

ROBÓTICA

PRÁCTICA N° 8

1. TEMA

MODELADO DINÁMICO DE UN MANIPULADOR

2. OBJETIVOS

2.1. Determinar y simular el modelo dinámico del robot Bosch SR 800.

3. MARCO TEÓRICO

El modelo dinámico tiene que ver con las formulaciones matemáticas de las ecuaciones de movimiento de un brazo para describir su conducta dinámica. Son útiles para la simulación en computador del movimiento del robot, del diseño de ecuaciones de control apropiadas para el robot y la evaluación del diseño y estructura del brazo.

El problema de control consiste en obtener modelos dinámicos del brazo del robot físico y a continuación especificar leyes o estrategias de control correspondientes para conseguir la respuesta y rendimiento del sistema deseado. El modelo dinámico se puede conseguir a partir de las leyes físicas conocidas tales como las leyes de la mecánica Newtoniana y Lagrangiana.

Métodos convencionales como las formulaciones de Lagrange-Euler (L-E) y NewtonEuler se pueden aplicar entonces sistemáticamente para desarrollar las ecuaciones de movimiento de un robot.

Las Ecuaciones de Lagrange permiten contar con un sistema analítico para llegar a las ecuaciones que describen el comportamiento físico de las partículas. Las ecuaciones de Euler – Lagrange describen la evolución de un sistema mecánico sujeto a restricciones holonómicas, esto es restricción que se pueden presentar mediante una ecuación algebraica. Aplicación de Euler-Lagrange para obtener la Dinámica de Robots Manipuladores Las ecuaciones de Euler – Lagrange están basadas en el lagrangeano representado por L ; en donde:

$$L=K-V$$

Donde:

K representa a la Energía Cinética; y;

ROBÓTICA

V es la energía Potencial.

$$K = \sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^T v_i$$

$$V = \sum m_i g_i h_i$$

El modelo dinámico de un robot manipulador mediante Euler Lagrange viene dado por:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} - \frac{\partial L}{\partial q_j} = \tau_j \quad j = 1 \dots n$$

o bien por su forma genérica

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial L}{\partial q} = \tau$$

El control de dinámica inversa esta dado por:

$$\mathbf{t} = \mathbf{M}(\mathbf{q}) \mathbf{a} + \mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) \dot{\mathbf{q}} + \mathbf{g}(\mathbf{q}).$$

$$\mathbf{a} = \ddot{\mathbf{q}}_d + \mathbf{K}_v \tilde{\dot{\mathbf{q}}} + \mathbf{K}_p \tilde{\mathbf{q}}, \quad \tilde{\mathbf{q}} = \mathbf{q}_d - \mathbf{q}.$$

4. TRABAJO PREPARATORIO

- 4.1. Determine el modelo dinámico de manipulador Bosh SR-800 mediante las ecuaciones de Euler Lagrange, la estructura del
- 4.2. Investigue sobre las condiciones que deben cumplirse para que el control de dinámica inversa funcione correctamente. Analice que pasa si el modelo utilizado es inexacto.
- 4.3. Consultar los parámetros geométricos y dinámicos del robot Bosh SR-800: masas, longitudes, centros de masa, momentos de inercia, etc.
- 4.4. Consultar las características mecánicas y dimensiones del robot Bosh SR800.

4.5. Elaborar un programa en simulink de Matlab para el control de dinámica inversa. Considere las entradas de referencia $q_d(t)$ y salida controlada $q(t)$ e implemente los siguientes controles.

- Lazo abierto
- Control PD
- Control PD+f (con compensación de dinámica)
- Control de dinámica inversa completo

5. EQUIPO Y MATERIALES

Equipo

- Computador

Software

- Matlab

6. PROCEDIMIENTO

6.1. Simular en Matlab el modelo Dinámico del Manipulador Bosh SR-800, obtener la respuesta del sistema a lazo abierto para al menos 5 diferentes entradas y anotar los datos de valor de las articulaciones y entrada del sistema. Graficar las curvas de movimiento de cada articulación.

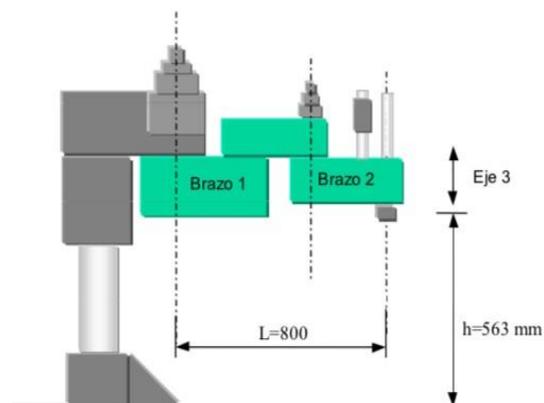


Fig. 6.1. Robot Bosh SR-800

6.2. Cambiar las condiciones iniciales del robot, y repetir el punto 6.1.

- 6.3. Implementar el control de dinámica inversa y verificar el funcionamiento del controlador para tres diferentes entradas de referencias. Dibujar la salida del robot, la referencias, acciones de control y los errores.
- 6.4. Implementar un control PD y un control PD+f y compararlos con el control de dinámica inversa y establecer las diferencias entre los tres controladores. Dibujar la salida del robot, la referencias, acciones de control y los errores.

7. INFORME

- 7.1. Para cada esquema de control implementado, presente el programa y las gráficas de: Trayectorias $q_d(t)$ vs $q(t)$; Torques $\tau(t)$ y Error de seguimiento
- 7.2. Analice el efecto resultante de cambiar: i) Torque deseado en la señal de control con magnitud pequeñas y grandes, y ii) Condiciones iniciales de ángulos y velocidades.
- 7.3. Conclusiones (Individuales)
- 7.4. Recomendaciones (Individuales)
- 7.5. Bibliografía

8. BIBLIOGRAFÍA

- Ollero A. , 2005. Robótica; manipuladores y robots móviles. Lugar de publicación: . EditorialMaracombo
- Reyes Cortés F. , 2011. Robótica: control de Robots manipuladores. Lugar de publicación: . EditorialMaracombo

Elaborado por: Ing. Jorge Vega y MSc. Diego Maldonado

Revisado por: Dr. Paulo Leica y Dr. Danilo Chávez