

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

IOK 222/3 - Sistem Peralatan dan Ukuran 1

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi DUA BELAS (12) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

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

- 1 (a). Bezakan di antara transduser aktif dan pasif. Beri dua contoh untuk setiap transduser di atas.

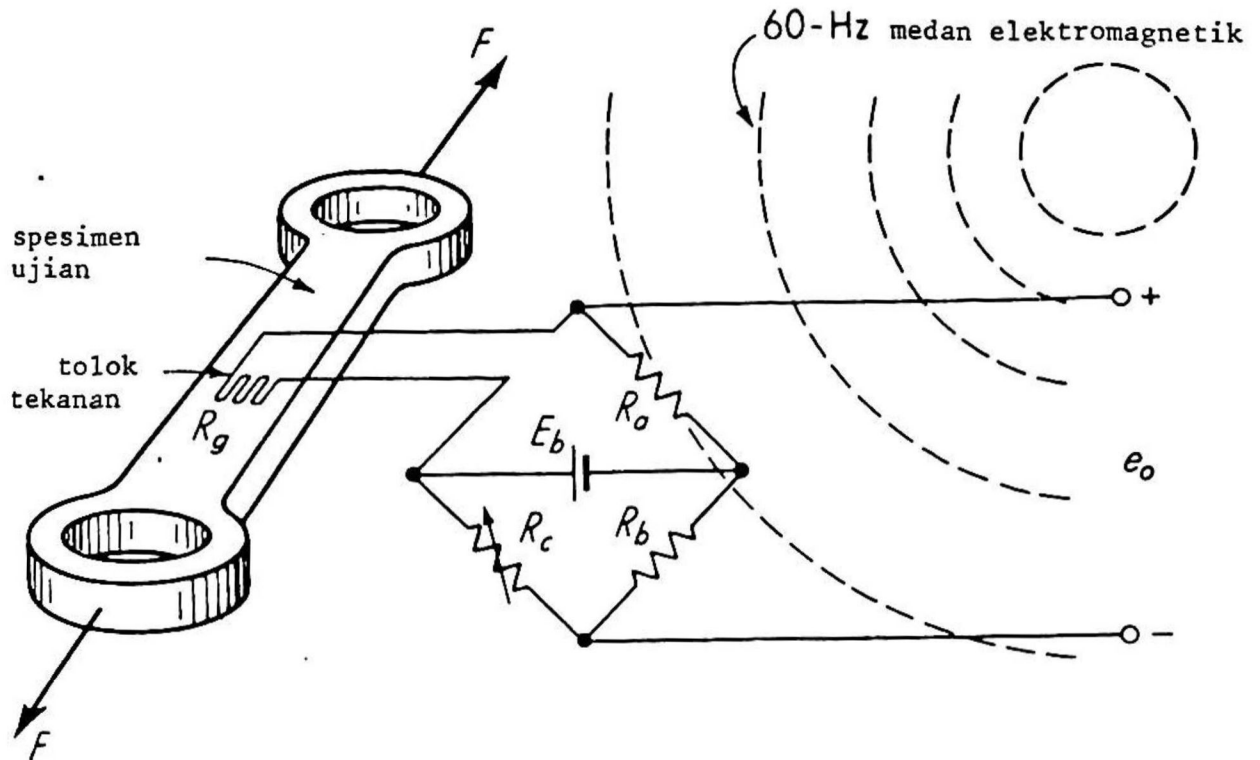
(40 markah)

- (b). Pertimbangkan sistem tolok tekanan yang berasaskan kepada rintangan elektrik seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1(b). Tolok tekanan diperbuat daripada dawai halus yang berintangan R_g telah disimenkan kepada spesimen yang terikannya ϵ pada suatu titik hendak diukur. Sistem ukuran telah dioperasikan berdekatan dengan talian kuasa yang memancarkan medan elektromagnetik pada 60 Hz. Apabila spesimen tersebut diterikan, rintangan tolok akan berubah, dan, jikalau perubahan ini dapat diukur, terikan, ϵ dapat dikira. Seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1(b) rintangan tolok telah diukur menggunakan titi Wheastone. Dengan ketiadaan beban F titi akan diseimbangkan (e_0 akan disifarkan) dengan mengubah R_c . Apabila beban dikenakan, tolok akan mengalami terikan dan akibatnya, rintangan tolok akan berubah sebanyak ΔR_g . Perubahan ini menyebabkan titi hilang keseimbangan dan voltan output e_0 akan dihasilkan seperti berikut

...3/-

$$e_o = -(G_f)R_g \epsilon E_b \frac{R_a}{(R_g + R_a)^2}$$

dan G_f ialah faktor tolok, E_b ialah voltan bateri dan R_a ialah rintangan.



Rajah 1(b)

- (i) Camkan transduser aktif dan pasif yang terdapat di dalam sistem ukran.

(10 markah)

- (ii) Lakarkan gambarajah blok sistem ukran dengan mengambil F sebagai input dan e_o sebagai output.

(25 markah)

...4/-

(iii) Camkan input yang diingini, gangguan dan perubahan yang terdapat di dalam sistem ukuran. Jelaskan jawapan anda.

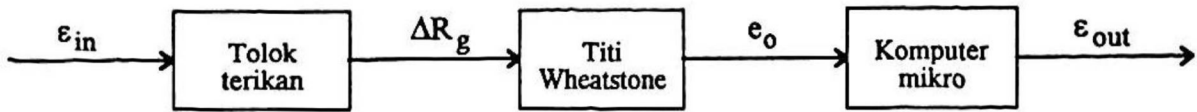
(25 markah)

2(a). Terangkan dengan jelas bagaimana perubahan alam sekitar dapat memberi kesan terhadap sifat-sifat statik sistem ukuran. Secara ringkasnya, jelaskan 4 kaedah yang dapat diambil untuk mengurangkan kesan ini.

(40 markah)

(b). Sistem ukuran dan peralatan terikan mengandungi tolok terikan, titi Wheastone dan komputermikro dengan kemudahan paparan. Rajah 2(b) menunjukkan gambarajah blok sistem manakala Jadual 2(b) menjelaskan dengan terperinci sifat-sifat statik bagi setiap elemen yang terdapat di dalam sistem ukuran. Daripada Jadual ini, sifat input-output bagi tolok terikan dan titi Wheatstone dijelaskan melalui persamaan model manakala komputermikro diwakili oleh kepekaan linearnya, $-K$. Fungsi tolok terikan ialah untuk menukar input terikan ϵ_{in} (μ terikan) kepada perubahan rintangan yang setara ΔR_g (Ω). Perubahan ini pula akan diukur oleh titi Wheatstone yang akan mengeluarkan voltan output e_o (mV). Voltan ini akan diinputkan kepada komputermikro yang di antara lainya mengira terikan output ϵ_{out} (μ terikan) dan juga memanipulasi ralat-ralat yang diakibatkan oleh perubahan alam sekitar.

...5/-



Rajah 2(b)

	Tolok terikan	Titi Wheatstone	Komputer mikro
Perwakilan matematik	<u>Persamaan model</u> $\Delta R_g = G_f R_g \epsilon_{in}$	<u>Persamaan model</u> $e_o = -\Delta R_g E_b \frac{R_a}{(R_g + R_a)^2}$	<u>Kepekaan linear</u> -K
Nilai purata	$R_g = 100 \Omega$ $G_f = 1.5$	$E_b = 10 \text{ V}$ $R_a = 500 \Omega$ $R_g = 100 \Omega$	$0.46 \frac{\mu\text{terikan}}{\text{mV}}$
Taburan statistik	<u>Gaussian</u> $\sigma_{R_g} = 5.5 \Omega$ $\sigma_{G_f} = 0.05$	<u>Gaussian</u> $\sigma_{E_b} = \sigma_{R_a} = 0$ $\sigma_{R_g} = 5.5 \Omega$	<u>Segiempat bujur</u> $h_k = 1.5$

Jadual 2(b)

- (i) Kira purata ralat dan sisihan piawai bagi fungsi ketumpatan kebarangkalian ralat apabila input terikan adalah 10 μ terikan. Andaikan taburan segiempat bujur adalah Gaussian dan sisihan piawainya diberikan oleh $\sigma = \frac{h}{\sqrt{3}}$.

(50 markah)

- (ii) Secara ringkasnya, terangkan apakah pengubahsuaian-pengubahsuaian yang perlu dibuat untuk mengurangkan ralat yang dikira di bahagian (i).

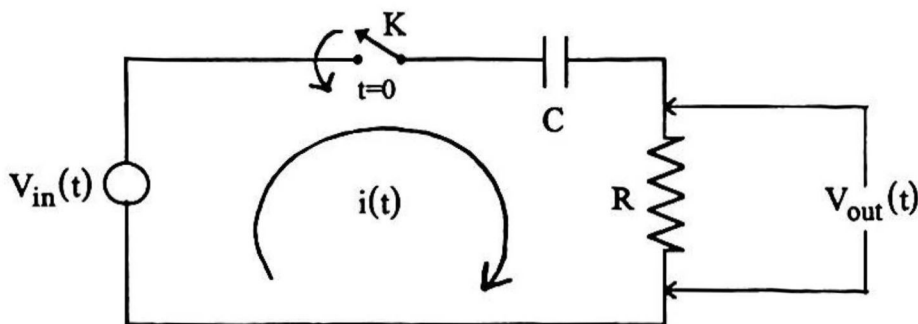
(10 markah)

...6/-

- 3 (a). Apakah yang dimaksudkan dengan pengecaman sistem ukuran? Secara ringkasnya, terangkan bagaimana sistem tertib pertama dan sistem tertib kedua dapat dicamkan.

(40 markah)

- (b). Pengecaman sambutan dinamik sebuah litar ukuran seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 3(b) akan dipelajari menggunakan ujaan exponensial. Litar tersebut diperbuat daripada rintangan (R) yang disambung bersiri dengan kapasitan (C). Pada masa mula cas yang terdapat di dalam kapasitor adalah sifar dan ujaan, $V_{in}(t)$, akan hanya dikenakan pada $t \geq 0$. Untuk megurangkan kesan pembebanan voltan output, $V_{out}(t)$, akan diukur menggunakan voltmeter berdigit yang mempunyai rintangan dalaman yang tinggi.



Rajah 3(b)

...7/-

- (i) Tulis persamaan perbezaan bagi menerangkan kadar peningkatan arus, $i(t)$, untuk $t \geq 0$.

(10 markah)

- (ii) Terbitkan $V_{\text{out}}(t)$ di dalam domain Laplace apabila $V_{\text{in}}(t) = Ee^{-\alpha t}$.

Seterusnya, tentukan tertib sistem ukuran.

(15 markah)

- (iii) Daripada (ii) dan andaikan $\alpha \neq \frac{1}{RC}$, terbitkan sebutan $V_{\text{out}}(t)$ di dalam domain masa.

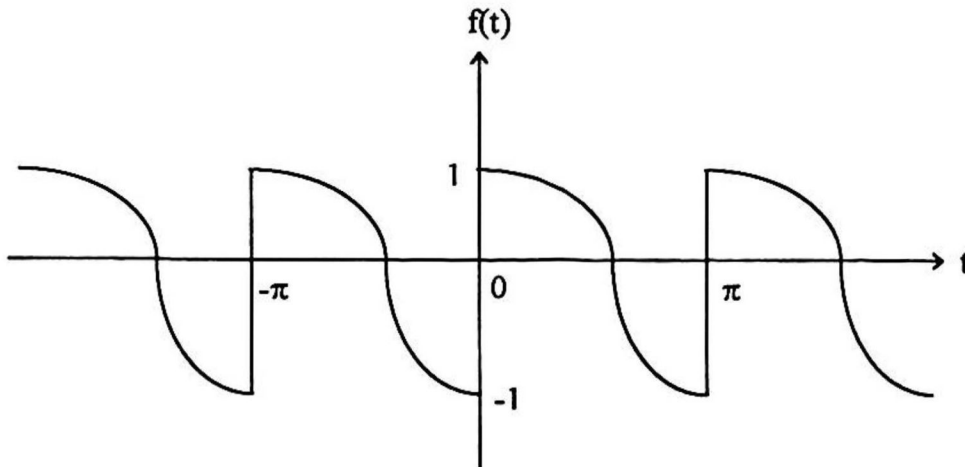
(25 markah)

- (iv) Seterusnya dan daripada (iii), kira $V_{\text{out}}(t)$ pada $t = 2 \text{ ms}$ dan untuk $\alpha = 100$, $R = 1 \text{ k}\Omega$, $C = 100 \mu\text{F}$ dan $E = 5 \text{ V}$.

(10 markah)

...8/-

- 4 (a). Cari kembangan siri Fourier bagi isyarat yang ditunjukkan di dalam Rajah 4(a). Seterusnya lakar spektrum frekuensi diskret isyarat.



$$f(t) = \begin{cases} \cos t & ; \quad 0 < t < \pi \\ -\cos t & ; \quad -\pi < t < 0 \end{cases}$$

Rajah 4(a)

Diberikan:

$$\int \sin px \cos qx \, dx = -\frac{\cos(p-q)x}{2(p-q)} - \frac{\cos(p+q)x}{2(p+q)}$$

(50 markah)

- (b). Sistem peralatan dan ukuran suhu mengandungi termokupel dan pencatat. Sifat dinamik termokupel diberikan oleh sistem tertib pertama dengan pemalar masa $\tau = 5\text{ s}$. Pencatat pula adalah sistem bertertib sifar dan diwakili oleh kepekaan keadaan mantapnya $K = 10$. Rajah 4(b) menunjukkan gambarajah blok sistem ukuran.

...9/-



Rajah 4(b)

Jikalau perubahan masa bagi $T_{in}(t)$ adalah seperti gelombang di dalam Rajah 4(a), kira

- (i) $T_{out}(t)$ kepada 3 harmonik yang pertama apabila $T = 2\pi s$.

(40 markah)

- (ii) Daripda (i) atau sebaliknya, kira ralat dinamik sistem ukuran.

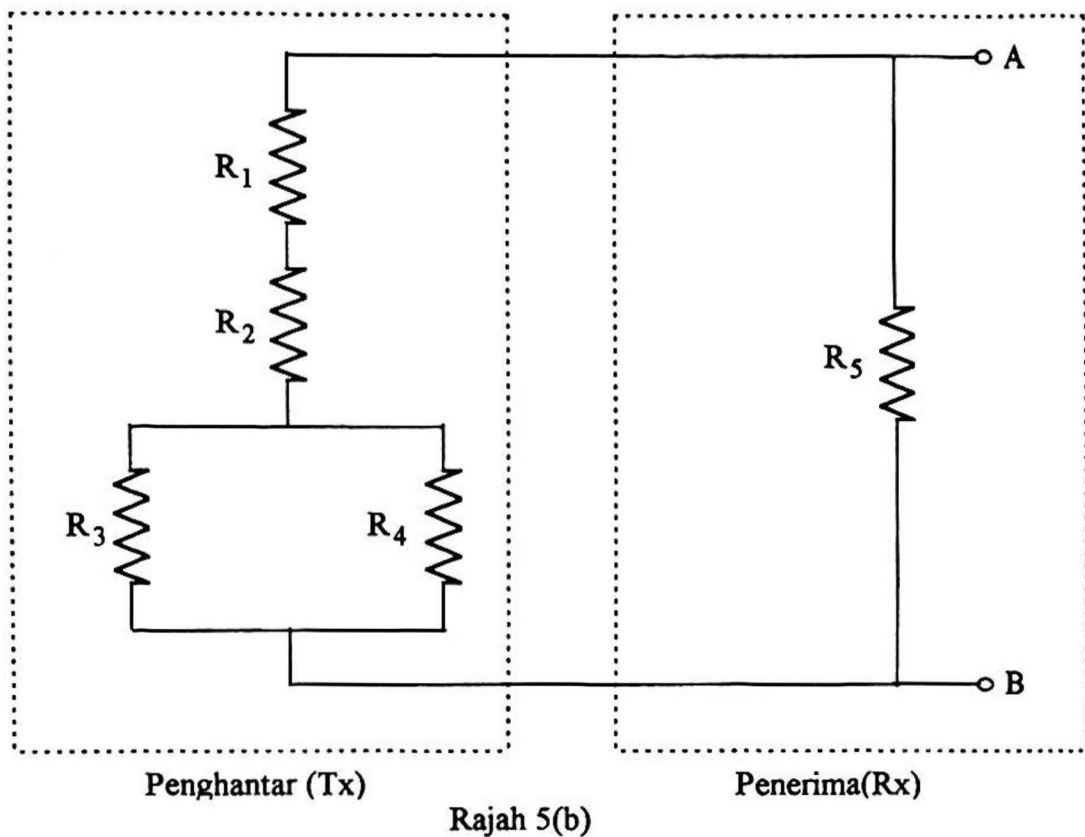
(10 markah)

5. (a). Bezakan dengan jelas di antara bising intrinsik dan ekstrinsik. Beri dua contoh untuk setiap isyarat di atas.

(40 markah)

...10/-

- (b). Sebuah sistem perlatan dan ukuran komunikasi mengandungi dua elemen: penghantar dan penerima. Kedua-dua elemen ini diperbuat daripada komponen resistif dan litar setara sistem ukuran ditunjukkan di dalam Rajah 5(b). Di dalam rajah ini R_1 , R_2 , R_3 , R_4 dan R_5 adalah rintangan tulen.



- (i) Andaikan semua rintangan akan berada pada suhu yang sama pada keseimbangan, iaitu, $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T$, terbitkan ungkapan bagi voltan bising termal V_T yang akan terjana diterminal A-B untuk $R_1 = R_2 = R_5 = R$ dan $R_3 = R_4 = 2R$.

(20 markah)

...11/-

- (ii) Daripada (i), kira V_T apabila $R = 1\text{k}\Omega$, $T = 200^\circ\text{K}$ dan apabila sistem ukuran beroperasi pada lebar jalur $B = 100\text{MHz}$.

(10 markah)

- (iii) Kira kuasa bising sedia ada di dalam picowatts yang dihasilkan oleh sistem ukuran

(30 markah)

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

6. Tulis nota ringkas untuk sebarang tiga daripada tajuk-tajuk berikut.

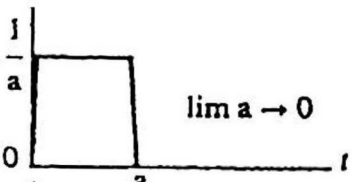
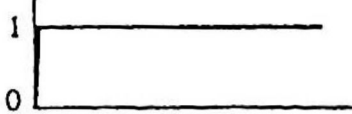


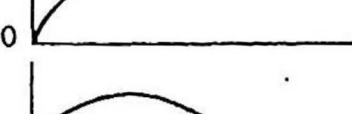




- (i) Tangga kesurihan.
- (ii) Pembebanan proses dan antara elemen.
- (iii) Gandingan kapasitif dan magnetik.
- (iv) Transduser pemodulat dan penjana diri.
- (v) Ralat pengkuantuman.

(100 markah)

...12/-

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 $t = 0$