

## Dinâmica de Máquinas – Trabalho Final

Seja o manipulador robótico plano ilustrado na figura abaixo.

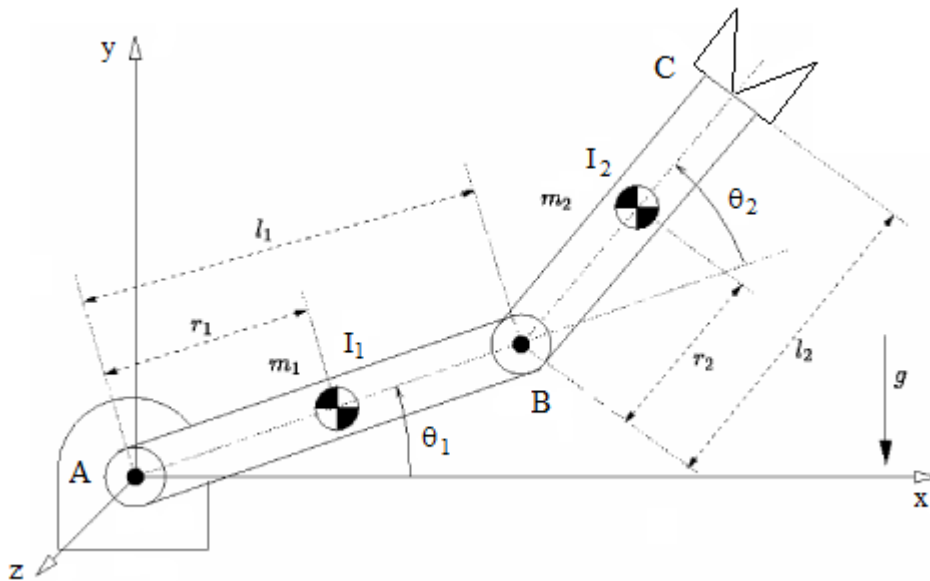


Figura 1 – Manipulador robótico plano de dois graus de liberdade

### Questões propostas

Usando como coordenadas generalizadas (variáveis primárias) os deslocamentos angulares  $\theta_1$  e  $\theta_2$ , resolver as seguintes questões:

- 1) Determinar as equações de posição, velocidade e aceleração, considerando as coordenadas cartesianas  $x_C$  e  $y_C$  do ponto C, na extremidade livre do manipulador, como variáveis secundárias.
- 2) Determinar, em coordenadas cartesianas, as posições, as velocidades e as acelerações dos centros de massa das hastes 1 e 2, em função das variáveis primárias e de suas derivadas temporais
- 3) Usando princípio dos trabalhos virtuais, determinar os momentos  $M_1$  e  $M_2$ , a serem aplicados respectivamente nas hastes 1 e 2, para que o sistema fique em equilíbrio estático, face aos pesos das hastes e à existência de uma força vertical F, de 5 N, aplicada no ponto C. Considerar que  $m_1 = 0,5$  kg,  $m_2 = 1,0$  kg,  $l_1 = 0,5$  m,  $l_2 = 1,0$  m,  $r_1 = 0,25$  m,  $r_2 = 0,5$  m,  $\theta_1 = 45^\circ$  e  $\theta_2 = 30^\circ$ . Considerar ainda que a aceleração da gravidade  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>.
- 4) Usando as equações de Lagrange, determinar as equações de movimento para o manipulador robótico, em função das coordenadas generalizadas  $\theta_1$  e  $\theta_2$ . Considerar que  $I_1$  e  $I_2$  são os momentos de inércia de massa das hastes 1 e 2, respectivamente, em torno dos centros de massa correspondentes. Considerar também a existência de momentos  $M_1$  e  $M_2$ , aplicados respectivamente nas hastes 1 e 2, e de uma força vertical F, aplicada no ponto C.

- 5) Com base nos diagramas de corpo livre das hastes 1 e 2, determinar, em coordenadas cartesianas, as forças de conexão entre a base e a haste 1 e entre as hastes 1 e 2. Considerar a existência dos momentos  $M_1$  e  $M_2$  e da força  $F$  apontados no item anterior (item 4).
- 6) Determinar, em coordenadas cartesianas, as acelerações dos centros de massa das hastes 1 e 2 e as forças de conexão abordadas no item anterior (item 5), considerando a existência de uma força vertical  $F$ , de 10 N, aplicada no ponto C, e de momentos  $M_1$  e  $M_2$ , ambos iguais a 15 N.m, aplicados respectivamente nas hastes 1 e 2. Considerar que  $m_1 = 0,5$  kg,  $m_2 = 1,0$  kg,  $l_1 = 0,5$  m,  $l_2 = 1,0$  m,  $r_1 = 0,25$  m,  $r_2 = 0,5$  m,  $\theta_1 = 45^\circ$ ,  $\theta_2 = 30^\circ$ ,  $\dot{\theta}_1 = 10$  rad/s e  $\dot{\theta}_2 = 5$  rad/s. Considerar também que a aceleração da gravidade  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>.

**Data de entrega: até 26/06/17, segunda-feira, às 12:00 horas.**