

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2016/2017 Academic Session

December 2016 / January 2017

**EMC 311 – Mechatronics**  
***[Mekatronik]***

Duration: 2 hours  
*[Masa: 2 jam]*

---

Please check that this paper consists of NINE printed pages, and FOUR questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi SEMBILAN mukasurat, dan EMPAT soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.*

**Instructions** : Answer **ALL** (4) questions.  
**Arahan** : Jawab **SEMUA** (4) soalan.]

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

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

Write your index number in the space provided on the question paper to be attached to answer sheet.

*[Tulis nombor angka giliran dalam ruangan yang disediakan pada kertas soalan peperiksaan untuk dikepilkan bersama kertas jawapan.]*

**Q1. [a] Explain the principle of Pressure-limiting valves. Draw its symbol.**

*Terangkan prinsip injap menghad tekanan. Lukis simbolnya.*

**(10 marks/markah)**

**[b] Draw the symbols for**

- (i) 3/2-way valve, actuation by roller, spring return, normally closed,**
- (ii) 5/2-way valve, actuation by pressing, with detent,**
- (iii) 5/2-way double-pilot pneumatic valve, pneumatically actuated in both directions.**

*Lukiskan simbol untuk*

- (i) Injap hala 3/2, menggerakkan dengan penggelek, pulangan pegas, biasanya tertutup,*
- (ii) Injap hala 5/2, menggerakkan secara menekan, dengan penahan,*
- (iii) Injap pneumatik hala 5/2 panduan berganda, digerakkan secara pneumatik di kedua-dua arah.*

**(20 marks/markah)**

- [c] For the pneumatic circuit shown in Figure Q1[c], what is the sequence of operations when the start push-button is pressed? Explain the sequence of operations. a-, a+, b-, and b+ are limit switches to detect when the cylinders are fully retracted and fully extended.

*Bagi litar pneumatik yang ditunjukkan dalam Rajah S1[c], apakah urutan operasi apabila permulaan butang-tekan ditekan? Terangkan urutan operasi. a-, a+, b-, dan b+ adalah suis had untuk mengesan apabila silinder ditarik balik sepenuhnya dan dibuka sepenuhnya.*

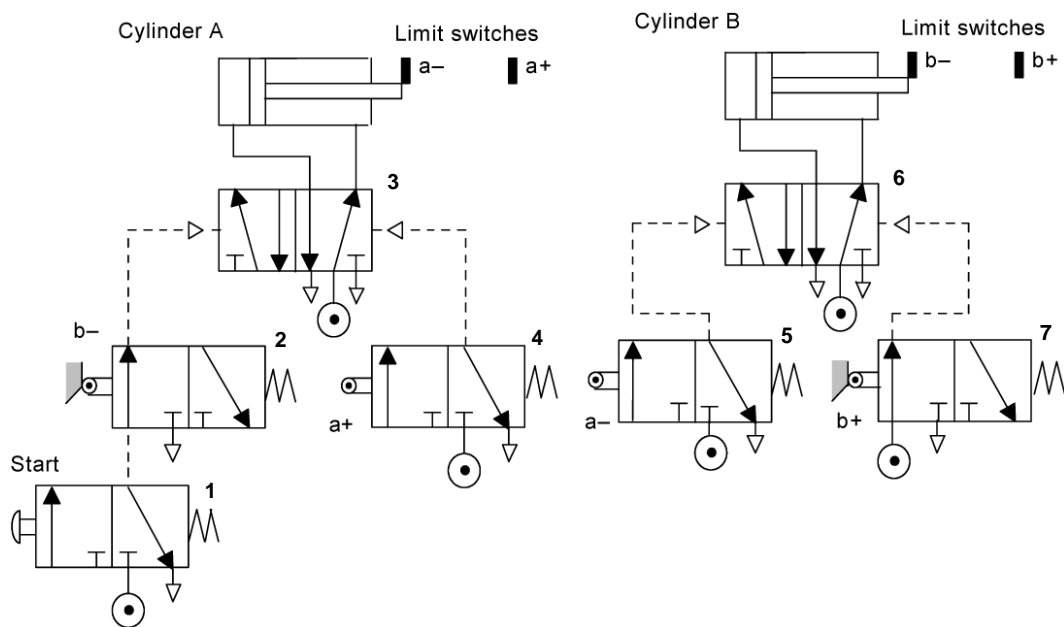


Figure Q1[c]  
Rajah S1[c]

(45 marks/markah)

- [d] Design a pneumatic valve circuit to control two pneumatic cylinders A and B, which gives the sequence of A+, followed by B+ and then simultaneously followed by A- and B-. Explain the sequence of operations.

*Reka bentuk sebuah litar injap pneumatik untuk mengawal dua silinder pneumatik A dan B yang memberikan urutan A +, diikuti oleh B + dan secara serentak diikuti oleh A- dan B-. Terangkan urutan operasinya.*

(25 marks/markah)

- Q2. [a] Explain the difference between a diode and a thyristor. Show their characteristics and circuits.

*Terangkan perbezaan di antara diod dan tiristor. Tunjukkan ciri-ciri dan litaranya.*

(15 marks/markah)

- [b] **What is the advantage of brushless DC motor compared to brush-type DC motor? Describe briefly the principle of the brushless DC permanent magnet motor.**

*Apakah kelebihan motor DC tanpa berus berbanding motor DC jenis berus? Terangkan secara ringkas prinsip motor DC tanpa berus magnet kekal.*

(20 marks/markah)

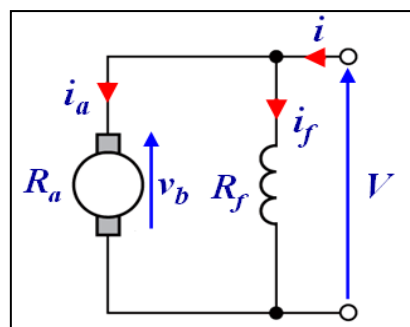
- [c] **Design a circuit to drive a DC motor in forward and reverse directions. Describe the electrical connections during forward and reverse directions in separate figure.**

*Reka bentuk litar untuk memandu motor DC dalam arah hadapan dan belakang. Terangkan sambungan elektrik semasa arah hadapan dan belakang dalam rajah yang berasingan.*

(35 marks/markah)

- [d] **A permanent magnet DC motor shown in Figure Q2[d] has an armature resistance of  $1.0 \Omega$  and field resistance of  $0.5 \Omega$ . When a voltage of  $240 \text{ V}$  is applied to the motor, it reaches a steady-state speed of rotation of  $30 \text{ rev/s}$  and draws an armature current of  $50 \text{ A}$  and field current of  $20 \text{ A}$ .**

*Sebuah magnet kekal motor DC yang ditunjukkan dalam Rajah S2[d] mempunyai rintangan angker  $1.0 \Omega$  dan rintangan bidang  $0.5 \Omega$ . Apabila voltan  $240 \text{ V}$  digunakan untuk motor, ia mencapai kelajuan mantap putaran  $30 \text{ rev/s}$  dan menarik arus angker  $50 \text{ A}$  dan arus bidang  $20 \text{ A}$ .*



**Figure Q2[d]**  
*Rajah S2[d]*

Calculate the following:

- (i) the power input to the motor,
- (ii) the power loss in the armature,
- (iii) the torque generated at that speed,
- (iv) if the torque required remains the same but current supplied is doubled, what happens to the speed?

*Kirakan yang berikut:*

- (i) *input kuasa untuk motor,*
- (ii) *kehilangan kuasa pada anker,*
- (iii) *tork yang dihasilkan pada kelajuan itu,*
- (iv) *jika tork yang diperlukan tetap sama tetapi arus yang dibekalkan adalah dua kali ganda, apa yang berlaku kepada kelajuan?*

(30 marks/markah)

Q3. [a] Referring to Figure Q3[a], describe the operation of a programmable logic controller (PLC).

*Merujuk kepada Rajah S3[a], huraikan operasi sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC).*

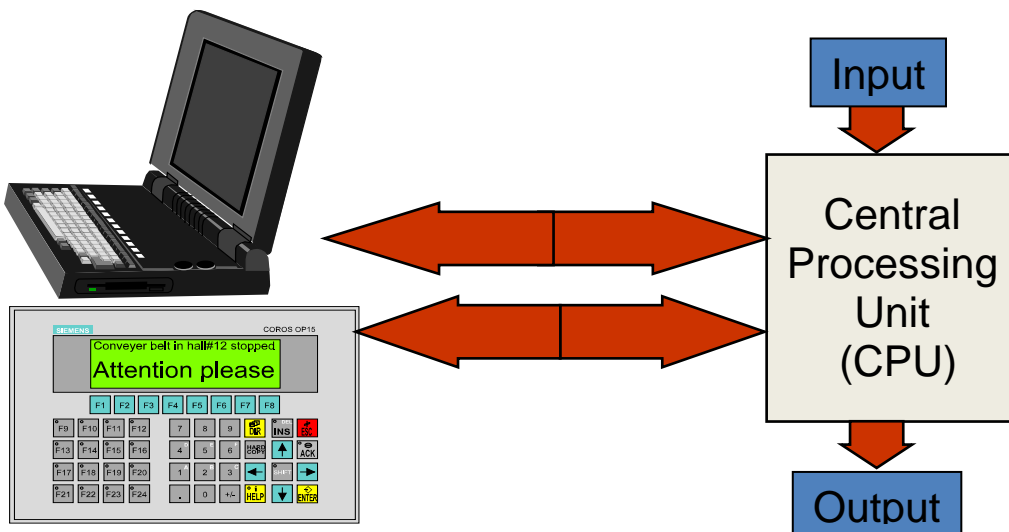
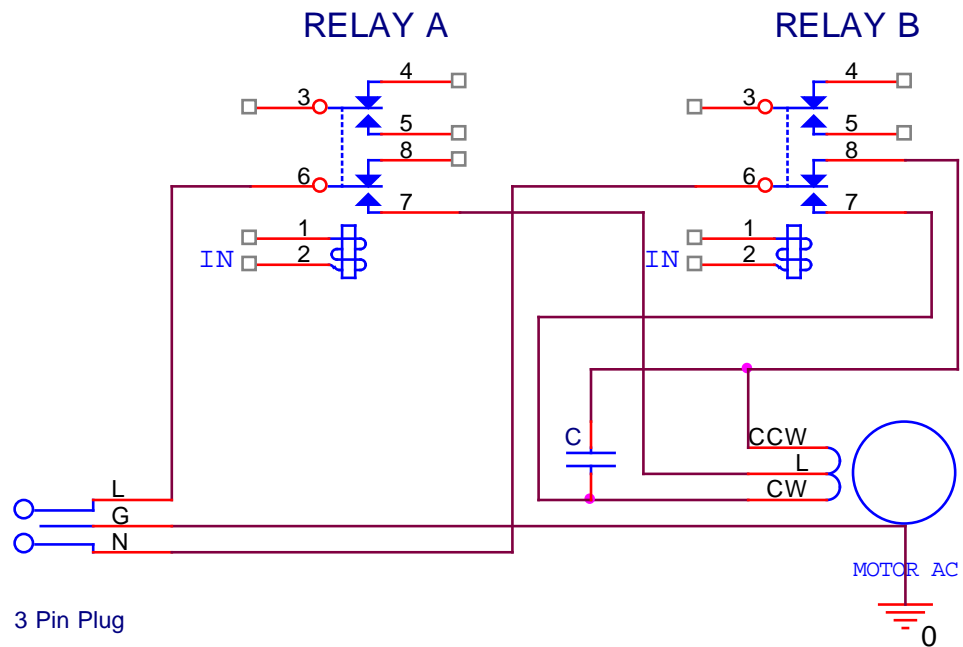


Figure Q3[a]  
Rajah S3[a]

(20 marks/markah)

- [b] **Figure Q3[b] shows electrical circuit for an alternating current induction motor connected to two relays for switching ON and changing direction. The relays and a switch will be connected to terminal 010.01, 010.02 and 000.00 of a programmable logic controller (PLC) respectively. Draw the electrical circuit showing the connections.**

*Rajah S3[b] menunjukkan litar elektrik untuk satu motor induksi arus ulang-alik yang disambungkan kepada dua geganti bagi menghidupkan dan menukar arah. Geganti-geganti tersebut dan satu suis masing-masing disambungkan kepada terminal 010.01, 010.02 dan 000.00 sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC). Lukis litar elektrik yang menunjukkan sambungan tersebut.*



**Figure Q3[b]**  
*Rajah S3[b]*

**(30 marks/markah)**

- [c] **Draw a ladder diagram to be loaded into a programmable logic controller (PLC) to control the motor mentioned in question Q3[b]. When the switch is pressed, the motor will rotate clockwise for 4 seconds after a delay of 2 seconds. It then will rotate counter clockwise for 5 seconds after a delay of 3 seconds. During the delay it will stop rotating. The process will continue repeating until the switch is released.**

*Lukis satu rajah tetangga yang akan dimuatkan ke dalam sebuah pengawal logik bolehaturcara (PLC) bagi mengawal motor yang disebut dalam soalan S3[b]. Apabila suis ditekan, motor tersebut akan berputar mengikut jam selama 4 saat selepas penangguhan 2 saat. Ia kemudian akan berputar melawan jam selama 5 saat selepas penangguhan 3 saat. Semasa penangguhan ia akan berhenti berputar. Proses tersebut akan terus berulang sehingga suis dilepaskan.*

**(30 marks/markah)**

- [d] **Simplify the Boolean equation  $Q = A + \overline{A + B}$  using Boolean algebra and De Morgan law.**

*Ringkaskan persamaan Boolean  $Q = A + \overline{A + B}$  menggunakan aljebra Boolean dan hukum De Morgen.*

**(20 marks/markah)**

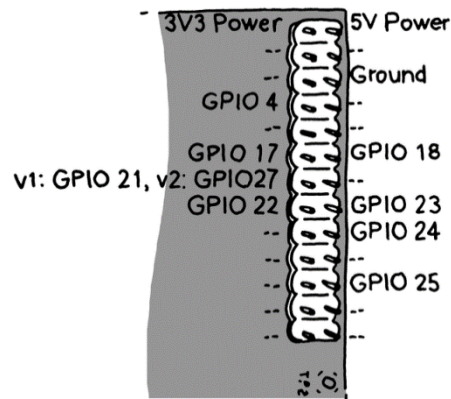
- Q4. [a] Convert the BCD number 10010101 to decimal, binary, octal and hexadecimal number.**

*Tukarkan nombor BCD 10010101 kepada nombor perpuluhan, binari, perlatan dan perenambelas.*

**(20 marks/markah)**

- [b] **Figure Q4[b] shows the GPIO pins on a Raspberry Pi microcontroller. A solenoid valve that controls a pneumatic cylinder is connected to pin 23 of the microcontroller. Two switches are connected to pin 4 and 17 of the microcontroller. Draw the electrical circuit showing the connections.**

*Rajah S4[b] menunjukkan pin-pin GPIO pada sebuah pengawal-mikro Raspberry Pi. Sebuah injap bersolenoid yang mengawal sebuah silinder pneumatik disambungkan kepada pin 23 pengawal-mikro tersebut. Dua suis disambung kepada pin 4 dan 17 pengawal-mikro tersebut. Lukis litar elektrik yang menunjukkan sambungan tersebut.*



**Figure Q4[b]**  
*Rajah S4[b]*

(30 marks/markah)

- [c] **Write a Python program for a Raspberry Pi microcontroller to control the pneumatic cylinder mentioned in question Q4[b]. When the program is executed, the cylinder will extend for 5 second if both switches are pressed. The process will continue repeating forever.**

*Tulis satu aturcara Python untuk sebuah pengawal-mikro Raspberry Pi bagi mengawal silinder pneumatik yang disebut dalam soalan S4[b]. Apabila aturcara tersebut dilaksanakan, silinder tersebut akan memanjang selama 5 saat jika kedua-dua suis ditekan. Proses ini akan terus berulang selamanya.*

(30 marks/markah)



**[d] Write a Linux shell script for a Raspberry Pi microcontroller in a text file named off.sh to turn off any two pins and remove their associated directory. Type on the Linux command prompt the commands to**

- (i) run command as root to access pins,**
- (ii) make the text file become executable, and**
- (iii) turn off pin 23 and 24 and remove their associated folder.**

*Tulis satu skrip shell Linux bagi sebuah pengawal-mikro Raspberry Pi dalam satu fail teks bernama off.sh bagi mematikan sebarang dua pin dan membuang direktori berkaitannya. Taip pada arahan segera Linux arahan-arahan bagi*

- (i) melaksanakan arahan sebagai akar untuk mengakses pin-pin,*
- (ii) membuat fail teks tersebut boleh-dilaksanakan, dan*
- (iii) mematikan pin 23 dan 24 dan membuang direktori berkaitannya.*

**(20 marks/markah)**