

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto:

Diseño y construcción de robot Delta de 3 grados de libertad, con un volumen de trabajo de 30 cm x 30 cm x 10 cm

Modalidad: Proyecto tecnológico

Versión: Primera

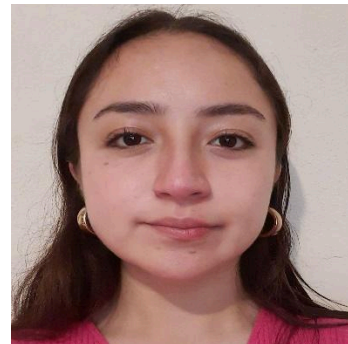
Trimestre Lectivo: 24I

Datos de los alumnos:

Nombre: Albarrán Maldonado Alma Luz 2193040703

Correo electrónico: al2193040703@azc.uam.mx

Firma.



Nombre: Vázquez Aymerich Jorge Iván 2183040586

Correo electrónico: al2183040586@azc.uam.mx

Firma.



Datos del (los) asesor(es) y del co-asesor o jefe directo.

Dr. Iván Vázquez Álvarez

Categoría: Asociado

Departamento de adscripción: Departamento de Electrónica.

Teléfono: 53189000 ext 2301

Correo electrónico: iva@azc.uam.mx

Firma.

Dr. Israel Barragán Santiago

Categoría: Asociado

Departamento de adscripción: Departamento de Energía

Teléfono: 5553189068

Correo electrónico: isbasa@azc.uam.mx

Firma.

Fecha: 08/Abril/2024

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Albarrán Maldonado Alma Luz

Vázquez Aymerich Jorge Iván

Dr. Iván Vázquez Álvarez

Dr. Israel Barragán Santiago

2. Antecedentes.

En 2021, Víctor Orihuel Arribas desarrolló un robot Delta para cultivo. En su proyecto, llevó a cabo un análisis cinemático inverso y directo para el control de las posiciones. Utilizando el modelo creado, diseñó la parte mecánica del robot. Para el control, empleó una placa de desarrollo Arduino UNO. Con esta configuración, logró controlar los desplazamientos y la cinemática del robot. Además, creó una interfaz de usuario utilizando App Designer de Matlab para validar los movimientos del robot [6]. De este proyecto se podrá tomar como referencia la aplicación diseñada en App Designer de Matlab.

En 2020, Mohammad Morad Sheikhi, Mehdi Tale Masouleh y Amir Hashemi Dastjerdi llevaron a cabo un análisis para la síntesis dimensional de un robot Delta con 3 grados de libertad. En su estudio, consideraron un área de trabajo predefinida y calcularon el área óptima utilizando el análisis cinemático inverso. Como resultado, identificaron el espacio óptimo de trabajo para un robot delta y concluyeron que, con ello, es posible reducir el tamaño del robot en un 51.7% en comparación con los robots delta actuales [7]. Este proyecto se utilizará como referencia para el cálculo de las dimensiones del robot Delta.

En 2020, Faraz Abed Azad, Saeed Ansari Rad, Mohammad Reza Hairi Yazdi, Mehdi Tale Masouleh y Ahmad Kalhor presentaron el modelo dinámico y cinemático de un robot paralelo con 3 grados de libertad. En su artículo, llevaron a cabo un análisis que incluyó la posición, velocidad y aceleración del robot. Utilizando software especializado, escribieron una ecuación de cierre de bucle para cada uno de los brazos en el sistema de coordenadas correspondiente. Esto les permitió establecer las ecuaciones cinemáticas del robot. Posteriormente, realizaron un análisis dinámico para determinar el torque requerido en cada brazo del sistema [8]. Este proyecto se utilizará como referencia para el análisis cinemático del robot.

En 2024, Abu-Alim Ayazbay, Gani Balabyev, Sandugash Orazaliyeva, Konrad Gromaszek y Algazy Zhauyt llevaron a cabo la implementación, planificación de trayectorias y cinemática de un robot Delta impreso en 3D. En este proyecto, utilizaron 3 servomotores, una placa de desarrollo Arduino y un módulo PWM para el control de los servomotores. Además, desarrollaron un software de planificación de trayectorias y un solucionador de cinemática inversa y directa [9]. Este proyecto servirá como referencia para el desarrollo del control de posiciones del robot, así como el acoplamiento del módulo PWM.

3. Justificación.

En el Área de Investigación de Mecánica y Mecatrónica de la UAM-A se han realizado, y actualmente se llevan a cabo, proyectos relacionados con habilitación de robots manipuladores, con el objetivo de dotar al área con estos equipos para fines de investigación y docencia pues los estudiantes pueden adquirir experiencia práctica y complementar su formación académica [4] [5].

Actualmente no se cuenta con un robot Delta en esta área de investigación y por ello se propone el diseño y construcción de este tipo de robot manipulador. Esto permitiría usarlo posteriormente en algunas UEAS como Temas Selectos de Ingeniería Mecánica o en trabajos de investigación relacionados con el control de trayectorias y la cinemática de robots.

4. Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar y construir un prototipo de robot Delta de 3 grados de libertad, con un volumen de trabajo de 30 cm x 30 cm x 10 cm, con capacidad de carga de al menos 100 g.

Objetivos particulares.

Diseñar el modelo cinemático del robot.

Diseñar y maquinar los componentes estructurales y mecánicos.

Diseñar el programa en Arduino para el control de posiciones del dispositivo.

Ensamblar el sistema.

Realizar pruebas de funcionamiento.

5. Descripción técnica.

El proyecto consiste en el diseño y construcción de un prototipo de robot Delta de 3 grados de libertad (GDL) para uso educativo en la Universidad Autónoma Metropolitana, con las siguientes especificaciones técnicas:

Volumen de trabajo de 30 cm x 30 cm x 10 cm.

Capacidad de carga mínima del efector final de 100 g.

Los objetos a manipular serán de forma prismática, con dimensiones aproximadas de 10 cm x 5 cm x 2 cm.

Aplicación de modelos cinemáticos para el cálculo de posiciones.

Control mediante placa de desarrollo ESP32 y servomotores.

Interfaz de usuario en App Designer de Matlab, que permitirá el control de posiciones del robot.

Las figuras 2 y 3, representan el área óptima de trabajo [6].

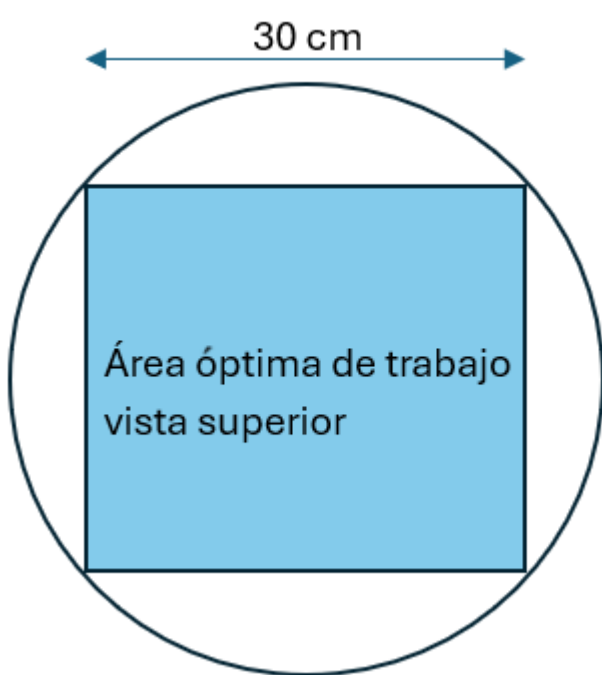


Figura 2. Vista superior del área óptima de trabajo

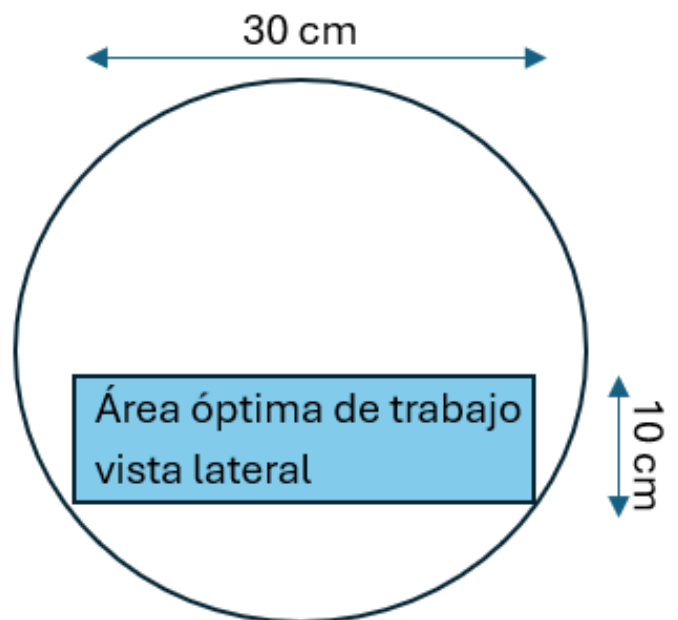


Figura 3. Vista lateral del área óptima de trabajo

Se aplicarán modelos cinemáticos para obtener las posiciones específicas deseadas en el espacio determinado. Se utilizará Matlab para graficar estos resultados, como se muestra en la figura 4.

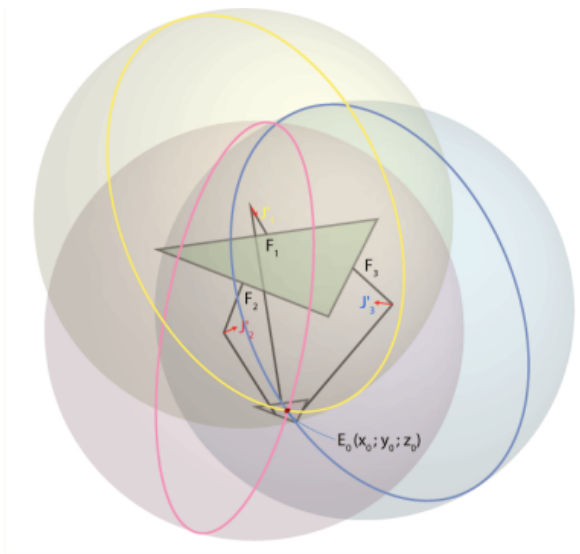


Figura 4. Cinemática resuelta de robot Delta [4]

Las dimensiones óptimas de los eslabones se determinarán mediante el modelo cinemático. Posteriormente, se diseñarán las piezas en 3D y su ensamble con Autodesk Inventor Educativo. Las piezas mecánicas se maquinarán en los talleres de la universidad utilizando los diseños 3D previamente obtenidos. El control se realizará mediante una placa ESP32 programada con Arduino IDE. Los servomotores que accionarán los brazos se controlarán por modulación de ancho de pulsos (PWM).

6. Normatividad.

NMX-J-741-ANCE-2018 "Robots manipuladores industriales caracterización del diseño". Establece la manera en la que se presentan las características de diseño para el uso de los robots manipuladores industriales, bajo esta norma se basará el diseño del robot delta que se plantea en este proyecto [11].

NMX-J778-ANCE-2019 "Robots móviles vocabulario". Describe la movilidad, la locomoción y otros temas relacionados al desplazamiento de los robots móviles, lo que permitirá tener un movimiento dentro de lo permitido haciendo uso de esta norma [12].

ISO 8373:2012 "Robots y dispositivos robóticos- vocabulario". Establece los términos usados para robots industriales y cobots (robots colaborativos) también aporta conceptos básicos los cuales serán de gran ayuda para los tecnicismos de este proyecto terminal [13].

ISO 8373:2021 "Robots y dispositivos robóticos- vocabulario". Establece algoritmos de percepción, razonamiento y planificación, los cuales serán de apoyo en este proyecto al realizar el marcado de trayectorias y movilidad [14]

7. Cronograma de actividades.

UEA para la que se solicita autorización:

- Proyecto Integración de Ingeniería Mecánica I.

Se solicitará una vigencia de proyecto del trimestre 24-P a 24-O con actividades descritas en la figura 5.

	Actividades del trimestre 24-P	Semana												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Diseñar el modelo cinemático del mecanismo	■	■											
2	Simular el movimiento del robot Delta		■											
	Diseñar en 3D los componentes mecánicos del robot			■										
3	Cotizar materiales				■									
4	Comprar componentes y materiales				■	■								
5	Maquinar los componentes mecánicos que no se puedan comprar.						■	■						
7	Ensamblar componentes mecánicos								■	■				
8	Diseñar el programa en arduino para control de posiciones									■	■			
9	Construir el robot											■		
10	Elaborar el reporte de Proyecto de integración													■

Figura 5. Cronograma de actividades

8. Entregables.

- Reporte final del Proyecto de integración.
- Robot Delta operativo.
- Programa de control de posiciones.
- Planos de diseño de las piezas.

9. Referencias bibliográficas.

- [1] Heer C. Bieler S.,2023, "World Robotics 2023 Report: Asia ahead of Europe and the Americas", [World Robotics 2023 Report: Asia ahead of Europe and the Americas - International Federation of Robotics \(ifr.org\)](https://www.ifr.org/en/robotics-report/2023-world-robotics-report)
- [2] Chuquilin A, Fabricio D, Figueroa Deza, 2023,<https://www.doccity.com/es/desarrollo-de-un-robot-delta-como-plataforma-educativa-para-el-laboratorio-de-mecatronica/10603147/>, Desarrollo de un Robot Delta como Plataforma Educativa Laboratorio de Mecatrónica de la Universidad Privada del Norte
- [3] 2024, "Robótica Dominar la mecánica habilidades laborales técnicas en robótica", <https://fastercapital.com/es/contenido/Robotica--Dominar-la-mecanica--habilidades-laborales-tecnicas-en-robotica.html#:~:text=Sin%20ingenier%C3%ADa%20mec%C3%A1nica%2C%20os%20robots,sistemas%20que%20constituyen%20un%20robot.>
- [4] Alamilla L., Balderas E.,2023,"Adecuación mecánica y puesta en operación de un brazo robot de configuración cilíndrica", Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco.
- [5] Carlos D., Moreno J., 2024, "Diseño y manufactura del efector final de un brazo robótico", Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco.
- [6] Víctor Orihuel Arribas, 2021, "Robot Delta para el cultivo en hileras", tesis de licenciatura, escuela técnica superior de ingenieros industriales. Universidad Politécnica de Valencia.
- [7] Mohammad Morad Sheikhi, Mehdi Tale Masouleh y Amir Hashemi Dastjerdi, 2020, "A complete analytical solution for the dimensional synthesis of 3-DOF Delta parallel robot for a prescribed workspace". Mechanism and Machine Theory, vol. 153.
- [8] Faraz Abed Azad, Saeed Ansari Rad, Mohammad Reza Hairi Yazdi, Mehdi Tale Masouleh y Ahmad Kalhor, 2020, "Dynamics analysis, offline–online tuning and identification of base inertia parameters for the 3-DOF Delta parallel robot under insufficient excitations", Mecánica, 2022, pp. 473-485.
- [9] Abu-Alim Ayazbay, Gani Balabyev, Sandugash Orazaliyeva, Konrad Gromaszek, y Algazy Zhauyt, 2024, "Trajectory Planning, Kinematics, and Experimental Validation of a 3D-Printed Delta Robot Manipulator",International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, Vol. 13, No. 1, 2024
- [10] Declaratoria de vigencia de la norma Mexicana NMX-J-741-ANCE-2018, 2018, Diario de la federacion Río Amazonas No. 62, Col. Cuauhtémoc, C.P. 06500, Ciudad de México, https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5533873&fecha=03/08/2018#gsc.tab=0.
- [11] Declaratoria de vigencia de la norma Mexicana NMX-J778-ANCE-2019, 2020, Diario de la federacion Río Amazonas No. 62, Col. Cuauhtémoc, C.P. 06500, Ciudad de México, https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5585331&fecha=31/01/2020#gsc.tab=0.

- [12] ISO, 2012, INTERNACIONALI NORME INTERNATIONALE, 2012, segunda y decima edición, https://webstore.ansi.org/preview-pages/ISO/preview_ISO+8373-2012.pdf,.
- [13] ISO 8373:2021 ROBOTICS VOCABULARIO, 2021. Tercera edición, pags 22 <https://www.iso.org/standard/75539.html>.

10. Terminología.

No es necesaria.

11. Infraestructura.

Taller de mecánica.

12. Asesoría complementaria.

No es necesaria.

13. Publicación o difusión de los resultados.

No se tiene la intención de publicar.