m	g	l	J_l
0.4 Kg	9.81 m/s^2	0.185 m	0.002 N-ms^2/rad
J_m	$\widetilde{k}$	F_l	F_m
0.0059	1.61	0.01	0.002

Tabla 3.1: Parámetros del robot manipulador

3.6.3 Diseño del Observador

De acuerdo con la sección 3.4, el observador discreto para estimar las trayectorias del sistema, está dado por

$$z(k+1) = A_\tau z(k) + \tau B\alpha(z(k)) + \beta(z(k))u(k) + \tau\Delta_\theta^{-1}K[y(k) - \hat{y}(k)]$$

donde la ganancia del observador es

$$\tau\Delta_\theta^{-1}K = \tau\begin{pmatrix} 4\theta & 6\theta^2 & 4\theta^3 & \theta^4 \end{pmatrix}$$

con

$$\begin{aligned} K &= \mathbf{col}\begin{pmatrix} C_4^1 & C_4^2 & C_4^3 & C_4^3 \end{pmatrix} = \mathbf{col}\begin{pmatrix} 4 & 6 & 4 & 1 \end{pmatrix} \\ \Delta_\theta^{-1} &= \mathbf{diag}(\theta, \theta^2, \theta^3, \theta^4) \end{aligned}$$

Por lo tanto, el observador adquiere la forma

$$\begin{aligned} z_1(k+1) &= z_1(k) + \tau z_2(k) + 4\tau\theta(x_1(k) - z_1(k)) \\ z_2(k+1) &= z_2(k) + \tau z_3(k) + 6\tau\theta^2(x_1(k) - z_1(k)) \\ z_3(k+1) &= z_3(k) + \tau z_4(k) + 4\tau\theta^3(x_1(k) - z_1(k)) \\ z_4(k+1) &= z_4(k) + \tau B\{\alpha(z(k)) + \tau\beta(z(k))u(k)\} + \tau\theta^4(x_1(k) - z_1(k)) \end{aligned}$$

3.6.4 Resultados de Simulación

Las simulaciones numéricas fueron realizadas evaluando la respuesta del sistema en lazo cerrado para el modelo matemático del robot flexible, mediante el software MATLAB-SIMULINK, a partir de los algoritmos de control y observación propuestos hasta ahora, con los valores numéricos para los parámetros del sistema presentados en la tabla 3.1 [31].