

Proyecto: Mecanismo Servo-Gripper

Dinámica Computacional de Sistemas Multicuerpo

Camilo Andres Vera Ruiz

caverar@unal.edu.co

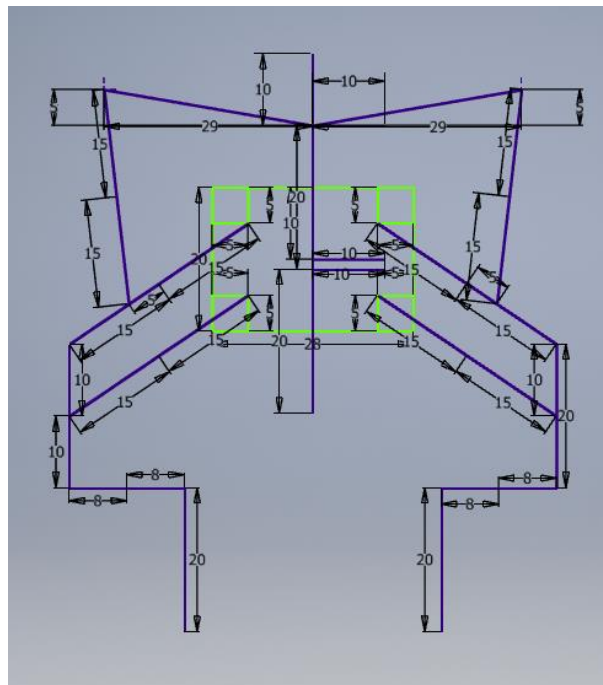
Se plantea desarrollar el análisis y simulación del mecanismo de un efector final pensado para un manipulador serial, el cual es utilizado para la sujeción y transporte de piezas. El diseño original tiene su origen en una animación de un canal en YouTube especializado en la simulación de mecanismos [1]. En la Figura 1 se presenta una captura de la animación.



Figura 1: Mecanismo Original [1]

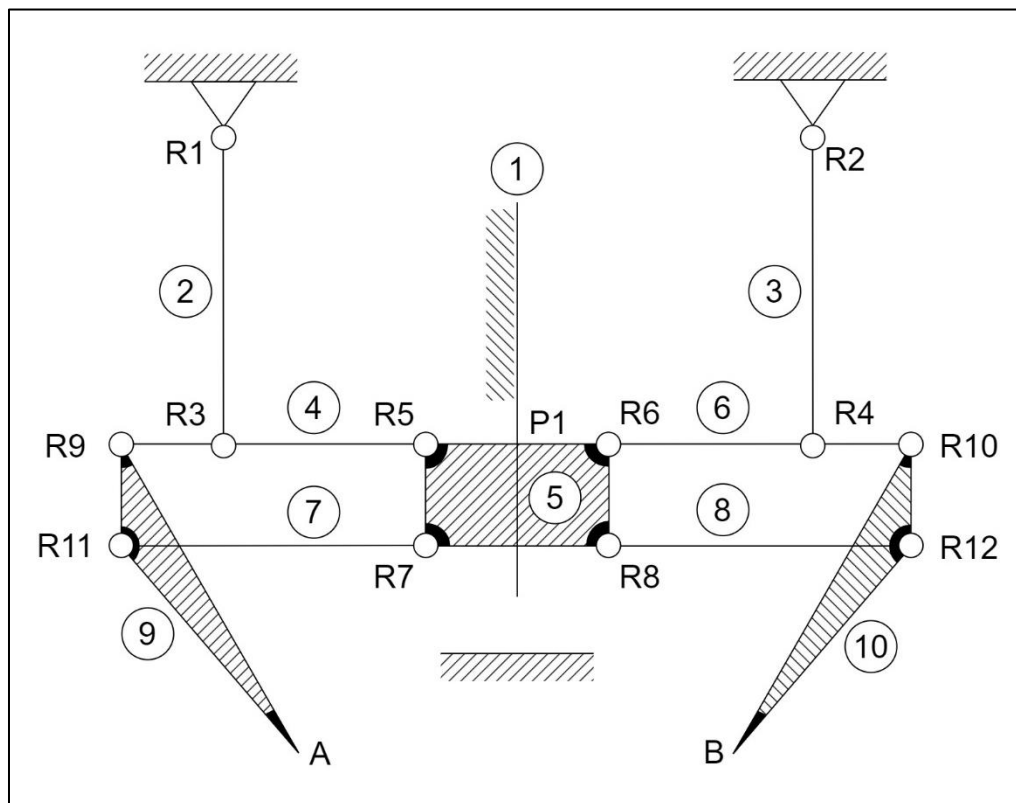
El mecanismo consta de un servomotor conectado a un tornillo de avance, el cual se encarga de mover el eslabón de color verde que está restringido en una corredera a la bancada que se muestra en color amarillo. El desplazamiento del eslabón verde acciona el mecanismo de tal forma que al avanzar el eslabón con respecto al motor, las mordazas de color negro se abren, de igual forma en caso de retroceder las mordazas se cierran, de esta forma el movimiento del servomotor es traducido en la apertura y cierre del mecanismo.

Debido a que no se conocían las dimensiones del diseño original, y tampoco se cotaba con un diseño CAD, se desarrollo un diseño preliminar en el plano, por medio del software Autodesk Inventor 2024, allí se realizó una simulación dinámica en 2D con el fin de ajustar las dimensiones de los eslabones de tal forma que el mecanismo se comporte de la misma forma en que lo hace la animación. En la figura 2 se muestra una captura de dicha simulación donde se muestran las dimensiones en milímetros.



A partir de allí se decide plantear dos escenarios para el proyecto, uno a nivel de simulación mediante el software Inventor, en donde se realice un ensamble completo del mecanismo en 3D y se simulen todas las juntas de la forma más cercana a la realidad posible, es decir incluyendo de ser posible modelos de fricción para los pines de las juntas rotacionales, y una eficiencia de transmisión de potencia para el tornillo de avance. Por otro lado se plantea una simplificación en un mecanismo plano en 2D donde se omite el tornillo de avance, y solo se tiene una junta prismática donde ingresa un movimiento lineal al mecanismo, modelo a partir del cual se plantea la implementación explícita de la simulación por medio de ecuaciones matriciales, esta simulación

A partir de allí se desarrolló el diagrama cinemático del modelo simplificado del mecanismo en 2D por medio del software draw.io el cual se puede apreciar en la figura 3, allí se evidencia que el mecanismo cuenta con 10 eslabones, 12 juntas rotacionales enumeradas de R1 a R12, y una junta prismática P1 que gobierna al mecanismo, también hay dos puntos de interés A y B que representan el punto medio de las mordazas color negro en la figura 1, las cuales nunca llegan a tocarse puesto que el mecanismo no está pensado para la sujeción de elementos muy delgados.



Dado que el mecanismo es gobernado por el movimiento de una junta (en este caso cinemática), las ecuaciones de gobierno son de tipo cinemático y no dinámico, la estructura de estas ecuaciones según el libro de Shabana [2], es la que se muestra a continuación, donde θ^i y θ^j representan la inclinación de los eslabones de la junta (en este caso juntas 1 y 5) mientras que el vector r_p^{ij} es el vector del movimiento de la junta, y h^{iT} es un vector perpendicular.

$$\begin{bmatrix} \theta^i - \theta^j - c \\ h^{iT} r_p^{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Ecuaciones de gobierno de junta Cinemática. [2]

Finalmente se plantea el calculo de la movilidad mediante la ecuación de Grübler:

- # Eslabones (n): 10
- # Juntas 1 GDL (J1): 12 Rotacionales + 1 Prismática
- # Juntas 2 GDL (J2): 0

$$m = 3(n - 1) - 2J_1 - J_2 = 3(10 - 1) - 2(13) - (0)$$

$$m = 27 - 26 = 1$$

Como se puede evidenciar en la expresión matemática anterior, la movilidad es la esperada teniendo en cuenta que solo hay un elemento de gobierno en el mecanismo, por lo cual es razonable pensar que el diagrama cinemático está planteado apropiadamente.

Finalmente es importante aclarar que la figura 3 con 10 eslabones es un diagrama cinemático que solo aplica para el mecanismo plano, el mecanismo tridimensional que se plantea simular en Inventor y que tiene en cuenta el tornillo de avance, será muy similar, con la diferencia de que incluirá un eslabón adicional para el tornillo de avance, así como sus juntas correspondientes, por lo cual es necesario el calculo de la movilidad para dicho mecanismo en una próxima entrega.

Referencias

- [1] M. Numan, "Robotic Gripper Save and Make Design" 2022, [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/shorts/Go2qCykVICA>
- [2] A. A. Shabana, "Computational Dynamics," 3rd ed. John Wiley & Sons, 2009.