

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2007/2008  
*Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2007/2008*

October / November 2007  
*Oktober / November 2007*

**EMM 401/3 – Instrumentations System**  
***Sistem Peralatan***

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Please check that this paper contains **EIGHT (8)** printed pages and **FOURTEEN (14)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** mukasurat dan **EMPAT BELAS (14)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answers **ALL** questions.

*Jawab **SEMUA** soalan.*

Answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Each question must begin from a new page.

*Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

- S1. Sebuah ADC mempunyai tempoh penukaran 25  $\mu$ s. Apakah frekuensi maksima yang dapat dileraikan?

*An ADC has a conversion time of 25  $\mu$ s. What is the maximum frequency it can reasonably resolve?*

(4 markah)

- S2. Apakah kelebihan pengindeks kod kelabu berbanding pengindeks kod pendua? Apakah kekurangan utama pengindeks kod kelabu?

*What is the advantage of a grey code indexer over a binary code indexer? What is the major disadvantage of the grey code indexer?*

(4 markah)

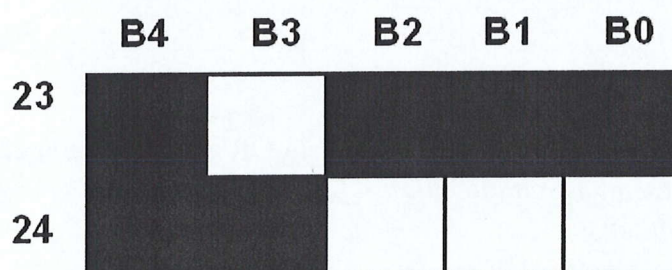
- S3. Sebuah pengellog data mempunyai 4 saluran data dengan 8 bit resolusi per saluran. Jika ia mempunyai 10Mbit (10 juta bit) ingatan, berapa lamakah masa yang diperlukan bagi mengisi ingatan jika ia merekodkan saluran pada frekuensi 5 Hz?

*A data logger has 4 channels of data with 8 bit resolution per channel. If it has a 10 Mbit (10 million bit) memory how long will it take to fill the memory if it records the channels at a frequency of 5 Hz?*

(4 markah)

- S4. Sebuah pengindeks kod pendua digunakan bagi mengukur kedudukan sebuah peringkat lurus. Pada ketika peralihan dari kedudukan 23 ke kedudukan 24, apakah kemungkinan bacaan salah yang disebabkan oleh salah jajaran sudut antara topeng dan pembaca?

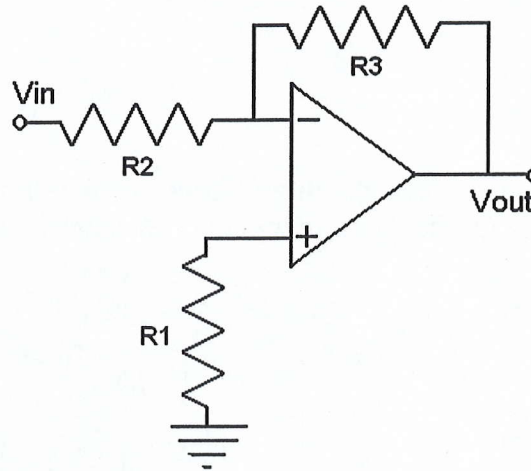
*The 5 bit binary code indexer shown below is used to measure the position of a linear stage. In the transition going from position 23 to position 24, what are the possible incorrect readings due to angular misalignment between the mask and the reader?*



(8 markah)

- S5. Litar pengukat-kendalian yang ditunjukkan mempunyai nilai perintang-perintang:  $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3.5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 15 \text{ k}\Omega$ . Penguat kendalian berkenaan dikuasakan oleh  $\pm 10\text{V}$  pembekal. Jika  $V_{in} = 2.2 \text{ V}$ , apakah nilai  $V_{out}$ ?

*The following op-amp circuit has resistances of:  $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3.5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 15 \text{ k}\Omega$ . The op-amp is powered by a  $\pm 10 \text{ V}$  supply. If  $V_{in} = 2.2 \text{ V}$  calculate  $V_{out}$ .*



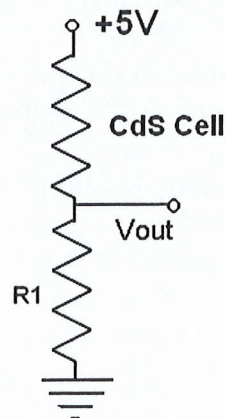
(4 markah)

- S6. Perintang bagi sel CdS (fotoperintang) bertindakbalas pada perubahan cahaya di dalam sistem tertib pertama dengan pemalar masa  $0.185 \text{ s}$ . Di dalam gelap, nilai perintangnya ialah  $50 \text{ k}\Omega$ . Apabila dcahayakan oleh punca cahaya LED, nilai rintangannya berkurangan ke  $2.5 \text{ k}\Omega$ . Dengan litar ditunjukkan pada mulanya diletakkan di dalam gelap, apakah nilai  $V_{out}$   $47 \text{ ms}$  selepas punca cahaya LED disuisikan?  $R_1 = 25 \text{ k}\Omega$ .

*The resistance of a CdS cell (photoresistor) responds to changes in light as a  $1^{\text{st}}$  order system with a time constant of  $.185 \text{ sec}$ . In the dark its resistance is  $50 \text{ k}\Omega$ . When illuminated by an LED light source its resistance drops to  $2.5 \text{ k}\Omega$ . Given the following circuit initially placed in the dark, calculate  $V_{out}$   $47 \text{ ms}$  after the LED light source is switched on.  $R_1 = 25 \text{ k}\Omega$ .*

**Apakah voltan selepas 5 minit pencahayaan?**

*Calculate the Voltage after 5 minutes of illumination.*



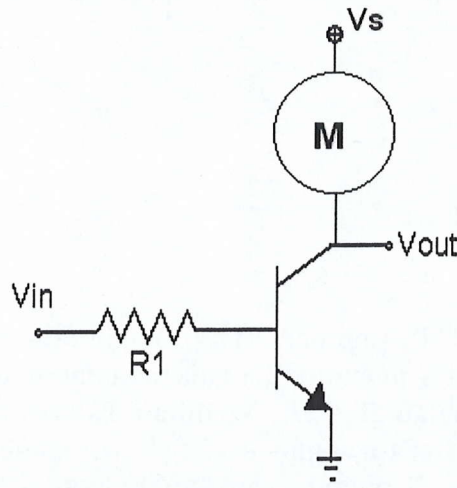
(10 markah)

- S7. Sebuah motor elektrik dipacu oleh pembekal kuasa 5 V melalui transistor dengan gandaan arus  $h_f = 50$ . Motor berkenaan mempunyai perintang dalaman  $12 \Omega$ . Jika  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ , dan  $V_{in} = 3 \text{ V}$ ,

*The electric motor shown below is driven from a 5 V power supply through a transistor with a current gain of  $h_f = 50$ . The motor has an internal resistance of  $12 \Omega$ .  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ , and  $V_{in} = 3 \text{ V}$ .*

apakah  $V_{out}$ ?  
Calculate  $V_{out}$ .

Berapakah kuasa elektrik yang digunakan oleh motor?  
Determine the electrical power is being consumed by the motor.



(6 markah)

- S8. Sebuah ADC 10 bit, julat 0-5 V digunakan bagi mengukur voltan penderia suhu cenderung ke hadapan simpang diod. Voltan simpang ialah 0.714 V pada  $20^\circ\text{C}$  dan 0.703 V pada  $45^\circ\text{C}$ . Dengan mengandaikan voltan berubah secara lurus dengan suhu, apakah suhu minima yang dapat dikesan selepas ADC?

*A 10 bit, 0-5 V range ADC is used to measure the voltage of a temperature sensitive forward biased diode junction. The junction voltage is 0.714 V at  $20^\circ\text{C}$  and 0.703 V at  $45^\circ\text{C}$ . Assuming the voltage varies linearly with temperature determine the minimum detectable temperature change after the ADC?*

Apakah nilai suhu yang berpadanan dengan keluaran digit 140?  
What temperature corresponds to a digital output of 140?

Adakah ini adalah pilihan yang baik bagi penderia suhu bagi sistem penyejukan udara? Kenapa dan kenapa tidak?

*Is this a good choice for a temperature sensor air conditioning system? Give your reasons.*

(10 markah)

- S9. Kita hendak mengukur halaju enjin turbo-jet dengan penderia yang mengukur tempoh bilah yang melepasi. Terdapat 24 bilah yang melepasi penderia setiap kitaran. Enjin berkenaan beroperasi pada halaju 1000 ke 20000 rev/min. Bagi membolehkan halaju diukur supaya ralat adalah kurang dari 1%, apakah frekuensi minima bagi jam untuk mengukur tempoh?

*We wish to measure the speed of a turbo-jet engine with a fixed sensor measuring the period of the blades as they pass. There are 24 blades passing the sensor per revolution. The engine operates at speeds of 1000 to 20,000 rpm. In order to measure the speed with less than 1% error, determine the minimum frequency of the clock used to measure the period.*

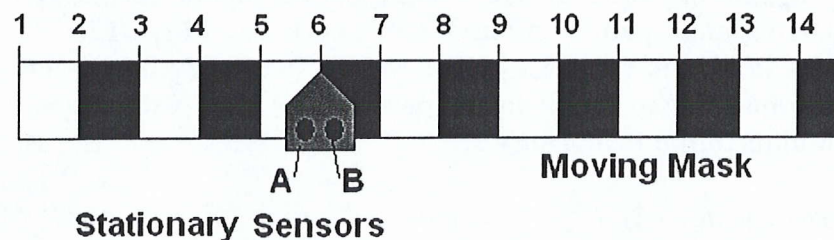
Apakah tempoh maksima (antara setiap bilah yang berturutan) bagi julat operasi?

*Calculate the maximum period (between subsequent blade passes) over the operating range.*

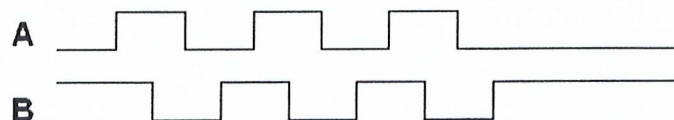
(6 markah)

- S10. Sebuah kuadratur pengkod kedudukan 2-saluran bagi robot industri pada kedudukan asal 6 (seperti di dalam gambarajah). Apabila topeng bergerak keluaran seperti yang ditunjukkan direkodkan dari penderia pegun A dan B. Perhatikan isyarat "tinggi" yang mewakili isyarat dari bahagian hitam topeng. Apakah kedudukan akhir bagi pengkod?

*A quadrature decoded 2-channel positioner for an industrial robot is initially at position 6 (as in figure). As the mask moves the following output is recorded from the stationary sensors A and B. Notice a "high" signal level represents the signal from the black part of the mask. Determine the final position.*



Sensor Output:



(4 markah)

- S11. Kekakuan ( $K$  di dalam unit  $N/m$ ) sebuah rasuk julus diberikan oleh persamaan di bawah:

$$K = \frac{E w t^3}{4 L^3}$$

dengan  $E$  ialah Modulus Young,  $w$  ialah lebar,  $t$  ialah ketebalan dan  $L$  ialah panjang bagi rasuk julus. Sebuah kamera

*The stiffness ( $K$  in  $N/m$ ) of a cantilevered beam is given by the following equation:*

$$K = \frac{E w t^3}{4 L^3} \quad \text{where } E \text{ is Young's modulus, } w \text{ is the width, } t \text{ is the thickness} \\ \text{and } L \text{ is the length of the cantilevered beam.}$$

*A heavy surveillance camera is mounted at the top of a wooden 4x4 pole (4.5 inches x 4.5 inches) that is 16 feet long. The wood has a modulus of 10 GPa. If the pole-camera assembly has resonance frequency of 5 cycles per second, calculate the mass of the camera (neglect the mass of the pole).*

(8 markah)

- S12. Apakah kaedah-kaedah elektronik yang paling lazim bagi mengukur anjakan? Senaraikan sebanyak mungkin. Berikan kelebihan dan kekurangan masing-masing serta kos dan lebar jalur relatif mengikut urutan.

*What are the common electronic ways of measuring displacement? List as many as possible (maximum of 5). Give an advantages and disadvantages of each technique and rank their cost (High, Med, Low) and relative bandwidth (High, Med, Low). Present your answer as a table, and be brief.*

(10 markah)

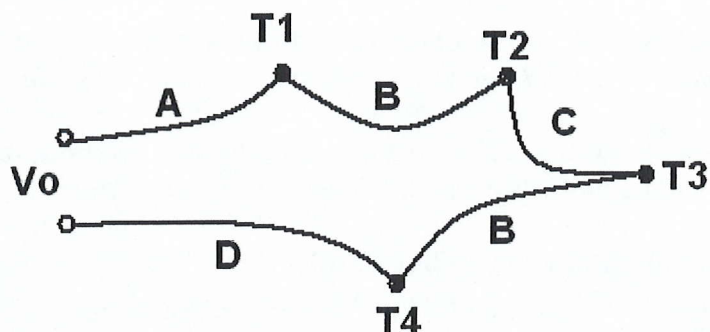
- S13. Litar pengganding suhu dibina dengan empat logam berbeza (A, B, C, D) dan simpang-simpang pada empat suhu berbeza ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ) seperti disenaraikan di bawah. Andaikan voltan pada simpang pengganding suhu adalah sama dengan hasil darab pekali dan suhu simpang dalam darjah C. Apakah nilai voltan keluaran  $V_o$ ?

*The thermocouple circuit shown is made with four different metals (A, B, C, D) and junctions at four different temperatures ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ) as listed below. Assume that the thermocouple junction voltage is equal to the given coefficient times the junction temperature in deg. C.*

Determine the voltage output  $V_o$ .

$T_1 = 35^\circ\text{C}$     $T_2 = 120^\circ\text{C}$     $T_3 = 250^\circ\text{C}$     $T_4 = 0^\circ\text{C}$

Junction	Coefficient (mV/°C)
A-B	+ 0.01
B-C	- 0.075
B-D	+ 0.035



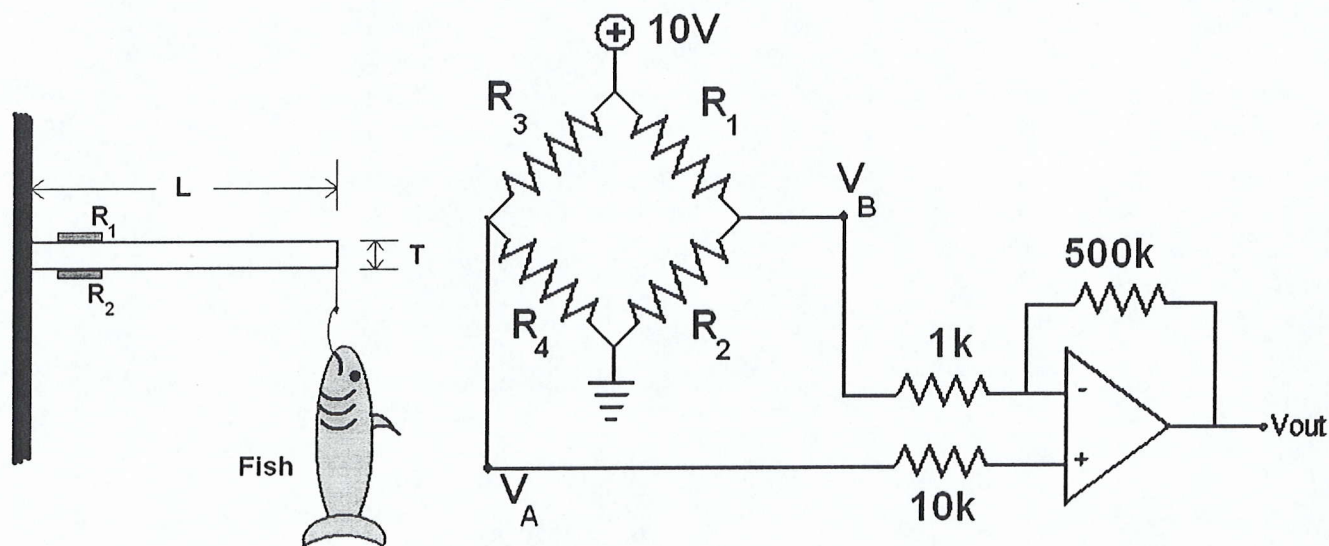
(6 markah)

- S14. Penimbang ikan diperbuat dari rasuk julus (Panjang 100 cm, ketebalan 1 cm, kelebaran 1.5 cm) dan dilengkapi dengan tolok terikan  $R_1$  dan  $R_2$ . Tolok-tolok terikan berkenaan disambung ke jambatan tetimbang Wheatstone dan litar penguat kendalian seperti yang ditunjukkan. Faktor terikan bagi tolok terikan ialah 2, dan rintangan nominal ialah  $250 \Omega$ .  $R_3$  dan  $R_4$  diubahsuai supaya  $V_a = V_b$  apabila tiada ikan pada penimbang berkenaan. Modulus Young bagi rasuk julus ialah 200 Gpa

A fish scale has been fabricated from a cantilevered beam (length of 100 cm, thickness of 1 cm, width of 1.5 cm) instrumented with strain gauges  $R_1$  and  $R_2$ . The strain gages are wired into a Wheatstone bridge and op-amp circuit as shown. The gage factor of the strain gages is 2, and their resistance is nominally  $250 \Omega$ .  $R_3$  and  $R_4$  are adjusted so that  $V_a = V_b$  when no fish is present. Young's modulus ( $E$ ) for the cantilever is 200 GPa.

Cantilevered Beam Dimensions:

Surface Stress:  $\sigma = \frac{24 LF}{TW}$     $E = \sigma / \epsilon$     $T = 1 \text{ cm}, W = 1.5 \text{ cm}, L = 100 \text{ cm}$   
 $F = \text{Fish Weight}$



**Apabila tiada ikan pada penimbang, apakah nilai voltan pada titik  $V_A$ ?**

*When no fish is present, determines the voltage at point  $V_A$ .*

**Apabila ikan seberat 10 kg diletakkan pada penimbang, apakah nilai tegasan permukaan pada rusuk jalur?**

*When a 10 kg fish is hung on the scale, what is the surface stress in the cantilever beam?*

**Apakah nilai voltan pada  $V_B$  apabila ikan diletakkan?**

*Calculate the voltage at  $V_B$  when the fish is on the scale.*

**Apakah voltan keluaran  $V_{out}$  apabila ikan diletakkan pada penimbang?**

*Calculate the voltage  $V_{out}$  when the fish is on the scale.*

**Apakah nilai voltan  $V_{out}$  apabila tiada ikan?**

*Calculate the voltage  $V_{out}$  when there is no fish.*

**Dengan mengandaikan operasi lurus, berikan persamaan bagi mengira berat ikan (di dalam kg) dari voltan keluaran: (contoh: berat ikan = f(voltan))**

*Assuming linear operation, give an equation to calculate fish weight (in kg) from Voltage output: (eg. Fish Weight = f(Voltage))*

**(16 markah)**