
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2012/2013 Academic Session

January 2013

EPC431/3 – Robotics And Automation
[Robotik Dan Automasi]

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

Please check that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

INSTRUCTIONS : Answer **ALL** questions. You may answer any question in **English** OR **Bahasa Malaysia**.

*[**ARAHAN** : Jawab **SEMUA** soalan. Calon boleh menjawab mana-mana 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 in the examination question, the English version shall be used.

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

Q1. [a] State the “Laws of Robotics”?

Nyatakan “Hukum Robotik”?

(10marks/markah)

[b] Differentiate with the aid of sketches serial and parallel robots.

Bezakan dengan bantuan gambarajah robot siri dan robot selari.

(30 marks/markah)

[c] Name THREE (3) the subsystems of robots and describe their functions.

Berikan TIGA (3) sub-sistem di dalam robot dan terangkan fungsinya

(25 marks/markah)

[d] Sketch a revolute articulated robot and describe its degree-of-freedom.

Lakarkan satu robot bersendi putaran dan terangkan darjah kebebasannya.

(35 marks/markah)

Q2. [a] Give the definition of robot arm kinematics. Explain the use of forward and inverse kinematics in robotics.

Berikan definisi kinematik lengan robot. Jelaskan penggunaan kinematik hadapan dan songsang dalam robotik.

(20 marks/markah)

[b] Assign the necessary frames to the 3 degree-of-freedom robot in Figure Q2[a] and derive the forward kinematic equation of the robot.

Tentukan bingkai yang perlu bagi robot 3 darjah kebebasan seperti di dalam Rajah S2[a] dan terbitkan persamaan kinematik hadapan bagi robot tersebut.

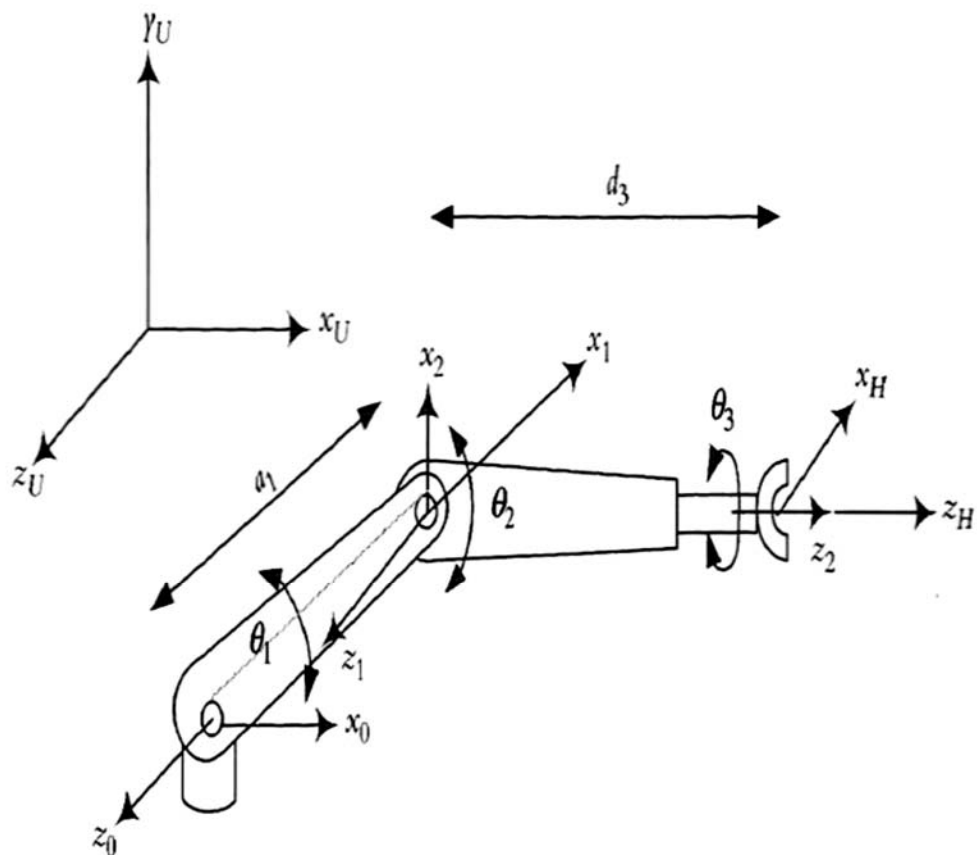


Figure Q2[a]
Rajah S2[a]

(30marks/markah)

- [c] Derive the transformation matrices 0_1T , 1_2T , and 2_3T of the robot arm shown in Figure Q2[b]. The general transformation matrix is given below.

Terbitkan matriks transformasi lengan robot 0_1T , 1_2T , dan 2_3T yang ditunjukkan di dalam Rajah S2[b]. Rumus matrik penjelmaan umum diberikan di bawah.

$${}^{i-1}_i T = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\sin \theta_i & 0 & a_{i-1} \\ \sin \theta_i \cos \alpha_{i-1} & \cos \theta_i \cos \alpha_{i-1} & -\sin \alpha_{i-1} & -\sin \alpha_{i-1} d_i \\ \sin \theta_i \sin \alpha_{i-1} & \cos \theta_i \sin \alpha_{i-1} & \cos \alpha_{i-1} & \cos \alpha_{i-1} d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

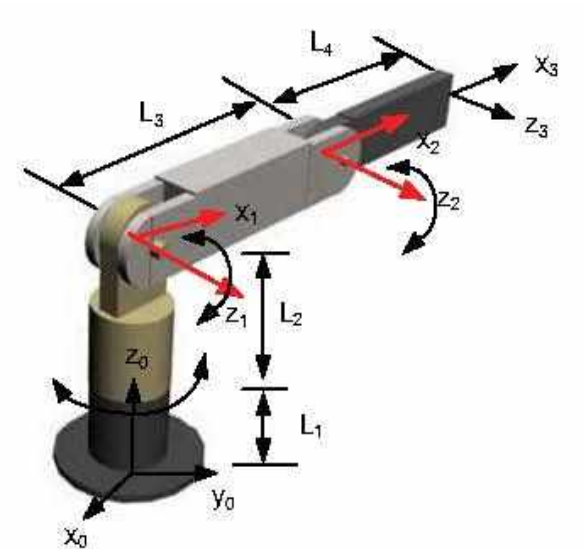


Figure Q2[b]

Rajah S2[b]

(50 marks/markah)

- Q3. [a] Name THREE (3) types of wheel mobile robots and state their configuration advantages and disadvantages with respect to their application.

Namakan TIGA (3) jenis robot bergerak roda dan nyatakan kelebihan dan kelemahan konfigurasinya dengan merujuk kepada penggunaannya.

(20 marks/markah)

- [b] Figure Q3[b] shows the differential type wheel mobile robot (WMR). Write the kinematic model for world frame and robot frame.

Rajah S3[b] menunjukkan robot bergerak roda jenis pembeza. Tuliskan model kinematik untuk kerangka dunia dan kerangka robot.

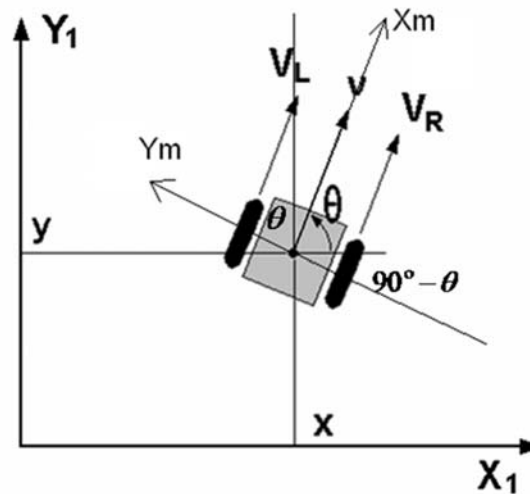


Figure Q3[b]
Rajah S3[b]

(40 marks/markah)

- [c] **There are THREE (3) types of robot controllers. Name and classify each of them. Use flow chart in your classification.**

Terdapat TIGA (3) jenis pengawal robot. Namakan dan klasifikasikan setiap satu darinya. Gunakan carta alir dalam klasifikasi anda.

(20 marks/markah)

- [d] **Sketch the schematic representation of the Kuka robot servo structure and describe the closed loop systems.**

Lakarkan perwakilan skematik struktur servo robot Kuka dan huraikan sistem-sistem gelong tertutupnya.

(20 marks/markah)

- Q4. [a] State and explain the Cartesian coordinate systems that are defined in the Kuka robot controller.**

Nyatakan dan terangkan sistem-sistem koordinat Cartesian yang ditakrifkan dalam pengawal robot Kuka.

(20 marks/markah)

- [b] **Describe the TWO (2) difference ways of jogging the Kuka robot.**

Huraikan DUA (2) cara berbeza menggerakkan robot Kuka secara insani.

(10 marks/markah)

- [c] **Explain why mastering Kuka robot is mandatory and give FOUR (4) cases in which it needs to be mastered.**

Terangkan mengapa menetapkan rujukan robot Kuka adalah wajib dan beri EMPAT (4) kes di mana ia perlu ditetapkan.

(20 marks/markah)

- [d] **Develop a program for Kuka robot to remove a cube from a cube magazine and place the cube back into the magazine. Create two appropriate modules for removing and placing. The start and end position is the HOME position. Both processes are then to be linked in a main module and left to run continuously. Include a variable in the program that counts the number of cubes transported since the last program selection and a variable that saves the absolute number of all cubes transported so far.**

Bangunkan satu aturcara bagi robot Kuka untuk mengambil sebuah bongkah dari bekas bertingkat dan meletakkannya kembali ke dalam bekas tersebut. Bina dua modul yang sesuai bagi mengambil dan meletak. Posisi mula dan akhir adalah posisi ASALAN. Kedua-dua proses kemudian dihubungkan dalam modul utama dan dibiarkan beroperasi secara berterusan. Masukkan satu pembolehubah ke dalam aturcara yang mengira bilangan bongkah yang telah dipindahkan sejak pilihan aturcara yang terakhir dan satu pembolehubah yang menyimpan bilangan mutlak semua bongkah yang telah dipindahkan sejak pilihan yang terkini.

(50 marks/markah)

- Q5. [a] What are the characteristics of a point-to-point motion?**

Apakah ciri-ciri pergerakan titik-ke-titik?

(20 marks/markah)

- [b] **Describe “tool calibration” and give TWO (2) advantages.**

Huraikan “kalibrasi alatan” dan beri DUA (2) kelebihanannya.

(20 marks/markah)

- [c] **Develop a program for Kuka robot to apply adhesive on an automotive component. The component contour is illustrated in Figure Q5[c] using base[2] and tool[5]. The traversing velocity is 0.3 m/s. Make sure that the longitudinal axis of the tool is always perpendicular to the path contour (orientation control). Insert the approximate positioning instruction into the motion commands of the program so that the robot follows the contour continuously. The corners of the contour are to be approximated using different approximation parameters. Add logic functions for a programmable logic controller to issue an enabling signal (input 11) before the robot leaves the HOME position and receive a finished signal (output 11) 50 mm in distance before the end of work on the component. The finish signal is activated for 2 seconds. The adhesive nozzle (output 13)**

must be activated 0.5 second before it reaches the component and deactivated 0.75 second before it leaves the component. A signal lamp (output 12) needs to be activated starting at point 5 and ending at point 8.

Bangunkan satu aturcara bagi robot Kuka mengenakan pelekat pada sebuah komponen automotif. Kontor komponen ditunjukkan dalam Rajah S5[c] menggunakan asas[2] dan alatan[5]. Halaju melintang adalah 0.3 m/s. Pastikan paksi longitud alatan itu sentiasa bersudut tepat dengan kontor laluannya (kawalanorientasi). Masukkan arahan memposi hampir ke dalam arahan pergerakan aturcara tersebut supaya robot mengikut kontor secara berterusan. Sudut-sudut kontor tersebut akan dianggarkan menggunakan parameter-parameter penghampiran berbeza. Tambahkan fungsi-fungsi logik bagi pengawal logik boleh aturcara untuk memberi satu isyarat membolehkan (input 11) sebelum robot meninggalkan posisi ASALAN dan menerima isyarat siap (output 11) dalam jarak 50 mm sebelum kerja berakhir pada komponen tersebut. Isyarat siap diaktifkan selama 2 saat. Muncung pelekat (output 13) mestilah diaktifkan 0.5 saat sebelum ia sampai komponen dan dimatikan 0.75 saat sebelum ia meninggalkan komponen. Satu lampu isyarat (output 12) perlu diaktifkan bermula pada titik 5 dan berakhir pada titik 8.

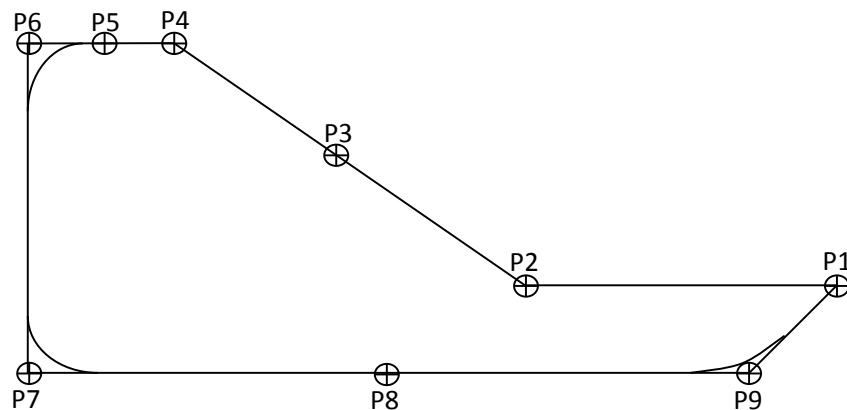


Figure Q5[c]
Rajah S5[c]

(60 marks/markah)

-oooOOooo-