

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1995/96

Mac/April 1996

ZSE 383 - Instrumentasi I

Masa : [3 jam]

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

Jawab kesemua LIMA soalan. Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) (i) Terangkan dengan ringkas apakah yang dimaksudkan dengan suatu sistem instrumentasi.
- (ii) Senaraikan dan perihalkan objektif-objektif yang penting bagi sistem-sistem instrumentasi. Terangkan secara ringkas apakah komponen-komponen yang biasa terdapat di dalam sebarang sistem instrumentasi.
- (25/100)
- (b) Apakah yang dimaksudkan dengan suatu transduser? Tuliskan suatu nota teknikal ringkas yang memperihalkan faktor-faktor yang menghasilkan ralat-ralat dalam transduser.
- (20/100)
- (c) (i) Jelaskan mengapa kajian-kajian berhubung dengan kebolehharapan instrumen menjadi penting. Apakah masalah-masalah yang dihadapi di dalam membuat ramalan kebolehharapan peralatan atau instrumen? Perihalkan secara ringkas dua kaedah yang digunakan untuk meramalkan kebolehharapan barangan atau instrumen.
- (ii) Perihalkan secara ringkas (secara kuantitatif) suatu model kebolehharapan Weibull.
- (iii) Suatu sistem instrumentasi yang mengukur suhu digunakan di dalam suatu industri pemprosesan. Sistem ini mengukur suhu ke suatu tahap kejituan $\pm 15^{\circ}\text{C}$ di dalam julat daripada 180°C ke 480°C . Data-data tipikal untuk komponen ditunjukkan di dalam jadual di bawah

Bahagian	Kegagalan per 10^6 jam
Pengesan suhu	8.2
Amplifier	16.7
ADC	10.4
Pempamir berangka	16.2

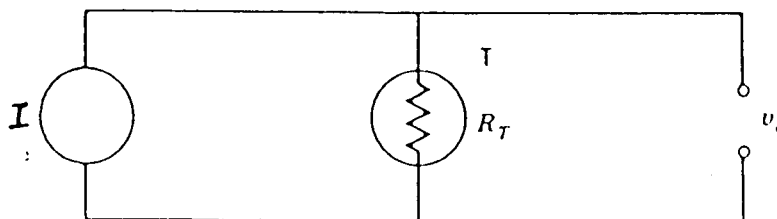
Lakarkan fungsi keperluan, Q, untuk sistem ini.

Dapatkan nilai-nilai kebarangkalian untuk kegagalan seluruh sistem selepas tiga minggu dan enam bulan.

(55/100)

2. (a) (i) Jelaskan apakah yang dimaksudkan dengan suatu termistor. Tuliskan nota teknikal yang memperihalkan prinsip-prinsip suatu termistor (termasuk ciri termistor, kepekaan, masa sambutan dan mensyarat isyarat).
- (ii) Bandingkan pengesan suhu-rintangan (RTD) dengan termistor sebagai pengesan-pengesan suhu. Nyatakan suatu contoh yang lebih sesuai untuk setiap pengesan.
- (iii) Dapatkan rintangan-rintangan untuk suatu termistor pada suhu-suhu -80°C , -40°C , 0°C , 75°C , 150°C jika diberi bahawa $\beta = 4350 \text{ K}$ dan $R_0 = 3000 \Omega$ pada suhu $T_0 = 25^{\circ}\text{C}$. [Di sini $\beta =$ pemalar bahan untuk termistor; $R_0 =$ rintangan termistor pada suhu rujukan T_0 .]

Jika termistor di atas disambungkan dalam suatu litar keupayaan seperti rajah 1 di bawah dan arus malar adalah 10 mA , hasilkan suatu graf untuk voltan output V_o apabila suhu meningkat daripada -50°C ke 300°C . [Diberi $R_T = 100 \Omega$ apabila suhu $T_0 = 25^{\circ}\text{C}$.]



T - termistor
I - pembekal kuasa arus malar

Rajah 1

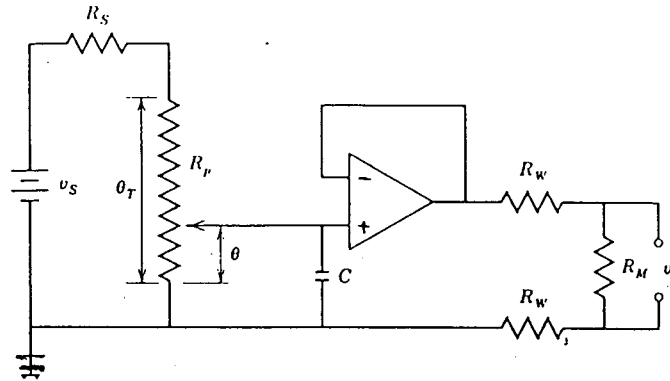
- (b) (i) Jelaskan empat (4) ralat yang biasa dihadapi apabila mengukur suhu dengan suatu RTD. Nyatakan kaedah-kaedah yang boleh diambil untuk menghadkan setiap satu ralat-ralat tersebut.
- (ii) Rekabentuk suatu sistem penggera suhu yang menggunakan suatu RTD dengan nilai-nilai $\alpha (30^\circ\text{C}) = 0.0027/^\circ\text{C}$ dan $R (30^\circ\text{C}) = 150 \Omega$ dan τ (masa sambutan) = 3 saat. Jika suhu tiba-tiba berubah daripada 30°C ke 35°C , sistem penggera ini mesti memberi amaran selepas 1.5 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 .]

(45/100)

3. (a) (i) Apakah yang dimaksudkan dengan suatu tolok terikan? Perihalkan secara kuantitatif prinsip-prinsip operasi dan kesan-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.
- (b) (i) Perihalkan secara ringkas dengan bantuan gambarajah, suatu evolusi transduser yang mengaitkan transduser sesaran dengan transduser-transduser daya, pecutan, tekan dan berat.
- (ii) Litar meter keupayaan di dalam rajah 2 di bawah digunakan untuk mengukur kedudukan bersudut θ . Kapasitor C digunakan untuk mengurangkan lompatan kontak dan amplifiler 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.

(40/100)

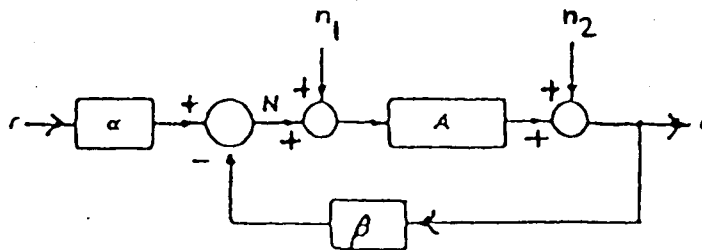


Rajah 2

- (c) (i) Apakah yang dimaksudkan dengan hingar?
Takrifkan nisbah isyarat hingar (S/N) dan rajah hingar, F.
- (ii) Terangkan apakah jenis-jenis hingar yang didapati di dalam suatu sistem yang mengandungi transduser dan amplifier dan perihalkan kelakuan hingar (secara kuantitatif) untuk suatu amplifier.

(30/100)

4. (a)



- r - Kuantiti yang diukur
 c - Output
 α - Pecahan untuk r
 β - Pecahan untuk c
 A - Gandaan amplifier

Rajah 3

Rajah 3 menunjukkan suatu gambarajah blok untuk suatu sistem suapbalik negatif yang mudah. α , β dan A adalah fungsi-fungsi perpindahan; n_1 adalah sumber hingar pada input amplifler dan n_2 adalah sumber hingar pada output.

- (i) Senaraikan ciri-ciri yang penting untuk sistem ini, dan nyatakan persamaan untuk gandaan gelung tertutup jika dianggap bahawa tiada sumber-sumber hingar di dalam sistem ini.
- (ii) Terangkan secara kuantitatif kesan-kesan membeban pada output dan kesan-kesan hingar n_1 dan n_2 untuk sistem ini.
- (iii) Terangkan secara ringkas bagaimana sistem suapbalik negatif ini boleh digunakan untuk menghasilkan pengukuran tak-sentuhan (secara jarak jauh).
- (iv) Nyatakan tiga (3) contoh sistem pengukuran yang melibatkan suapbalik negatif.

(50/100)

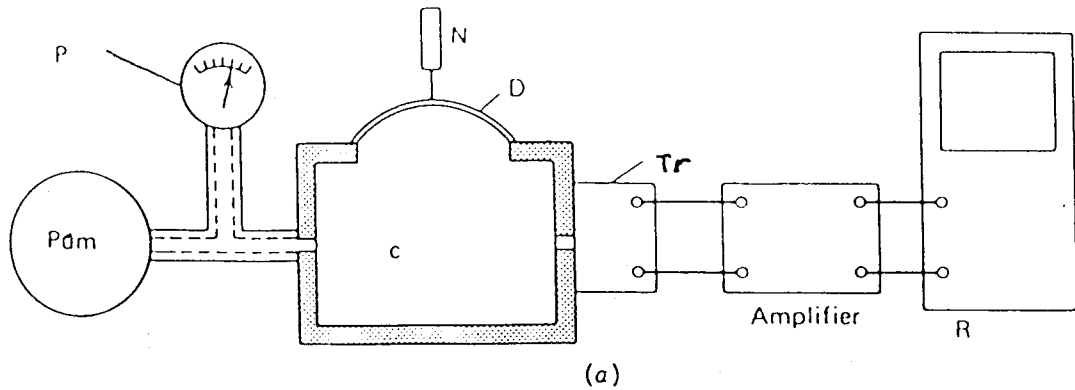
- (b) Terangkan dengan merujuk kepada suatu gambarajah blok, suatu gelung kawalan proses yang asas. Perihalkan secara ringkas kriteria-kriteria yang digunakan untuk menilai sambutan dinamik bagi suatu gelung kawalan proses.

(25/100)

- (c) Rajah 4 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 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

- (i) frekuensi asli bagi transduser (Hz)
- (ii) pelembapan (%)
- (iii) kepekaan transduser (mV/Nm^{-2}).

(25/100)



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

Rajah 4

5. (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 perkitaran untuk mengawal tahap keamanan 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 $+3.0$ volt pembanding di dalam masa 20 ms selepas alur terganggu.
- (50/100)
- (b) (i) Lukiskan gambarajah skematik untuk suatu sistem mikroskop elektron pengimbasan (SEM). Terangkan secara ringkas fungsi atau operasi setiap komponen sistem ini.
- (ii) Nyata dan jelaskan lima (5) mod operasi yang utama bagi suatu SEM.