
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP Examination
Academic Session 2007/2008

June 2008

ZAT 283/3 – Instrumentation
[Instrumentasi]

Duration: 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains **EIGHT** printed pages before you begin the examination.

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

Instruction: Answer **ALL FOUR (4)** questions. Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English.

*[**Arahan:** Jawab semua empat (4) soalan. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

Test Force (N)	Actual Output (V)	Desired Output (V)
0	0.07	0
10	2.81	4.12
20	8.94	9.99
30	14.6	15.8
40	20.2	20.7
50	26.2	27.9
60	31.4	32.1
70	38.1	37.0

Table 1 [Jadual 1]

1. (a) Refer to Table 1. A force-sensing equipment was tested for accuracy and the data is posted in Table 1.
[Rujuk kepada Jadual 1. Satu peralatan pengesan daya sudah diperiksa untuk ketepatan dan datanya dipamerkan dalam Jadual 1.]
- (i) Determine the accuracy as a percentage of the full scale output.
[Tentukan ketepatan sebagai peratus dari skalar penuh output]
 - (ii) Determine the accuracy as a percentage of the reading.
[Tentukan ketepatan sebagai peratus dari bacaan.]
 - (iii) Determine the absolute error.
[Tentukan ralat sebenar]
- (40/100)
- (b) A load cell is commonly used to measure force and weight.
[Sel muatan selalu digunakan untuk mengukur daya dan berat.]
- (i) Sketch a simple load cell that employs strain gauges as sensors.
[Buat satu lakaran sel muatan yang menggunakan tolok tegang]

- (ii) In less than 100 words, explain how the load cell measure force. Write an equation and plot a graph.
[Terangkan, dengan tidak lebih daripada 100 patah perkataan, bagaimana mengukur daya menggunakan sel muatan. Tulis persamaan dan buat graf.]

(30/100)

- (c) Photodiodes are usually used to detect light. In less than 100 words, explain how photodiodes work. Make schematic diagrams to demonstrate the light response on p-n photodiode junction.
[Fotodiod digunakan untuk mengesan cahaya. Dengan tidak melebihi 100 patah perkataan, jelaskan bagaimana fotodiod berfungsi. Buat gambarajah untuk menunjukkan respon cahaya terhadap fotodiod simpang p-n.]

(30/100)

2. (a)

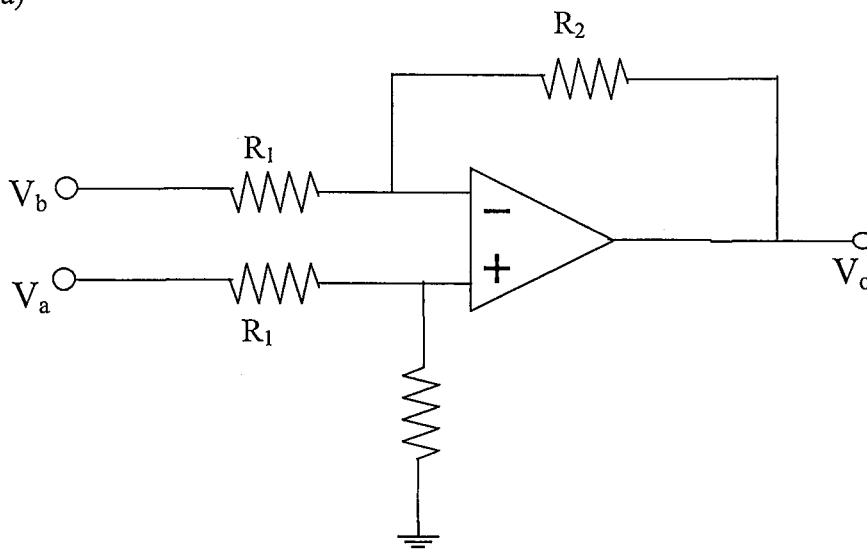


Figure 1 [Rajah 1]

Refer to Figure 1. The differential amplifier possesses a resistance equation of $R_2 = 9 R_1 = 5 M\Omega$, and an input voltage of $V_a = 8$ volt.

[Rujuk kepada Rajah 1. Amplifier pembezaan memiliki rintangan yang dikaitkan dengan persamaan $R_2 = 9 R_1 = 5 M\Omega$ dan voltan input $V_a = 8$ volt.]

- (i) Determine the voltage gain.
[Tentukan gandaan voltan]
- (ii) If the output is $V_o = 5$ volt, calculate the input voltage V_b .
[Jika voltan output adalah $V_o = 5$ volt, kira voltan input V_b]
(40/100)

- (b) (i) Sketch an operational amplifier known as the integrator. Label all key components.
[Lakarkan satu amplifer pengoperasi yang dikenali sebagai pengkamir (integrator). Labelkan semua komponen utama.]
- (ii) One integrator has these parameters: capacitance $C = 1$ mF and input voltage $V_{in} = 5$ volt. If the output voltage gradient is -1 mV/s, calculate the required resistance R .
[Suatu pengkamir memiliki parameter berikut: kapasitan $C = 1$ mF dan voltan input $V_{in} = 5$ volt. Jika output memberikan kecerunan -1 mV/s, kira perintang R yang diperlukan]
(30/100)

- (c) A voltage follower is a type of operational amplifier.
[Suatu pengikut voltan adalah sejenis amplifer pengoperasi.]

- (i) Write the follower's main function.
[Berikan fungsi utama pengikut voltan]
- (ii) Make a sketch of the follower and label correctly.
[Buat satu lakaran pengikut voltan dan label dengan betul]

- (iii) What is the voltage gain of the follower?
{Apakah gandaan voltan untuk pengikut voltan?}

(30/100)

3. (a) A final year student built a humidity-controlled green house that controls humidity at $80 \pm 10\%$. He used a humidity sensor, an operational amplifier, a water-vapour supply valve and a programmable logic controller (PLC). Draw a block diagram that represents a good humidity control system for the green house. Include these elements: comparison, control, correction, process and measurement. Label the blocks correctly.

[Seorang pelajar tahun akhir membina satu rumah hijau yang boleh mengawal kelembapan pada tahap $80 \pm 10\%$. Dia menggunakan pengesan kelembapan, amplifiaer pengoperasi, injap pembekal wap air, dan pengawal logik programan (PLC). Lukis satu gambarajah blok yang mewakili sistem kawalan kelembapan yang baik untuk projek rumah hijau tersebut. Selitkan unsure-unsur berikut: perbandingan, pengawal, pembedulan, proses dan pengukuran. Labelkan blok dengan betul.]

(40/100)

- (b) A satellite positioning device employs an analog-to-digital converter (ADC) that has a word length of 11 bits, and an analog-signal input range of 24 volt. Calculate the device resolution.

[Satu peralatan posisi satelit menggunakan satu penukar analog ke digital (ADC) mempunyai panjang perkataan 11 bit dan julat isyarat analog input 24 V. Kira resolusi peranti.]

(30/100)

- (c) The voltage signal from a sensor is amplified to give a maximum output of 7 volt. This analog signal is to be converted into a digital signal. In order to achieve a resolution of 1 mV, determine the required word length for a certain analog-to-digital converter.

[Suatu isyarat voltan dari pengesan digandakan untuk memberi output maksimum 7 volt. Isyarat analog ini mesti ditukarkan kepada isyarat digital. Untuk mencapai resolusi 1 mV, tentukan panjang perkataan yang diperlukan untuk penukar analog ke digital.]

(30/100)

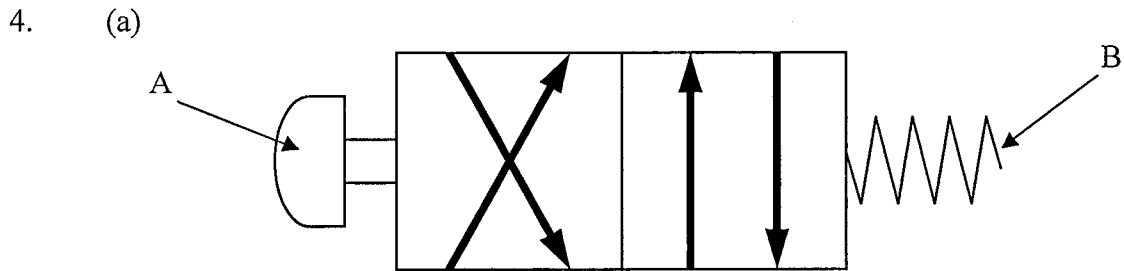


Figure 2 [Rajah 2]

Refer to Figure 2 that symbolise a pneumatic valve used to produce actuation.

[Rujuk kepada Rajah 2 yang menyimbolkan satu injap pneumatic untuk menghasilkan penggerakan.]

- (i) Give the valve type.
[Berikan jenis injap ini]
 - (ii) Describe the valve symbols shown by A and B.
[Perjelaskan simbol injap yang ditunjukkan oleh A dan B.]
- (30/100)

- (b) A student wishes to obtain a nearly constant motor speed for her DC motor used in her mechatronic project.
[Seorang pelajar ingin mendapatkan kelajuan motor yang hampir malar untuk motor DC yang digunakan dalam projek mekatronik beliau.]

- (i) Sketch a motor circuit for a nearly constant motor speed.
[Lakarkan satu litar motor untuk kalajuan motor hampir-malar.]
- (ii) Sketch a torque-speed graph for the motor operation in (i).
[Lakarkan satu graf tork-kelajuan untuk operasi motor dalam (i)]

(30/100)

[ZAT 283]

- (c) In less than 150 words, explain how rotation is produced in a variable reluctance stepper motor. Use schematic diagrams.
[Dengan tidak melebihi 150 patah perkataan, jelaskan bagaimana putaran dapat dihasilkan di dalam motor stepper relaktan berubah. Gunakan gambarajah skema.]

(40/100)

$$i = C \frac{dV}{dt}$$

$$V = L \frac{di}{dt}$$

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{i_p}{i_s}$$

$$e^{jx} = \cos(x) + j \sin(x)$$

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{V_{RMS}}{I_{RMS}} = \sqrt{(X_L + X_C)^2 + R^2}$$

$$Z = \frac{V_c(t)}{i_c(t)} = R + jX = |Z|e^{j\theta_z}$$

$$X_C = -\frac{1}{\omega C}$$

$$X_L = \omega L$$

$$Z_T = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + \dots + Z_N$$

$$\frac{1}{Z_T} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4} + \dots + \frac{1}{Z_N}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\tan \theta = \frac{X_L + X_C}{R}$$

$$P_{av} = \frac{VI}{2} \cos \theta = V_{RMS} I_{RMS} \cos \theta$$

$$P_c = \frac{1}{2} V_c(t) i_c^*(t) = P_{av} + jP_X$$

$$P_c = \frac{V_c(t) V_c^*(t)}{2Z^*} = \frac{i_c(t) Z i_c^*(t)}{2}$$

$$V_{out} = V_o = A_o (v_2 - v_1)$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$V_o = -R_f \sum_{n=1}^N \frac{V_{bn}}{R_n}$$

$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_d}\right) \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M V_{am}$$

$$V_o = -\frac{1}{RC} \int_0^t V_{in} dt$$

$$V_o = -RC \frac{dV_{in}}{dt}$$

$$V_o = -C \ln \left(\frac{V_{in}}{R} \right) = K \ln V_{in}$$

$$V_o = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1)$$

$$CMRR = \frac{A_o}{A_{cm}}$$

$$A(\omega) = \frac{A_o}{1 + j(\omega/\omega_b)}$$

$$\omega_u = \omega_b \sqrt{A_o^2 - 1}$$

$$\omega_B = \omega_b \frac{A_o}{1 + R_2/R_1}$$

$$T = NbbLi = k_t i$$

$$T = k_t i = \frac{k_t}{R} (V - k_v \omega)$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$