

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1996/1997

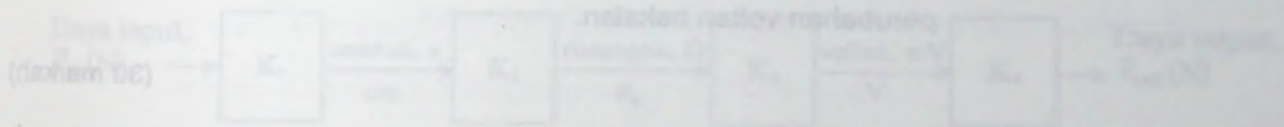
April 1997

**IQK 208 - SISTEM PERALATAN & UKURAN I**

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi SEPULUH (10) mukasurat (termasuk satu salinan lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

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



Parameter	Value	Unit
Gain of block K	$K_1 = 5 \times 10^{-2}$	$\text{mV/mV}$
Gain of block K1	$K_2 = 2 \times 10^{-1}$	$\text{mV/mV}$
Gain of block K2	$K_3 = 32$	$\text{mV/mV}$
Gain of block K3	$K_4 = 15 \times 10^3$	$\text{mV/mV}$

1. (a) Dengan menggunakan gambarajah yang kemas terangkan bagaimana kesan alam sekitar dapat mengganggu sifat-sifat statik sistem pengukuran.

(40 markah)

- (b) Penderia sesaran mempunyai julat input di antara 0.0 sehingga 3.0 cm apabila dibekalkan dengan voltan bekalan piawai,  $V_s = 0.5$  volts. Menggunakan data kalibrasi di dalam Jadual 1(b), kira

- i) Tidak lineariti maksimum sebagai pesongan skala penuh.

(15 markah)

- ii) Kepekaan linear ideal sistem pengukuran.

(15 markah)

- iii) Pemalar gandingan alam sekitar  $K_i$  dan  $K_m$  yang berkaitan dengan perubahan voltan bekalan.

(30 markah)

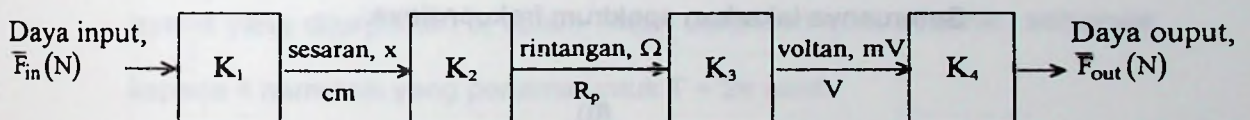
Sesaran (cm)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Voltan output, mV ( $V_s = 0.5$ volts)	0.0	16.5	32.0	44.0	51.5	55.5	58.0
Voltan output, mV ( $V_s = 0.6$ volts)	7.5	37.5	50.0	61.7	70.0	71.0	77.5

**Jadual 1(b)**

2. (a) Dengan menggunakan lakaran gambarajah yang kemas bezakan antara teknik pengurangan ralat alam sekitar menggunakan perbezaan input dengan suap balik negatif.

(40 markah)

- (b) Sistem peralatan dan ukuran daya yang berasaskan kepada penderia elastik telah dicadangkan untuk digunakan di dalam industri. Sistem pengukuran mengandungi penderia, tolok tekanan, tetimbang pesongan dan komputer untuk prosesan. Gambarajah blok sistem ukuran ditunjukkan di dalam Rajah 2(b) manakala Jadual 2(b) memberikan kepekaan linear bagi setiap elemen berserta dengan sifat statistiknya.

**Rajah 2(b)**

Elemen	Kepekaan linear	Lebar jalur ralat $\pm h$
Penderia tekanan	$K_1 = 5 \times 10^{-2} \text{ cm / N}$	$\pm 7.3 \times 10^{-3} \text{ cm}$
Tolok tekanan	$K_2 = 2.5 \times 10^{-1} \text{ } \Omega / \text{cm}$	$\pm 9.5 \times 10^{-3} \text{ } \Omega$
Tetimbang	$K_3 = 5.2 \text{ mV / } \Omega$	$\pm 5.4 \times 10^{-2} \text{ mV}$
Komputer	$K_4 = 1.5 \times 10^1 \text{ N / mV}$	$\pm 6.0 \times 10^{-1} \text{ N}$

**Jadual 2(b)**

- i) Menggunakan data di dalam Jadual 2(b) kira purata dan sisihan piawai bagi ralat fungsi ketumpatan kebarangkalian apabila purata daya input  $\bar{F}_{in}$  ialah 10N. Andaikan taburan segiempat bujur

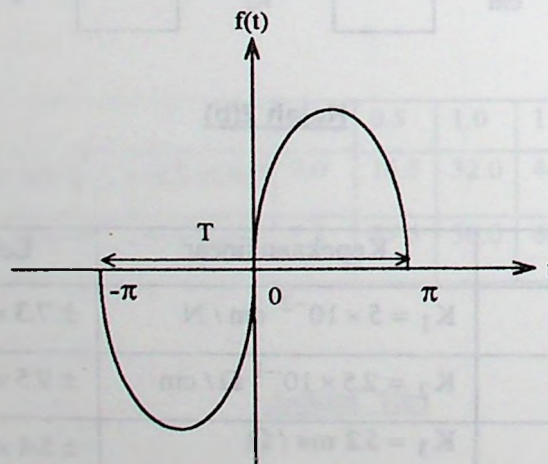
adalah Gaussian dengan sisihan piawainya adalah  $\sigma = \frac{h}{\sqrt{3}}$

(50 markah)

- ii) Daripada (i), bincangkan kesesuaian sistem pengukuran dalam pengukuran daya.

(10 markah)

3. (a) Cari ungkapan siri Fourier bagi isyarat yang ditunjukkan dalam Rajah 3(a). Seterusnya lakarkan spektrum frekuensinya.

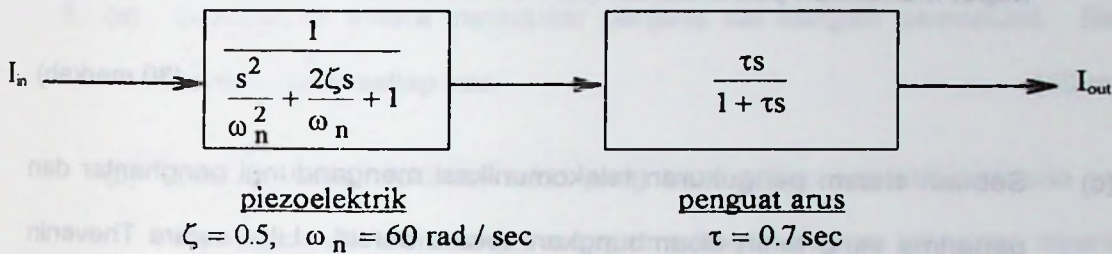


$$f(t) = t(\pi - t)(\pi + t), \quad -\pi < t < \pi$$

**Rajah 3(a)**

(50 markah)

(b) Sebuah sistem peralatan dan ukuran getaran mengandung bahan piezoelektrik yang disambungkan secara bersiri dengan penguat arus. Sifat dinamik piezoelektrik diberikan oleh sistem tertib kedua manakala penguat arus dapat diwakili oleh sistem tertib pertama. Rajah 3(b) memberikan gambarajah blok sistem peralatan tersebut.



**Rajah 3(b)**

Jikalau perubahan dinamik getaran yang hendak diukur,  $I_{in}$  adalah seperti isyarat yang ditunjukkan di dalam Rajah 3(a), cari ralat dinamik sehingga kepada 4 harmonik yang pertama untuk  $T = 2\pi$  saat.

(50 markah)

Diberikan

$$\int x \sin ax \, dx = \frac{\sin ax}{a^2} - \frac{x \cos ax}{a}$$

$$\int x^3 \sin ax \, dx = \left( \frac{3x^3}{a^2} - \frac{6}{a^4} \right) \sin ax + \left( \frac{6x}{a^3} - \frac{x^3}{a} \right) \cos ax$$

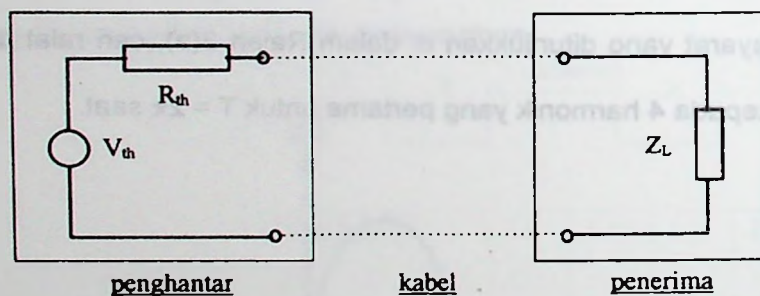
4. (a) Bezakan antara pembebanan proses dengan pembebanan antara elemen. Beri contoh untuk setiap kes di atas.

(20 markah)

- (b) Secara ringkasnya, terangkan bagaimana konsep keupayaan dan aliran dapat mencirikan pembebanan am sistem ukuran.

(30 markah)

- (c) Sebuah sistem pengukuran telekomunikasi mengandungi penghantar dan penerima yang telah disambungkan secara bersiri. Litar setara Thevenin sistem ditunjukkan di dalam Rajah 4(c).



**Rajah 4(c)**

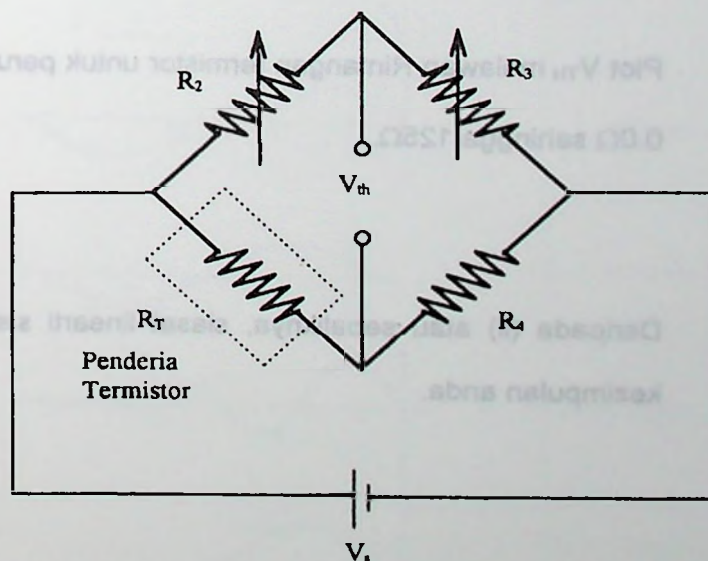
Daripada Rajah 4(c), penghantar akan menghantar maklumat kepada penerima di dalam bentuk voltan dan kuasa elektrik.

- i) Tentukan keperluan sistem pengukuran untuk menjamin berlakunya pemindahan voltan maksimum. (20 markah)

- ii) Tentukan keperluan sistem pengukuran untuk menjamin berlakunya pemindahan kuasa maksimum. (20 markah)
- iii) Tulis kesimpulan anda daripada (i) dan (ii). (10 markah)

5. (a) Bezakan di antara transduser penjana diri dengan pemodulat. Beri satu contoh untuk setiap kes. (40 markah)

- (b) Sebuah sistem ukuran suhu yang berasaskan kepada penderia termistor menggunakan tetimbang pesongan sebagai elemen prosesan isyarat yang utama. Penderia termistor akan menukar suhu kepada rintangan yang setara,  $R_T \Omega$ . Tetimbang pesongan dilengkapi dengan 4 rintangan tulen,  $R_2$ ,  $R_3$  dan  $R_4$ , manakala  $R_T$  adalah rintangan aktif termistor pada suhu  $T^\circ\text{C}$ . Litar dibekalkan dengan sumber bekalan d.c.  $V_s$ . Rajah 5(b) menunjukkan sistem ukuran di atas.



**Rajah 5(b)**

Litar di dalam Rajah 5(b) telah dikalibrasikan dengan mengubah  $R_3$  dan  $R_2$  sehingga ianya diseimbangkan. Didapati pada suhu kalibrasi  $T_c^\circ\text{C}$ , syarat keseimbangan berikut telah dipenuhi

$$R_4 = R_{T_c} \left( \frac{R_3}{R_2} \right)$$

Seterusnya pada keseimbangan nilai-nilai yang telah diperolehi ialah

$$R_{T_c} = 50\Omega, R_3 = 50\Omega \text{ dan } R_2 = 100\Omega \text{ dan } V_s = 10V,$$

- i) Tentukan voltan dan rintangan setara Thevenin  $V_{TH}$  dan  $R_{TH}$ , litar Rajah 5(b). Seterusnya, lakarkan litar setara ini.

(20 markah)

- ii) Plot  $V_{TH}$  melawan Rintangan termistor untuk perubahannya daripada  $0.0\Omega$  sehingga  $125\Omega$ .

(25 markah)

- iii) Daripada (ii) atau sebaliknya, siasat linearti sistem ukuran. Tulis kesimpulan anda.

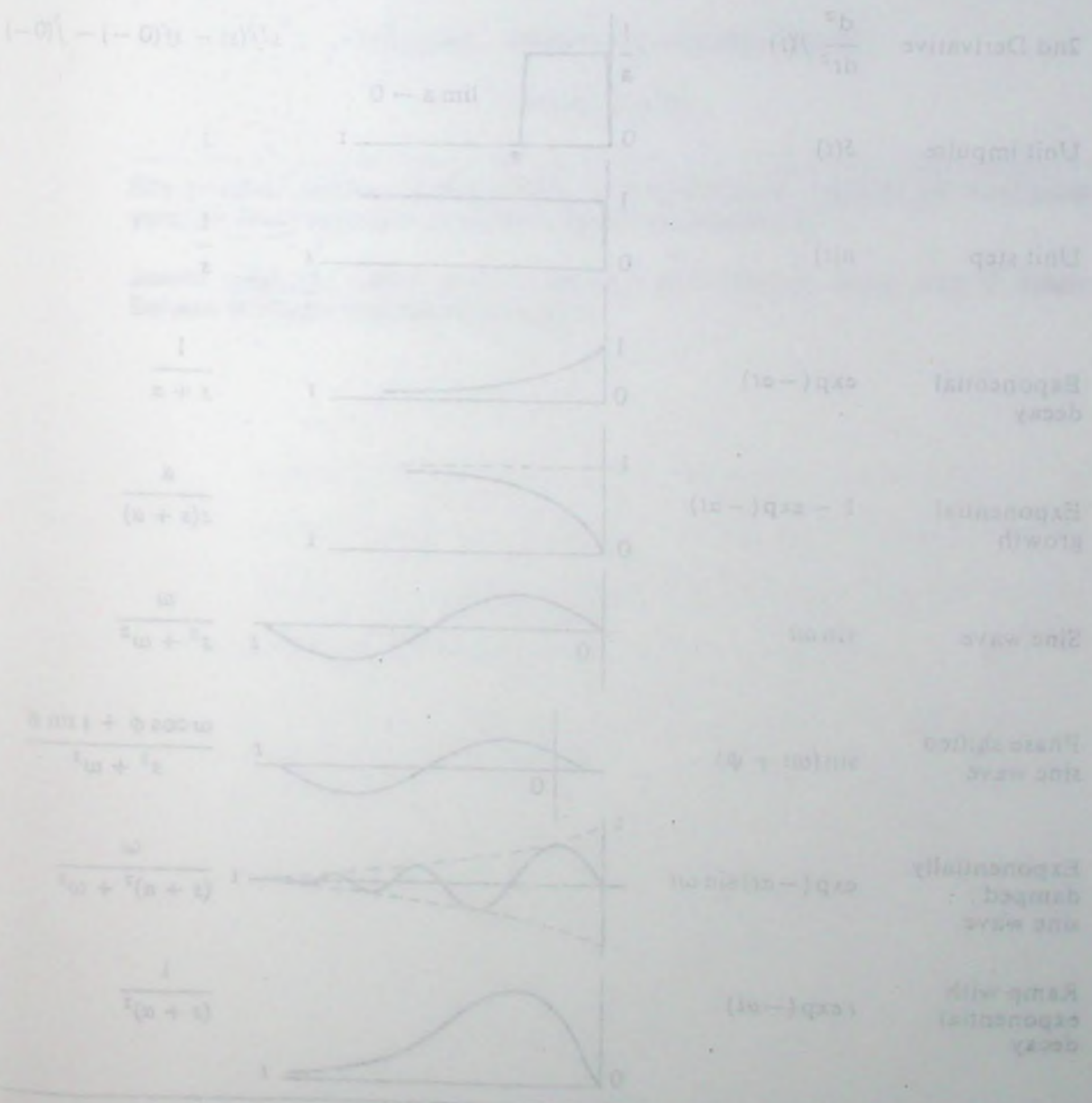
(15 markah)



6. Tulis nota ringkas daripada sebarang 3 tajuk di bawah:

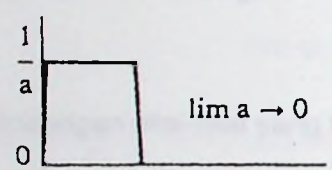
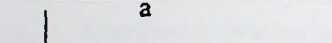
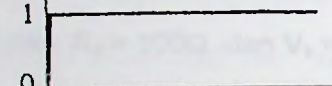
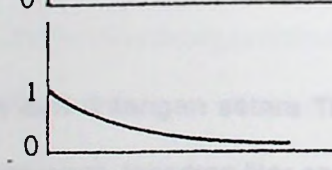
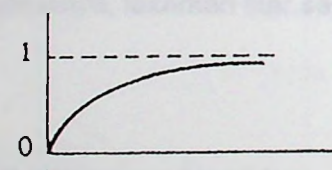
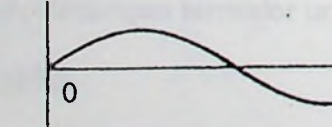
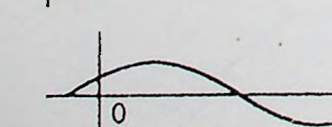
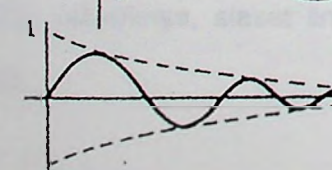
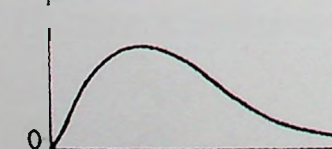
- (a) Voltan ragam sepunya
- (b) Teknik-teknik pampasan dinamik
- (c) Bising intrinsik
- (d) Kesan piezoelektrik

(100 markah)



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  $t = 0$