan hingar? Takrifkan nisbah isyarat-hingar (S/N) dan rajah hingar, F.

...3/-

- (ii) Terangkan apakah jenis-jenis hingar yang didapati di dalam suatu sistem instrumentasi yang mengandungi transduser dan amplifier, dan perihalkan kelakuan hingar (secara kuantitatif) untuk suatu amplifier.
- (iii) Nyatakan lima(5) contoh sumber hingar yang spesifik dan terangkan teknik-teknik yang digunakan untuk menghadkan (atau melimitkan) setiap sumber hingar yang dinyatakan.
(25/100)
- (b) (i) Jelaskan apakah yang dimaksudkan dengan suatu pegasan suhu-rintangan (RTD). Tuliskan nota teknikal yang memperihalkan prinsip-prinsip suatu RTD (termasuk ciri-ciri RTD, kepekaan, masa sambutan dan mensyarat isyarat).
- (ii) Jelaskan empat(4) ralat yang biasa dihadapi apabila mengukur suhu dengan suatu RTD. Nyatakan kaedah-kaedah yang boleh diambil untuk menghadkan setiap satu ralat-ralat tersebut.
- (iii) Rekabentuk suatu sistem penggera suhu yang menggunakan suatu RTD dengan nilai-nilai $\alpha (30^{\circ}\text{C}) = 0.0027/^{\circ}\text{C}$ dan $R(30^{\circ}\text{C}) = 150 \Omega$ dan τ (masa sambutan) = 4.2 saat. Jika suhu tiba-tiba berubah daripada 30°C ke 35°C , sistem penggera ini mesti memberi amaran selepas 2 saat dengan memicu suatu +3.0 volt trigger (picu).
- $[\alpha (30^{\circ}\text{C})$ adalah perubahan pecahan linear bagi rintangan per darjah suhu pada 30°C dan $R (30^{\circ}\text{C})$ adalah nilai rintangan pada suhu 30°C].
- (40/100)

(c)



Rajah 2

- a - Arah medan magnet
- p - Paksi optik
- L - Lampu
- F - Turas
- R - Rujukan
- S - Sel gas
- PSD - Pengesan peka fasa
- FS - Fotosel

Rajah 2 adalah suatu gambarajah skematik untuk suatu sistem instrumentasi yang dinamakan magnetometer. Ianya direkabentuk dengan berdasarkan prinsip-prinsip paras isyarat-hingar.

- (i) Terangkan secara kuantitatif bagaimana pemilihan untuk transduser (fotosel) dan amplifier dibuat, dan perihalkan (secara kuantitatif) kelakuan hingar-hingar yang dihasilkan di dalam sistem pengukuran ini.
- (ii) Apakah nilai perubahan arah medan $\delta\theta$ yang terkecil sekali yang boleh dikesan oleh sistem ini?

[Untuk soalan 2(c) diberi:

I_o = Arus a.t. pencahayaan = $50 \mu\text{A}$

I_c = Arus pengumpul pada peringkat pertama untuk amplifier = $100 \mu\text{A}$

$\Delta F_{1/2}$ = Lebar jalur setengah-kuasa untuk isyarat = 0.2 Hz]

(25/100)

...5/-

- (d) Jelaskan mengapa kajian-kajian berhubung dengan kebolehharian instrumen menjadi penting. Apakah masalah-masalah yang dihadapi di dalam membuat ramalan kebolehharian peralatan atau instrumen? Perihalkan secara ringkas dua kaedah yang digunakan untuk meramalkan kebolehharian barangan atau instrumen.

(10/100)

3. (a) (i) Perihalkan secara ringkas ciri-ciri fotopengesan dan senaraikan tiga(3) jenis peranti fotopengesan.

- (ii) Rekabentuk suatu litar untuk menghidupkan lampu-lampu elektrik di luar rumah anda apabila keadaan mula menjadi gelap. Pilihlah suatu jenis peranti fotopengesan yang sesuai di dalam litar dan nyatakan perlitanan untuk mengawal tahap keamatan untuk pengaktifan suiz.

- (iii) Suatu sel CdS mempunyai nilai rintangan gelap $175 \text{ k}\Omega$ dan suatu nilai rintangan pada keadaan alur cahaya sebanyak $60 \text{ k}\Omega$. Pemalar masa sel ini adalah 90 ms . Rekabentuk suatu sistem untuk memicu (mentrigger) suatu $+3.0 \text{ volt}$ pembanding di dalam masa 20 ms selepas alur terganggu.

(40/100)

- (b) (i) Terangkan dengan merujuk kepada suatu gambarajah blok, suatu gelung kawalan proses yang asas. Perihalkan secara ringkas kriteria-kriteria yang digunakan untuk menilai sambutan dinamik bagi suatu gelung kawalan proses.

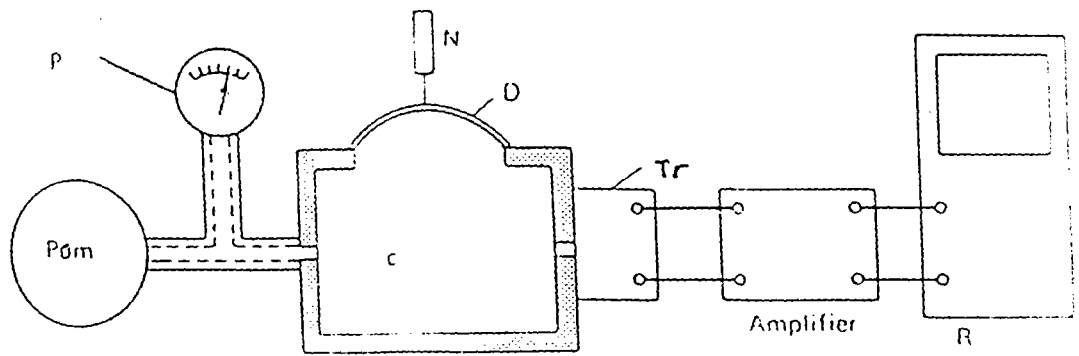
- (ii) Rajah 3 di bawah adalah suatu susunan yang digunakan untuk menguji prestasi keseluruhan bagi suatu transduser tekanan. Perubahan tekanan yang terhasil akan menghampiri suatu nilai input-bertangga; ini akan menghasilkan sambutan input-bertangga yang berlembap. Pada suatu ujian yang tertentu, puncak-puncak (maksimum) yang pertama adalah 9.01 , 7.59 dan 6.67 mV , manakala minimum-minimum yang pertama adalah 0.0 , 1.788 dan 2.92 mV untuk suatu tekanan awal

...6/-

- 6 -

kebuk 20.68 Nm^{-2} . Sambutan akhir keadaan mantap adalah 5.0 mV . Ketiga-tiga maksimum berlaku pada 0.375 , 1.125 dan 1.875 ms dan minimum berlaku pada masa 0.0 , 0.750 dan 1.50 ms . Hitungkan

- frekuensi asli bagi transduser (Hz)
- kelembapan (%)
- kepekaan transduser (mV/Nm^{-2})



Rajah 3

- P - Tolok tekanan
 D - Diaframa
 N - Jarum
 R - Instrumen merekod
 Tr - Transduser tekanan
 C - Kebuk tekanan

(40/100)

- (c) Nyatakan tiga(3) contoh instrumen yang berasaskan sistem pengukuran suap-balik imbangan arus (atau fluks). Terangkan secara ringkas dengan rujuk kepada gambarajah yang bersesuaian, prinsip operasi dua(2) daripada instrumen tersebut.

(20/100)

...7/-

4. (a) Lukiskan satu gambarajah skematik yang menunjukkan sistem vakum yang melibatkan pam putaran dan pam resapan. Labelkan semua komponen dalam gambarajah ini.

(20/100)

- (b) Katakan anda diberikan satu sampel plastik lutsinar dan anda menggunakan mikroskop kontras fasa untuk mengkajikannya. Apakah maklumat-maklumat yang boleh didapati dengan menggunakan mikroskop kontras fasa ini.

(25/100)

- (c) Dalam industri semikonduktor kita sentiasa menggunakan mikroskop pengimbasan elektron (SEM) untuk mengkaji mikrocip-mikrocip yang sudah gagal. Lukiskan dan labelkan satu gambarajah skematik bagi mikroskop pengimbasan elektron ini.

(35/100)

- (d) Kuantiti bukaan berangka (NA) di mana

$$(NA) = n \sin \alpha$$

adalah amat penting bagi sebarang mikroskop. Jelaskan kepentingan kuantiti (NA) ini.

(20/100)