Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

TE3002B.501

Integración de robótica y sistemas Inteligente (Gpo 501)

Semestre: febrero - junio 2024

Actividad 4 (Linealización)

Alumno:

Fredy Yahir Canseco Santos A01735589

Profesor: Dr. Alfredo García Suárez

Fecha de entrega: 26 de Abril del 2024

1. **Obtener** la linealización del modelo cinemático del robot diferencial a través de la teoría del Jacobiano.

Primero se considera que el modelo dinámico diferencial del robot es el siguiente:

$$\dot{x} = v * cos(\theta)$$

$$\dot{y} = v * sin(\theta)$$

$$\dot{\theta} = (\omega)$$

En donde nuestras variables de estado se considera que son:

$$X = \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta \end{bmatrix}$$

Y que nuestras variables de control son:

$$u = \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix}$$

Entonces para linealizar nuestro modelo necesitamos calcular las derivadas parciales de x', y', θ' con respecto a x, y, θ, v y ω

$$f(x, y, \theta, v, \omega) = \begin{bmatrix} v * cos(\theta) \\ v * sin(\theta) \\ \omega \end{bmatrix}$$

Se procede a realizar las derivadas parciales para nuestro vector X y para nuestro vector u.

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \begin{bmatrix} \frac{\partial v*cos(\theta)}{\partial x} & \frac{\partial v*cos(\theta)}{\partial y} & \frac{\partial v*cos(\theta)}{\partial \theta} \\ \frac{\partial v*sin(\theta)}{\partial x} & \frac{\partial v*sin(\theta)}{\partial y} & \frac{\partial v*sin(\theta)}{\partial \theta} \\ \frac{\partial \omega}{\partial x} & \frac{\partial \omega}{\partial y} & \frac{\partial \theta}{\partial x} \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & v*-sin(\theta) \\ 0 & 0 & v*cos(\theta) \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial f}{\partial u} = \begin{bmatrix} \frac{\partial v*cos(\theta)}{\partial v} & \frac{\partial v*cos(\theta)}{\partial \omega} \\ \frac{\partial v*sin(\theta)}{\partial v} & \frac{\partial v*sin(\theta)}{\partial \omega} \\ \frac{\partial \omega}{\partial v} & \frac{\partial \omega}{\partial \omega} \end{bmatrix}$$

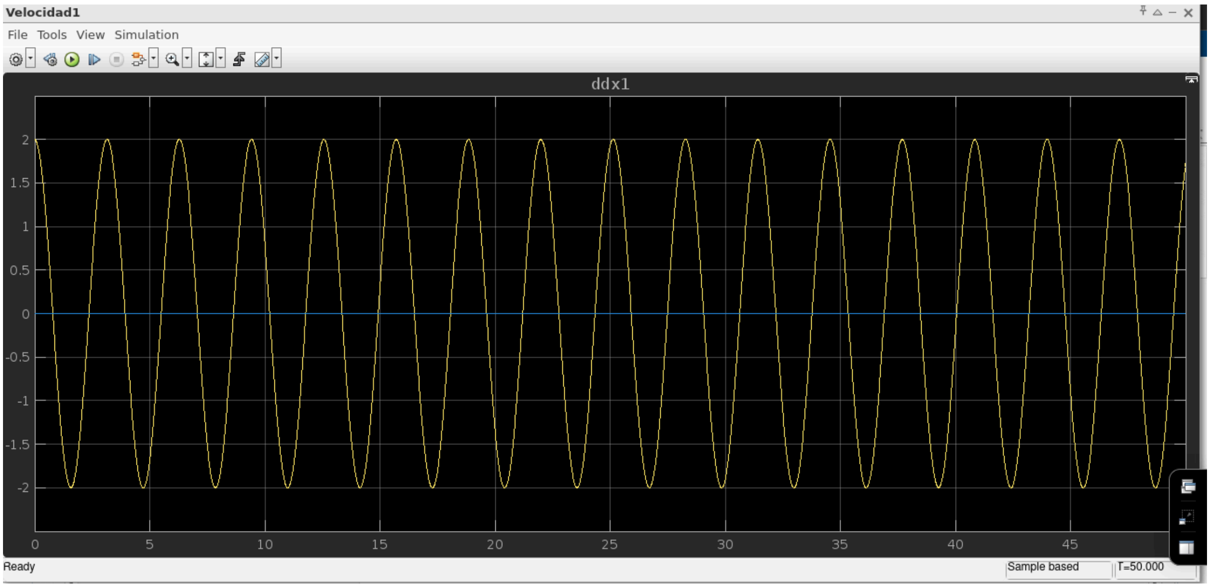
$$\frac{\partial f}{\partial u} = \begin{bmatrix} sin(\theta) & 0 \\ cos(\theta) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

En representación de estados tenemos entonces que:

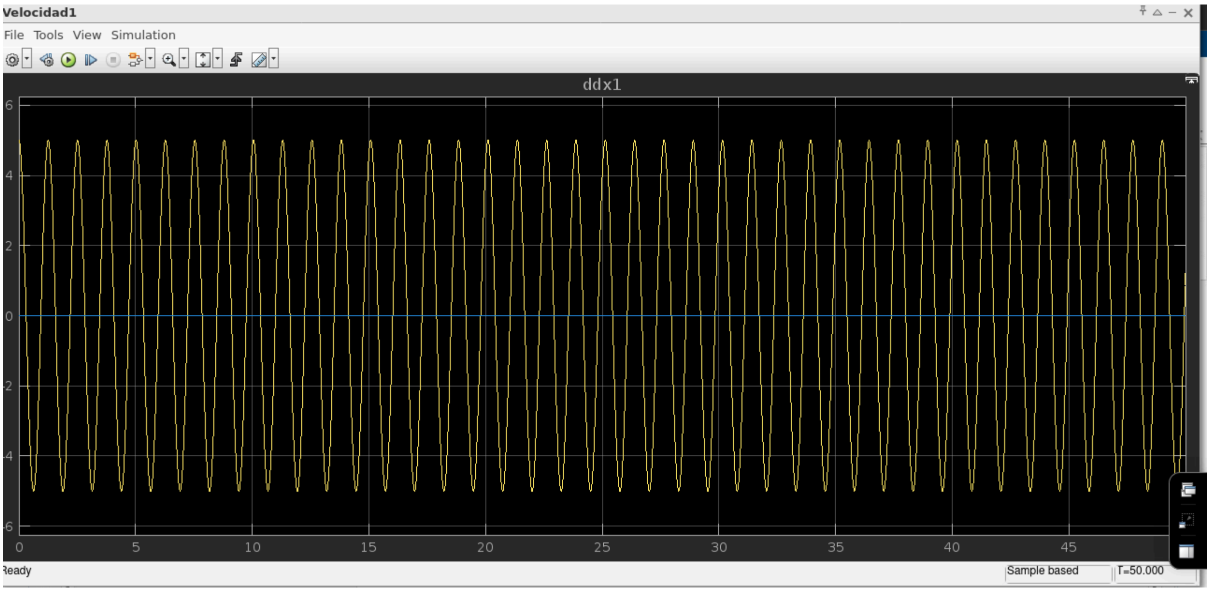
$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -v*sin(\theta) \\ 0 & 0 & v*cos(\theta) \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} sin(\theta) & 0 \\ cos(\theta) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix}$$

2. **Realizar** un análisis matemático del procedimiento de linealización y verificar su comportamiento en Matlab para algunas velocidades en específico.

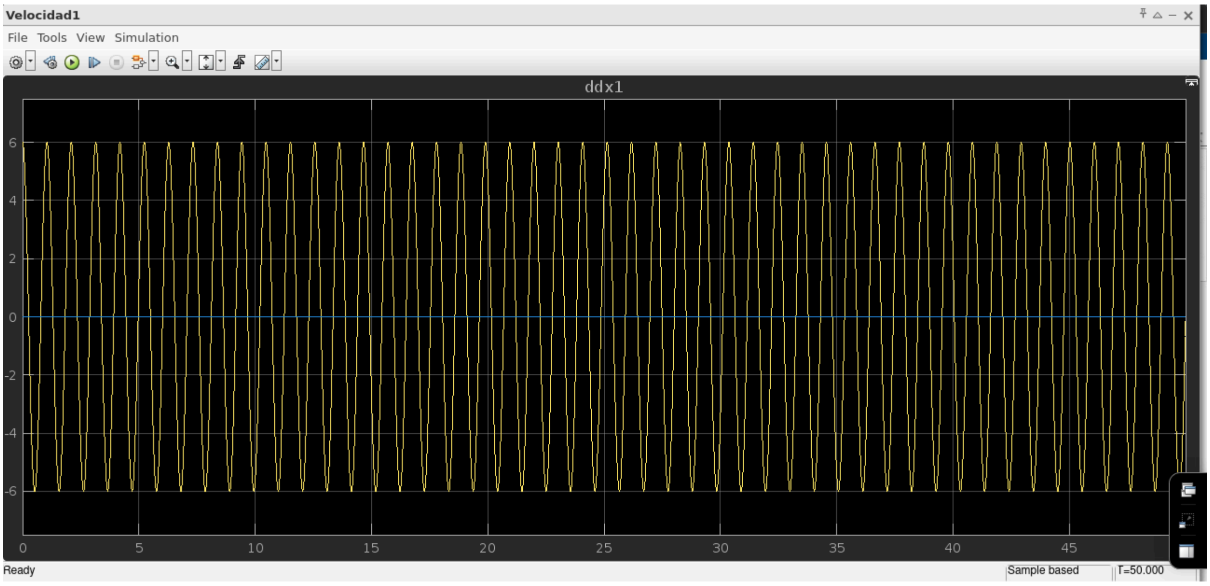
Velocidad Lineal de 2 y velocidad angular de 2



Velocidad Lineal de 5 y velocidad angular de 3

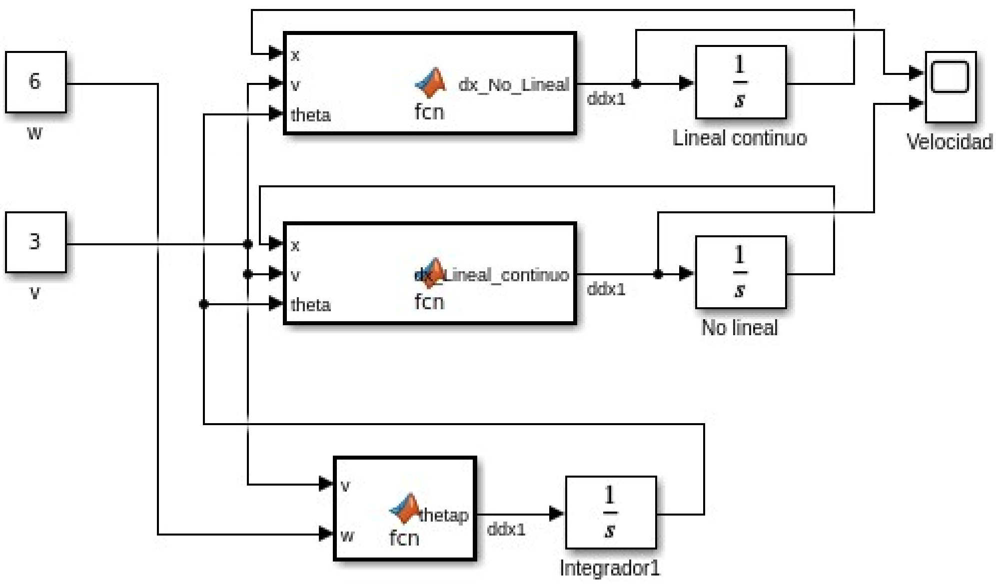


Velocidad Lineal de 6 y velocidad angular de 9

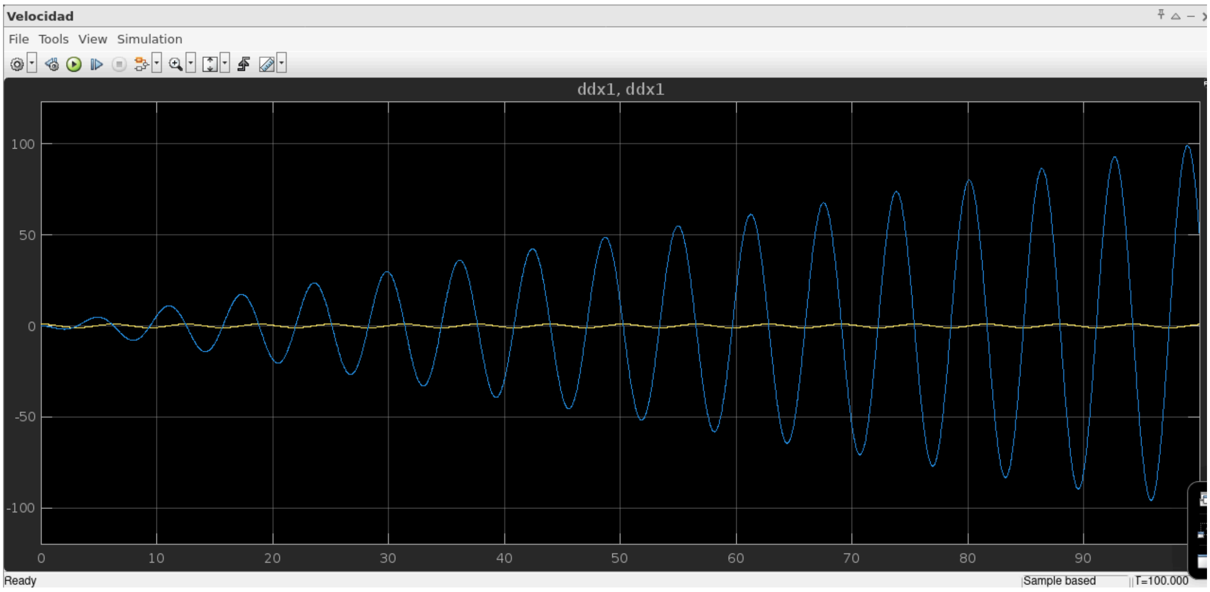


3. **Generar** un reporte de la comparativa del modelo linealizado y el real. Incluir los **códigos en Matlab**

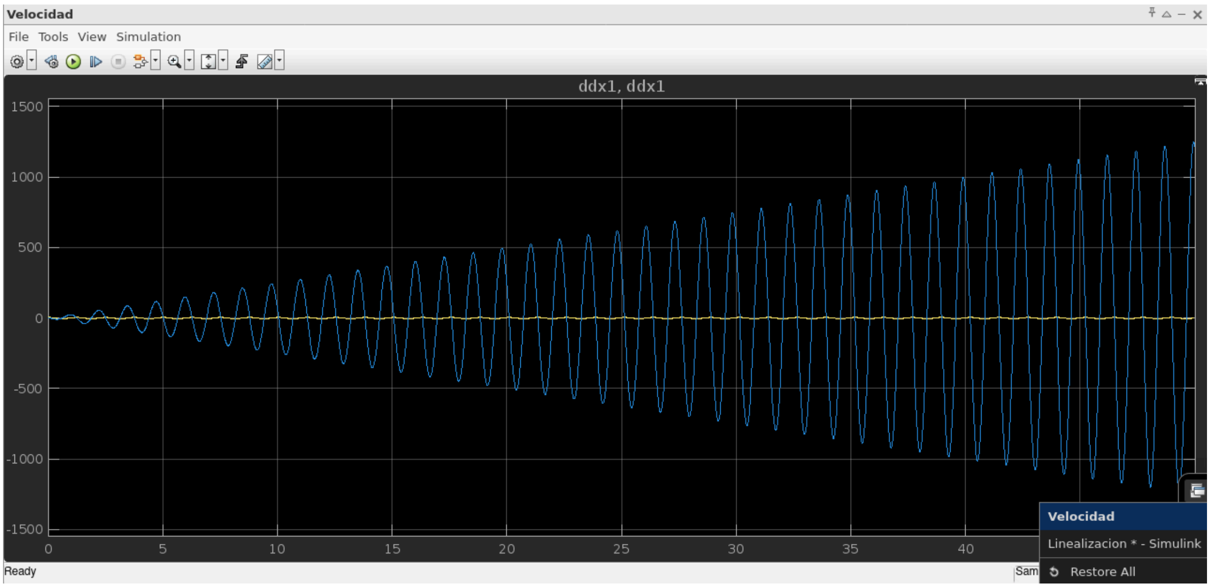
Diagrama en simulink que contiene el modelo linealizado y el modelo real



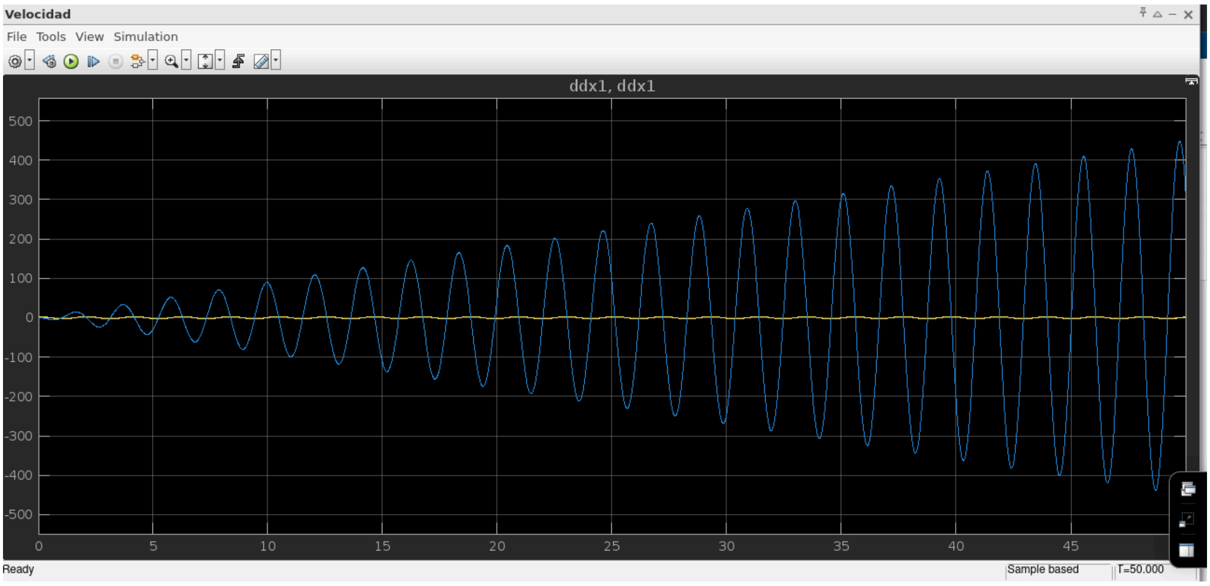
Velocidad Lineal de 1 y velocidad angular de 1



Velocidad Lineal de 5 y velocidad angular de 4



Velocidad Lineal de 3 y velocidad angular de 6



Vemos que el sistema lineal tiene mucha más amplitud en las oscilaciones que el modelo real del robot,significa que la aproximación lineal no captura adecuadamente todos los aspectos no lineales del sistema. En otras palabras, el modelo simplificado que se obtiene mediante la linealización puede no ser lo suficientemente preciso para predecir el comportamiento del robot en todas las condiciones.

Las no linealidades pueden incluir efectos como fricción, deformaciones estructurales, saturación de actuadores, entre otros. Esta discrepancia entre los modelos puede resultar en una amplificación o atenuación de la oscilación a lo largo del tiempo, lo que da como resultado una diferencia en la amplitud de la onda entre el modelo linealizado y el modelo no lineal.