

1 Primeiro Estágio

$$S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \quad (1)$$

$$Q = Q_0 + \frac{at^2}{2} \quad (2)$$

$$\boxed{Q_1(t) = \frac{2Q_i + at^2}{2} \quad \forall \quad 0 < t \leq t_b} \quad (3)$$

2 Segundo Estágio

- Q'_{i2} é a nova posição inicial após o fim do primeiro estágio, ou seja, Q'_{i2} equivale a $Q_1(t)$ (Equação 3) para quando $t = t_b$.

$$Q'_{i2} = \frac{2Q_i + at_b^2}{2} \quad (4)$$

$$S(t) = S_0 + Vt \quad (5)$$

$$Q(t) = Q'_{i2} + Vt \quad (6)$$

$$Q(t) = \frac{2Q_i + at_b^2}{2} + Vt \quad (7)$$

$$\boxed{Q_2(t) = \frac{2Q_i + at_b^2}{2} + Vt \quad \forall \quad t_b < t \leq t_f - t_b} \quad (8)$$

3 Terceiro Estágio

- Q'_{i3} é a nova posição inicial após o fim do segundo estágio, ou seja, Q'_{i3} equivale a $Q_2(t)$ (Equação 8) para quando $t = t_f - t_b$.

$$Q'_{i3} = \frac{2Q_i + at_b^2}{2} + V(t_f - 2t_b) \quad (9)$$

$$S = S_0 + V_0t + \frac{at^2}{2} \quad (10)$$

$$Q = Q'_{i3} + V(t - t_f + t_b) - \frac{a \cdot (t - t_f + t_b)^2}{2} \quad (11)$$

$$Q = \frac{2Q_i + at_b^2}{2} + V(t_f - 2t_b) + V(t - t_f + t_b) - \frac{a \cdot (t - t_f + t_b)^2}{2} \quad (12)$$

$$\boxed{Q_3(t) = \frac{2Q_i + at_b^2}{2} + V(t - t_b) - \frac{a \cdot (t - t_f + t_b)^2}{2} \quad \forall \quad t_f - t_b < t \leq t_f} \quad (13)$$

4 Equações Finais

- As equações de movimento devem ser atualizadas para que a posição atualize na direção correta, a partir de Equação 14.

$$d = \frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \quad (14)$$

- Atualizando as posições iniciais em Equação 15

$$\begin{aligned} Q'_{i2} &= \left(\frac{2Q_i + at_b^2}{2} \right) \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) \\ Q'_{i3} &= \left(\frac{2Q_i + at_b^2}{2} + V(t_f - 2t_b) \right) \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) \end{aligned} \quad (15)$$

- Equações de Posição:

$$\begin{aligned} Q_1(t) &= \frac{2Q_i + at^2}{2} \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) & \forall \quad 0 < t \leq t_b \\ Q_2(t) &= \left(\frac{2Q_i + at_b^2}{2} + Vt \right) \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) & \forall \quad t_b < t \leq t_f - t_b \\ Q_3(t) &= \left(\frac{2Q_i + at_b^2}{2} + V(t - t_b) - \frac{a \cdot (t - t_f + t_b)^2}{2} \right) \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) & \forall \quad t_f - t_b < t \leq t_f \end{aligned} \quad (16)$$

- Equações de Velocidade:

$$\begin{aligned} v_1(t) &= at \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) & \forall \quad 0 < t \leq t_b \\ v_2(t) &= V \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) & \forall \quad t_b < t \leq t_f - t_b \\ v_3(t) &= -a(t_f - t) \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) & \forall \quad t_f - t_b < t \leq t_f \end{aligned} \quad (17)$$

- Equações de Aceleração:

$$\begin{aligned} a_1(t) &= a \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) & \forall \quad 0 < t \leq t_b \\ a_2(t) &= 0 & \forall \quad t_b < t \leq t_f - t_b \\ a_3(t) &= -a \cdot \left(\frac{q_f - q_i}{|q_f - q_i|} \right) & \forall \quad t_f - t_b < t \leq t_f \end{aligned} \quad (18)$$

5 Velocidade Máxima e Aceleração

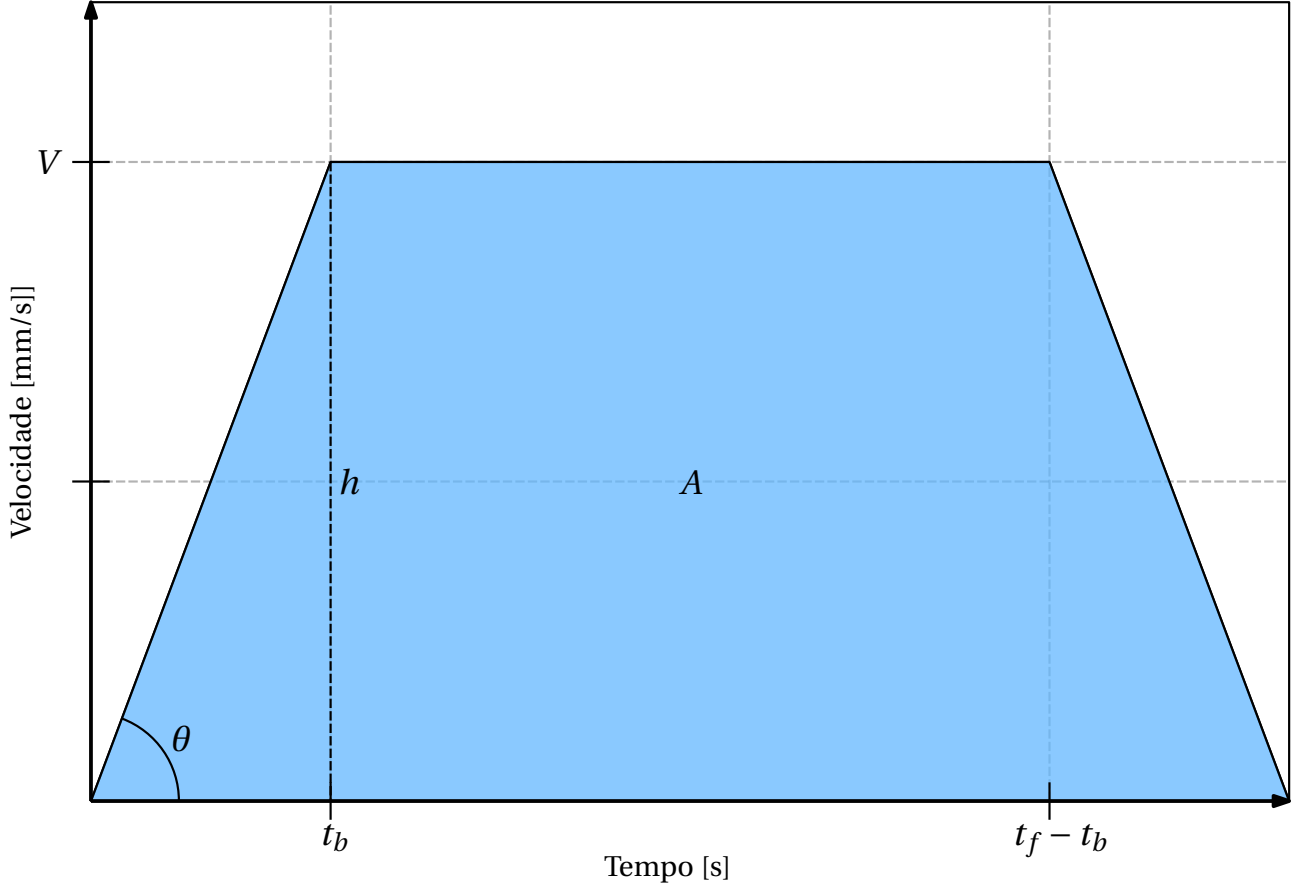


Figura 1: Gráfico de velocidade esperada.

$$\begin{cases} A = \frac{(t_f - (t_f - 2t_b)) \cdot h}{2} & (A = \Delta Q) \\ \tan \theta = \frac{h}{t_b} & (\tan \theta = a) \end{cases} \quad (19)$$

$$a = \frac{h}{t_b} \quad (20)$$

$$h = a \cdot t_b \quad (21)$$

$$A = \frac{(t_f - (t_f - 2t_b)) \cdot a \cdot t_b}{2} \quad (22)$$

$$\Delta Q = \frac{(t_f - (t_f - 2t_b)) \cdot a \cdot t_b}{2} \quad (23)$$

$$a = \left| \frac{\Delta Q}{(t_f - t_b) \cdot t_b} \right| \quad (24)$$

$$V = a \cdot t_b \quad (25)$$

6 Resultados

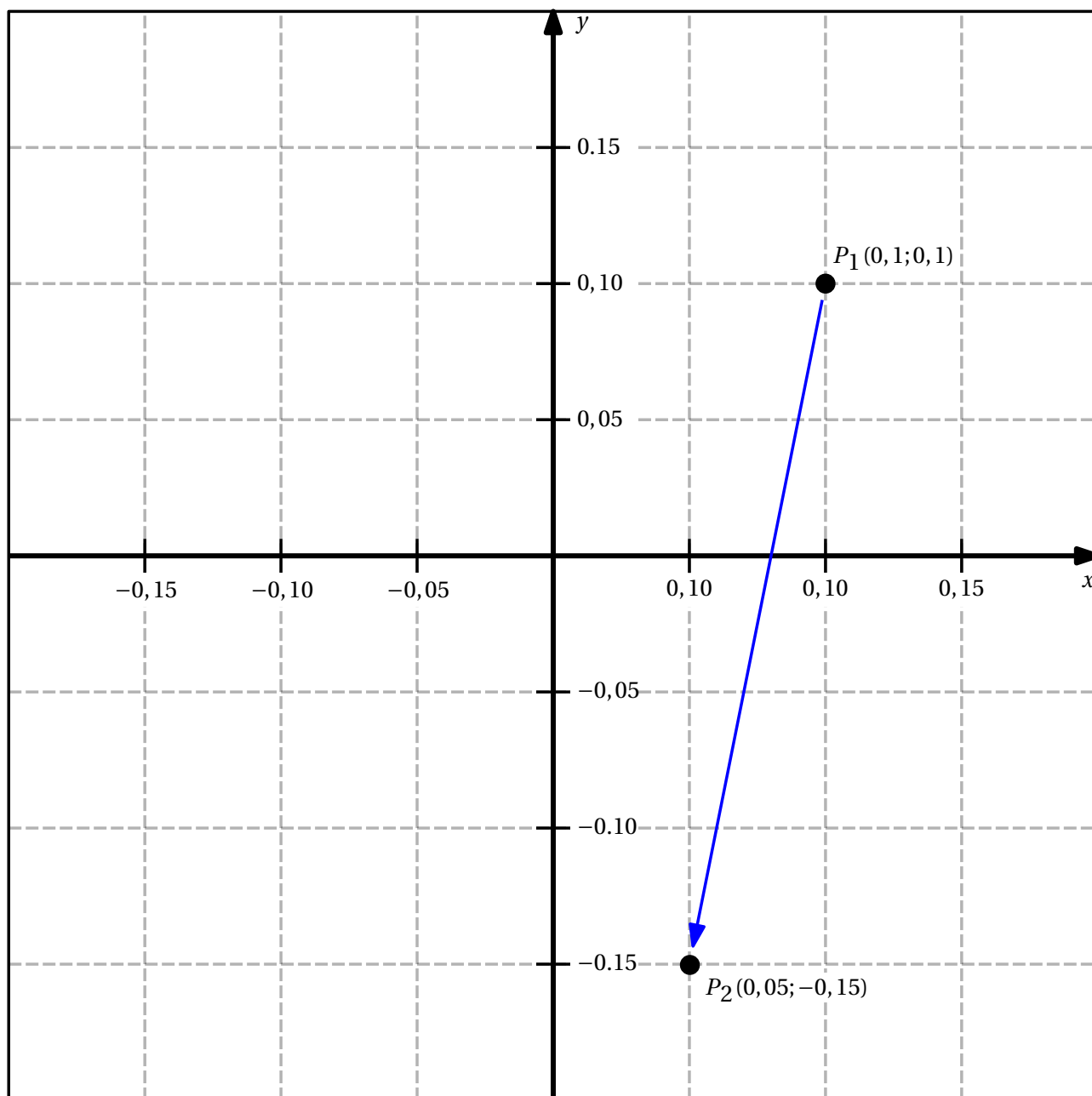


Figura 2: Trajetória programada.

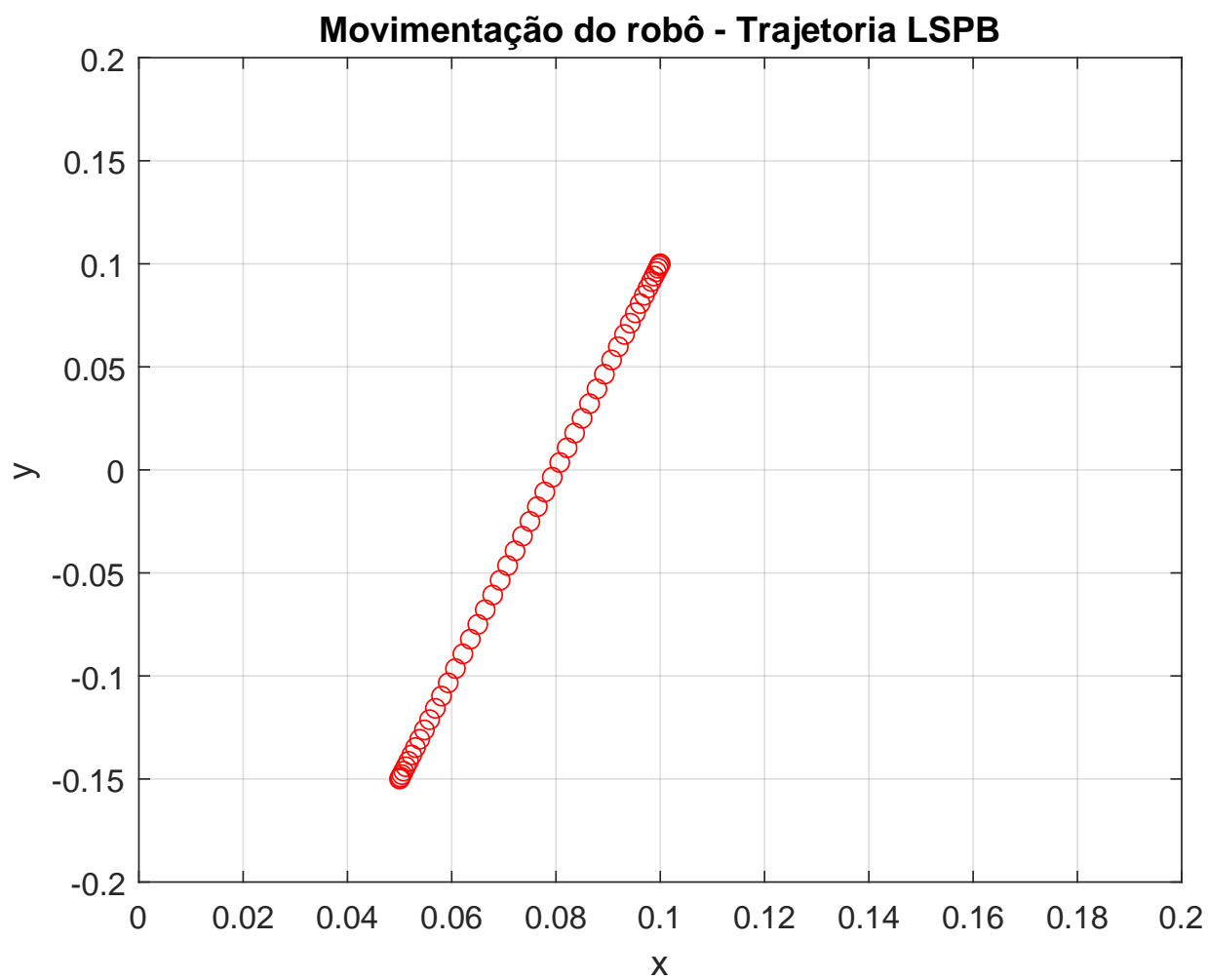


Figura 3: Trajetória executada.

Resultados - Trajetória LSBP

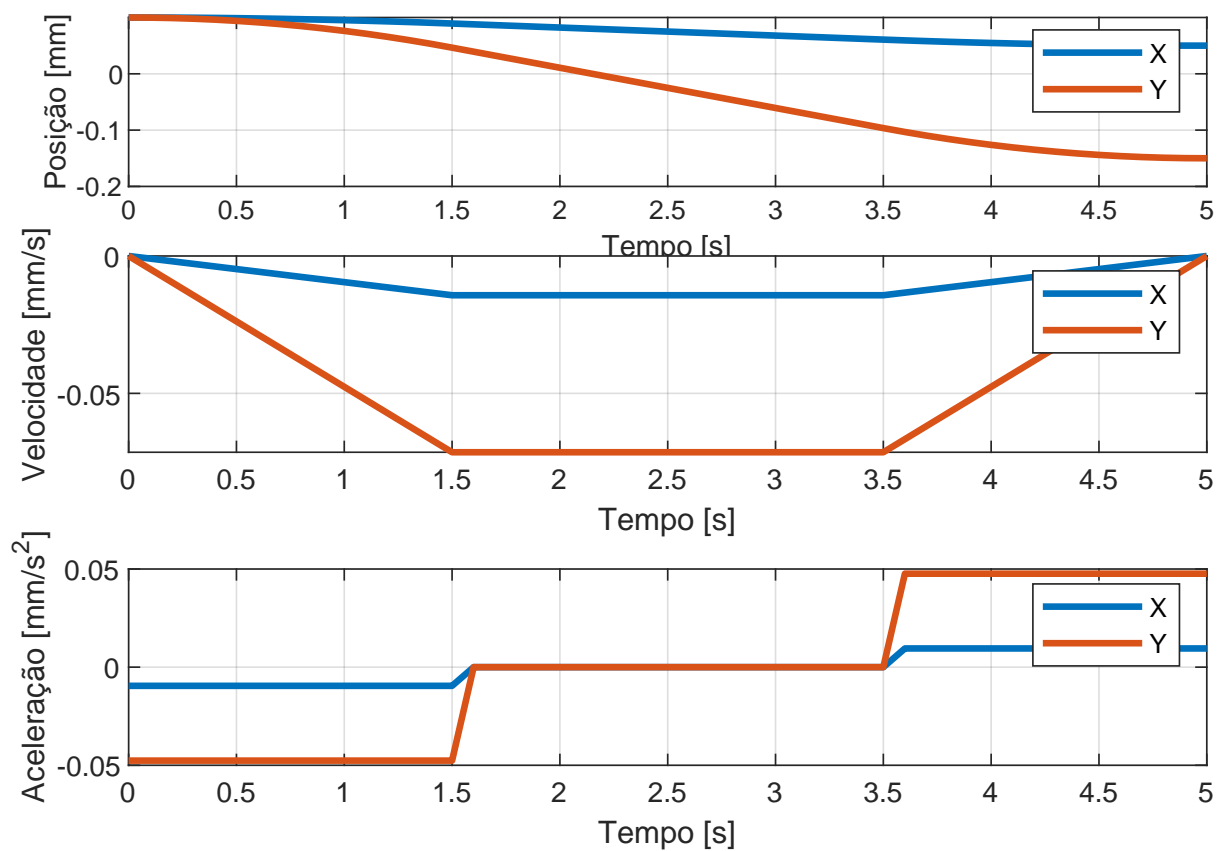


Figura 4: Dados da trajetória.

- Resultado esperado:

$$X = 0,05 \qquad Y = -0,15 \qquad (26)$$

- Resultado obtido:

$$X = 0,050001 \qquad Y = -0,15 \qquad (27)$$