

Robot Móvil con Brazo Antropomórfico, para Atención Domiciliaria de Personas con Covid-19

Darlett Castañeda Cusichaqui
School of Mechatronic Engineering,
Ricardo Palma University
Lima, Peru
Darlett.castaneda@urp.edu.pe

Luigi Morales Chavez
School of Mechatronic Engineering,
Ricardo Palma University
Lima, Peru
luigi.moralesch@urp.edu.pe

Ricardo Palomares
School of Mechatronic Engineering,
Ricardo Palma University
Lima, Peru
rpalomares@ieee.org

Abstract— La pandemia y el aislamiento debido al virus covid19 que genera problemas graves de salud por las infecciones en las personas que contraen el virus. Por ende, el diseño de un robot de servicio por parte de los alumnos de la universidad Ricardo Palma tiene dos propósitos fundamentalmente para que los pacientes de covid19 puedan desarrollar sus actividades básicas en aislamiento como sostener un vaso o llevar un objeto de un lugar a otro. Además, de ayudar en la asistencia del registro de temperatura y oxígeno en la sangre a las personas que tienen covid-19. Entonces el diseño del robot móvil y de servicio podrá llevar objetos, medicamentos, comida al paciente. Estas actividades las debería realizar el robot porque estas personas cuando se enferman por alguna infección generada por el virus covid19 llegan a un punto en el que solo pueden estar en reposo. Por lo que, el diseño del robot asistencial contará con una pantalla para que el paciente de covid19 pueda comunicarse con un con sus familiares y lo más importante tener un registro de tus temperatura y oxígeno en la sangre, Este registro en la pantalla ayuda a ver la mejora del usuario o paciente por parte de él o de sus familiares. De modo que, el usuario del robot no pueda sentirse solo mientras está en aislamiento. En conclusión, se obtuvieron resultados positivos de la instrumentación seleccionada y programación, para que el robot de servicio pueda cumplir con sus objetivos, por medio de sus características mecánicas y electrónicas por medio del análisis matemático y simulación.

Keywords— *Assistive Devices, Anthropomorphic Robotic Arm, Quality of Life, Mobile Robot.*

I. INTRODUCTION

La enfermedad por coronavirus (COVID-19) es una enfermedad infecciosa provocada por el virus SARS-CoV-2. La mayoría de las personas que padecen COVID-19 sufren síntomas de intensidad leve a moderada y se recuperan sin necesidad de tratamientos especiales. Sin embargo, algunas personas desarrollan casos graves y necesitan atención médica. El virus puede propagarse desde la boca o la nariz de una persona infectada en forma de pequeñas partículas líquidas que expulsa cuando tose, estornuda, habla, canta o respira. Estas partículas pueden ser desde pequeños aerosoles hasta gotitas respiratorias más grandes. Entonces el contagio de COVID-19 se da si respiras cerca de una persona infectada o si tocas una superficie contaminada y, seguidamente, te tocas los ojos, la nariz o la boca. El virus se propaga más fácilmente en espacios interiores o en aglomeraciones de personas.

Las personas que asisten a los pacientes de covid19 en la medición de temperatura y en el registro del oxígeno en la sangre tienen mayores posibilidades de contraer el virus. Es decir, las personas con mayor nivel de riesgo de contraer el virus son las que visitan o se encuentran usualmente en contacto directo con las personas que tienen el virus; por lo que, deben tomar precauciones para protegerse y así de esta forma evitar contraer el virus COVID-19. Sin embargo, existe la posibilidad de contraer el virus (un margen de error) aún tomando las respectivas medidas de seguridad para asistir a la persona aislada en su habitación.

Frente a esta problemática es necesario reducir aún más las posibilidades de contraer el virus; por lo que, el uso de un robot para la asistencia del paciente de covid19 aislado es la solución frente a este problema. Es decir, la asistencia por parte de robot de servicio reducirá las posibilidades de contraer el virus para las personas que interactúan a los pacientes de covid19 aislados. Este robot móvil con un brazo antropomórfico tendrá como razón de ser asistir a personas con Covid-19 que se encuentran aisladas para evitar y reducir el contagio o propagación [1], [2].

II. MATERIALES Y METODOS

A. Diseño Mecatrónico del Robot Móvil

Es un robot antropomórfico debido a que nos permite tener una mejor orientación en su extremo operativo para moverse en trayectorias complejas. El movimiento que realice el robot de servicio será programado en función a eventos predeterminados. Es decir, llevar un objeto de un lugar a otro es un evento que será programado por medio de Arduino o PLC. Por lo tanto, cada posición de sus articulaciones será programadas por evento para llevar a cabo un objetivo [1].

1) Sistema Mecánico

Para esta aplicación se definió 5 grados de libertad para posicionar y orientar un objeto. Con respecto a la capacidad de carga se limita a 0.5 kilogramos, que puede transportar o levantar.

El diseño de cada pieza del robot se realizó con el programa SolidWorks, dimensionando 70 cm para el brazo y antebrazo. También, se diseñó una pinza como efector final Como se puede ver en la figura 1:



Fig. 1. Diseño y ensamblaje en SolidWorks del robot.

En la imagen podemos apreciar la base del robot. Esta base va a contener el cuerpo del robot podemos ver el cuerpo del robot el cual contiene una pantalla donde la persona va a poder comunicarse con sus familiares y contiene los ojos del robot y con el que va a poder interactuar.



Fig. 2. Brazo del Robot

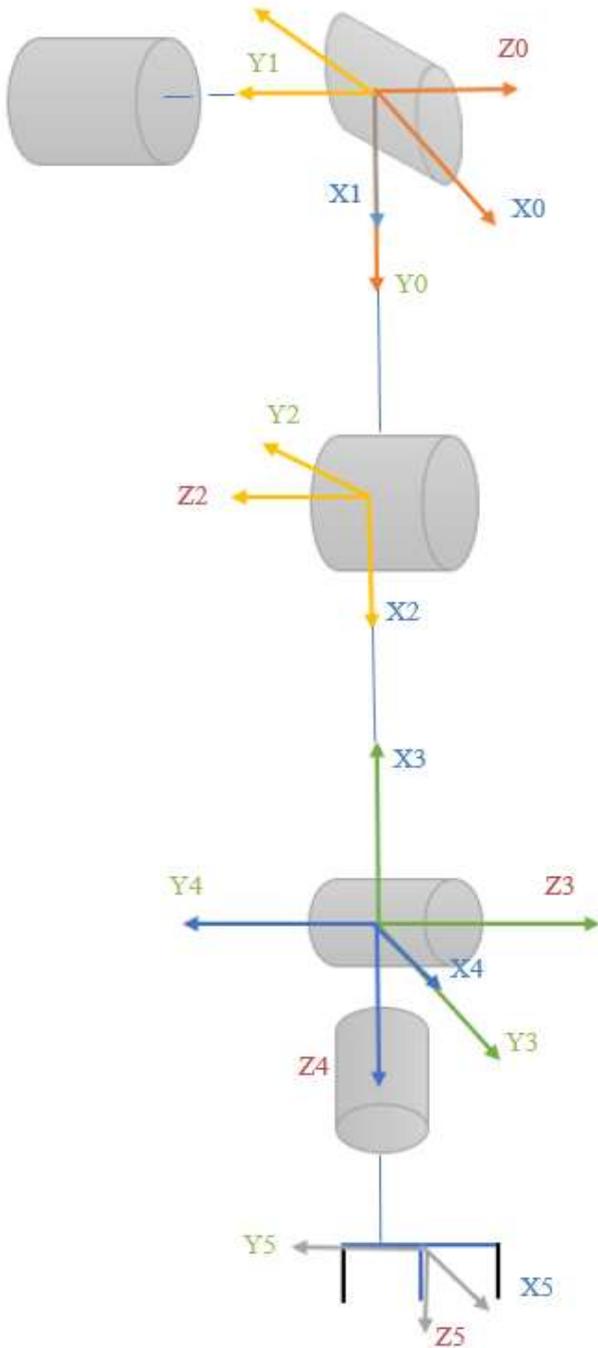


Fig. 3. Cinematica

2) Control y Hardware

El control del robot se logró mediante el uso del software TIA PORTAL. Se verá la implementación de un algoritmo para el robot asistente por medio de bloques tecnológicos

proporcionados por TIA PORTAL como se ve en la figura 4. Por otro lado, se hará una configuración del accionamiento del servomotor con la interfaz para seleccionar cada evento como llevar un objeto de un lugar a otro. La CPU 1214C DC/DC/DC controla y monitoriza los servomotores para cada evento por medio de modulación de pulsos.

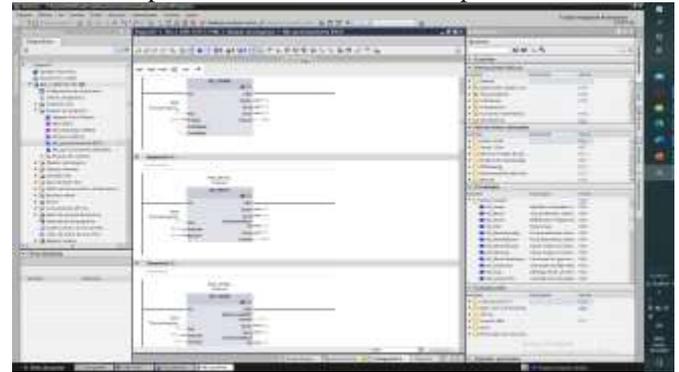


Fig. 4. Programación del Robot para cada evento

Las entradas y salidas se deben programar para cada bloque tecnológico proporcionado por TIA PORTAL como se ve en la figura 5. Con el objetivo de posicionar el efector final del robot para cada evento.

Nombre	Tipo de dato	Conexión	Variable del PLC
MC_posicionamiento_DRAC_HALT_Instance_Execute	Bool	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_HOME_Instance_Execute	Bool	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_MOVEABSOLUTE_Instance_Execute	Bool	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_MOVEABSOLUTE_Instance_Position	Double	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_MOVEJ_Instance_Infinityward	Bool	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_MOVEJ_Instance_Infinityward	Double	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_MOVERELATIVE_Instance_Distance	Double	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_MOVERELATIVE_Instance_Execute	Bool	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_MOVEVELOCITY_Instance_Velocity	Double	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_MOVEVELOCITY_Instance_Velocity	Bool	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_POWER_Instance_Stop	Bool	HAB_Conexión_1	PLC_1
MC_posicionamiento_DRAC_POWER_Instance_Status	Bool	HAB_Conexión_1	PLC_1
Numero_Imagen_Variable	Int		Variable interna

Fig. 5. Entradas y salidas del robot programadas para cada evento

Esta modulación es posible por medio de dos salidas digitales que son configuradas. La CPU ofrece una salida de impulsos y una salida de sentido para controlar un accionamiento de un motor como se ve en la figura 6.

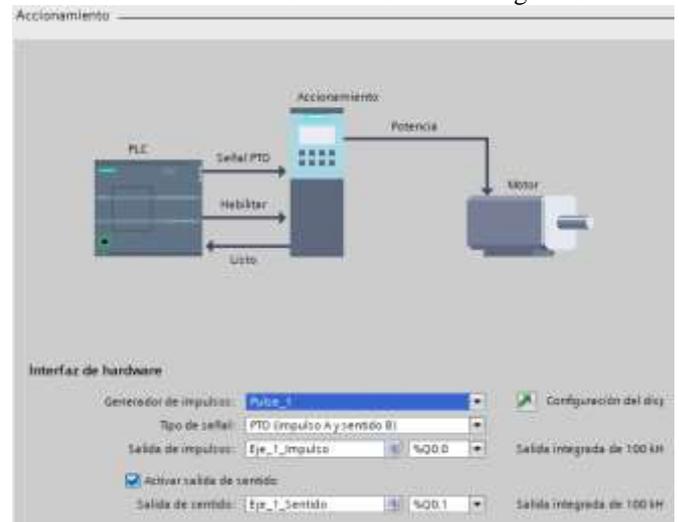


Fig. 6. Programación del robot para cada evento

La interacción entre usuario y robot es por medio de la interfaz que me permite controlar y monitorear. SIMATIC S7-1200 por su diseño compacto cuenta con una entrada integrada para PROFINET que permite establecer la comunicación con un HMI como en la figura 7 .

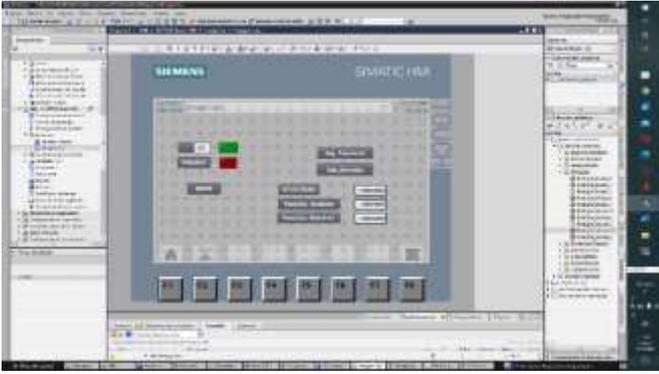


Fig. 7. Interfaz del robot para cada evento

3) Sistema Eléctrico y Electrónico

El micro controlador Arduino Mega 2560 recibe la señal de salida deseada desde el computador a través de un cable USB, utiliza comunicación serial. Se envía la señal de control para el movimiento de los motores y se recibe la señal de los finales de carrera, los puertos de entrada y salida son configurados en el código del software Arduino. Seleccionamos el Arduino Mega porque posee más entradas digitales que un Arduino UNO que son los más usados, además este permite usar 6 pines para interrupciones los cuales son y la detención de la maquina si se llega a estrellar en uno de los finales físicos de la misma. [1]

Para poder controlar los motores seleccionados se hace necesario la implementación de un driver que permita dependiendo las señales digitales del micro controlador, el paso de la corriente por cada una de las bobinas del motor. Este driver va a permitir manejar los altos voltajes e intensidades que se requiere para el movimiento de los motores, y proporcionan protecciones para evitar que la electrónica pueda resultar dañada. De igual forma facilitan el control del motor ya que únicamente requieren de dos salidas digitales, una correspondiente a el sentido de giro y otra para comunicar la cantidad de pasos que se quiere que avance el motor.

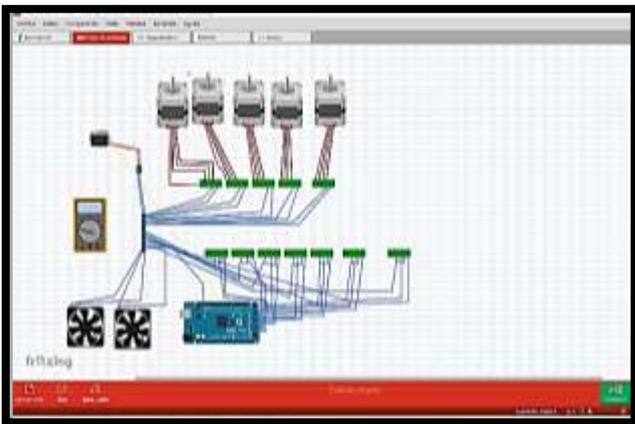


Fig. 8. Diagrama eléctrico.

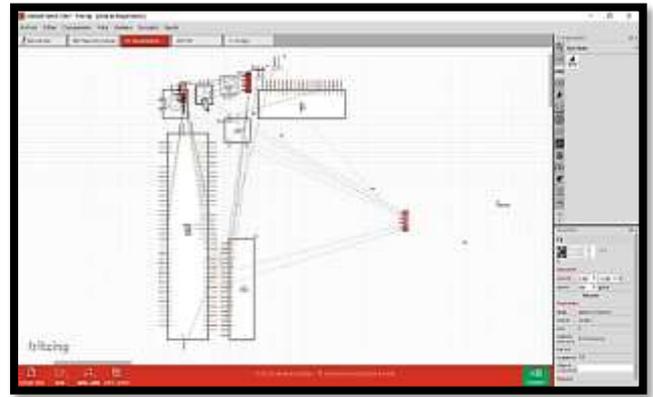


Fig. 9. Circuito Eléctrico.

Este servomotor va a estar compuesto por 3 cables: 2 cables de alimentación que suministran el voltaje desde 4.8 a 6 voltios y un cable de control que indica la posición deseada mediante señales PWM por sus siglas en ingles Pulse Width Modulation o en español modulación por ancho de pulso. Para la generación de la señal PWM es necesario de un circuito digital o con un microcontrolador para dar el valor de duración del pulso a nivel alto.

4) Modelo Matemático

La Table I muestra los parámetros para todas las articulaciones, calculados usando Denavit-Hartenberg (D-H) que están destinados a describir la ubicación final.

TABLE I. D-H PARAMETERS

Link	θ_i	d_i (mm)	a_i (mm)	α_i
1	θ_1	0	0	-90
2	θ_2	0	0.7	0
3	θ_3	0	0.7	-90
4	θ_4	0	0	-90
5	θ_5	d	0	0

Donde:

α_1 : Ángulo que forman los ejes eje z_{i-1} y z_i en relación al eje x_i

a_i : Distancia medida desde el eje z_{i-1} hacia el eje z_i

θ_i : Ángulo que forman los ejes x_{i-1} y x_i con respecto al eje z_{i-1}

d_i : Distancia desde el eje de rotación a la intersección de la perpendicular común entre z_{i-1} y z_i .

$${}^0A_1 = \begin{bmatrix} C\theta_1 & 0 & -S\theta_1 & 0 \\ S\theta_1 & 0 & -C\theta_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1A_2 = \begin{bmatrix} C\theta_2 & -S\theta_2 & 0 & 0.7C\theta_2 \\ S\theta_2 & C\theta_2 & 0 & 0.7S\theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2A_3 = \begin{bmatrix} C\theta_3 & -S\theta_3 & -S\theta_3 & 0.7C\theta_3 \\ S\theta_3 & C\theta_3 & C\theta_3 & 0.7S\theta_3 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^3A_4 = \begin{bmatrix} C\theta_4 & -S\theta_4 & -S\theta_4 & 0 \\ S\theta_4 & C\theta_4 & C\theta_4 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^4A_5 = \begin{bmatrix} C\theta_5 & -S\theta_5 & 0 & 0 \\ S\theta_5 & C\theta_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Luego tenemos la Matriz T, que relacionamos la posición y orientación del robot.

De la matriz T extraemos los términos donde hallaremos

$$T = {}^0A_1 {}^1A_2 {}^2A_3 {}^3A_4 {}^4A_5 = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

el posicionamiento del extremo del robot propuesto.

$$X = \frac{7c(\theta_1)s(\theta_2)}{10} + \frac{s(\theta_4)(c(\theta_1)s(\theta_2)s(\theta_3) - c(\theta_1)c(\theta_2)c(\theta_3))}{10} - \frac{s(\theta_4)(c(\theta_1)c(\theta_2)s(\theta_3) - s(\theta_1) + c(\theta_1)s(\theta_3)s(\theta_2))}{10} - \frac{7c(\theta_1)s(\theta_2)s(\theta_3)}{10} + \frac{7c(\theta_1)c(\theta_2)}{10}$$

$$Y = \frac{s(\theta_4) - c(\theta_2 + \theta_3) - 7(s(\theta_2 - \theta_3) - s(\theta_2))}{10}$$

$$Z = \left(\frac{7c(\theta_2)s(\theta_1)}{10} + \frac{s(\theta_4)(s(\theta_1)s(\theta_2)s(\theta_3) - c(\theta_2)c(\theta_3)s(\theta_1))}{10} - \frac{s(\theta_4)(c(\theta_2)s(\theta_1)s(\theta_3) - c(\theta_1) + c(\theta_3)s(\theta_1)s(\theta_2))}{10} - \frac{7s(\theta_1)s(\theta_2)s(\theta_3)}{10} + \frac{7c(\theta_2)c(\theta_3)}{10} \right)$$

III. SIMULATION TEST

Se realizó la simulación en Coppelia sim, que permitió simular las actividades básicas que hacía el robot móvil.

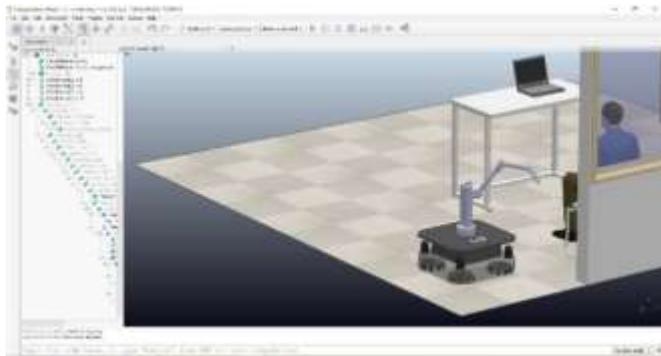


Fig. 10. Simulation

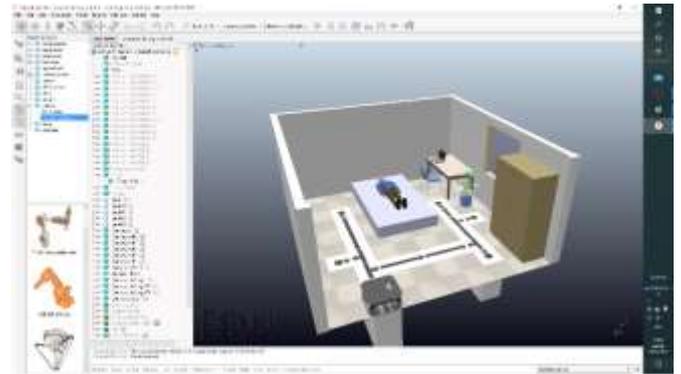


Fig. 11. Movimiento del Robot

Las simulaciones fueron realizadas en Coppelia Sim



Fig. 12. Movimiento del Robot

IV. CONCLUSION

El análisis matemático como el uso de herramientas de tecnología que permite dar asistencia a un paciente de covid19. Por lo tanto, lograr una secuencia de movimiento o la implementación por diferentes medios nos brinda opciones para tener claro que es posible reducir las posibilidades de contagio por medio del uso de tecnología y análisis matemático.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos la capacidad de poder realizar este trabajo, también a la universidad por brindarnos las herramientas necesarias como también a cada uno de los profesores.

REFERENCES

- [1] Barrientos, A., Peñín, L., and Balaguer, C. (2007). Fundamentos de Robotica. Segunda Edición, pages 119–300.
- [2] Fernández, F., Araque, A. (2019). Desarrollo de un robot manipulador de 6 grados de Libertad con tecnologías abiertas. Universidad autónoma de occidente pages 33–35. .
- [3] V R Gonzales, 'Origen y desarrollo de la Robótica', Universidad de Guadalajara, 2002. Disponible en : http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_robotica/historia.htm.
- [4] Roger Miranda Colorado(2016).Cinemática y Dinámica de robots manipuladores.
- [5] Subir Kumar Saha(2010).Introducción de la Robótica.