

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1993/94**

April 1994

IQK 208/3 - SISTEM PERALATAN & UKURAN I

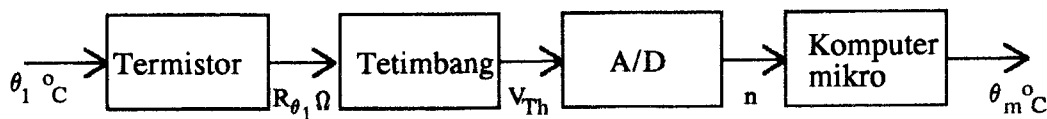
Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi LAPAN (8) mukasurat (termasuk lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

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

1(a). Dengan menggunakan gambarajah yang kemas, terangkan secara ringkas kesan-kesan alam sekitar terhadap sifat-sifat statik sistem pengukuran. (40 markah)

1(b). Sebuah sistem pengukuran suhu mengandungi peralatan-peralatan seperti termistor, litar tetimbang, penukar analog ke digital 8-bit dan komputer-mikro dengan kemudahan pamparan. Suhu yang hendak diukur oleh termistor ialah θ_1 °C. Tetimbang akan memanpaskan kesan tidak linear termistor akibat daripada perubahan alam sekitar dan komputer-mikro akan membetulkan θ_1 yang nilai puratanya adalah bukan sifar. Rajah Q1(b) memberikan gambarajah blok bagi sistem pengukuran di atas dan Jadual Q1(b) adalah persamaan-persamaan model bagi kesemua peralatan yang terdapat di dalam sistem.



Rajah Q1b

	Termistor	Tetimbang	A/D	Komputer-mikro
Persamaan-persamaan model	$R_{\theta_1} = R_{\theta_0} e^{\beta \left(\frac{1}{\theta_1} - \frac{1}{\theta_0} \right)}$	$V_m = V_s \left(\frac{R_{\theta_0}}{R_{\theta_1} + K_1} - K_2 \right)$	$n = \sqrt{K_3 V_{Th}}$	$\theta_m = K_4 n + b_4$
Nilai-nilai purata	$\bar{\theta}_0 = 25, \bar{R}_{\theta_0} = 12,000$ $\bar{\beta} = 117$	$\bar{K}_1 = 10,000, \bar{K}_2 = 0.5$ $\bar{V}_s = 0.5$	$\bar{K}_3 = 10$ n mestilah dibulatkan kepada integer yang terdekat	$\bar{K}_4 = 12.662$ $\bar{b}_4 = -10.625$
Sifat-sifat taburan satistikal	<u>Gaussian</u> $\beta, \sigma_{\beta} = 0.0,$ $\theta_0, \sigma_{\theta_0} = 8.0,$ $R_{\theta_0}, \sigma_{R_{\theta_0}} = 0.0$	<u>Gaussian</u> $V_s, \sigma_{V_s} = 0.0,$ $K_1, \sigma_{K_1} = 0.0$ <u>Segiempat</u> $K_2, h_{K_2} = 0.5$	<u>Segiempat</u> $K_3, h_{K_3} = 0.2$	<u>Gaussian</u> $K_4, \sigma_{K_4} = 0.0$ <u>Segiempat</u> $b_4, h_{b_4} = 0.03$

Jadual Q1(b)

(i). Daripada Jadual Q1(b), kira nilai purata dan sisihan piawai bagi ralat fungsi ketumpatan kebarangkalian apabila suhu input θ_1 ialah 40°C. Andaikan taburan segiempat adalah taburan Gaussian dengan $\sigma = \frac{h}{\sqrt{3}}$.

(50 markah)

(ii). Secara ringkas, terangkan pembaharuan-pembaharuan yang perlu diambil ke atas sistem Rajah Q1(b) bagi mengurangkan quantiti-quantiti yang dikira di dalam bahagian (i).

(10 markah)

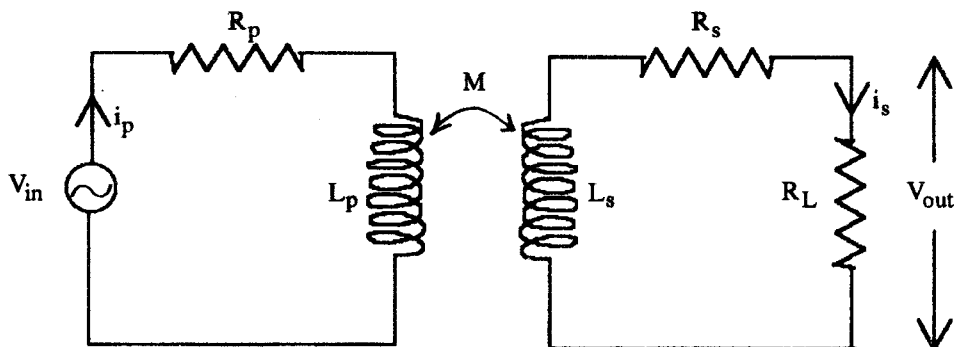
- 2(a). Tulis fungsi pindah sistem pengukuran bertertib pertama dan kedua. Seterusnya, dan tanpa membuat sebarang pengiraan yang terperinci, lakarkan sambutan sistem-sistem tersebut terhadap input langkah dan, terangkan bagaimana proses pengecaman sistem dapat dilakukan.

(40 markah)

- 2(b). Sebuah penderia untuk mengukur sesaran yang kecil ditunjukkan di dalam Rajah Q2(b). Penderia ini dibuat daripada belitan utama dan sekunder menggunakan bahan ferromagnetik sebagai former. Belitan utama dibekalkan dengan isyarat ulang alik (a.c) dan isyarat output telah diukur merintangi rintangan beban R_L yang terletak pada belitan sekunder. Akibat daripada induktan-saling di antara belitan utama dan sekunder, voltan-voltan akan teraruh di dalam kedua-dua belitan dan diberikan oleh:

$$\text{belitan utama,} \quad V_p = M \frac{di_s}{dt}$$

$$\text{belitan sekunder,} \quad V_s = M \frac{di_p}{dt}$$



Rajah Q2(b)

- (i) Terbitkan fungsi pindah $G(S)$ yang menghubungkan kaitkan di antara voltan output $V_{out}(S)$ dengan voltan input $V_{in}(S)$. Daripada $G(S)$, tentukan tertib sistem pengukuran di atas. (45 markah)

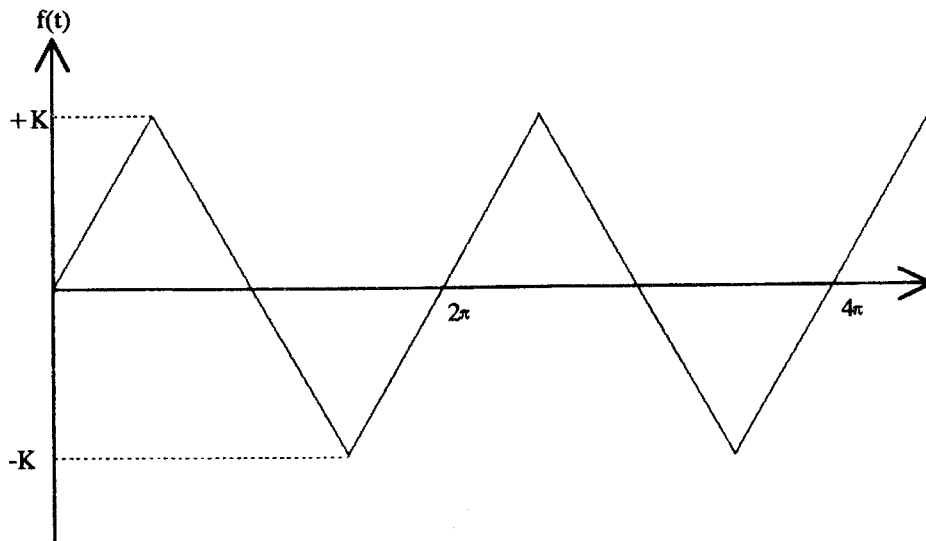
- (ii) Jikalau suatu isyarat input berbentuk $V_{in} = 10 \sin 5t$ diberikan kepada sistem dan dengan mengandaikan bahawa $L_p = L_s = L = 1 \text{ H}$ dan $M = 3 \text{ H}$, kira:

- kepekaan statik sistem,
- amplitud isyarat output, V_{out} dan,
- anjakan fasa V_{out} .

(15 markah)

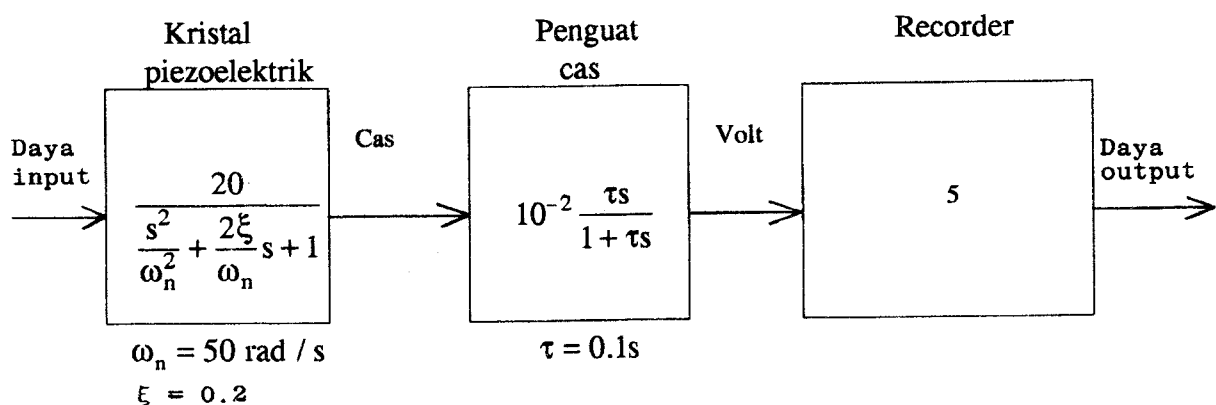
3(a). Dengan menggunakan analisa siri Fourier, cari dan lakarkan frekuensi spektrum isyarat yang di tunjukkan di dalam Rajah Q3(a)

(40 markah)



Rajah Q3(a)

3(b) Isyarat sepertimana yang ditunjukkan di dalam Rajah Q3(a) telah dikenakan kepada sistem pengukuran daya yang terdiri daripada kristal piezoelektrik, penguat cas dan pencatat. Fungsi pindah dan gambarajah blok bagi setiap elemen di dalam sistem pengukuran tersebut ditunjukkan di dalam Rajah Q3(b)



Rajah Q3(b)

(i) Kira ralat dinamik sistem sehingga harmonik ke tiga apabila amplitud isyarat $K=74.0$ dan kalanya $T = \frac{\pi}{2}$ saat.

(60 markah)

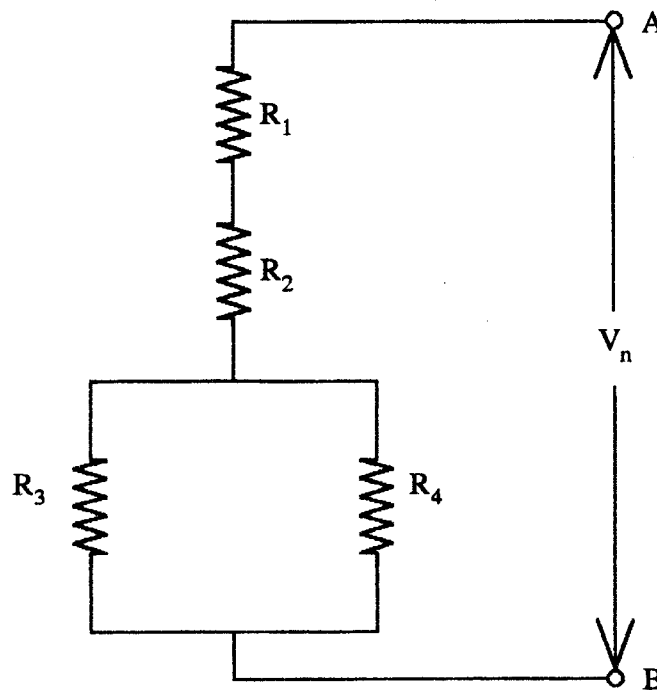
4(a) Apakah yang dimaksudkan dengan bising-bising jenis intrinsik dan extrinsik. Beri dua contoh untuk setiap bising jenis ini.

(20 markah)

4(b) Dengan menggunakan gambarajah-gambarajah yang kemas, terangkan dengan jelas tiga kaedah pembumian yang boleh digunakan untuk mengurangkan isyarat bising di dalam sistem pengukuran.

(30 markah)

4(c) Sebuah rangkaian elektrik di dalam Rajah Q4(c) mengandungi empat elemen rintangan R_1, R_2, R_3 dan R_4 .



Rajah Q4(c)

(i). Dengan mengandaikan pada keseimbangan, suhu kesemua rintangan adalah sama, iaitu, $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T$, terbitkan ungkapan bagi nilai punca purata kuasa dua (rms) bagi voltan bising termal V_n pada terminal A-B rangkaian di atas.

(35 markah)

(ii) Jikalau kesemua rintangan di dalam rangkaian mempunyai nilai $5k\Omega$ dan akan dimasukkan ke dalam sebuah sistem pengukuran tekanan berlebar jalur 10MHz dan beroperasi pada suhu 500°K , cari nilai voltan bising rms yang akan dihasilkan oleh rangkaian rintangan di atas.

(Pemalar Boltzman = $1.38 \times 10^{-23} \text{ J / K}$)

(15 markah)

5(a) Apakah yang dikatakan dengan kesan-kesan piezoelektrik dan piezoresistif? Beri contoh untuk setiap kesan di atas.

(15 markah)

5(b) Sebuah kristal piezoelektrik yang bertindak sebagai penderia kepada daya telah disambungkan kepada pengesan voltan yang mempunyai lebar jalur yang tak-terhad dan impedan rintangan $10M\Omega$. Penderia disambungkan dengan menggunakan suatu kabel pendek yang berintangian dan berkapasitan kecil dan dapat diabaikan.

(i) Dengan menggunakan data kristal di dalam Jadual Q5(c), kira fungsi pindah sistem dan lakarkan sambutan frekuensi hampiran nya.

(35 markah)

(ii) Sistem pengukuran di atas hendak digunakan untuk mengukur tujah(thrust) sebuah injin automobil. Perubahan tujah dengan masa injin tersebut adalah sebuah gelombang segiempat sama dengan kala $T = 6 \times 10^{-3}$ saat. Tampa membuat pengiraan yang terperinci, terangkan dengan jelas kenapa sistem pengukuran di atas adalah tidak sesuai untuk tujuan ini.

(25markah)

(iii) Sistem soalan 5(b) telah diperbaharui dengan memasukkan penguat cas dengan kapasitan suapbalik $C_F = 10nF$ dan rintangan suapbalik $R_F = 10M\Omega$. Dengan melakarkan sifat-sifat sambutan frekuensi sistem yang baru, terangkan mengapa sistem baru ini adalah sesuai untuk kegunaan bahagian (ii) di atas.

(25 markah)

Kepekaan cas terhadap daya	$2pCN^{-1}$
Kapasitan	100 pF
Frekuensi semulajadi	50000 rad/s
Nisbah lemati	0.02

Jadual Q5(c)

6. Tulis tiga nota ringkas daripada tajuk-tajuk berikut:

- i) Tangga kesurihan.
- ii) Pengkelasan transduser.
- iii) Faktor bising.
- iv) Beban pirau dan beban bersiri.
- v) Penghantaran berturutan (A/D).

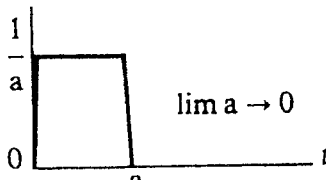


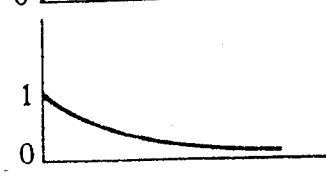
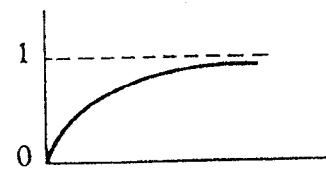

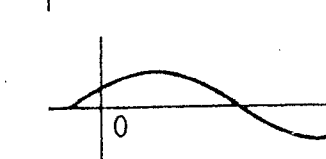
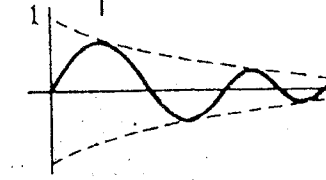
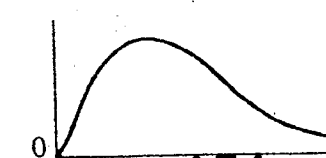
(100 markah)

ooooo00000ooooo

Lampiran 1

Jelmaan Laplace bagi beberapa fungsi-fungsi asas $f(t)$

$$\mathcal{L}[f(t)] = \bar{f}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} f(t) dt$$

Function	Symbol	Graph	Transform
1st Derivative	$\frac{d}{dt} f(t)$		$s\bar{f}(s) - f(0-)$
2nd Derivative	$\frac{d^2}{dt^2} f(t)$		$s^2\bar{f}(s) - sf(0-) - \dot{f}(0-)$
Unit impulse	$\delta(t)$		1
Unit step	$\mu(t)$		$\frac{1}{s}$
Exponential decay	$\exp(-\alpha t)$		$\frac{1}{s + \alpha}$
Exponential growth	$1 - \exp(-\alpha t)$		$\frac{\alpha}{s(s + \alpha)}$
Sine wave	$\sin \omega t$		$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
Phase shifted sine wave	$\sin(\omega t + \phi)$		$\frac{\omega \cos \phi + s \sin \phi}{s^2 + \omega^2}$
Exponentially damped sine wave	$\exp(-\alpha t) \sin \omega t$		$\frac{\omega}{(s + \alpha)^2 + \omega^2}$
Ramp with exponential decay	$t \exp(-\alpha t)$		$\frac{1}{(s + \alpha)^2}$

* Initial conditions are at $t = 0-$, just prior to $t = 0$