

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2001/2002

Februari 2002

**IQK 222/3 – ASAS SISTEM PERALATAN & UKURAN**

Masa : 3 jam

---

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

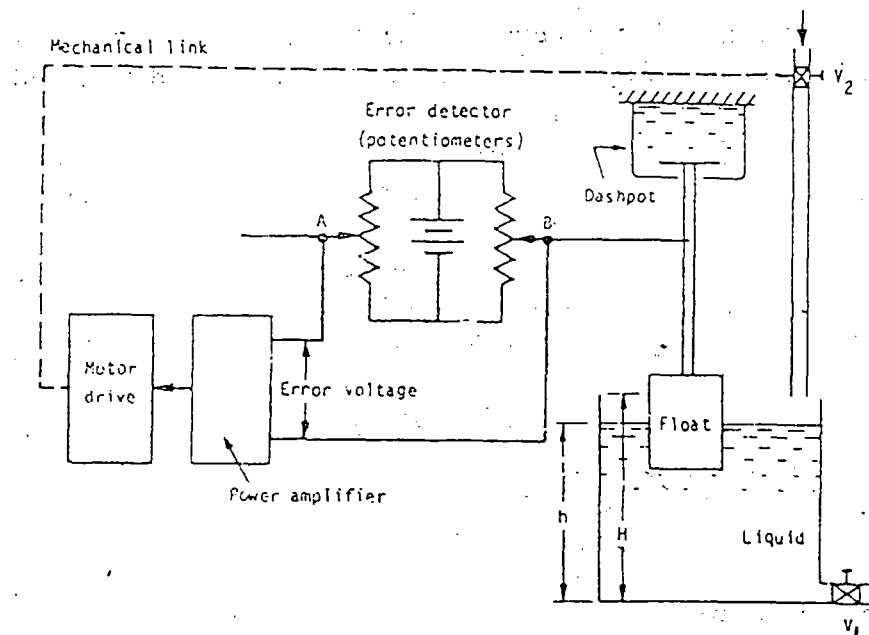
Jawab LIMA soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

- 1.(a) Menggunakan SATU contoh yang sesuai, bezakan di antara transduser penjana diri, pemodulat dan pengubahsuai.

(40 markah)

- 1.(b) Pelajari sistem ukuran paras cecair menggunakan pelampung(float) seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1(b) di bawah. Sistem ini bertujuan untuk mengekalkan cecair ke satu paras tetap walaupun paras semasanya  $h$  berubah. Pelampung disambung kepada potentiometer melalui penggelongsor  $B$  manakala penggelongsor  $A$  membekalkan voltan input yang bersamaan dengan paras yang dihayati  $H$ . Apabila valve output  $V_1$  dibuka, cecair akan mengalir keluar dan akibatnya  $h$  menurun. Sistem akan mengembalikan  $h$  kepada  $H$  dengan membuka valve input  $V_2$  secara automatik.



Rajah 1(b)

- (i) camkan semua transduser penjana diri, pemodulat dan pengubahsuai yang terdapat di dalam sistem ukuran tersebut,

(15 markah)

- (ii) camkan semua input yang diingini, perubahan dan gangguan, dan seterusnya, terangkan bagaimana input perubahan dan gangguan memberi kesan terhadap sistem ukuran,

(15 markah)

- (iii) lakar gambarajah blok sistem ukuran di atas.

(30 markah)

- 2.(a) Menggunakan gambarajah yang kemas, bezakan teknik input bertentangan dan input differensial bagi tujuan pampasan sistem.

(40 markah)

- 2.(b) Sistem peralatan dan pengukuran suhu mengandungi termokupel, penguat, penukar analog ke digit(A/D) 8-bit dan komputer mikro dengan kemudahan paparan. Jadual 2(a) memberikan persamaan model dan parameter bagi setiap

elemen sistem ukuran. Merujuk kepada jadual,  $T_1(^{\circ}\text{C})$  ialah suhu yang

diukur manakala  $T_2(^{\circ}\text{C})$  ialah suhu rujukan termokupel.

	Termokupel	Penguat	Penukar A/D	Komputer
Persamaan model	$E_{T_1, T_2} = a_0 + a_1(T_1 - T_2) + a_2(T_1^2 - T_2^2)$	$V = K_1 E_{T_1, T_2} + b_1$	$n = K_2 V + b_2$	$T_m = K_3 n + b_3$
Nilai purata	$\bar{a}_0 = 0$ $\bar{a}_1 = 4.3796 \times 10^{-2}$ $\bar{a}_2 = -1.7963 \times 10^{-5}$ $\bar{T}_2 = 20$	$\bar{K}_1 = 255$ $\bar{b}_1 = 0$	$\bar{K}_2 = 0.1$ $\bar{b}_2 = 0$ $n$ dibulatkan kepada integer yang terdekat	$\bar{K}_3 = 1.0$ $\bar{b}_3 = 20$
Sifat statistik	<u>Gaussian</u> $\sigma_{a_0} = 0.05$ $\sigma_{T_2} = 2.0$ $\sigma_{a_1} = \sigma_{a_2} = 0$	<u>Gaussian</u> $\sigma_{b_1} = 5$ $\sigma_{K_1} = 0$	<u>Gaussian</u> $\sigma_{K_2} = 0$ <u>Segiempat bujur</u> $h_{b_2} = 0.5$	<u>Gaussian</u> $\sigma_{K_3} = 0$ $\sigma_{b_3} = 0$

Jadual 2(a)

- (i) mengandaikan taburan segi empat bujur menghampiri taburan

Gaussian dengan sisihan piawai diberikan oleh  $\sigma = \frac{h}{\sqrt{3}}$ , kira purata

ralat dan sisihan piawai fungsi ketumpatan kebarangkalian apabila purata suhu input ialah  $95^{\circ}\text{C}$ ,

(50 markah)

- (ii) secara ringkasnya, terangkan apakah perubahan yang perlu dibuat kepada sistem ukuran di atas untuk mengurangkan kuantiti yang dikira di dalam bahagian (i).

(10 markah)

- 3.(a) Perwakilan matematik bagi isyarat yang berkala sebanyak  $2\pi$  diberikan di bawah.

$$f(t) = \begin{cases} -1 & \text{jika } -\pi < x < 0 \\ +1 & \text{jika } 0 < x < +\pi \end{cases}$$

Menggunakan siri Fourier, kembangkan  $f(t)$  kepada EMPAT harmonik pertama. Seterusnya nyatakan frekuensi asas  $f(t)$ .

(40 markah)

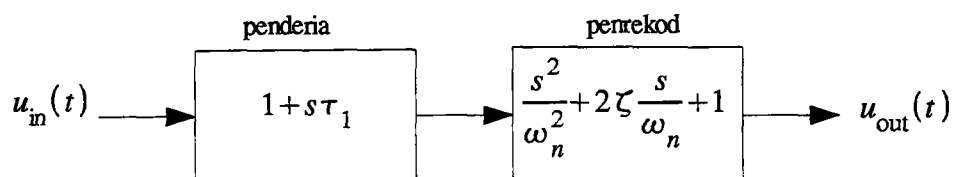
Diberikan

Kembangan siri Fourier bagi sebarang isyarat yang berkala diberikan oleh

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos nt + b_n \sin nt$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} f(t) \cos nt \, dt ; \quad b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} f(t) \sin nt \, dt$$

- 3.(b) Sistem peralatan dan pengukuran telah direkabentuk untuk mengukur halaju objek yang sedang bergerak,  $u(\text{m/s})$ . Sistem diperbuat dari penderia dengan pemalar masa  $\tau_1 = 1 \text{ s}$  yang disambungkan ke penrekod secara berkaskad. Sifat dinamik penrekod dicirikan dengan sistem tertib kedua dengan frekuensi semulajadi  $\omega_n = 100 \text{ rad/s}$  dan nisbah redaman  $\zeta = 0.7$ . Rajah 3(b) menunjukkan gambarajah blok sistem peralatan.



Rajah 3(b)

Jikalau bentuk isyarat input  $u_{in}(t)$  merupakan isyarat seperti yang diberikan dalam bahagian 3(a),

...5/-

(i) terbitkan ungkapan bagi isyarat output  $u_{out}(t)$  kepada EMPAT harmonik yang pertama,

(40 markah)

(ii) kira ralat dinamik sistem ukuran kepada EMPAT harmonik yang pertama,

(10 markah)

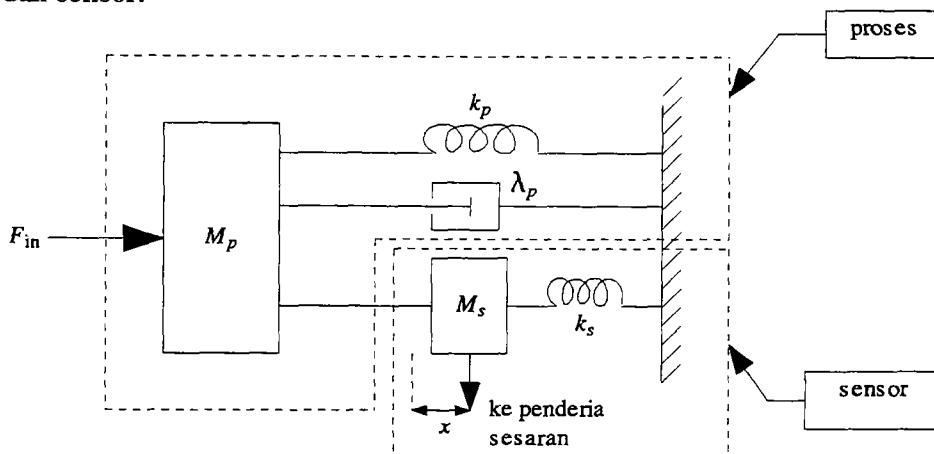
(iii) komen kesesuaian sistem peralatan untuk tujuan ukuran halaju.

(10 markah)

4.(a) Menggunakan DUA contoh yang sesuai, takrifkan impedans menggunakan istilah keupayaan dan aliran.

(40 Markah)

4.(b) Pelajari sistem pengukuran dan peralatan berasaskan elemen kenyal untuk ukuran sesaran seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4(b). Input kepada sistem ukuran ialah daya  $F_{in}$  manakala outputnya ialah sesaran  $x$ . Sistem terbahagi kepada dua bahagian iaitu bahagian proses dan bahagian sensor. Bahagian proses akan mengesan daya manakala bahagian sensor bertindak menukar kuantiti ini kepada sesaran. Semua elemen kenyal diwakili oleh  $M(\text{kg})$  untuk jisim,  $k(\text{N/m})$  untuk spring dan  $\lambda(\text{Ns/m})$  untuk peredam manakala subskrip  $p$  dan  $s$  masing-masingnya menandakan proses dan sensor.



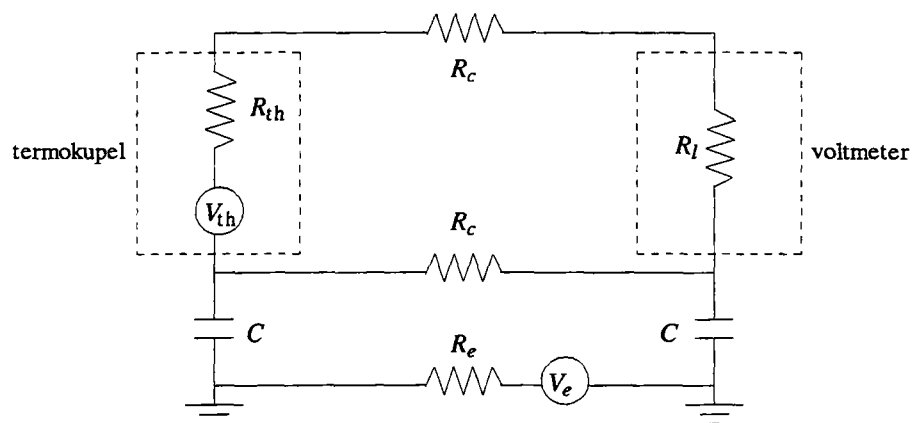
Rajah 4(b)

Untuk sebarang masa  $t$ ,

- (i) terbitkan impedans mekanikal bahagian proses sistem ukuran, (15 markah)
- (ii) ulangi bahagian (i) tetapi untuk bahagian sensor, (15 markah)
- (iii) daripada (i) dan (ii), kaji kesan pembebanan sistem ukuran, dan, (15 markah)
- (iv) lakar litar setara sistem ukuran. (15 markah)

5.(a) Secara ringkas bezakan di antara bising extrinsik dan intrinsik. Beri SATU contoh yang sesuai untuk setiap isyarat bising. (40 markah)

5(b) Pelajari litar setara sistem ukuran suhu yang berasaskan kepada termokupel dan voltmeter seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 5(b). Termokupel diwakili oleh voltan dan rintangan setara Thevenin,  $V_{th}$  dan  $R_{th}$  masing-masingnya. Voltmeter yang diwakili oleh rintangan beban  $R_l$  dihubungkan kepada penghantar menggunakan sepasang kabel yang berintangan  $R_c$ . Akibat dari sambungan yang kurang sempurna, laluan bocor wujud dalam bentuk kapasitif sesat  $C$ , rintangan bumi  $R_e$  dan voltan bumi  $V_e$ .



Rajah 5(b)

- (i) terbitkan voltan mod bersiri,  $V_{sm}$ ,  
(15 markah)
- (ii) terbitkan voltan mod ragam sepunya,  $V_{cm}$ ,  
(15 markah)
- (iii) jikalau  $R_e = 10\Omega$ ,  $R_c = 50\Omega$ ,  $C = 1\mu F$ ,  $V_e = 10\text{ V rms}$ ,  $50\text{ Hz}$  dan  
 $V_{th} = 100\text{ mV}$ , kira  $V_{sm}$  dan  $V_{cm}$ ,  
(15 markah)
- (iv) kira nilai CMRR minimum voltmeter bagi membolehkannya  
mengekalkan ketepatan sehingga 99%.  
(15 markah)

6. Tulis nota ringkas untuk sebarang TIGA daripada tajuk-tajuk di bawah.

- (i) Jalur ralat.  
(ii) Bising Johnson dan  $1/f$ .  
(iii) Kesan histeresis.  
(iv) Pembumian bersiri dan berselari.  
(v) Elemen masa mati.

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  $t = 0$