



SIMULAÇÃO DAS TRAJETÓRIAS DE UM MANIPULADOR ROBÓTICO PLANAR COM DOIS GRAUS DE LIBERDADE UTILIZANDO UM MOVIMENTO PONTO A PONTO.

SAMUEL LETZOW SILVA BECKER; ALEXANDRE MOLTER

Universidade Federal de Pelotas – samuelbecker9418@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas – alexandre.molter@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho possui por objetivo o estudo e a simulação computacional de um sistema que modela um manipulador robótico planar, de dois graus de liberdade, baseado em CRAIG (2005), SPONG (1989) e SICILIANO (2008). Foi escolhido um manipulador robótico planar com dois elos e com dois graus de liberdade para simplificar o equacionamento e a visualização. O equacionamento matemático utilizado está baseado em SICILIANO (2008).

Foi usada no algoritmo uma lógica de funções dependentes do tempo para alcançar as trajetórias objetivadas, sendo necessário apenas o conhecimento dos pontos iniciais e finais das trajetórias.

Para mostrar o funcionamento do modelo proposto foram escolhidas trajetórias das juntas a serem seguidas pelo manipulador, as quais estão descritas na metodologia.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado mediante estudos realizados nos textos de CRAIG(2005), SPONG (1989) e SICILIANO (2008), acompanhado da implementação de um código computacional para a simulação e obtenção das trajetórias temporais das juntas e também suas velocidades e acelerações.

O robô escolhido para aplicação das trajetórias foi tirado de SICILIANO, (2008), um manipulador robótico com dois graus de liberdade, sendo um movimento executado pela junta 1 que tem seu eixo transversal a origem do plano cartesiano de referência sendo seu deslocamento em relação a este plano de referência, enquanto a junta 2 tem seu deslocamento em relação ao eixo de projeção do elo 1.

Para este caso foi implantado um movimento de trajetória ponto-a-ponto, em que apenas alguns pontos iniciais e finais são especificados, sendo estes pontos denominados: q_{i0} como posição angular inicial da junta i ; q_{if} como posição angular final da junta i ; \ddot{q}_{ci} como a aceleração angular máxima de alcance do manipulador da junta i ; t_0 como tempo inicial e t_f como o tempo final; t_c como o tempo crítico, que é o tempo em que a função definida por mais de uma variável passa a agir por outra sentença.

O valor de \ddot{q}_{ci} é arbitrado de forma que ele obedeça a inequação a seguir:

$$|\ddot{q}_{ci}| \geq \frac{4|q_{if} - q_{i0}|}{t_f^2}$$

(01)

O valor de t_c é obtido através da inequação a seguir:



$$t_c = \frac{t_f}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{t_f^2 \ddot{q}_c - 4(q_f - q_i)}{\ddot{q}_c}} \quad (02)$$

A função definida por mais de uma sentença que representa o deslocamento angular $q(t)$ é dada por:

$$q(t) = \begin{cases} q_i + \frac{1}{2} \ddot{q}_c t^2 & 0 \leq t \leq t_c \\ q_i + \ddot{q}_c t_c \left(t - \frac{t_c}{2} \right) & t_c < t \leq t_f - t_c \\ q_f - \frac{1}{2} \ddot{q}_c (t_f - t)^2 & t_f - t_c < t \leq t_f \end{cases} \quad (03)$$

A função definida por mais de uma sentença que representa a velocidade angular $\dot{q}(t)$ é dada por:

$$\dot{q}(t) = \begin{cases} \ddot{q}_c t & 0 \leq t \leq t_c \\ \ddot{q}_c t_c & t_c < t \leq t_f - t_c \\ \ddot{q}_c (t_f - t) & t_f - t_c < t \leq t_f \end{cases} \quad (04)$$

A função definida por mais de uma sentença que representa a aceleração angular $\ddot{q}(t)$ é dada por:

$$\ddot{q}(t) = \begin{cases} \ddot{q}_c & 0 \leq t \leq t_c \\ 0 & t_c < t \leq t_f - t_c \\ -\ddot{q}_c & t_f - t_c < t \leq t_f \end{cases} \quad (05)$$

Foram planejados dois movimentos para visualizar as trajetórias denominados movimento 1 e movimento 2.

A junta 1 para o movimento 1 possui os seguintes parâmetros enquanto os parâmetros de deslocamento da junta 2 para o movimento 1 são nulos:

t0	0 s
tf	3s
q0	0 rad
qf	$\pi/2$ rad

Tabela 1: dados da junta 1.

Tanto para a junta 1 quanto para a junta 2 foram escolhidos o valor de $\ddot{q}_c = 1 \text{ rad/s}^2$ para o movimento 1 o qual respeita a inequação (01) para ambas as juntas.

Para o movimento 2 as juntas 1 e 2 possuem os seguintes parâmetros:

t0	0 s
tf	2s
q0	$\pi/2$ rad
qf	$3\pi/4$ rad

t0	0 s
tf	2s
q0	0 rad
qf	$3\pi/4$ rad

Tabela 2: (a) dados da junta 1. (b) dados da junta 2.

Para o movimento 2 foram escolhidos os valores de \ddot{q}_c para as juntas 1 e 2 de $\ddot{q}_{c1} = 1$ e $\ddot{q}_{c2} = 7/2$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O equacionamento matemático foi implementado no *MATLAB* de onde foram obtidos os seguintes gráficos das trajetórias de ambas as juntas para os movimentos 1 e 2 (gráficos em azul representam os movimentos da junta 1 e os vermelhos da junta 2):

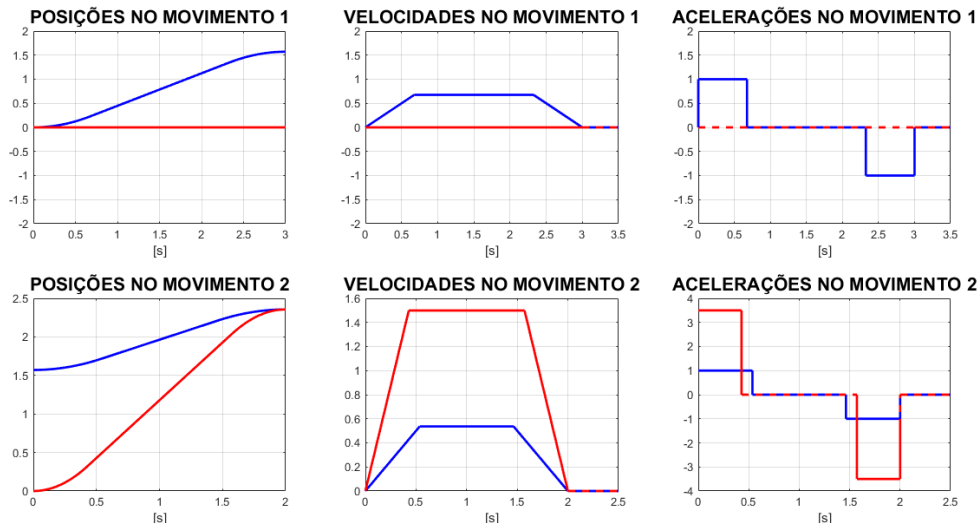


Figura 01: gráficos obtidos.

4. CONCLUSÕES

A partir da implementação do sistema robótico em um código computacional e sua simulação obteve-se trajetórias temporais, observa-se na figura 03 a execução do deslocamento 1, consequente do movimento da junta 1, alcançar a posição equivalente a $\pi/2$ rad com uma velocidade partindo do zero, realizando a trajetória para se acomodar em zero novamente, considerando o fim do movimento com o manipulador parado como foi o idealizado, e a trajetória da aceleração demonstra esta possuindo valor positivo para quando a velocidade está em acréscimo, aceleração nula para quando a velocidade é constante e aceleração negativa para quando a velocidade está em decréscimo.

No movimento 2 a curvas correspondentes as trajetórias geradas pela junta 2 possuem uma maior amplitude comparadas as executadas pela junta 1, devido ao fato de que a junta 1 partiu da posição inicial de $\pi/2$ rad, a posição final do movimento 1, para a posição de $3\pi/4$ rad, enquanto a junta 2 tem de alcançar a mesma posição no mesmo período de tempo partindo da posição zero, o que justifica velocidade e aceleração bem maiores que as executadas pela junta 1.

Como estudos futuros pretende-se realizar a análise e projeto de sistemas de controle para uma simulação mais próxima da prática da execução de um manipulador robótico em movimento.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SICILIANO, Bruno; SCIAVICCO, Lorenzo; VILLANI, Luigi; ORIOLO, Giuseppe. **Robotics, Modelling, Planning and Control**. Local de Edição: Springer-Verlag London Limited, 2009.

CRAIG, Jhon J. **Introduction to Robotics, Mechanics, and Control**. Local de Edição: Uper Saddle River, Pearson, 2005.

SPONG, Mark W. **Robot Dynamics And Control**. Local de Edição: Illinois, Wiley, 1989.

MATLAB. Online. Disponível em: <https://matlab.mathworks.com/> acessado em 2020.