

Diseño de un robot articulado

José Pablo Hernández Alonso
Evelin Michelle Medel Jarillas
Angelica García Gonzalez
Luis Felipe Hernández Morales

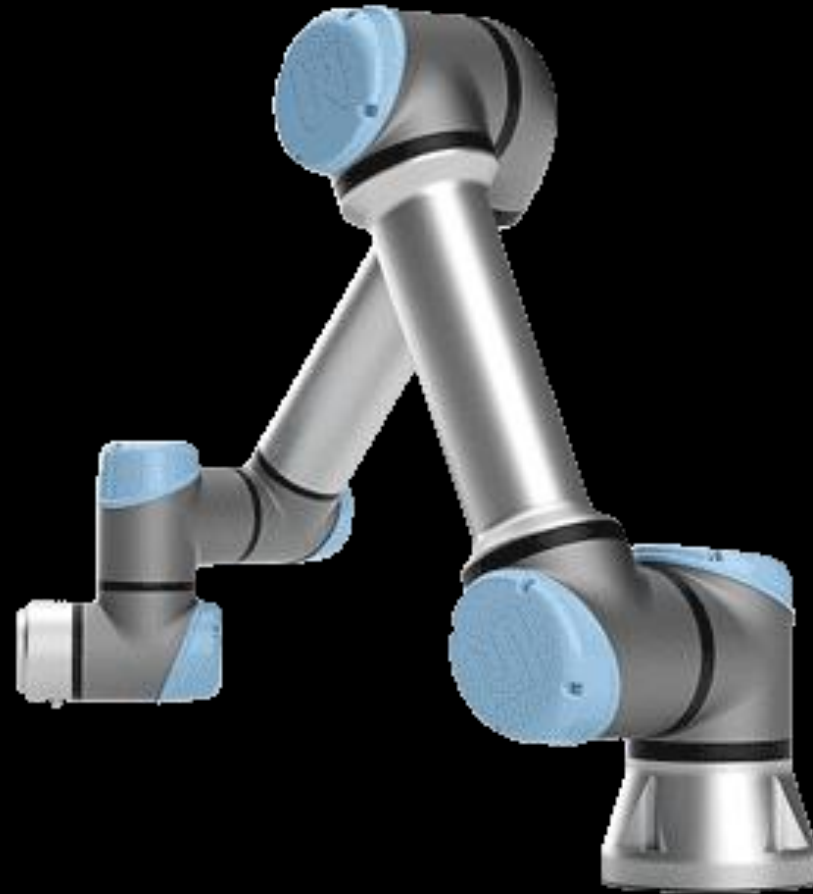


Universidad Iberoamericana Puebla

Diseño de elementos de máquina 10864A-P25

Docente: Mtro. José Antonio García Herrera

Marzo 10, 2025

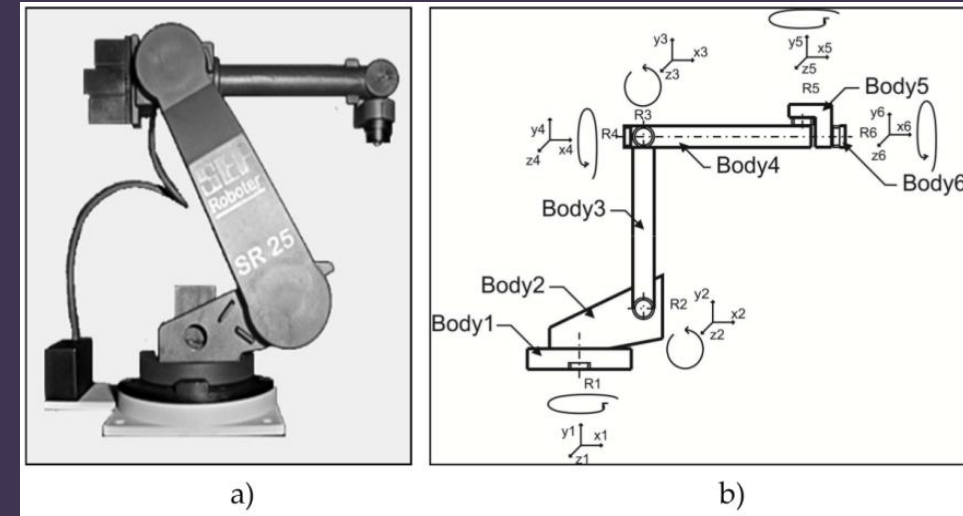


Diseño de un robot articulado

3

Introducción

- Se plantea un estudio integral para el diseño mecánico y análisis estructural dinámico de un robot articulado de tipo serial. Se abordan temas fundamentales del curso "Diseño de Elementos de Máquina", tales como esfuerzos cortantes y normales, torción, deflexión en flechas, selección y diseño de engranajes, transmisión de potencia, y se establece además una correlación explícita con la cinemática del robot, particularmente mediante matrices jacobianas





4

Justificación del Proyecto

- El estudio de robots articulados resulta fundamental para diversas aplicaciones industriales y de manufactura avanzada. La correcta selección y análisis de elementos mecánicos garantiza un desempeño eficiente, seguro y optimizado de estos sistemas. La implementación mediante impresión 3D con PLA, motores NEMA 17, y la transmisión de potencia mediante engranajes o poleas, permitirán un diseño económico y versátil.



5

Objetivos:

Objetivo General

- Desarrollar el análisis estructural y dinámico integral de un robot articulado, considerando esfuerzos mecánicos, deflexiones, transmisión de potencia y cinemática del movimiento mediante matrices jacobianas de velocidad y fuerza.



6

Objetivos:

Objetivos específicos

- Calcular esfuerzos cortantes y normales generados en elementos estructurales bajo cargas estáticas y dinámicas.
- Determinar esfuerzos de torsión en ejes motrices por aplicación de torque de motores.
- Analizar deflexiones en flechas mediante ecuaciones clásicas de vigas y ejes.
- Diseñar y dimensionar engranajes o poleas para la adecuada transmisión de potencia, considerando velocidad angular, potencia y torque requerido.
- Establecer una relación entre parámetros dinámicos del robot y matrices jacobianas para evaluar velocidades y fuerzas operativas en las articulaciones.

7

Marco teórico

Esfuerzos Normales y Cortantes

El esfuerzo normal (σ) se define por la ecuación:

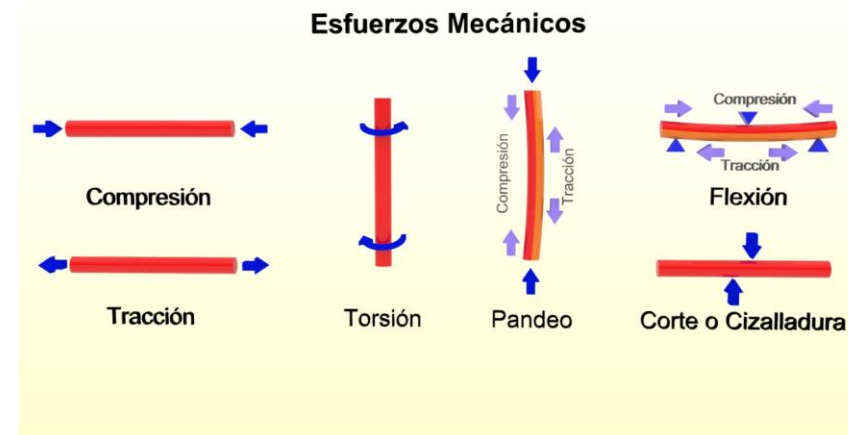
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde F es la fuerza axial aplicada y A el área transversal.

El esfuerzo cortante (τ) debido a fuerzas transversales se calcula mediante:

$$\tau = \frac{VQ}{Ib}$$

Donde V es la fuerza cortante, Q el primer momento del área, I el momento de inercia y b el ancho de la sección.

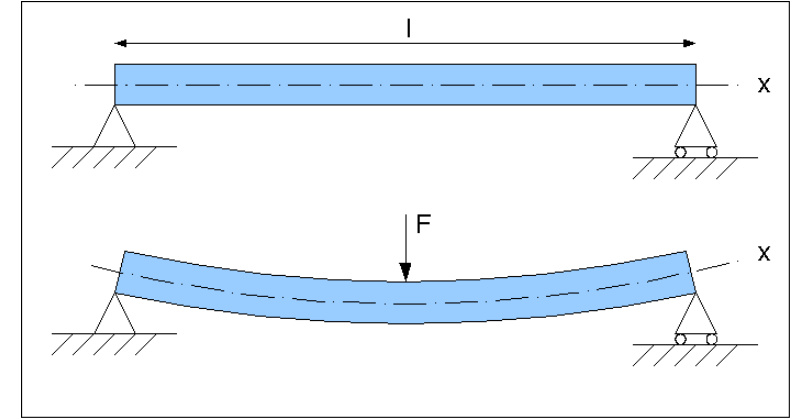


Esfuerzos por Torción

La torción en elementos circulares se describe por:

$$\tau_{torsión} = \frac{Tr}{J}$$

Donde T es el torque aplicado, r el radio externo y J el momento polar de inercia.

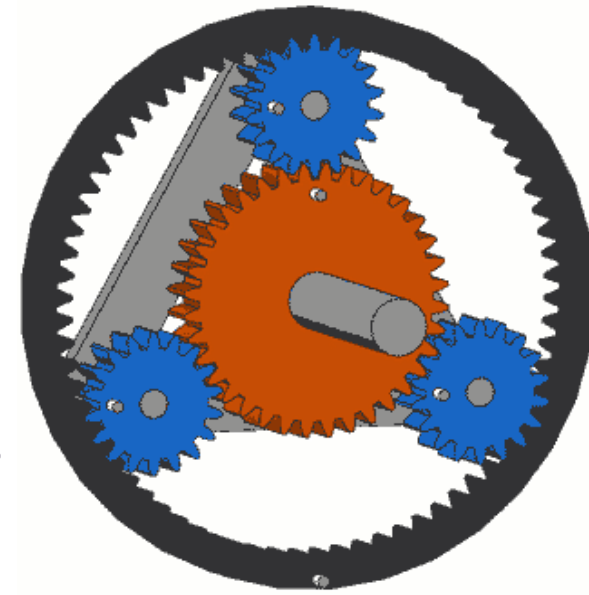


Deflexión en Flechas

La deflexión máxima (δ) de una flecha soportando cargas se obtiene mediante:

$$\delta = \frac{FL^3}{3EI} \quad \text{ó} \quad \frac{5\omega L^4}{384EI}$$

Dependiendo del tipo de carga y soporte, donde F es la fuerza puntual, L la longitud de la flecha, E el módulo de elasticidad e I el momento de inercia.



Transmisión de Potencia mediante Engranajes o Poleas

La potencia (P) transmitida se expresa como:

$$P = T * \omega$$

Donde T es el torque y ω la velocidad angular. La relación de transmisión mediante engranajes se determina por:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Siendo Z el número de dientes de cada engranaje o los diámetros respectivos para poleas.

$$\mathbf{J}_F(x_1, x_2, x_3) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \frac{\partial f_1}{\partial x_3} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \frac{\partial f_2}{\partial x_3} \\ \frac{\partial f_3}{\partial x_1} & \frac{\partial f_3}{\partial x_2} & \frac{\partial f_3}{\partial x_3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \\ 0 & 8x_2 & -2 \end{bmatrix}$$

Jacobianas de Velocidad y Fuerza

La Jacobiana de velocidad (J_v) relaciona velocidades angulares de articulaciones con velocidades lineales del efector final mediante:

$$v = J_v(q)\dot{q}$$

La Jacobiana de fuerza (J_f), definida como la transpuesta inversa de la Jacobiana de velocidad, relaciona las fuerzas y torques externos aplicados al efector final con torques en articulaciones:

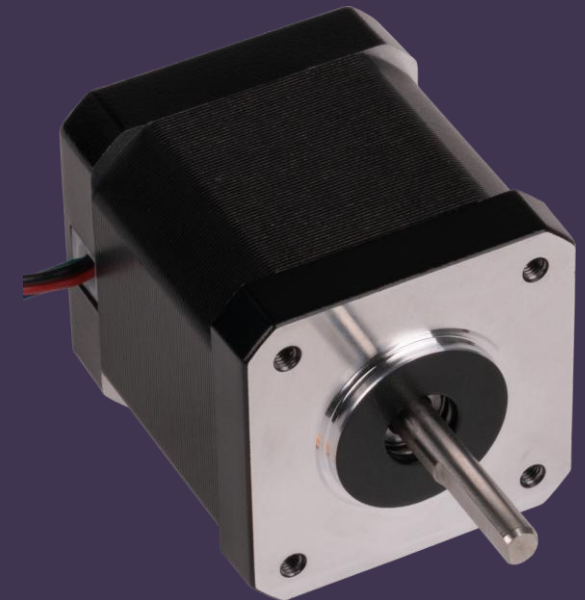
$$\tau = J_v^T(q)F$$

Selección y Análisis Estructural del PLA

El PLA seleccionado para impresión 3D será evaluado utilizando cálculos analíticos para verificar esfuerzos normales y cortantes, considerando las ecuaciones antes mencionadas. Como alternativa, podría explorarse el uso de simulaciones por elementos finitos en futuras iteraciones del diseño.

Diseño y Análisis de Flechas y Elementos en Torción

Se determinarán diámetros de flechas para resistir torques generados por motores NEMA 17 aplicando criterios de resistencia y rigidez.



Diseño de Sistema de Transmisión

Se revisará lo necesario para garantizar la correcta transmisión de fuerzas y el desempeño óptimo del sistema de engranajes o poleas, considerando torque, velocidad y eficiencia mecánica.



Integración con Cinemática mediante Jacobianas

Establecer la Jacobiana de velocidad para analizar velocidades requeridas en las articulaciones:

$$J_v(q) = \frac{dX}{dq}$$

Obtener la Jacobiana de fuerza para correlacionar cargas externas con torques internos en articulaciones:

$$J_f(q) = [J_v(q)]^{-T}$$

Permitiendo el calculo de esfuerzos estructurales.

16

Metodología



- Modelado CAD inicial (SolidWorks).
- Cálculos analíticos preliminares.
- Ajuste del diseño basado en resultados.
- Impresión 3D del prototipo y pruebas experimentales.

- Diseño robusto y optimizado de robot articulado.
- Validación estructural mediante pruebas físicas.
- Implementación exitosa de matrices jacobianas para análisis cinemático y dinámico.

Gracias por
su atención

