INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES - ITBA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO PRÁCTICO FINAL

AUTORES:	Lambertucci, Guido Enrique	(Leg. Nº 58009)
	Londero Bonaparte, Tomás Guillermo	(Leg. Nº 58150)
	Mechoulam, Alan	(Leg. Nº 58438)
	Maselli, Carlos Javier	(Leg. Nº XXXXX)

DOCENTES: Arias, Rodolfo Enrique
Sofio Avogadro, Federico
Spinelli, Mariano Tomás

22.90 - Automación Industrial

BUENOS AIRES

Índice

1. Deducción de modelo

La consigna propone un manipulador RR de las siguientes cualidades.

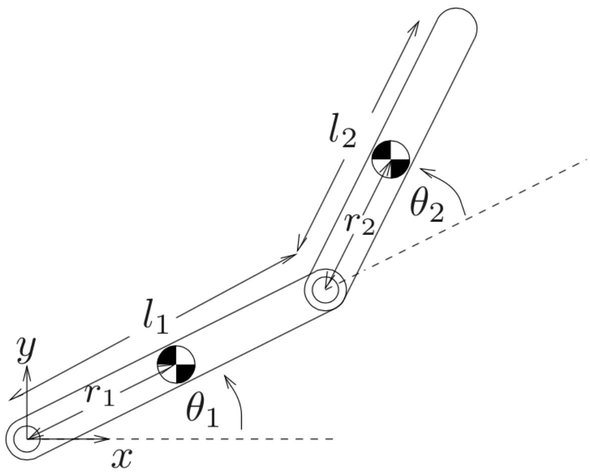

Figura 1: Manipulador RR.

Donde para los parametros DH se opto por la posicion $\theta_1 = 0$ y $\theta_2 = 0$. A partir de ello se obtuvieron los siguientes parámetros DH (Donde todas las ternas son paralelas. Los Z paralelos, los ejes X colineales y en sentido del siguiente link).

	α	**a**	θ	**d**
1	0	0	θ_1	0
2	0	L_1	θ_2	0
EE	0	L_2	0	0

Luego realizando la propagación de velocidades se obtiene que:

$$^1v_1 = 0 \tag{1}$$

$$^1\omega_1 = \dot{\theta_1} \cdot \hat{k} \tag{2}$$

$$^2v_2 = \dot{\theta_1} \cdot \sin(\theta_2)L \cdot \hat{i} + \dot{\theta_1} \cdot \cos(\theta_2)L \cdot \hat{j} \tag{3}$$

$$^2\omega_2 = \dot{\theta_1} + \dot{\theta_2} \cdot \hat{k} \tag{4}$$

Luego obteniendo los correspondientes a los centros de masa (Ubicados al final de cada link).

$$^1v_{c1} = \dot{\theta_1}L \cdot \hat{j} \tag{5}$$

$$^2v_{c2} = \dot{\theta_1} \cdot \sin(\theta_2)L \cdot \hat{i} + \left(\dot{\theta_1} \cdot \cos(\theta_2)L + L(\dot{\theta_1} + \dot{\theta_2})\right) \cdot \hat{j} \tag{6}$$

Las matrices de inercia serán diagonales con valores $I_{zz} = mL^2$, $I_{yy} = mL^2$ e $I_{xx} = 0$

Luego se procede a calcular el vector de torques.

$$\mathcal{L}(\Theta, \dot{\Theta}) = k(\Theta, \dot{\Theta}) - u(\Theta) \tag{7}$$

$$\tau = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial k}{\partial \dot{\Theta}}\right) - \frac{\partial k}{\partial \Theta} + \frac{\partial u}{\partial \Theta} \tag{8}$$

Debido a que todo el movimiento del brazo se encuentra al mismo potencial gravitatorio los terminos de u son nulos.

Operando se obtiene un modelo de la siguiente forma:

$$\tau = M(\Theta)\ddot{\Theta} + V(\Theta, \dot{\Theta}) + G(\Theta) + F(\Theta, \dot{\Theta}) \tag{9}$$

$$\tau = \begin{pmatrix} 2m_2L^2 + 2I_{zz} + m_1L^2 & m_2L^2 + I_{zz} \\ m_2L^2 + I_{zz} & m_2L^2 + I_{zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -\dot{\theta}_1 b_1 - L\sin(\theta_2)m_2\dot{\theta}_2 \\ -\dot{\theta}_2 b_2 + L\sin(\theta_2)m_2\dot{\theta}_1 \end{pmatrix} \tag{10}$$

Adicionalmente se obtuvo el Jacobiano, si bien este es una matriz de 3x2, dado a que nunca hay un movimiento en el versor k, se lo toma de 2x2.

$${}^{EE}J = \begin{pmatrix} L\sin(\theta_2) & 0 \\ L(\cos(\theta+2)+1) & L \end{pmatrix} \tag{11}$$

2. Control de posición no lineal

2.1. Caracterización del problema

Se pide un control cartesiano no lineal para el manipulador RR. Agregando una zona prohibida que es todo valor por encima de una pared, descrita en el plano XY pro la siguiente ecuación:

$$y = 2 - x \tag{12}$$

Al manipulador se le pide que vaya del punto (1;-1;0) a (1;1;0). Para generar la trayectoria se utiliza la función **jtraj** del toolbox de matlab de Peter Corke.

2.2. Esquema de control

El modelo de control porpuesto es el conocido como linealización por realimentación. Es fundamental para este tipo de control tener un gran conocimiento de la planta, ya que basicamente se lo controla como si fuese lineal, con un esquema tipo PD. Con la diferencia que se le agrega a la acción de control la respuesta no lineal de la planta, gracias al conocimiento del modelo no lineal de la planta y sus variables de estado.

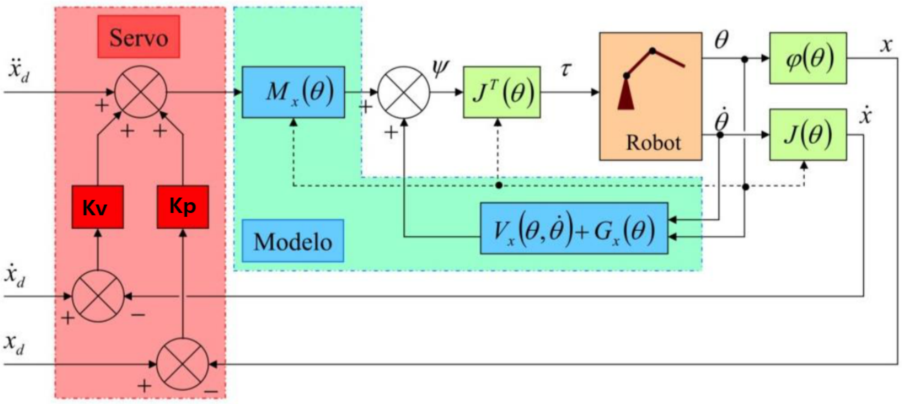

Figura 2: Topología del control cartesiano no lineal.

Cabe mencionar que las matrices $M_x,\ V_x,\ y\ G_x$ se encuentran en espacio cartesiano, y la manera de pasar de las mismas en espacio joint es la siguiente:

$$M_x(\Theta) = J^{-T}(\Theta)M(\Theta)J^{-1}(\Theta) \tag{13}$$

$$V_x(\Theta,\dot{\Theta}) = J^{-T}(\Theta)\left(V(\Theta,\dot{\Theta}) - M(\Theta)J^{-1}(\Theta)\dot{J}(\Theta)\dot{\Theta}\right) \tag{14}$$

$$G_x(\Theta) = J^{-T}(\Theta)G(\Theta) \tag{15}$$

3. Control de fuerza no lineal

3.1. XXX

4. Control híbrido no lineal

4.1. XXX