
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

EMM 201/4 – Mekatronik

Masa : 2 ½ jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Jawab **EMPAT (5)** soalan.

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

Jawapan bagi setiap soalan hendaklah dimulakan pada mukasurat yang baru.

...2/-

- S1. [a] Kenalpasti penderia, penyesuai isyarat dan elemen paparan di dalam sistem-sistem pengukuran berikut:

Identify the sensor, signal conditioner and display element in the following measurement systems:

- (i) jangkasuhu merkuri-dalam-kaca
mercury-in-glass thermometer
- (ii) tolok tekanan Bourdon.
Bourdon pressure gauge.

(20 markah)

- [b] Rajah S1[b] menunjukkan elemen penderia kapasitif yang digunakan untuk mengesan anjakan dengan menggerakkan salah satu plat. Kemuatan awal diberikan oleh persamaan berikut:

$$C = \frac{\epsilon_r \epsilon_o A}{d}$$

di mana ϵ_r = kebertelusan dielektrik di antara plat
 ϵ_o = kebertelusan ruang bebas
 A = luas bertindih di antara plat
 d = jarak di antara plat.

Jika plat bawah digerakkan sebanyak x seperti yang ditunjukkan dalam rajah tersebut, tunjukkan bahawa perubahan kemuatan ΔC sebagai pecahan kemuatan awal diberikan oleh:

$$\frac{\Delta C}{C} = -\frac{x/d}{1+x/d}$$

Terangkan, dengan bantuan lakaran, bagaimana kesan ketaklinearan dalam persamaan di atas boleh diatasi.

Figure Q1[b] shows a capacitive sensing element that is used to detect displacement by moving one of the plates. The initial capacitance is given by the following equation:

$$C = \frac{\epsilon_r \epsilon_o A}{d}$$

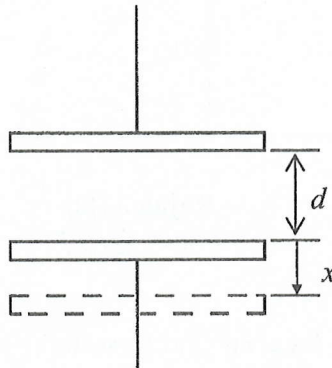
where ϵ_r = permittivity of dielectric between the plates
 ϵ_o = permittivity of free space
 A = area of overlap between the plates
 d = distance between plates.

...3/-

If the lower plate is moved by x as shown in the figure, show that the change in capacitance ΔC as a fraction of the initial capacitance is given by:

$$\frac{\Delta C}{C} = -\frac{x/d}{1 + x/d}$$

Explain, with the aid of sketches, how the effect of non-linearity in the above equation can be overcome.



Rajah S1[b]
Figure Q1[b]

(40 markah)

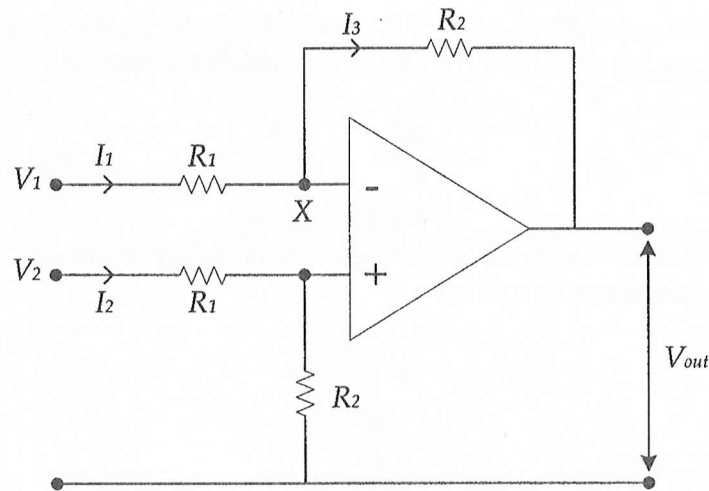
- [c] Rajah S1[c] menunjukkan litar bagi penguat kendalian kebezaan. Terbitkan suatu ungkapan untuk voltan output, V_{out} dalam sebutan perbezaan voltan-voltan input, $(V_2 - V_1)$ dan rintangan-rintangan, R_1 dan R_2 .

Seterusnya tentukan gandaan voltan jika $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ dan $R_2 = 200 \text{ k}\Omega$. Sebut satu aplikasi penguat kendalian tersebut.

Figure Q1[c] shows the circuit of a differential operational amplifier. Derive an expression for the output voltage V_{out} in terms of the difference in input voltages $(V_2 - V_1)$ and the resistances R_1 and R_2 .

Hence determine the voltage gain if $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ dan $R_2 = 200 \text{ k}\Omega$. State one application of the above operational amplifier.

...4/-



Rajah S1[c]
Figure Q1[c]

(40 markah)

- S2. [a] Dengan bantuan lakaran yang sesuai, terangkan perbezaan antara silinder pneumatik tindakan tunggal dan tindakan berganda.

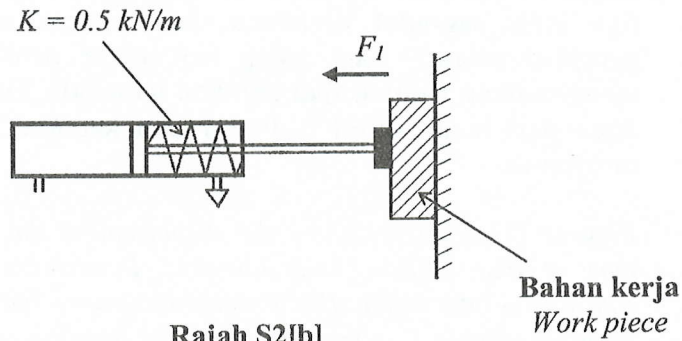
With the aid of suitable sketches, explain the difference between a single-acting and a double-acting pneumatic cylinder.

(20 markah)

- [b] Rajah S2[b] menunjukkan silinder pneumatik kembali pegas yang perlu memegang suatu kerja terhadap permukaan tegak. Daya memegang F_1 yang diperlukan ialah 800 N. Pegas di dalam silinder tersebut mempunyai kekakuan $K=0.5$ kN/m. Dengan mengandaikan bahawa pegas pada awalnya tidak termampat dan silinder memanjang sebanyak 80 mm, tentukan tekanan bekalan yang diperlukan. Garispusat dalaman silinder ialah 40 mm.

Figure Q2[b] shows a pneumatic cylinder with spring return that is required to hold a work piece against a vertical surface. The holding force F_1 required is 800 N. The spring within the cylinder has stiffness $K=0.5$ kN/m. Assuming that the spring is initially uncompressed and that the cylinder extends by 80 mm, determine the supply pressure required. The internal diameter of the cylinder is 40 mm.

...5/-

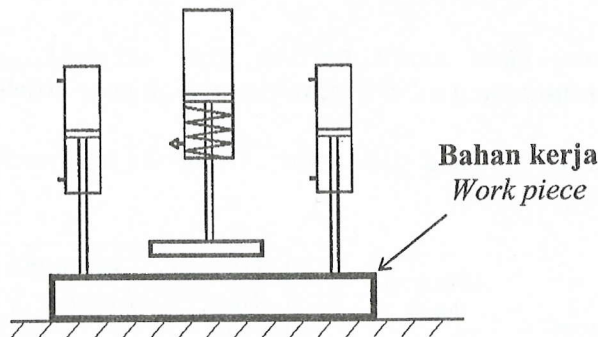


Rajah S2[b]
Figure Q2[b]

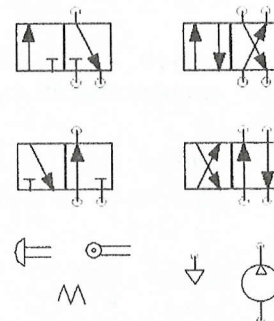
(35 markah)

- [c] Suatu operasi hentakan memerlukan bahan kerja dipegang kuat oleh dua silinder tindakan berganda seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S2[c(i)]. Silinder tindakan tunggal kemudian menghentak corak ke atas bahan kerja tersebut. Dengan menggunakan komponen-komponen pneumatik yang sesuai daripada Rajah S2[c(ii)], reka bentuk suatu litar pneumatik untuk menjalankan operasi tersebut.

A stamping operation requires the workpiece to be held firmly by two double-acting pneumatic cylinders as shown in Figure Q2[c(i)]. A single-acting pneumatic cylinder then stamps a pattern onto the workpiece. Using the appropriate pneumatic components given in Figure Q2[c(ii)], design a pneumatic circuit that can carry out the operation.



Rajah S2[c(i)]
Figure Q2[c(i)]

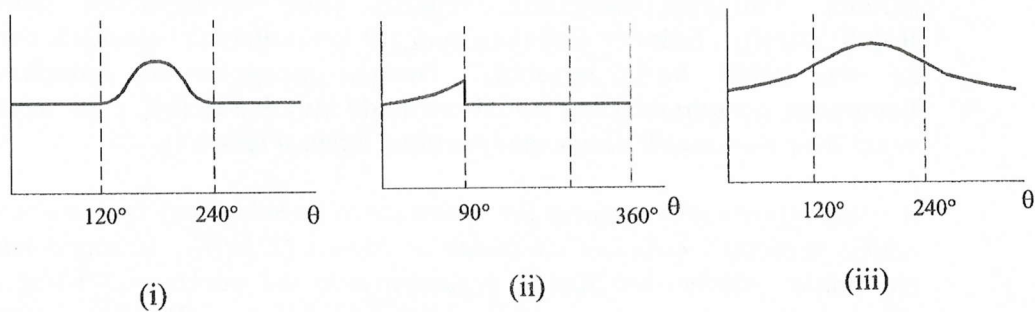


Rajah S2[c(ii)]
Figure Q2[c(ii)]

(45 markah)

- S3. [a] Rajah S3[a(i)-(iii)] menunjukkan gambarajah-gambarajah anjakan bagi tiga jenis sesondol berlainan, kesemuanya menggunakan pengikut-pengikut pisau. Bagi setiap kes, lakar profil sesondol yang dapat menghasilkan gambarajah anjakan tersebut. Tunjukkan dalam lakaran anda dari mana sudut θ diukur dan kedudukan jejari minimum dan maximum.

Figures Q3[a(i)-(iii)] show the displacement diagrams for three different types of cams, all using knife followers. In each case, sketch the profile of the cam that produces the displacement diagram. Indicate in your sketch from where the angle θ is measured and the location of maximum and minimum radii.

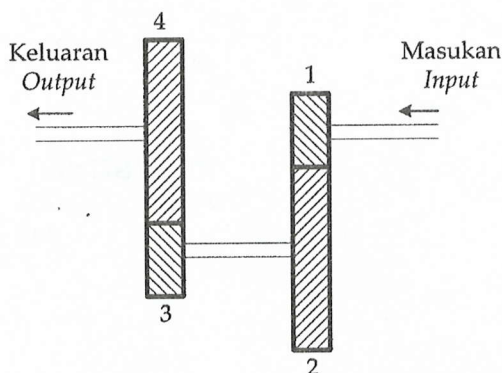


Rajah S3[a]
Figure Q3[a]

(30 markah)

- [b] Rajah S3[b] menunjukkan suatu barisan gear majmuk. Dengan menggunakan maklumat yang diberi, tentukan nisbah gear keseluruhan.

Figure Q3[b] shows a compound gear train. Using the information given, determine the overall gear ratio.



Gear Gear	Bilangan gigi Number of teeth
1	36
2	48
3	20
4	42

Rajah S3[b]
Figure Q3[b]

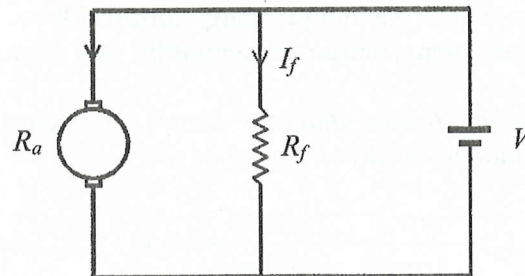
(30 markah)

...7/-

- [c] Rajah S3[c] menunjukkan gambarajah litar bagi motor pirau. Terbitkan suatu ungkapan untuk laju putaran motor dalam sebutan voltan bekalan V , fluks setiap kutub Φ dan pembolehubah-pembolehubah lain yang diberikan dalam rajah tersebut. Berasaskan ungkapan tersebut, cadangkan dua kaedah untuk mengawal laju putaran motor tersebut.

Figure Q3[c] shows the circuit diagram of a shunt motor. Derive an expression for the rotation speed of the motor in terms of the supply voltage V , flux per pole Φ and the other variables given in the figure.

Based on the expression, suggest two methods of controlling the speed of the motor.



Rajah S3[c]
Figure Q3[c]

(40 markah)

- S4. [a] Apakah komponen-komponen asas sesuatu pengawal logik bolehaturcara (PLC)? Dengan bantuan diagram tunjukkan bagaimana komponen-komponen tersebut disambungkan?

What are the basic components of a programmable logic controller (PLC)?
With the aid of diagram show how they are connected?

(20 markah)

- [b] Apakah peranan unit masukan/keluaran dalam sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC)?

What are the functions of input/output unit in a programmable logic controller (PLC)?

(10 markah)

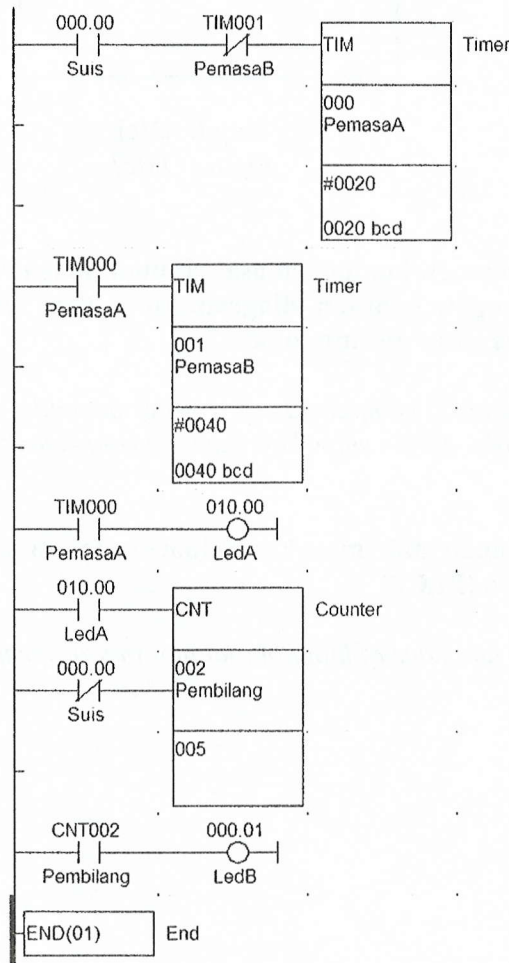
- [c] Lukiskan suatu rajah tetangga yang akan mengawal pemanas elektrik menggunakan dua suis. Suis A untuk 'ON' manakala suis B untuk 'OFF'. Pemanas elektrik, suis A dan suis B masing-masing disambungkan kepada terminal 010.03, 000.04 dan 000.05. Kedua-dua suis adalah jenis kembali pegas.

Draw a ladder diagram that will control electric heater using two switches. Switch A for turning 'ON' whereas switch B for turning 'OFF'. The electric heater, switch A and switch B are connected to terminal 010.03, 000.04 and 000.05 respectively. Both switches are one of spring return types.

(30 markah)

- [d] Analisa rajah tetangga yang ditunjukkan dalam Rajah S4[d] dan terangkan pemerhatian anda apabila suis ditekan ON.

Analyze the ladder diagram Shown in Figure Q4[d], and explain your observation when switch is pushed ON.



Rajah S4[d]
Figure Q4[d]

(40 markah)

...9/-

S5. [a] Tukarkan nombor perenambelasan 2E kepada

Convert hexadecimal number 2E to

- (i) nombor perpuluhan,
decimal,
- (ii) perduaan,
binary,
- (iii) perlapanan dan
octal and
- (iv) perpuluhan berkod binari (BCD).
binary coded decimal (BCD) numbers.

(30 markah)

[b] Bagaimanakah kaedah parity genap mengesan ralat dalam penghantaran isyarat? Terangkan dengan bantuan contoh.

How does even parity method detect error in signal transmission? Explain with the help of example.

(20 markah)

[c] Gunakan kaedah peta Karnaugh untuk mendapatkan persamaan Boolean teringkas daripada jadual kebenaran yang ditunjukkan dalam Jadual S5[c].

Use Karnaugh map method to obtain the simplest Boolean equation from the truth table shown in Table Q5[c].

Jadual S5[c]
Table Q5[c]

Input			Output
A	B	C	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

(30 markah)

...10/-

- [d] Sekiranya jadual kebenaran bagi sesuatu sistem menghasilkan persamaan Boolean $Q = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot D + B \cdot C$, lukiskan rajah tetangga bagi mengawal sistem tersebut.

If the truth table for a system produce the Boolean equation $Q = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot D + B \cdot C$, draw the ladder diagram to control the system.

(20 markah)

- S6. [a] Sebuah pengawal mikro mempunyai 16 wayar talian bus data dan 32 wayar talian bus alamat. Kira saiz ingatannya dalam KByte.

A microcontroller has 16-wire data bus line and 32-wire address bus line. Calculate the size of its memory in KBytes.

(15 markah)

- [b] Apakah fungsi-fungsi unit pemrosesan pusat (CPU) yang terdapat pada pemrosesan mikro? Nyatakan TIGA (3) komponen CPU dan terangkan setiap satu termasuk fungsi-fungsinya.

What is the function of central processing unit (CPU) in microprocessor? State the THREE (3) CPU components and explain each including their functions.

(15 markah)

- [c] Tulis satu kod aturcara bagi pengawal mikro Basic Stamp menggunakan arahan RCTIME dan FREQOUT untuk membaca nilai analog daripada satu potentiometer dan menggunakannya bagi mengawal nada pembesar suara. Lukis litar elektrik yang menyambungkan potentiometer dan pembesar suara tersebut masing-masing kepada pin 5 dan 6.

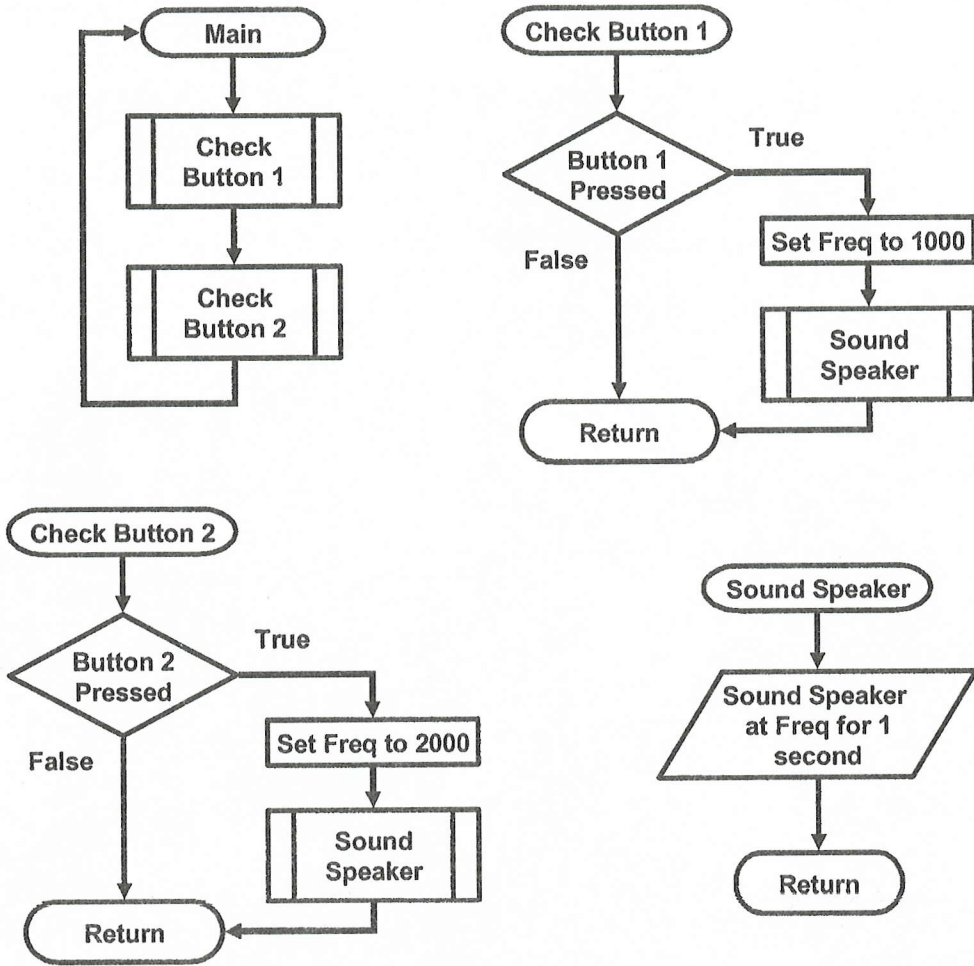
Write a program code for Basic Stamp microcontroller using RCTIME and FREQOUT instructions to read analog value from a potentiometer and use it to control the tone of a speaker. Draw the electrical circuit that connects the potentiometer and the speaker to pin 5 and 6 respectively.

(35 markah)

- [d] Berdasarkan carta aliran yang ditunjukkan dalam Rajah S6[d], tulis suatu kod aturcara bagi pengawal mikro Basic Stamp menggunakan subrutin. Butang 1, butang 2 dan pembesar suara masing-masing disambungkan kepada pin 1, 2 dan 7.

Based on the flow chart shown in Figure Q6[d], write a program code for Basic Stamp microcontroller using subroutine. Button 1, button 2 and speaker are connected to pin 1, 2 and 7 respectively.

...11/-



Rajah S6[d]
Figure Q6[d]

(35 markah)

-00000000-