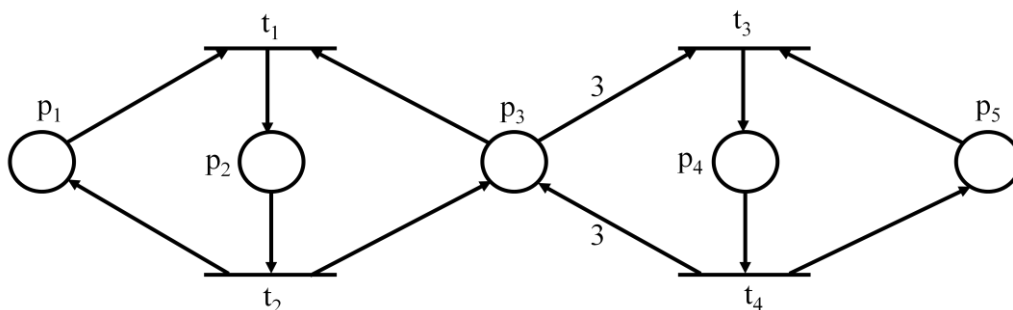


ÁREA DE ESTUDO: CÓDIGO 20

Linguagem de Programação; Sistema de Supervisão; Robótica I; Robótica II

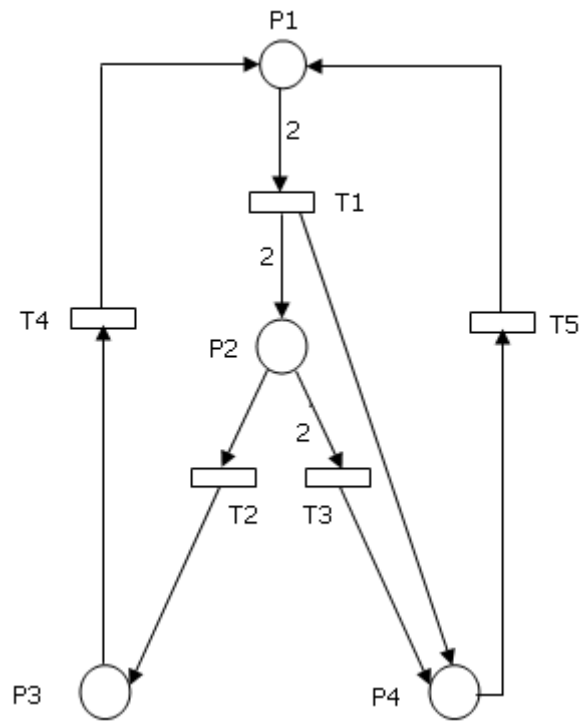
01 (20 pontos) Resolva as questões, sabendo-se que a rede de petri da figura abaixo possui marcação inicial $M_0 = [1 \ 0 \ 3 \ 0 \ 1]$.

- (3 pontos) Quais são as transições habilitadas na marcação $M = [0 \ 1 \ 2 \ 0 \ 1]$?
- (6 pontos) Defina a rede através da matriz pré e da matriz post.
- (5 pontos) A marcação inicial é alcançável a partir de qualquer marcação do grafo de alcançabilidade da rede de petri? Explique sua resposta.
- (6 pontos) Defina a rede de petri formalmente através do conjunto de pesos (W).



02. (20 pontos) Considere que a rede de petri abaixo possui marcação inicial $M_0 = [2 \ 0 \ 0 \ 0]$ e resolva as questões.

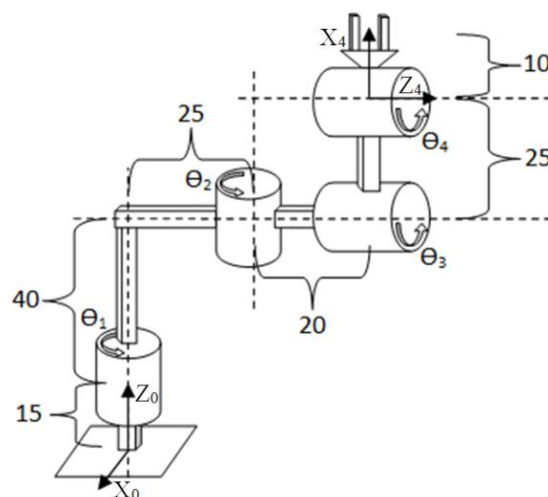
- (5 pontos) A rede de petri é viva? Por quê?
- (5 pontos) Indique uma forma de tornar a rede de petri limitada.
- (5 pontos) Existem transições em conflito estrutural e efetivo? Indique-as, se existirem.
- (5 pontos) Encontre e indique dead-locks, se existirem.



03. (20 pontos) Responda às perguntas sobre robótica móvel.

- (4 pontos) Qual o número de eventos possíveis (passos distintos), para o andar de um robô com 3 pernas?
- (4 pontos) A estabilidade estática de um robô é garantida com quantos pontos de contato com o solo?
- (6 pontos) Explique a diferença entre sensores proprioceptivos e exteroceptivos, utilizados em robótica móvel. Cite dois exemplos de cada tipo.
- (6 pontos) Qual a diferença entre sensores ativos e passivos? Cite dois exemplos de cada tipo.

04. (20 pontos) Considere o manipulador robótico abaixo e responda aos itens pedidos.



$$Rot(z, \theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Rot(x, \theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

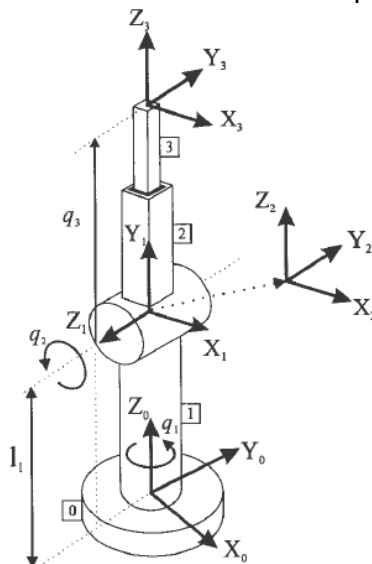
$$Rot(y, \theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

a) (8 pontos) Quais os parâmetros de Devanit-Hartenberg (D-H) do manipulador?

Junta	Torção α_{i-1}	Comprimento a_{i-1}	Ângulo θ_i	Distância d_i
0-1				
1-2				
2-3				
3-4				

b) (12 pontos) Escreva a matriz de transformação pela cinemática direta dos parâmetros D-H e indique a posição final calculada do manipulador, considerando $\theta_1 = 90^\circ$, $\theta_2 = -90^\circ$, $\theta_3 = 90^\circ$, $\theta_4 = -90^\circ$ e uma transformação de translação em x de 10 unidades de medida da junta 4 até o centro da garra.

05. (20 pontos) Considere o manipulador robótico abaixo e responda aos itens pedidos.



a) (6 pontos) Quais os parâmetros de Devanit-Hartenberg (D-H) do manipulador?

Junta	Torção α_{i-1}	Comprimento a_{i-1}	Ângulo θ_i	Distância d_i
0-1				
1-2				
2-3				

b) (4 pontos) Encontre algebricamente pela cinemática inversa o valor de q_1 para o manipulador.

- c) (4 pontos) Encontre algebricamente pela cinemática inversa o valor de q_3 para o manipulador.
- d) (6 pontos) Encontre algebricamente pela cinemática inversa o valor de q_2 para o manipulador.