

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2012/2013 Academic Session

January 2013

**EMC311/3 – Mechatronics**  
*[Mekatronik]*

Duration : 2 hours  
*Masa : 2 jam*

---

Please check that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **FOUR (4)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

**INSTRUCTIONS:** Answer all questions. You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia**.

*[**ARAHAN:** Jawab semua soalan. Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris**]*

*Answer to each question must begin from a new page.*

*[Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]*

**Q1. [a] Draw the symbols for the following pneumatic directional valves. Label the valve ports clearly.**

- (i) 3/2 normally closed valve (solenoid activated with spring return)**
- (ii) 3/2 normally open valve (pneumatic pressure activated with solenoid return)**
- (iii) 4/2 valve (lever activated with push button return)**
- (iv) 5/2 valve (solenoid activated with manual override and spring return)**

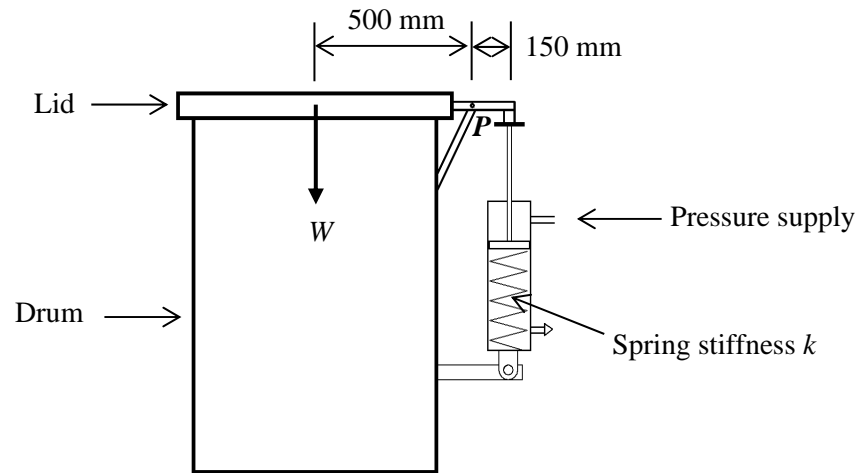
*Lukiskan simbol-simbol bagi injap-injap arah pneumatik berikut. Tandakan liang-liang injap dengan jelas.*

- (i) injap 3/2 biasa tertutup (diaktifkan oleh solenoid dengan kembali pegas)*
- (ii) injap 3/2 biasa terbuka (diaktifkan oleh tekanan pneumatik dengan kembali solenoid)*
- (iii) injap 4/2 (diaktifkan oleh tuil dengan kembali butang tekan)*
- (iv) injap 5/2 (diaktifkan oleh solenoid dengan penggubal manual dan kembali pegas)*

**(20 marks/markah)**

**[b] A pneumatic system is used to open and close the lid of a large drum as shown in Figure Q1[b]. The weight  $W$  of the lid is 100 kg and can be assumed to act through the center of gravity of the lid as shown in the figure. A 50 mm diameter single-acting pneumatic cylinder is used in this application. The stiffness of the spring in the cylinder is 5 N/mm. Determine the pressure required to open and hold the lid at an angle of  $45^\circ$  measured from the horizontal. Assume that the lid tilts about the pivot point  $P$ .**

*Sistem pneumatik digunakan untuk membuka dan menutup tudung sebuah dram besar seperti ditunjukkan dalam Rajah S1 [b]. Berat tudung  $W$  ialah 50 kg dan boleh dianggap bertindak pada pusat gravitinya seperti ditunjukkan dalam rajah. Silinder pneumatik tindakan tunggal bergaris pusat 50 mm digunakan dalam aplikasi ini. Kekakuan pegas ialah 5 N/mm. Tentukan tekanan yang diperlukan untuk membuka dan memegang tudung tersebut pada sudut  $45^\circ$  diukur daripada paras mendatar. Andaikan bahawa tudung tersebut condong sekitar titik pangsi  $P$ .*



**Figure Q1[b]**  
Rajah S1[b]

(50 marks/markah)

- [c] A punching operation is carried out using two double acting pneumatic cylinders as shown in Figure Q1[c] based on the following sequence of operations : A+, B+ and simultaneously A-, B-. Using the appropriate pneumatic components given in the figure, design a pneumatic circuit to carry out the operation. The entire operation must be carried out by pressing and releasing a single push button.

*Suatu operasi tebukan dilakukan dengan menggunakan dua silinder tindakan berganda seperti ditunjukkan dalam Rajah S1[c] berasaskan jujukan berikut: A+, B+ dan secara serentak A-, B-. Dengan menggunakan komponen-komponen pneumatik yang sesuai dalam rajah tersebut, rekabentuk suatu litar pneumatik untuk melaksanakan operasi tersebut. Seluruh operasi perlu dijalankan dengan menekan dan melepaskan suatu butang tekan.*

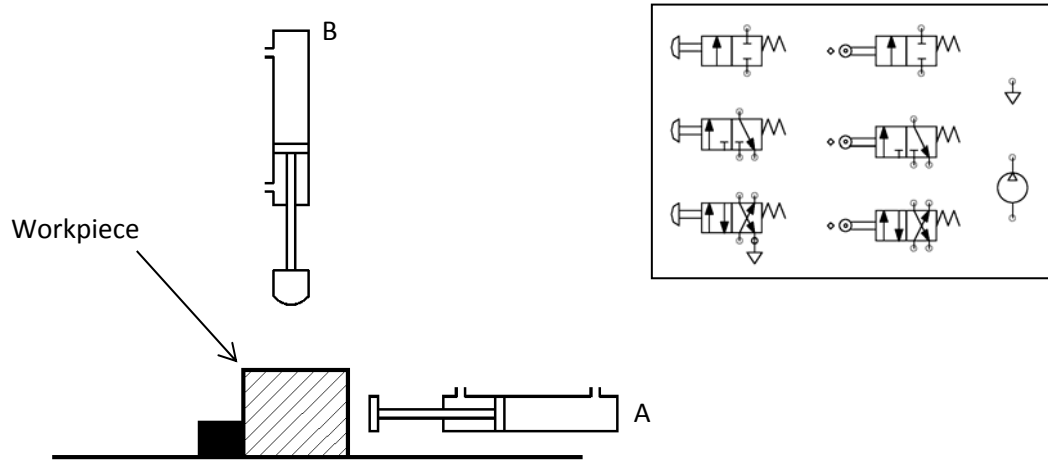


Figure Q1[c]  
Rajah S1[c]

(30 marks/markah)

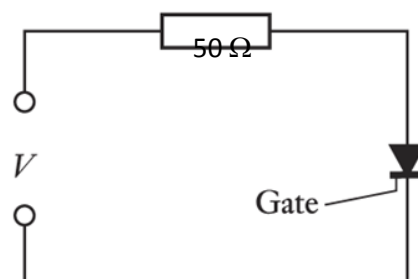
- Q2. [a] With the aid of current-voltage (I-V) diagrams, explain the difference between a thyristor and triac.

*Dengan bantuan gambarajah arus-voltan (I-V), terangkan perbezaan antara sebuah tiristor dan triak.*

(15 marks/markah)

- [b] Figure Q2[b] shows a thyristor connected in series with a  $50\ \Omega$  resistor. The thyristor has a forward breakdown voltage of  $200\ \text{V}$ . The supply voltage  $V$  is slowly increased until the breakdown voltage is reached. If the voltage drop across the thyristor is  $2\ \text{V}$  after breakdown, determine the current in the circuit.

*Rajah S2[b] menunjukkan sebuah tiristor disambung bersiri dengan perintang  $50\ \Omega$ . Tiristor tersebut mempunyai voltan runtuhan hadapan sebanyak  $200\ \text{V}$ . Voltan bekalan ditingkatkan secara perlahan sehingga voltan runtuhan dicapai. Jika susutan voltan melintasi tiristori ialah  $2\ \text{V}$  selepas runtuhan, tentukan arus di dalam litar.*



...5/-

**Figure Q2[b]**  
Rajah S2[b]

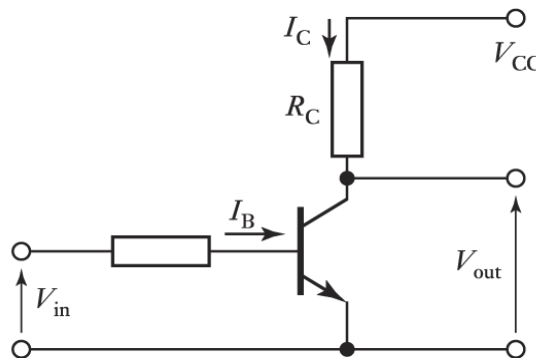
(15 marks/markah)

- [c] Figure Q2[c] shows a transistor switch. Sketch the relationship between the output voltage  $V_{out}$  and input voltage  $V_{in}$ .

If the reference voltage  $V_{CC} = 5\text{ V}$  and resistor  $R_C = 20\ \Omega$ , determine the output voltage (i) before saturation and (ii) after saturation.

Rajah S2[c] menunjukkan suis transistor. Lakarkan hubungan kait antara voltan output  $V_{out}$  dan voltan input  $V_{in}$ .

Jika voltan rujukan  $V_{CC} = 5\text{ V}$  dan nilai perintang  $R_C = 20\ \Omega$ , tentukan voltan output (i) sebelum ketepuan, (ii) selepas ketepuan.

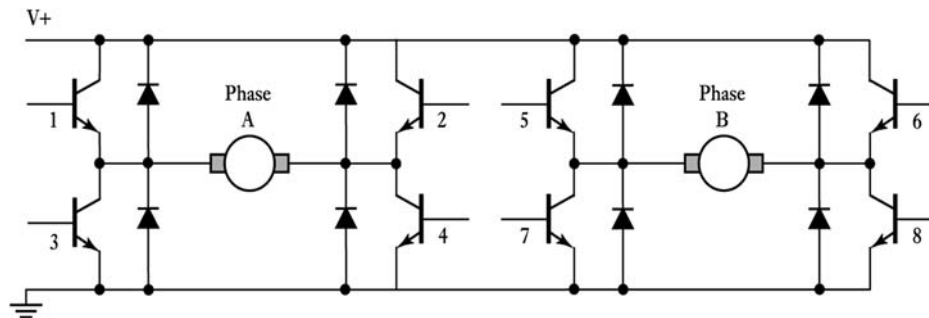


**Figure Q2[c]**  
Rajah S2[c]

(30 marks/markah)

- [d] Figure Q2[d] shows the H-circuit used to drive a bipolar two-phase stepper motor. Determine the switching sequence required to complete one revolution in eight switching step. What digital input rate is required to obtain a rotation speed of 12 revolutions per second?

Rajah S2[d] menunjukkan litar-H yang digunakan untuk mengacu sebuah motor langkah dua-fasa dwi-kutub. Tentukan jujukan pensuisan yang diperlukan untuk menyelesaikan satu revolusi penuh dalam lapan langkah pensuisan. Apakah kadar input digital yang diperlukan untuk mendapatkan laju putaran 12 revolusi sesaat?



FigureQ2[d]

Rajah S2[d]

(40 marks/markah)

- Q3. [a] **State and explain the types of memories that exist in a programmable logic controller (PLC).**

*Nyatakan dan terangkan jenis-jenis ingatan yang terdapat dalam sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC).*

(20 marks/markah)

- [b] **Explain the differences between relay and transistor type output terminals in a programmable logic controller (PLC).**

*Terangkan perbezaan antara terminal-terminal output jenis geganti dan transistor dalam sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC).*

(20 marks/markah)

- [c] **Can a programmable logic controller (PLC) be connected to a NPN proximity sensor and a PNP photo sensor at the same time when wiring input devices? Explain the reason why.**

*Bolehkah sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC) disambungkan kepada satu penderia kehampiran NPN dan satu penderia foto PNP pada masa yang sama apabila memasang wayar peranti-peranti input? Jelaskan alasannya mengapa.*

(30 marks/markah)

- [d] **Draw a ladder diagram for a programmable logic controller (PLC) to:**
- Activate a solenoid valve by pressing a start switch and deactivate it by pressing a stop switch.**
  - Activate a motor when only one of two sensors detects an object.**

*Lukis satu rajah tetangga bagi sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC) untuk:*

- i. Mengaktifkan sebuah injap solenoid dengan menekan satu suis mula dan menyahaktifkannya dengan menekan satu suis berhenti.
- ii. Mengaktifkan sebuah motor apabila hanya salah satu dari dua penderia mengesan sebuah objek.

(30 marks/markah)

- Q4. [a] A material handling system is required to transfer a work-piece from a conveyor to a workstation. The system is designed to utilize a programmable logic controller (PLC), a single acting pneumatic cylinder, a double acting pneumatic cylinder, a 3/2 directional solenoid valve, a 5/2 directional solenoid valve, a pneumatic suction cup, a pneumatic vacuum generator, two magnetic sensors, two photo sensor and a push button switch. Construct a ladder diagram to control the following sequences:**
1. The single acting cylinder extends to move the suction cup downward toward the work-piece when the normally open push button is pressed, a photo sensor senses the work-piece on the conveyor and a magnetic sensor senses the double acting cylinder retracting.
  2. The suction cup activates to pick the work-piece after 2 seconds the single acting cylinder extends.
  3. The single acting cylinder retracts upward after 1 second the suction cup activates.
  4. The double acting cylinder extends to move the work-piece to the workstation after 2 seconds the single acting cylinder retracts.
  5. The single acting cylinder extends to move the work-piece downward toward the workstation when another magnetic sensor senses the double acting cylinder extending.
  6. The suction cup de-activates to release the work-piece on the workstation when another photo sensor senses the work-piece on the workstation.
  7. The single acting cylinder retracts upward after 1 second the suction cup de-activates.
  8. The double acting cylinder retracts to initial position after 2 seconds the single acting cylinder retracts.

The sequences are repeated again and again until the push button is released to stop the cycle. Hint: Develop a relationship table of sequence to actuator and a relationship table of sequence to sensor and timer to help in constructing the ladder diagram.

*Satu sistem pengelolaan bahan diperlukan untuk memindahkan satu bahan-kerja dari sebuah penghantar ke sebuah stesen-kerja. Sistem tersebut direkabentuk menggunakan sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC), sebuah silinder pneumatik tindakan tunggal, sebuah silinder pneumatik tindakan berganda, sebuah injap arah solenoid 3/2, sebuah injap arah solenoid 5/2, sebuah mangkuk penyedut pneumatik, sebuah penjana vakum pneumatik, dua penderia magnet, dua penderia foto dan satu suis butang tekan. Bina satu rajah tetangga bagi mengawal urutan-urutan berikut:*

1. Silinder tindakan tunggal memanjang bagi menggerakkan mangkuk penyedut ke bawah arah bahan-kerja apabila butang tekan selalu terbuka

- ditekan, satu penderia foto mengesan bahan-kerja di atas penghantar dan satu penderia magnet mengesan silinder tindakan berganda memendek.
2. Mangkuk penyedut aktif bagi mengambil bahan-kerja selepas 2 saat silinder tindakan tunggal memanjang.
  3. Silinder tindakan tunggal memendek ke atas selepas 1 saat mangkuk penyedut diaktifkan.
  4. Silinder tindakan berganda memanjang bagi menggerakkan bahan-kerja ke stesen-kerja selepas 2 saat silinder tindakan tunggal tersebut memendek.
  5. Silinder tindakan tunggal memanjang bagi menggerakkan bahan-kerja ke bawah arah stesen-kerja apabila satu lagi penderia magnet mengesan silinder tindakan berganda memanjang.
  6. Mangkuk penyedut dinyah-aktifkan bagi melepaskan bahan-kerja di atas stesen-kerja apabila satu lagi penderia foto mengesan bahan-kerja di atas stesen-kerja.
  7. Silinder tindakan tunggal memendek ke atas selepas 1 saat mangkuk penyedut dinyah-aktifkan.
  8. Silinder tindakan berganda memendek ke posisi asal selepas 2 saat silinder tindakan tunggal memendek.

Urutan-urutan tersebut diulang sehingga butang tekan dilepas bagi memberhentikan kitaran. Pembayang: Bangunkan satu jadual hubungan urutan kepada penggerak dan satu jadual hubungan urutan kepada penderia dan pemasa bagi membantu dalam pembinaan rajah tetangga.

(70 marks/markah)

- [b] Use product of sums method to obtain the Boolean equation from the truth table shown in Table Q4[b] and then simplify the equation using Boolean algebra.**

Gunakan kaedah darab jumlah untuk mendapatkan persamaan Boolean daripada jadual kebenaran yang ditunjukkan dalam Jadual S4[b] dan kemudian ringkaskan persamaan tersebut menggunakan aljebra Boolean.

**Table Q4[b]**  
Jadual S4[b]

| Input |   |   |   | Output |
|-------|---|---|---|--------|
| A     | B | C | D | Q      |
| 0     | 0 | 0 | 0 | 1      |
| 0     | 0 | 0 | 1 | 1      |
| 0     | 0 | 1 | 0 | 1      |
| 0     | 0 | 1 | 1 | 1      |
| 0     | 1 | 0 | 0 | 0      |
| 0     | 1 | 0 | 1 | 0      |
| 0     | 1 | 1 | 0 | 1      |
| 0     | 1 | 1 | 1 | 1      |



|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**(30 marks/markah)**

**-oooOOooo-**