

Diseño e implementación de un robot serial colaborativo modular para procesos de pulido de piezas de fibra de vidrio

Jhon Anthony Gonzales Acuña
Professional School of Mechatronics
Engineering
Universidad Ricardo Palma
Lima, PERÚ
jhonanthony19970113@gmail.com

Danilo Andre Luque Mercado
Professional School of Mechatronics
Engineering
Universidad Ricardo Palma
Lima, PERÚ
danilo.luque@urp.edu.pe

Alexis Fernández Sánchez
Professional School of Mechatronics
Engineering
Universidad Ricardo Palma
Lima, PERÚ
alexis.fernandez@urp.edu.pe

line 1: 5th Given Name Surname
line 2: *dept. name of organization*
(of Affiliation)
line 3: *name of organization*
(of Affiliation)
line 4: City, Country
line 5: email address or ORCID

Abstract— En la industria de producción, la fibra de vidrio, cada vez, es más indiferente gracias a las propiedades que puede ofrecer al producto como es la resistencia, transparencia y flexibilidad, por ello, el uso del mismo es más frecuente, pero a consecuencia produce algunos riesgos hacia el personal. El pulido de un material es un procedimiento esencial en el acabado el cual desprende partículas del producto para que se obtenga la superficie adecuada, por ende, se propone implementar un robot colaborativo para que disminuya en gran porcentaje aquellos riesgos. El robot colaborativo modular se diseñó en el programa SolidWorks, el cual es una variante del robot ur3 (modificado para satisfacer nuestras necesidades). La estructura mecánica fue impresa en 3D con filamento PLA al igual que los engranajes utilizados para el movimiento de las articulaciones. En la parte electrónica del robot se empleó MicrostepDriver, Arduino UNO, fuente de energía y motores Nema 17 para la programación, movimiento, y alimentación del robot. Asimismo, se realizó el análisis cinemático directo del robot para entender el movimiento del mismo respecto a un sistema de referencia sin considerar las fuerzas que intervienen. Como resultado se produjo la implementación de solo 2 grados de libertad del robot, pero con movimiento satisfactorio. En un futuro, se proyecta que el robot pueda realizar muchas más tareas con mayor grado de complejidad con las herramientas adecuadas y que se adapte al extremo del robot.

Palabras claves— *fibra de vidrio, robot colaborativo, riesgos.*

I. INTRODUCCIÓN

La fibra de vidrio es un tipo de fibra mineral natural o sintética. Trabajar con ella, en forma de fibras o polvo trae consigo algunos riesgos como la irritación de ojos, nariz, garganta y piel, para eso, se tiene que tomar muchas precauciones para prevenir parcialmente aquellas consecuencias. Existen distintos tipos de fibra de vidrio, entre las más comunes están la de filamento continuo, utilizado como material de refuerzo causando cada uno de ellos un problema distinto para la salud.[1]

El filamento continuo es un tipo de fibra de vidrio demasiado gruesa para llegar a los pulmones, sin embargo, pueden producirse elevados niveles de polvo cuando se cortan, pulen o lijan plásticos reforzados con fibra de vidrio que pueden provocar irritación en la garganta, ojos y piel.[4]

La producción mundial de fibra de vidrio en los años 2008, 2009 y 2010 ascendieron un 55-60% en Asia, un 20-25% en Europa y 15-20% en América, por lo que en toneladas se verías reflejada en 3800000 toneladas producidas en esos años.[2]

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado la lana de vidrio como posible cancerígeno en humanos. Los efectos sobre la salud derivados de la exposición a FMA dependen entre otros factores, de vía de entrada, el nivel de contaminación ambiental, el tiempo de exposición y tamaño de las partículas, la cual, el más frecuente suele ser la vía respiratoria. También, el Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey, identifica a la fibra de vidrio como material dañino para la piel, por lo que, en su “hoja informativa sobre sustancias peligrosas”, indica una serie de precauciones y controles laborales.[3]

Por el gran aumento de fibra de vidrio, los problemas que causa en la piel y sus propiedades favorables de resistencia y estabilidad se decidió implementar un robot el cual pueda realizar la tarea de pulido en piezas que contienen cuyo elemento.



Fig.1 Implementación del robot

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Diseño Mecánico y Mecatrónico

El robot serial colaborativo modular ha sido diseñado en el programa de SolidWorks, cuenta con 6 GDL y está referenciado al robot colaborativo ur3. En el extremo del robot tendría una herramienta adicional para el pulido que permita el uso de la ubicación espacial.[7]



Fig.2 Diseño Mecatrónico del robot colaborativo

Para el movimiento de las articulaciones se usaron los motores Nema 17 y un sistema de engranajes diseñados para que encajen con los motores ya mencionados. La estructura mecánica del robot y, también, el sistema de engranajes fue impresa en 3D con filamento PLA de 1.75mm de grosor.[8]



Fig. 3 Sistema electrónico

De acuerdo a la definición realizada por el autor, “esta parte de la Norma ISO 10218 especifica los requisitos y las directrices para un diseño inherentemente seguro, las medidas de protección y la información para el uso de robots industriales. La norma describe los riesgos básicos asociados con los robots y proporciona los requisitos para eliminar o

reducir adecuadamente los peligros asociados con estos riesgos. Esta parte de la Norma ISO 10218 no trata el robot como una máquina completa”.[9]

B. Sistema electrónico

Para el sistema electrónico se utilizó MicrostepDriver, que es dispositivo donde se conduce un controlador de motor de una manera que le permite dividir estos pasos en pasos adicionales, tarjeta Arduino UNO, una fuente para la alimentación de los motores con salida de 12-24v y motor Nema 17. Cabe recalcar que en la parte de programación por medio del Arduino se le da la configuración al movimiento de cada motor. La programación se replicó para controlar el motor en todas las articulaciones.[5]

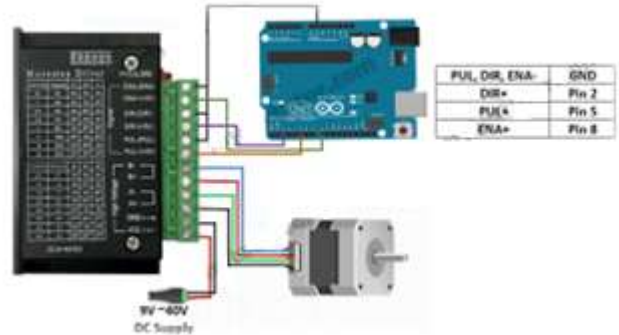


Fig. 4 Sistema electrónico

C. Sistema de referencias y parámetros

En la sección de sistemas de referencias se construye una tabla de parámetros de Denavit Hartenberg, el cual, ha sido completado de acuerdo a las características de la misma.[6]

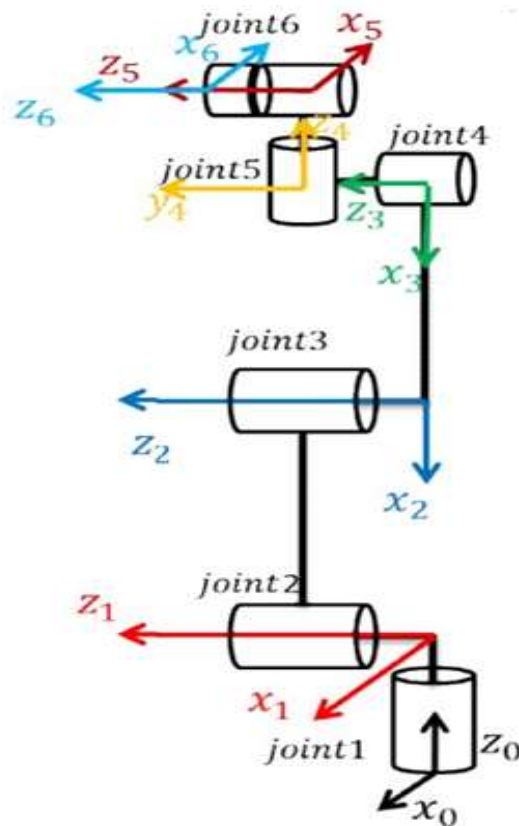


Fig. 5 Sistemas de referencia

Tabla1:

i	α_i	a_i	θ_i	d_i
1	90	0.2	Θ_1	0.2
2	0	0	Θ_2	0
3	180	0.2	Θ_3	0.8
4	90	0	Θ_4	0.2
5	-90°	0	Θ_5	0.2
6	0	0	Θ_6	0.1

Después de realizar la tabla de parámetros, se halla las matrices de posición y orientación de cada articulación y con ello se culminará el análisis cinemático directo del robot propuesto.

$${}^0A_1 = \begin{bmatrix} C1 & 0 & S1 & 0.2 * C1 \\ S1 & 0 & -C1 & 0.2 * S1 \\ 0 & 1 & 0 & 0.2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1A_2 = \begin{bmatrix} C2 & S2 & 0 & 0 \\ S2 & C2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2A_3 = \begin{bmatrix} C3 & S3 & 0 & -0.2 * C3 \\ S3 & -C3 & 0 & -0.2 * S3 \\ 0 & 0 & -1 & 0.8 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^3A_4 = \begin{bmatrix} C4 & 0 & S4 & 0 \\ S4 & 0 & -C4 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0.2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^4A_5 = \begin{bmatrix} C5 & 0 & -S5 & 0 \\ S5 & 0 & C5 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0.2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^5A_6 = \begin{bmatrix} C6 & -S6 & 0 & 0 \\ S6 & C6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0.1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

III. SIMULACIÓN

Para la simulación respectiva se ha utilizado el software de Matlab el cual es necesario el toolbox de robótica que brinda facilidades para poder realizar el movimiento de cada articulación de un robot. En la simulación en Matlab se ha realizado un movimiento rotacional de 180° del primer eslabón sobre su propio eje, demostrando el movimiento que realiza el robot propuesto en esta investigación con respecto a la primera articulación. Esta simulación necesita saber los parámetros de Denavit Hartenberg, en el cual, se introducen los valores correspondientes a las longitudes de las articulaciones y, a su vez, las respectivas ubicaciones. Después de ello, se asigna el comando "Rob = SerialLink" para poder unir los elementos anteriores. Luego, pondremos los parámetros iniciales de los "q" de cada articulación para

que con el comando "Rob.fkine" nos muestre la matriz de la transformación directa. En la figura 7 se puede observar la simulación de un robot de 6 GDL.

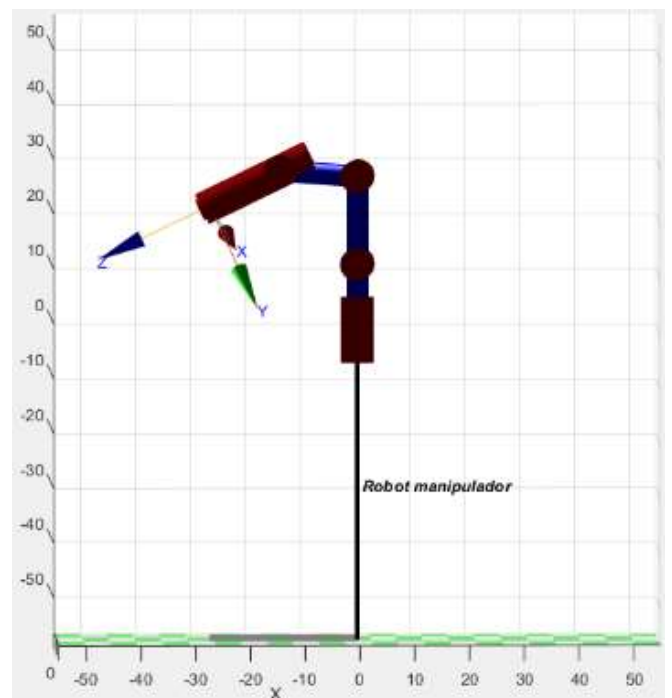
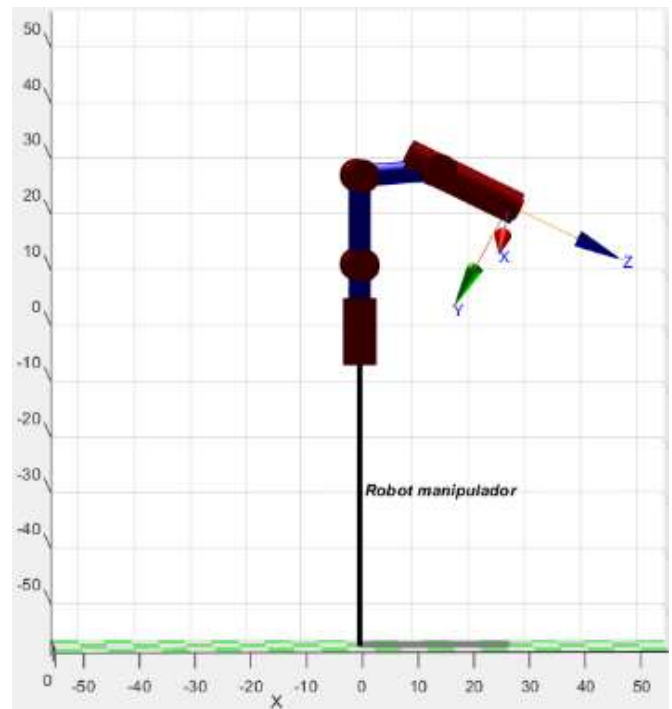


Fig. 6 Posición inicial y final del robot

IV. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el análisis gráfico arrojados por Matlab de como interactúa el brazo robótico referentes a los movimientos que realiza, como también el movimiento inducido de las articulaciones implementadas en el proyecto (2 articulaciones), se puede concluir que la actividad de las articulaciones puede

funcionar eficientemente ante la tarea asignada con mucha precisión.

El diseño propuesto se desarrolló en el programa de SolidWorks, el cual es una variante del robot colaborativo ur3, y modificado a nuestras necesidades y presupuesto.

Se presentaron las matrices homogéneas de cada articulación (análisis cinemático directo), para tener cierto conocimiento del movimiento del robot y sus articulaciones. Por otro lado, uno de los objetivos principales ha sido diseñar e implementar un robot colaborativo el cual tenga cierto grado de dependencia, por lo que se cumplió con lo propuesto.

REFERENCIAS

- [1] Sahuquillo Navarro, O. (2012). Estudio de la degradación de materiales compuestos base poliéster reforzados con fibra de vidrio en medios neutros y alcalinos (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- [2] Tania Gamboa Vila (2017). Fibra de vidrio y carbono.
<https://es.slideshare.net/taniaestefanygamboavila/fibra-de-vidrio-y-de-carbono>
- [3] Departamento de Salud y Servicios para Personas Mayores de New Jersey (2007). Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. New Jersey (pp. 1-5).
<https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0933sp.pdf>
- [4] Jesús Cedillo Valencia, J., & Cedillo Félix, V. M. (2017). Restauración postendodóncica, técnica con postes accesorios de fibra de vidrio. Revista ADM, 74(2).
- [5] Scimmi, L. S., Melchiorre, M., Mauro, S., & Pastorelli, S. P. (2019, October). Implementing a vision-based collision avoidance algorithm on a UR3 Robot. In 2019 23rd International Conference on Mechatronics Technology (ICMT) (pp. 1-6). IEEE.
- [6] Díaz Reig, A. (2021). Control cinemático de robots: estrategias de control articular y cartesiano sobre un robot UR3.
- [7] Zúñiga Gómez, E. A. (2022). Diseño e implementación de un sistema de rehabilitación para tren superior utilizando un robot colaborativo UR3.
- [8] Montoyaa, E. F., Ojedaa, R. A., Prietoo, S. G., González, E. A., & Barbosab, R. A. R. M. Diseño y fabricación de un prototipo didáctico de un sistema de engranaje.
- [9] Robots and robotics devices. Safety requirements for industrial robots. Part 1: Robots. (ISO 10218-1:2011)