

# Implementación de un robot híbrido para detección de mascarillas por el Covid-19

Richard M. Ñope Giraldo  
Escuela de Ingeniería Mecatrónica  
Universidad Ricardo Palma  
Lima, PERÚ  
richard97.chz@gmail.com

Wanderley Rojas Daza  
Escuela de Ingeniería Mecatrónica  
Universidad Ricardo Palma  
Lima, PERÚ  
wrojasdaza@gmail.com

Luis A. illapuma ccallo  
Escuela de Ingeniería Mecatrónica  
Universidad Ricardo Palma  
Lima, PERÚ  
Luis.illapuma@urp.edu.pe

**Resumen** —Éste trabajo parte de observar la situación actual en nuestro país, en el cuál es preocupante el alto índice de infectados por COVID-19 en los mercados de la provincia de Lima, los cual se da principalmente por dos razones: La interacción entre persona y superficie contaminada, y la otra, debido a la carencia de filtros para detección de éste virus.

Es por ello que hemos diseñado un robot híbrido, de manera que se diseñó sus partes mecánicas, diagrama electrónico, y análisis cinemático y dinámico del robot con la ayuda de softwares SolidWorks, Matlab, Python. Asimismo haciendo uso de hardware: Raspberry Pi, Arduino, sensores, fuente de alimentación, entre otros.

Finalmente se realizan pruebas de algunas funciones del robot anticovid-19 como el detector de mascarillas. Se respalda la trascendencia del mecanismo con un resultado de fabricación económico accesible.

**Palabras claves** – robot anticovid-19

**Abstract--** This work starts from observing the current situation in our country, in which the high rate of infected by COVID-19 in the markets of the province of Lima is worrying, which occurs mainly for two reasons: The interaction between person and surface contaminated, and the other, due to the lack of filters to detect this virus.

That is why we have designed a hybrid robot, so that its mechanical parts, electronic diagram, and kinematic and dynamic analysis of the robot were designed with the help of SolidWorks, Matlab, Python software. Also making use of hardware: Raspberry Pi, Arduino, sensors, power supply, among others.

Finally, tests are carried out on some functions of the anticovid-19 robot such as the mask detector. The significance of the mechanism is supported with an affordable, accessible manufacturing result.

**Keywords** – anticovid-19 robot

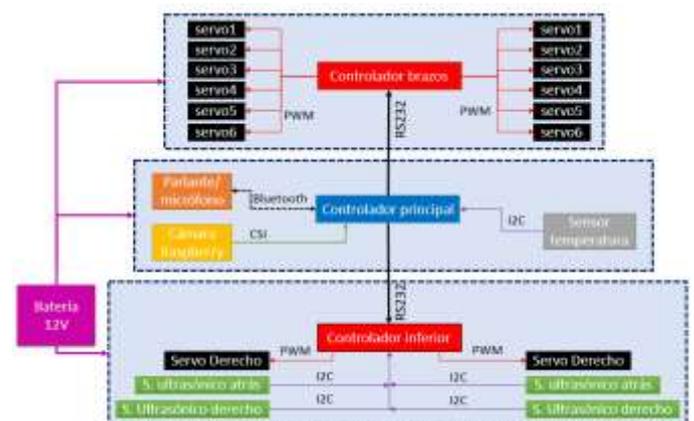
## I. INTRODUCCIÓN

La robótica es la ciencia que se encarga del estudio de los robots [3], los progenitores más directos de los robots fueron los manipuladores teleoperados; La primera patente de un dispositivo robótico fue solicitada en marzo de 1954 por el inventor británico C. W. Kenward. Dicha patente fue emitida en el Reino Unido en 1957 con el número 781.465. Sin embargo, fue George C. Devol, ingeniero norteamericano, inventor y autor de varias patentes, el que estableció las bases del robot

industrial moderno. Así el diccionario de la Real Academia Española define a robot como Máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas sólo a las personas [4]. Si bien es cierto existen varias tecnologías que se puedan implementar y estudios que permiten validarlas, hoy en día, las investigaciones siguen surgiendo para reforzar esta área, una de ellas es el Diseño y fabricación de un robot híbrido anticovid-19, cuya aplicación será estudiada en la presente investigación. En lo referente al contenido, consta de varios capítulos; los cuáles son. Materiales y metodología, donde se mostrarán y describirán los elementos que lo conforman, sus características, función y así mismo el estudio de la cinemática directa e inversa de una parte del robot (brazo), así como el calculo de sus velocidades, reforzando lo estudiado en este ciclo. Luego se presenta los resultados y conclusiones finales, que evidencian que se ha logrado lo planificado; es decir, obtener un robot capaz de realizar las funciones establecidas.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Diagrama electrónico



**Figura 01.** Diagrama de conexiones mediante protocolos y fuente de alimentación.

### B. Componentes electrónicos

A continuación, se muestran los componentes electrónicos necesarios en el robot.

- Raspberry Pi

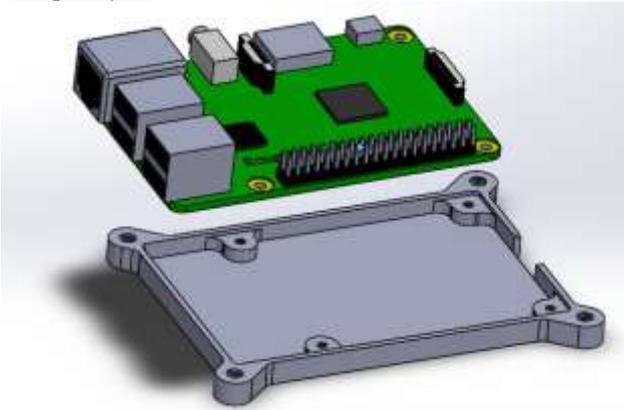


Figura 02. Raspberry Pi.

EEPROM: 1 KB (ATmega328)

Velocidad del Reloj: 16 MHz. [2]

- Entre otros componentes tenemos:

ZONE



Figura 04. Arduino UNO.



Figura 05 Servomotor MG996R

**Características:**

Procesador: Broadcom BCM2837B0, (ARMv8) 64-bit SoCCortex-A53

Frecuencia de reloj: 1,4 GHz

Memoria: 1GB LPDDR2 SDRAM

Conectividad inalámbrica: 2.4GHz / 5GHz, IEEE 802.11.b/g/n/ac, Bluetooth 4.2, BLE

Conectividad de red: Gigabit Ethernet over USB 2.0 (300 Mbps de máximo teórico)

Puertos: GPIO 40 pines, HDMI, 4 x USB 2.0, CSI (cámara Raspberry Pi), DSI (pantalla táctil), Toma auriculares / vídeo compuesto, Micro SD, Micro USB (alimentación), Power-over-Ethernet (PoE) [1]



Figura 06. Sensor MLX90614

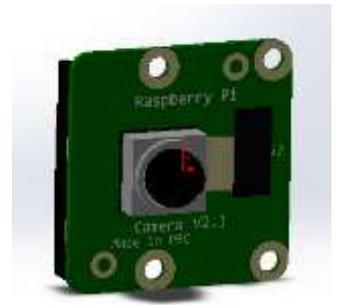


Figura 07. Cámara Raspberry Pi V2.1

- Arduino UNO.

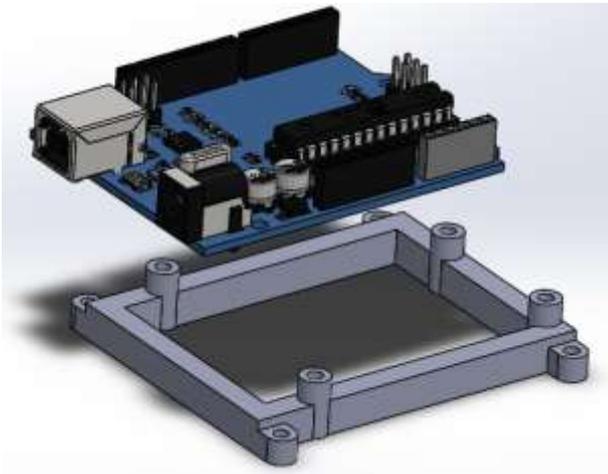


Figura 03. Arduino UNO.



Figura 08. Sensor HC-SR04

**Características:**

Microcontrolador: ATmega328

Voltaje Operativo: 5v

Voltaje de Entrada (Recomendado): 7 – 12 v

Pines de Entradas/Salidas Digital: 14 (De las cuales 6 son salidas PWM)

Pines de Entradas Análogas: 6

Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB es usado por Bootloader.

SRAM: 2 KB (ATmega328)

**Tabla 1.** Costo de los componentes electrónicos:

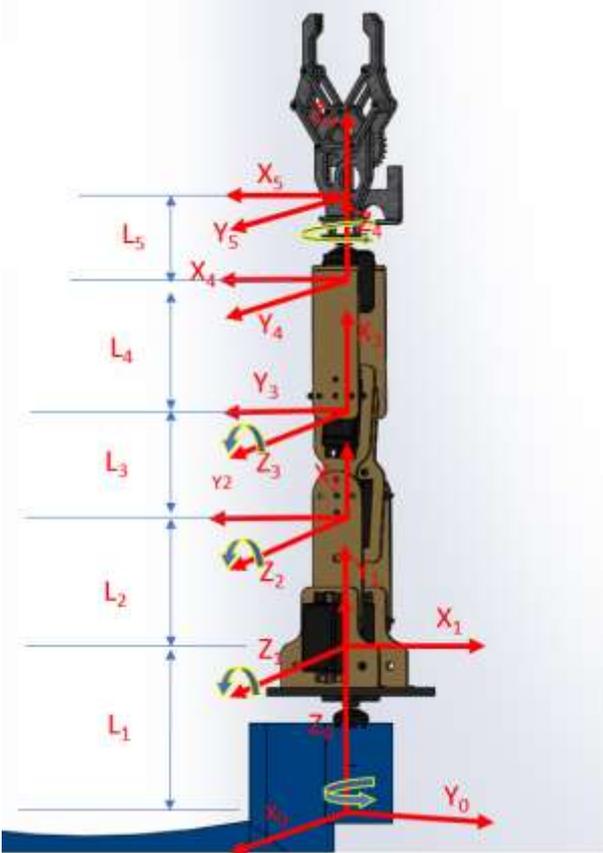
Dispositivo electrónico	Costo/unidad	Cantidad	Costo total
Raspberry PI	S/.220	1	S/.220
Altavoz/micrófono	S/.30	1	S/.30
Cámara Raspberry Pi V2.1	S/.60	1	S/.60
Sensor MLX90614	S/.105	1	S/.105
Costo total de componentes electrónicos			S/.415

**Fuente:** Elaboración propia

C. Modelamiento matemático del robot

### Modelo cinemático directo.

Asignación de sistemas de referencia del robot



Parámetros de Denavit Hartenberg para el Robot

Link	$\theta_i$	$d_i$	$a_i$	$\alpha_i$
1	$\theta_1$	$L_1$	0	90
2	$\theta_2$	0	0	0
3	$\theta_3$	0	$L_3$	0
4	$\theta_4$	0	$L_4$	90
5	$\theta_5$	$L_5$	0	0

A partir de éstos parámetros se obtiene las matrices A y la matriz T.

$$[A_0^1] = \begin{bmatrix} C_1 & 0 & S_1 & 0 \\ S_1 & 0 & -C_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[A_1^2] = \begin{bmatrix} C_3 & -S_3 & 0 & C_3 \cdot L_3 \\ S_3 & C_3 & 0 & L_3 \cdot S_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[A_1^2] = \begin{bmatrix} C_2 & -S_2 & 0 & 0 \\ S_2 & C_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[A_3^4] = \begin{bmatrix} C_4 & 0 & S_4 & C_4 \cdot L_4 \\ S_4 & 0 & -C_4 & L_4 \cdot S_4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[A_4^5] = \begin{bmatrix} C_5 & -S_5 & 0 & 0 \\ S_5 & C_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} A & B & C & D \\ E & F & G & H \\ I & J & K & M \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Donde

$$A = S_5 \cdot S_1 + C_5 \cdot C_1 \cdot (C_4 \cdot C_23 - S_4 \cdot S_23)$$

$$B = C_5 \cdot S_1 - S_5 \cdot (C_4 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 - C_1 \cdot C_2 \cdot S_3) - S_4 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot S_3 + C_1 \cdot C_3 \cdot S_2))$$

$$C = C_5 \cdot S_1 - S_5 \cdot (C_4 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 - C_1 \cdot C_2 \cdot S_3) - S_4 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot S_3 + C_1 \cdot C_3 \cdot S_2))$$

$$D = C_1 \cdot (L_3 \cdot C_23 + C_4 \cdot L_4 \cdot C_23 + C_4 \cdot L_5 \cdot S_23 + L_5 \cdot S_4 \cdot C_23 - L_4 \cdot S_4 \cdot S_23)$$

$$E = C_5 \cdot S_1 \cdot (C_4 \cdot C_23 - S_4 \cdot S_23) - S_5 \cdot C_1$$

$$F = -C_5 \cdot C_1 - S_5 \cdot (C_4 \cdot (C_2 \cdot C_3 \cdot S_1 - S_1) \cdot S_2 \cdot S_3) - S_4 \cdot (C_2 \cdot S_1 \cdot S_3 + C_3 \cdot S_1 \cdot S_2)$$

$$G = S_1 \cdot (C_4 \cdot S_23 + S_4 \cdot C_23)$$

$$H = S_1 \cdot (L_3 \cdot C_23 + C_4 \cdot L_4 \cdot C_23 + C_4 \cdot L_5 \cdot S_23 + L_5 \cdot S_4 \cdot C_23 - L_4 \cdot S_4 \cdot S_23)$$

$$I = C_5 \cdot (C_4 \cdot S_23 + S_4 \cdot C_23)$$

$$J = -S_5 \cdot (C_4 \cdot S_23 + S_4 \cdot C_23)$$

$$K = S_4 \cdot S_23 - C_4 \cdot C_23$$

$$M = L_1 + L_3 \cdot S_23 - L_5 \cdot (C_4 \cdot C_23 - S_4 \cdot S_23) + C_4 \cdot L_4 \cdot S_23 + L_4 \cdot S_4 \cdot C_23$$

Por ende, la posición del robot mediante cinemática directa es

$$P_x = C_1 \cdot (L_3 \cdot C_23 + C_4 \cdot L_4 \cdot C_23 + C_4 \cdot L_5 \cdot S_23 + L_5 \cdot S_4 \cdot C_23 - L_4 \cdot S_4 \cdot S_23)$$

$$P_y = S_1 \cdot (L_3 \cdot C_23 + C_4 \cdot L_4 \cdot C_23 + C_4 \cdot L_5 \cdot S_23 + L_5 \cdot S_4 \cdot C_23 - L_4 \cdot S_4 \cdot S_23)$$

$$P_z = L_1 + L_3 \cdot S_23 - L_5 \cdot (C_4 \cdot C_23 - S_4 \cdot S_23) + C_4 \cdot L_4 \cdot S_23 + L_4 \cdot S_4 \cdot C_23$$

### Modelo cinemático inverso

Resolución del problema cinemático inverso a partir de la matriz de transformación homogénea

Para poder aplicar este procedimiento, es necesario, en primer lugar, obtener las inversas de las matrices,  $i^{-1}A$ .

$$[A_0^1]^{-1} = \begin{bmatrix} C_1 & S_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -L_1 \\ S_1 & -C_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[A_1^2]^{-1} = \begin{bmatrix} C2, S2, 0, 0 \\ -S2, C2, 0, 0 \\ 0, 0, 1, 0 \\ 0, 0, 0, 1 \end{bmatrix}$$

$$[A_2^3]^{-1} = \begin{bmatrix} C3, S3, 0, -L3 \\ -S3, C3, 0, 0 \\ 0, 0, 1, 0 \\ 0, 0, 0, 1 \end{bmatrix}$$

$$[A_3^4]^{-1} = \begin{bmatrix} C4, S4, 0, -L4 \\ 0, 0, 1, 0 \\ S4, -C4, 0, 0 \\ 0, 0, 0, 1 \end{bmatrix}$$

$$[A_4^5]^{-1} = \begin{bmatrix} C5, S5, 0, 0 \\ -S5, C5, 0, 0 \\ 0, 0, 1, -L5 \\ 0, 0, 0, 1 \end{bmatrix}$$

Planteando la siguiente ecuacion se tendrá Q1 aislado del resto de las variables articulares y tal vez será posible obtener su valor

$$({}^0A_1)^{-1} T = ({}^1A_2) ({}^2A_3) ({}^3A_4) ({}^4A_5)$$

$$\begin{bmatrix} \cos(Q1), & \sin(Q1), & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 1, & -L1 \\ \sin(Q1), & -\cos(Q1), & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} nx, ox, ax, px \\ ny, oy, ay, py \\ nz, oz, az, pz \\ 0, 0, 0, 1 \end{bmatrix}$$

Igual a

$$\begin{bmatrix} C5*C234, & -C234*S5, & S234, & L3*C23 + L4*C234 + L5*S234 \\ C5*S234, & -S5*S234, & -C234, & L3*S23 - L5*C234 + L4*S234 \\ S5, & C5, & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

Tomando los elementos (3,4)

Se tiene la ecuación

$$S1Px - C1Py = 0$$

$$q1 = \arctg(Py/Px) \text{ -----(1)}$$

Utilizando ahora la expresion siguiente se tiene

$$({}^1A_2)^{-1} ({}^0A_1)^{-1} T = ({}^2A_3) ({}^3A_4) ({}^4A_5)$$

$$\begin{bmatrix} \cos(Q1)*\cos(Q2), & \cos(Q2)*\sin(Q1), & \sin(Q2), & -L1*\sin(Q2) \\ -\cos(Q1)*\sin(Q2), & -\sin(Q1)*\sin(Q2), & \cos(Q2), & -L1*\cos(Q2) \\ \sin(Q1), & -\cos(Q1), & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

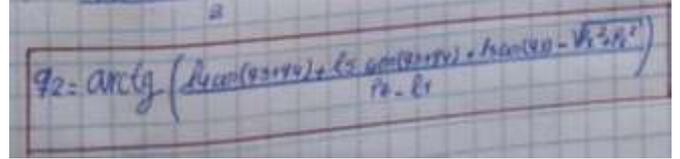
$$\begin{bmatrix} nx, ox, ax, px \\ ny, oy, ay, py \\ nz, oz, az, pz \\ 0, 0, 0, 1 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} C34*C5, & -C34*S5, & S34, & L4*C34 + L5*S34 + L3*C3 \\ S34*C5, & -S34*S5, & -C34, & L4*S34 - L5*C34 + L3*S3 \\ S5, & C5, & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

Tomando los elementos (1,2) y (2,3)

$$C1*C2*PX + C2*S1*PY + S2*PZ - L1*S2 = L4*C34 + L5*S34 + L3*C3 \text{ ---(2)}$$

$$-C1*S2*PX - S1*S2*PY + \cos(Q2) *PZ - L1*\cos(Q2) = L4*S34 - L5*C34 + L3*S3 \text{ -----(3)}$$



Luego

$$({}^2A_3)^{-1} ({}^1A_2)^{-1} ({}^0A_1)^{-1} T = ({}^3A_4) ({}^4A_5)$$

$$\begin{bmatrix} c1*(c2*c3 - s2*s3), & s1*(c2*c3 - s2*s3), & c3*s3 + c3s2, & -L3 - L1*(c2*s3 + c3*s2) \\ -c1*(c2*s3 + c3*s2), & -s1*(c2*s3 + c3*s2), & c2*c3 - s2*s3, & -L1*(c2*c3 - s2*s3) \\ s1, & -c1, & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} nx, ox, ax, px \\ ny, oy, ay, py \\ nz, oz, az, pz \\ 0, 0, 0, 1 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} \cos(Q4)*\cos(Q5), & -\cos(Q4)*\sin(Q5), & \sin(Q4), & L4*\cos(Q4) + L5*\sin(Q4) \\ \cos(Q5)*\sin(Q4), & -\sin(Q4)*\sin(Q5), & -\cos(Q4), & L4*\sin(Q4) - L5*\cos(Q4) \\ \sin(Q5), & \cos(Q5), & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

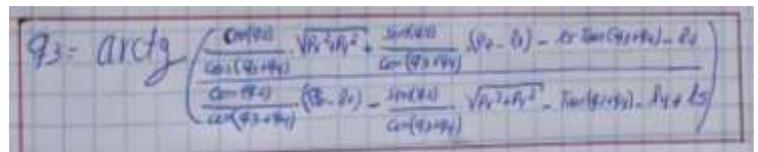
Tomando (1,2) y (2,3)

Se tiene la ecuación (4)

$$c1*(c2*c3 - s2*s3) PX + s1*(c2*c3 - s2*s3) PY + c3*s3 + c3s2PZ - L3 - L1*(c2*s3 + c3*s2) = L4*\cos(Q4) + L5*\sin(Q4) \text{ -----(4)}$$

y la ecuación (5)

$$-c1*(c2*s3 + c3*s2) Px - s1*(c2*s3 + c3*s2) Py + c2*c3 - s2*s3 Pz - L1*(c2*c3 - s2*s3) = L4*\sin(Q4) - L5*\cos(Q4) \text{ -----(5)}$$



Considerando

$$({}^3A_4)^{-1} ({}^2A_3)^{-1} ({}^1A_2)^{-1} ({}^0A_1)^{-1} T = ({}^4A_5)$$

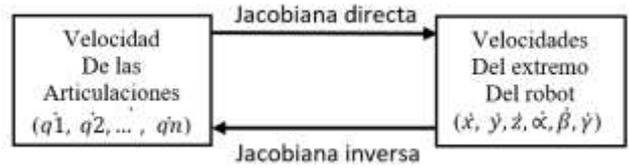
$$\begin{bmatrix} C1*C234, & C234*S1, & S234, & -L4 - L3*C4 - L1*S234 \\ S1, & -C1, & 0, & 0 \\ C1*S234, & S1*S234, & -C234, & L1*C234 - L3*S1 \\ 0, & 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} nx, ox, ax, px \\ ny, oy, ay, py \\ nz, oz, az, pz \\ 0, 0, 0, 1 \end{bmatrix} =$$



**Modelo cinemático inverso de velocidad**

Para establecer las velocidades que debe imprimirse a cada articulación es necesario ver la siguiente relación.



En éste caso, dado que queremos conocer las velocidades articulares, para obtener una velocidad determinada en el extremo del robot, el cuál proporcionará gel desinfectante al usuario, usaremos la matriz Jacobiana Inversa.

La forma matricial que muestra ésta relación es la siguiente:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \\ \dot{\alpha} \\ \dot{\beta} \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} = J \cdot \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \vdots \\ \dot{q}_n \end{bmatrix}$$

Donde:

J se denomina Matriz Jacobiana

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\delta x}{\delta q_1} & \frac{\delta x}{\delta q_2} & \dots & \frac{\delta x}{\delta q_5} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\delta z}{\delta q_1} & \frac{\delta z}{\delta q_2} & \dots & \frac{\delta z}{\delta q_5} \end{bmatrix}$$

De la cinemática directa, tenemos las coordenadas de la posición del extremo respecto al sistema de posición referencial S0:

$$X = \cos(\theta_1) * (L_3 * \cos(\theta_2 + \theta_3) + L_4 * \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) + L_5 * \sin(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4))$$

$$X = \cos(q_1) * (L_3 * \cos(q_2 + q_3) + L_4 * \cos(q_2 + q_3 + q_4) + L_5 * \sin(q_2 + q_3 + q_4))$$

$$X = c_1 (L_3 * c_{23} + L_4 * c_{234} + L_5 * s_{234})$$

De la misma forma para Y y Z:

$$Y = \sin(\theta_1) * (L_3 * \cos(\theta_2 + \theta_3) + L_4 * \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) + L_5 * \sin(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4))$$

$$Y = s_1 (L_3 * c_{23} + L_4 * c_{234} + L_5 * s_{234})$$

$$Z = L_1 + L_3 * \sin(\theta_2 + \theta_3) - L_5 * \cos(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) + L_4 * \sin(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)$$

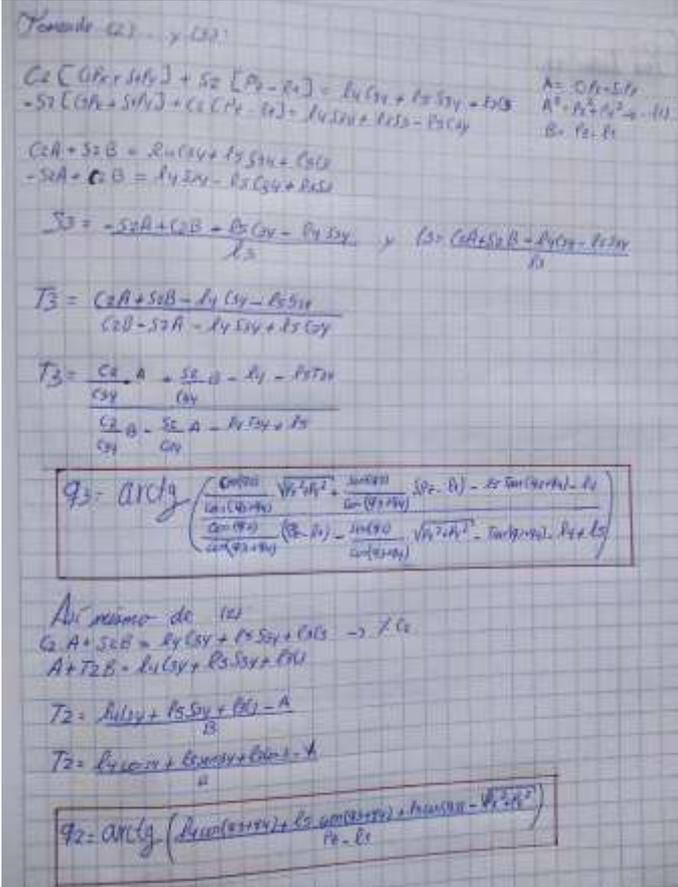
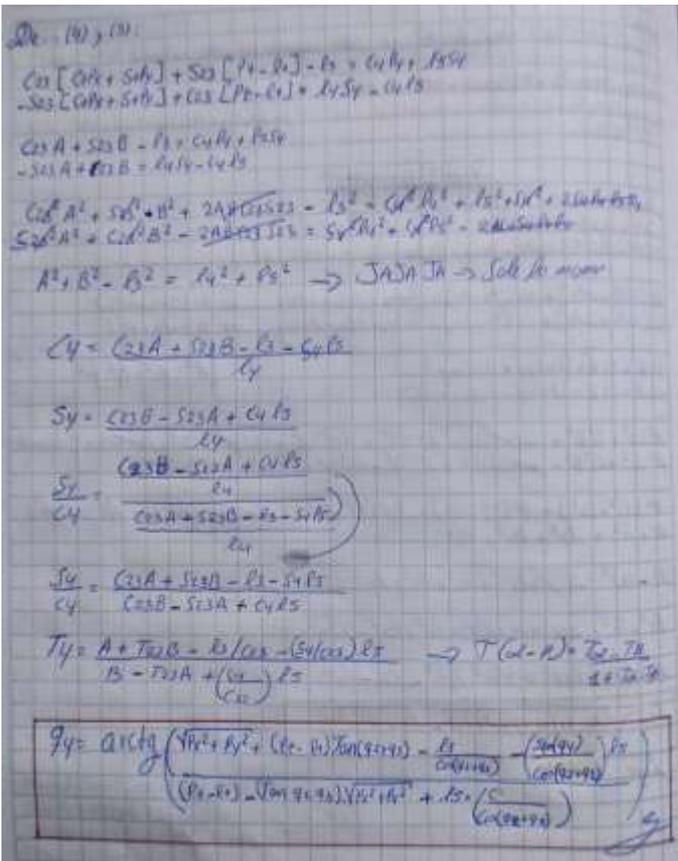
$$Z = L_1 + L_3 * s_{23} - L_5 * c_{234} + L_4 * s_{234}$$

Por formula:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\delta x}{\delta q_1} & \frac{\delta x}{\delta q_2} & \frac{\delta x}{\delta q_3} & \frac{\delta x}{\delta q_4} & \frac{\delta x}{\delta q_5} \\ \frac{\delta y}{\delta q_1} & \frac{\delta y}{\delta q_2} & \frac{\delta y}{\delta q_3} & \frac{\delta y}{\delta q_4} & \frac{\delta y}{\delta q_5} \\ \frac{\delta z}{\delta q_1} & \frac{\delta z}{\delta q_2} & \frac{\delta z}{\delta q_3} & \frac{\delta z}{\delta q_4} & \frac{\delta z}{\delta q_5} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \dot{q}_3 \\ \dot{q}_4 \\ \dot{q}_5 \end{bmatrix}$$

Elementos:

$$\frac{\delta x}{\delta q_1} = -s_1 (L_3 * c_{23} + L_4 * c_{234} + L_5 * s_{234})$$



$$\frac{\delta X}{\delta q_2} = -c1(L3*s23+L4*S234-L5*c234)$$

$$\frac{\delta X}{\delta q_3} = -c1*(L3*s23 - L5*c234 + L4*s234)$$

$$\frac{\delta X}{\delta q_4} = c1*(L5*c234 - L4*s234)$$

$$\frac{\delta X}{\delta q_5} = 0$$

$$\frac{\delta Y}{\delta q_1} = c1*(L3*c23 + L4*c234 + L5*s234)$$

$$\frac{\delta Y}{\delta q_2} = -s1*(L3*s23 - L5*c234 + L4*s234)$$

$$\frac{\delta Y}{\delta q_3} = -s1*(L3*s23 - L5*c234 + L4*s234)$$

$$\frac{\delta Y}{\delta q_4} = s1*(L5*c234 - L4*s234)$$

$$\frac{\delta Y}{\delta q_5} = 0$$

$$\frac{\delta Z}{\delta q_1} = 0$$

$$\frac{\delta Z}{\delta q_2} = L3*c23 + L4*c234 + L5*s234$$

$$\frac{\delta Z}{\delta q_3} = L3*c23 + L4*c234 + L5*s234$$

$$\frac{\delta Z}{\delta q_4} = L4*c234 + L5*s234$$

$$\frac{\delta Z}{\delta q_5} = 0$$

**D. Fresado y torneado**

Ingeniería: Se hizo uso de la Manufactura y Diseño Asistido por Computadora, mediante Mastercam X5 y SolidWorks 2018, usando el torno y la fresadora para mecanizar y obtener el Código G que permitirá mecanizarla físicamente, así mismo del tiempo de mecanizado, que nos ayuda a sacar costos aproximados. A continuación, presentamos una pieza en torno (Poste de la rueda) y otro en la fresadora (Bíceps del brazo).

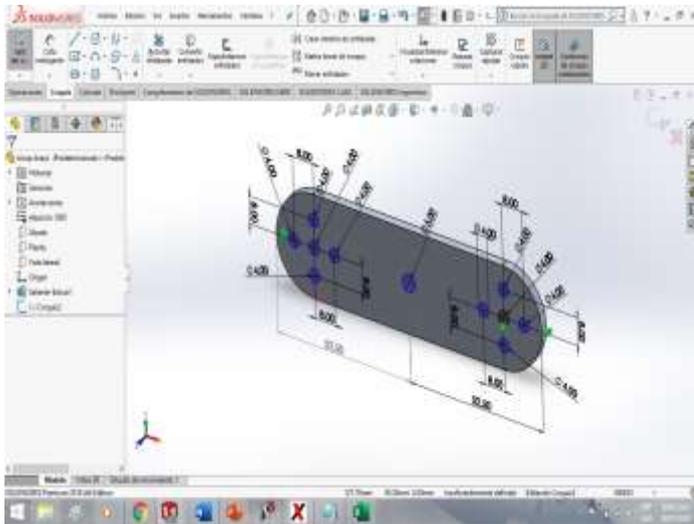


Figura 08. Diseño del bíceps

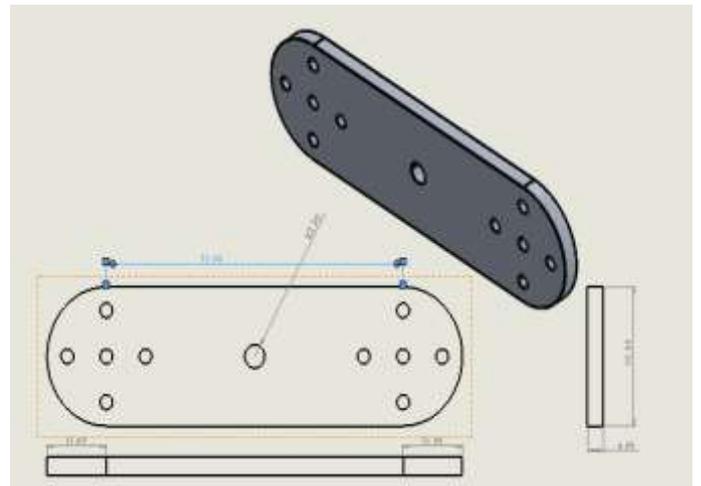


Figura 09. Planos principales del bíceps

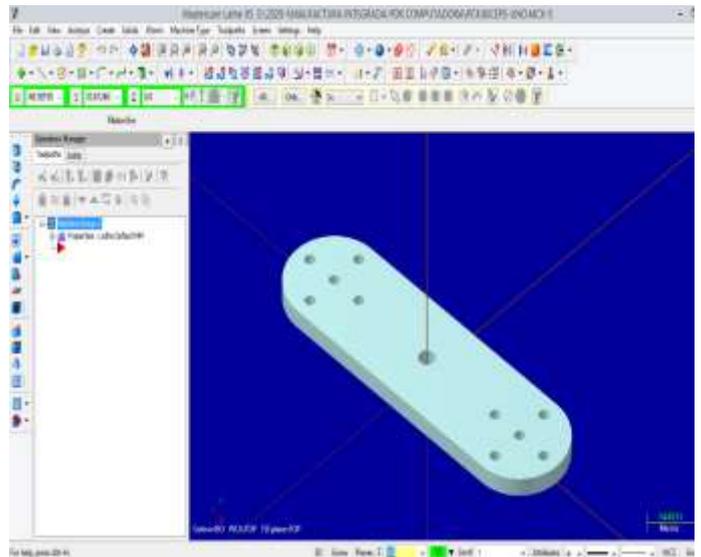


Figura 10. Bíceps en Mastercam X5

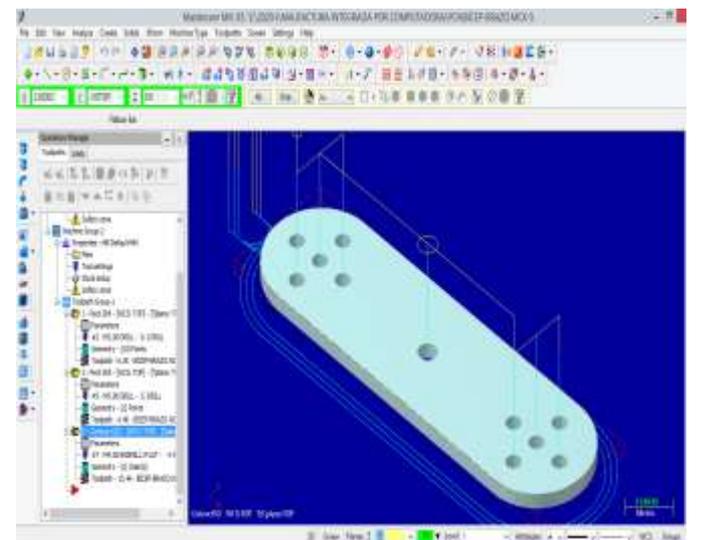


Figura 11. Mecanizado hecho en una fresadora

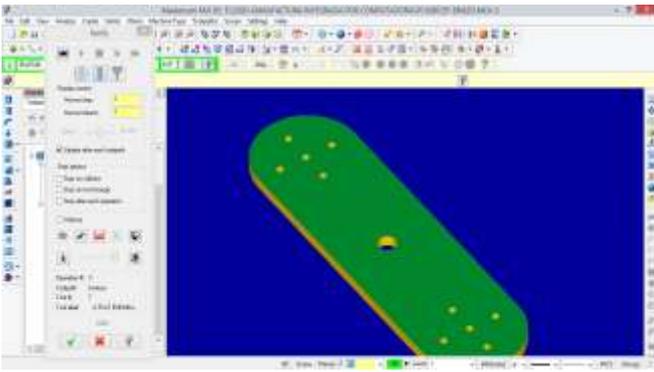


Figura 12. Biceps a emplear en el ensamblado del robot

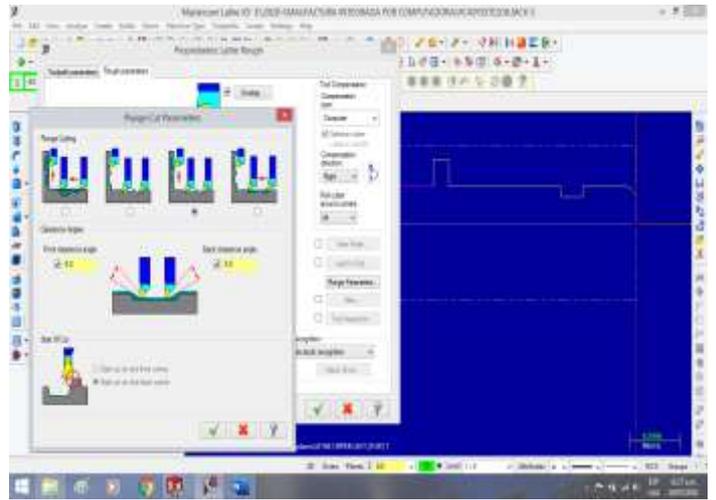


Figura 15. Configuramos los procesos a emplear

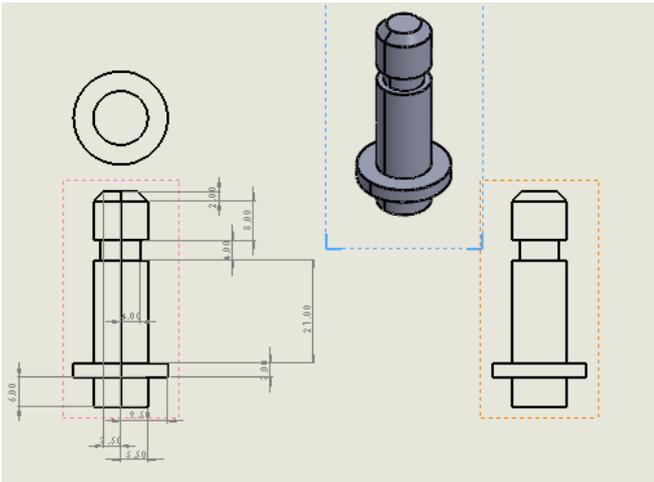


Figura 13. Planos principales del poste de la rueda

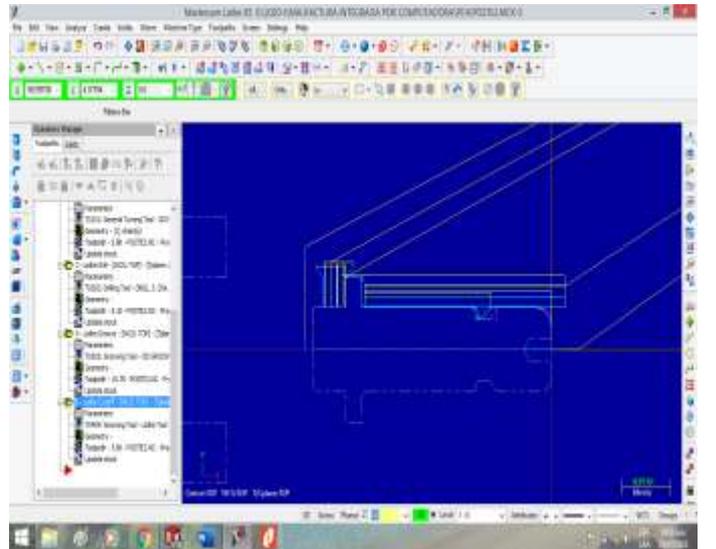


Figura 16. Vista en 2D de todos los procesos usados con un torno

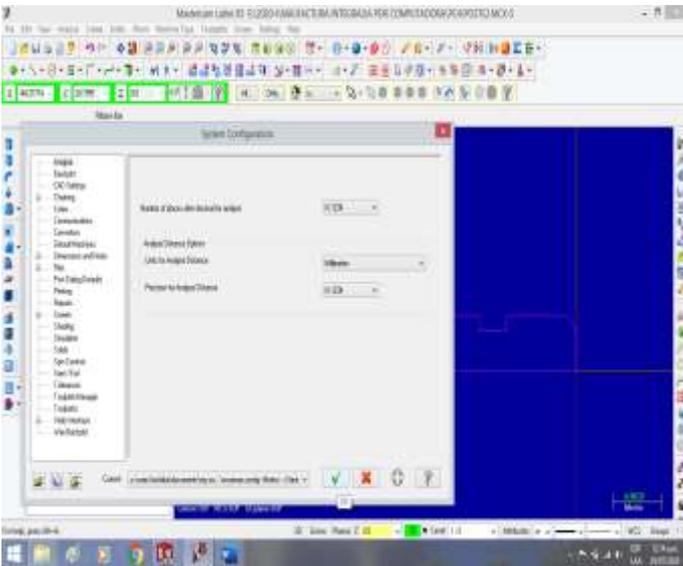


Figura 14. Configuramos unidades en Mastercam para torneado

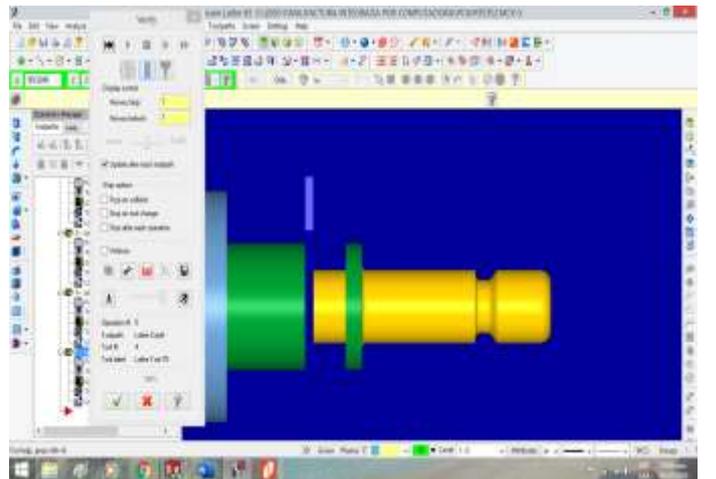


Figura 17. Vista en 3D del poste de la rueda a ensamblar

Recalamos la importancia de mecanizar en softwares porque de esta manera evidenciamos y previsualizamos los procesos que operarán mediante CNC el código G las máquinas modernas seleccionas para ahorrar tiempo y economía.

Tabla 2. Costos del cuerpo del robot

Costos Directos-Robot			
Partes y/o elementos	Precio (S/)	Cantidad	Total (S/)
Angulo griper	1.5	4	6
ángulo 1	0.8	4	3.2
Antebrazo1	6.5	1	6.5
Antebrazo2	5.5	1	5.5
Bíceps	5	2	10
gripers	8.5	6	51
pinos	4	16	64
Engranaje	6	2	12
<b>Brazo completo</b>	<b>158.2</b>	<b>2</b>	<b>316.4</b>
Costos Directos-Robot			
Partes y/o elementos	Precio (S/)	Cantidad	Total (S/)
base covito	60	1	60
rueda trasera	18	2	36
neumático	12	1	12
<b>Cuerpo completo</b>	<b>108</b>	<b>1</b>	<b>108</b>
Costos Directos-Robot			
Partes y/o elementos	Precio (S/)	Cantidad	Total (S/)
buje	2.5	1	2.5
ménsula	3	1	3
rueda	0.5	1	0.5
tornillo del eje	1.2	1	1.2
poste	1.5	1	1.5
<b>rueda completa</b>	<b>8.7</b>	<b>2</b>	<b>17.4</b>

Costo total de piezas = S/ 441.80

Fuente: Elaboración propia

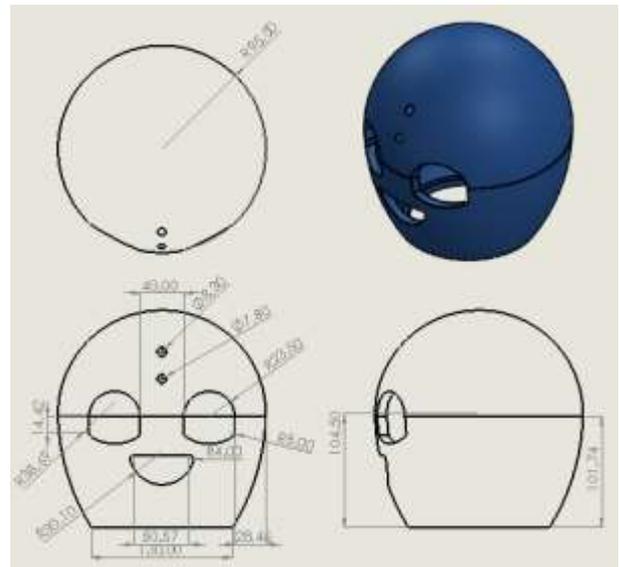


Figura 18. Cabeza del robot anticovid-19.

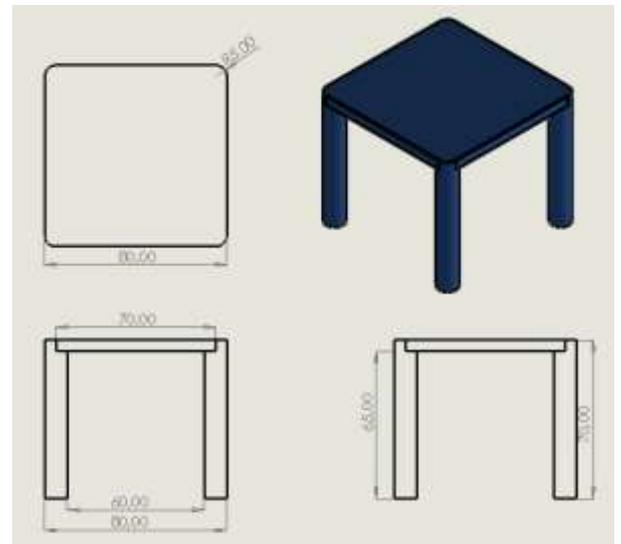


Figura 19. Parante para el Raspberry Pi.

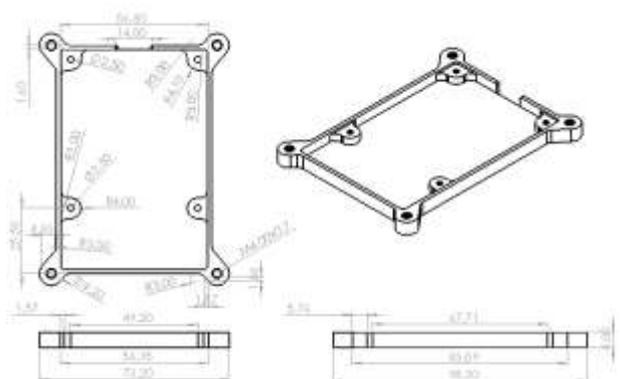


Figura 20. Case para el Raspberry Pi.

### E. Impresión 3D

A continuación, se muestran las piezas a fabricarse mediante la impresión 3D:



## RECONOCIMIENTOS

Reconocemos y agradecemos el conocimiento y la dedicación brindada por parte de nuestro docente, el Dr. Ing. Ricardo J. Palomares Orihuela, quien nos acompañó durante todo este ciclo 2020-I en el curso de Modelamiento de Robots.

## REFERENCIAS

- [1] Pastor, J. (16 de Abril del 2018). *Raspberry Pi 3 Model B+, análisis: más potencia y mejor WiFi para un miniPC que sigue asombrando*. XATACA. Recuperado de: <https://www.xataka.com/ordenadores/raspberry-pi-3-model-b-analisis-mas-potencia-y-mejor-wifi-para-un-minipc-que-sigue-asombrando>
- [2] Gerrero, J. (21 de septiembre del 2014). *Arduino Uno: Especificaciones y características*. PLUSELECTRIC. Recuperado de: <https://pluselectric.wordpress.com/2014/09/21/arduino-uno-especificaciones-y-caracteristicas/>
- [3] Asimov, Isaac (1940). *Serie de la fundación (Serie de los robots o ciclo de la tierra)*. Recuperado de: [http://clubdelphos.org/sites/default/files/Fundacion-Isaac\\_Asimov.pdf](http://clubdelphos.org/sites/default/files/Fundacion-Isaac_Asimov.pdf)
- [4] Barrientos, Antonio. Y otros (2007). *Fundamentos de Robótica*. Segunda Edición. Editorial: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U. Recuperado de: <https://eltrasteroloco.files.wordpress.com/2017/03/267380685-fundamentos-de-robotica.pdf>