



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“La Educación es el pasaporte hacia el futuro, el mañana pertenece a aquellos que se preparan para él, en el día de hoy.”

Malcolm X





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INVESTIGACIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA CON ASISTENTE ROBÓTICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL APRENDIZAJE, CREATIVIDAD Y ENTRETENIMIENTO PARA NIÑOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA.

Autores:

Cristian David Chimbo Tamami
Víctor Hugo Jiménez Caiza

Directora:

Ing. Patricia Constante Prócel



AGENDA



Objetivos e Hipótesis



Introducción



Desarrollo del Concepto



Diseño a Nivel Sistema



Diseño de Detalle



Pruebas y Refinamiento



Análisis de Resultados



Conclusiones y Recomendaciones



OBJETIVO GENERAL

Investigar, diseñar e implementar un sistema de realidad aumentada con asistente robótico para el mejoramiento del aprendizaje, creatividad y entretenimiento de los niños en la educación primaria.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar información acerca de las TICs existentes, realidad aumentada, robots didácticos.

Desarrollar los algoritmos para la interfaz de realidad aumentada.

Construir un robot interactivo.

Implementar un protocolo de comunicación entre el robot y el procesador.

Realizar pruebas de funcionamiento con niños de educación primaria.



HIPÓTESIS

¿El uso de un sistema de realidad aumentada con robot asistente permitirá mejorar el aprendizaje, creatividad y entretenimiento en niños y niñas de educación primaria?



INTRODUCCIÓN



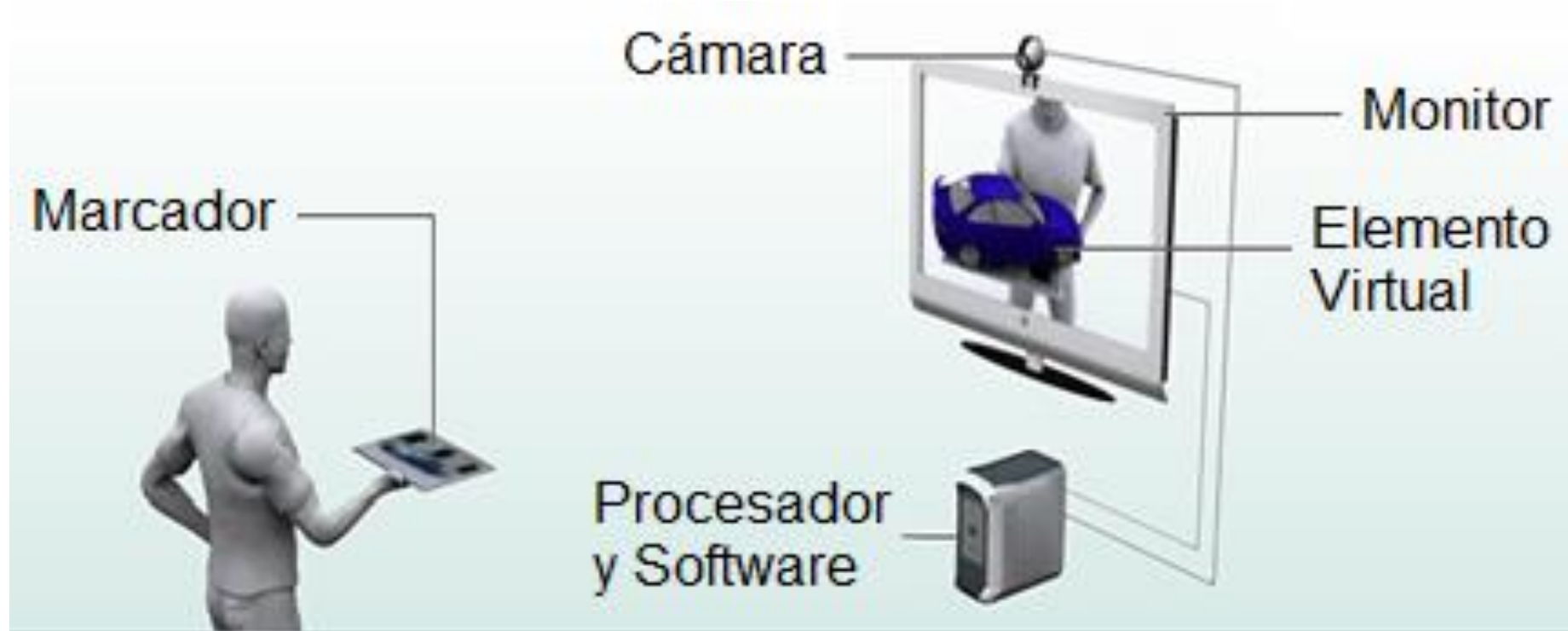
LAS TICS EN LA EDUCACIÓN

**Eleva la calidad del
proceso educativo**



REALIDAD AUMENTADA

- Combina el entorno real con elementos virtuales



ROBOTS EDUCATIVOS

- Potencia el aprendizaje y la intuición científica y de ingeniería
- Potencia las habilidades de investigación
- Convertirse en Autodidacta activo

ZOWI



NAO



RAPIRO



El proyecto se compone de tres sistemas:

REALIDAD AUMENTADA

Juegos educativos enfocados a diferentes asignaturas

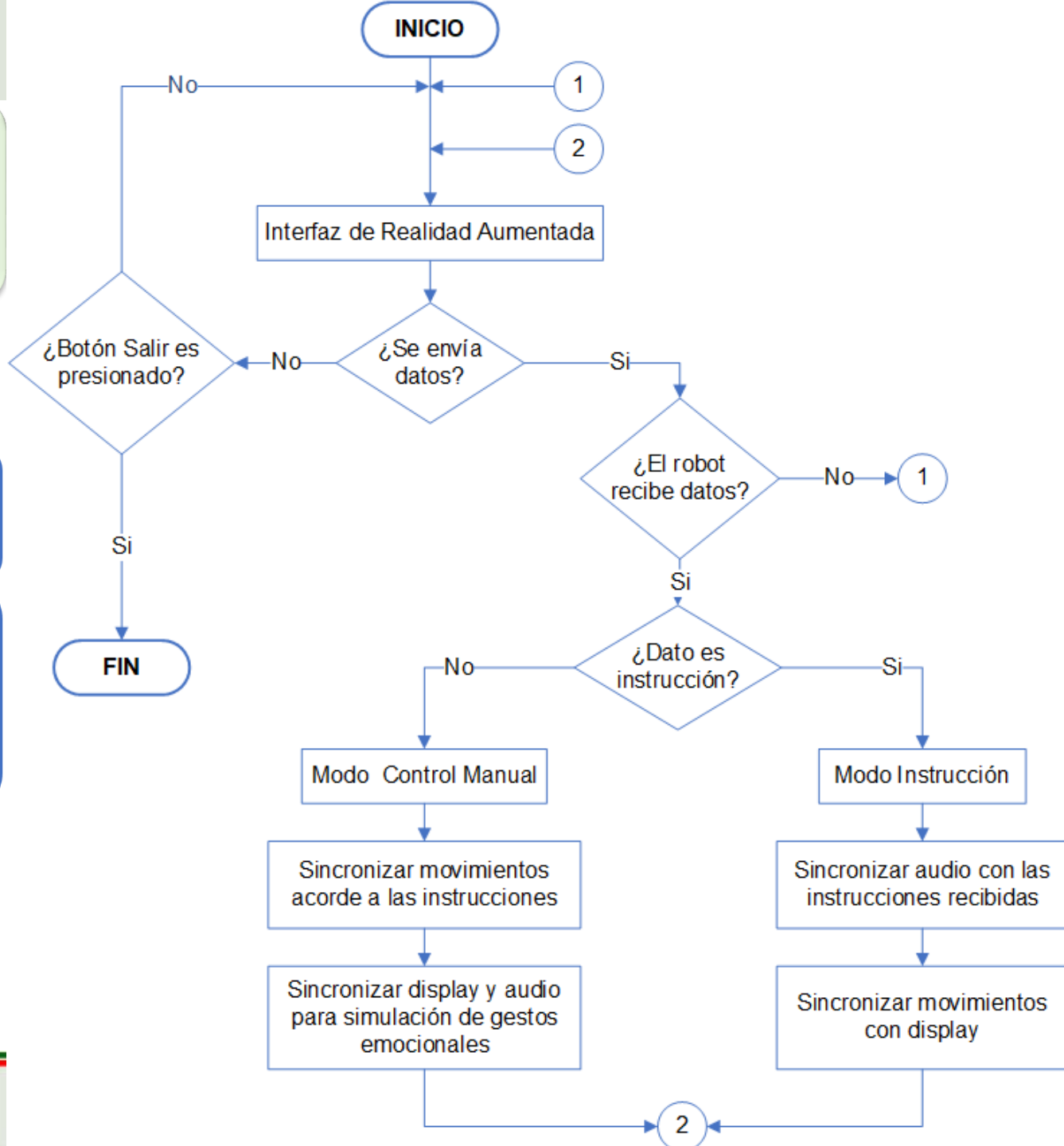


TRANSMISIÓN DE DATOS

Instrucciones

ROBOT ASISTENTE

Ejecuta instrucciones



DESARROLLO DE CONCEPTO



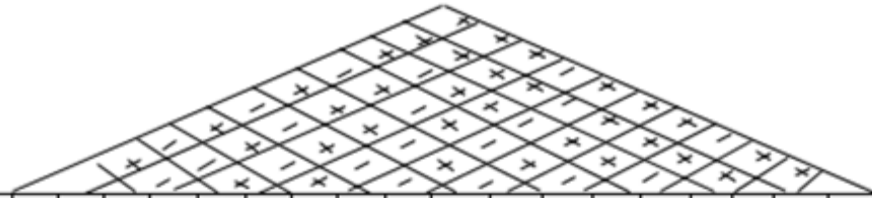
NECESIDADES

- El costo de implementación sea cómoda
- Sea de fácil manejo
- Sea fácil de transportar

Sistema RA	Robot	Transmisión
Las imágenes sean nítidas	Sea estético	Comunicación rápida
Evite cansancio en los ojos	Realice varios movimientos	Largo alcance
Se pueda instalar en varias computadoras	Simule gestos	No se corte
Conexiones eléctricas seguras	Buena calidad de Audio	
Las imágenes sean fluidas	Batería duradera	



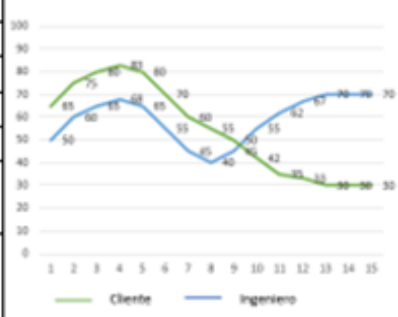
CASA DE LA CALIDAD



Ingeniero	Cliente	Necesidades																									
		Costo de construcción	Tamaño del monitor	Tamaño del robot	Resolución del monitor	Campo de visión de la cámara	software	Voltaje del motor	Velocidad de procesamiento	Memoria RAM PC	Pines E/I de la tarjeta controladora	Canales de control motores	Velocidad del motor	Número de leds de la matriz	Formato de audio	Peso del PC	Almacenamiento del PC	Alojameo inalámbrico	Velocidad de transmisión	Mejoramiento continuo	Dirección del mejoramiento	PROPIA EMPRESA	COMPETENCIA	OBJETIVOS	FACTOR DE VENTA	IMPORTANCIA	Peso relativo
Precio moderado	1	♦																		📈	^	4	1	3	^	5	🔋
Estética	2	♦	♦										□							⚠️	^	3	1	4	^	4	🔋
Evite el cansancio en los ojos	3	□		♦																⚠️	v	3	1	3	v	5	🔋
Imágenes nítidas	4	□		♦	□															💡	v	4	1	4	v	4	🔋
Fácil de usar	5		□		♦															📈	=	4	1	5	=	5	🔋
Instalación varias PC	6					♦														📈	^	3	1	3	^	4	🔋
Batería duradera	7						♦													⚠️	v	5	1	5	v	5	🔋
Imágenes fluidas	8							♦	□											💡	^	4	1	3	^	4	🔋
Varios movimientos del robot	9									♦	□	↓								📈	=	3	1	3	=	4	🔋
Simula gestos o emociones	10												♦	↓						💡	=	4	1	4	=	5	🔋
Calidad del audio	11													♦						📈	^	4	1	4	^	4	🔋
Fácil de transportar	12	↓	□	□											♦					📈	^	5	1	5	^	5	🔋
Conexiones seguras	13																			⚠️	v	4	1	4	v	5	🔋
Respuesta rápida	14															□	♦	□		📈	v	4	1	4	v	4	🔋
Buena comunicación inalámbrica	15																♦	□		📈	v	4	1	5	v	5	🔋



Máxima relación	1	2	2	4	4	6	1	8	8	9	9	9	10	11	12	14	14	15
Importancia técnica	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	5	4	5	5
Competencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Propia empresa	5	5	5	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4	4	5	5
Incidencia	62	71	57	77	71	80	48	53	72	68	47	48	59	38	77	63	67	33
Incidencia en %																		
Incidencia en %	15548 \$	32 pulgadas	50 cm	HD	40 grados	Libre	12 voltios	1.56 Hz	2 GB	20 pines	3 canales	255 rpm	8x16 leds	MP3	2 Kg	32 GB	2 m	5000 byte



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DISEÑO A NIVEL SISTEMA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

De acuerdo con las necesidades establecidas y el análisis de las métricas de la casa de la calidad, se logra obtener las especificaciones técnicas de los componentes.

Núm.	Métrica	Unidad	Valor
1	Velocidad del procesador	GHz	> 1,7
2	Memoria RAM	GB	> 2
3	Peso PC	Kg	< 2
4	Almacenamiento interno	GB	> 32
5	Resolución de la cámara	Pixeles	1280x720 1920x1080
6	Campo de visión horizontal y vertical de la cámara	Grados	> 40
7	Licencia del software	Libre GLP	
8	Tamaño de Monitor	Pulgadas	5 - 32
9	Altura del Robot	cm	20 - 50
10	Número de E/S de la tarjeta de control		> 20
11	Voltaje de trabajo de motores	V	3 - 12
12	Canales del controlador de motores		3 - 6
13	Tamaño de matriz de leds	m x n	5 x 7 8 x 8 8 x 16
14	Formato de Audio	MP3 WAV WMA	
15	Alcance inalámbrico	m	> 2
16	Velocidad de transmisión de datos	bps	1000



REALIDAD AUMENTADA



SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS



Módulo Bluetooth
HC-05, HC-06

ROBOT ASISTENTE



→ PC
(Gigabyte)



→ Monitor
(Led)



→ Cámara Logitech
(Logitech C525)



→ Software Libres
Pygame + OpenCV



→ Tarjeta de Control
(Arduino Mega)



→ Motores DC



→ Driver Motores
(Módulo L293D)



→ Mecanismo de
de Transmisión
(Engranajes)



→ Display
(mBot 8x16)



→ Módulo Audio
(DFPlayer mini)



SELECCIÓN DE COMPONENTES

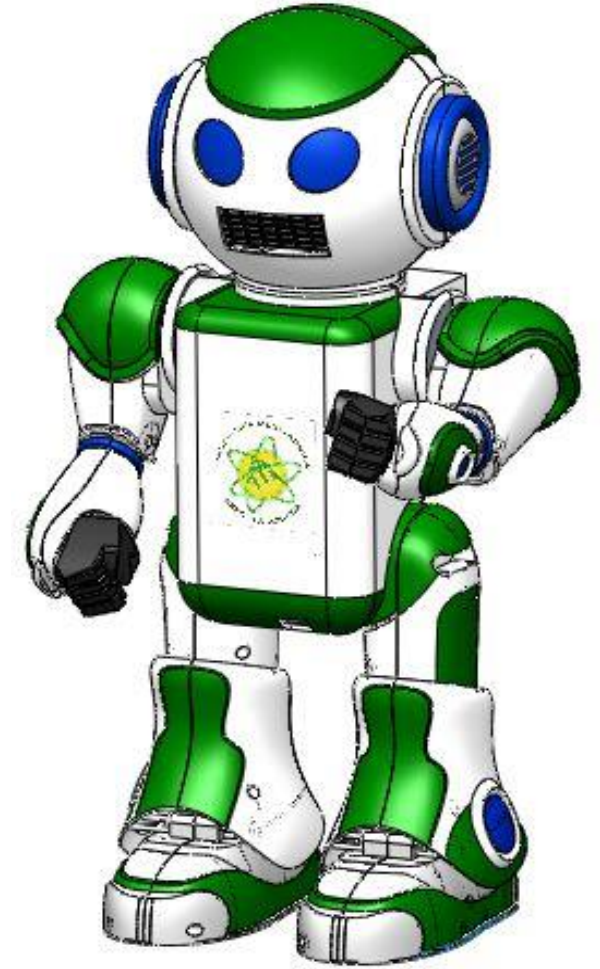
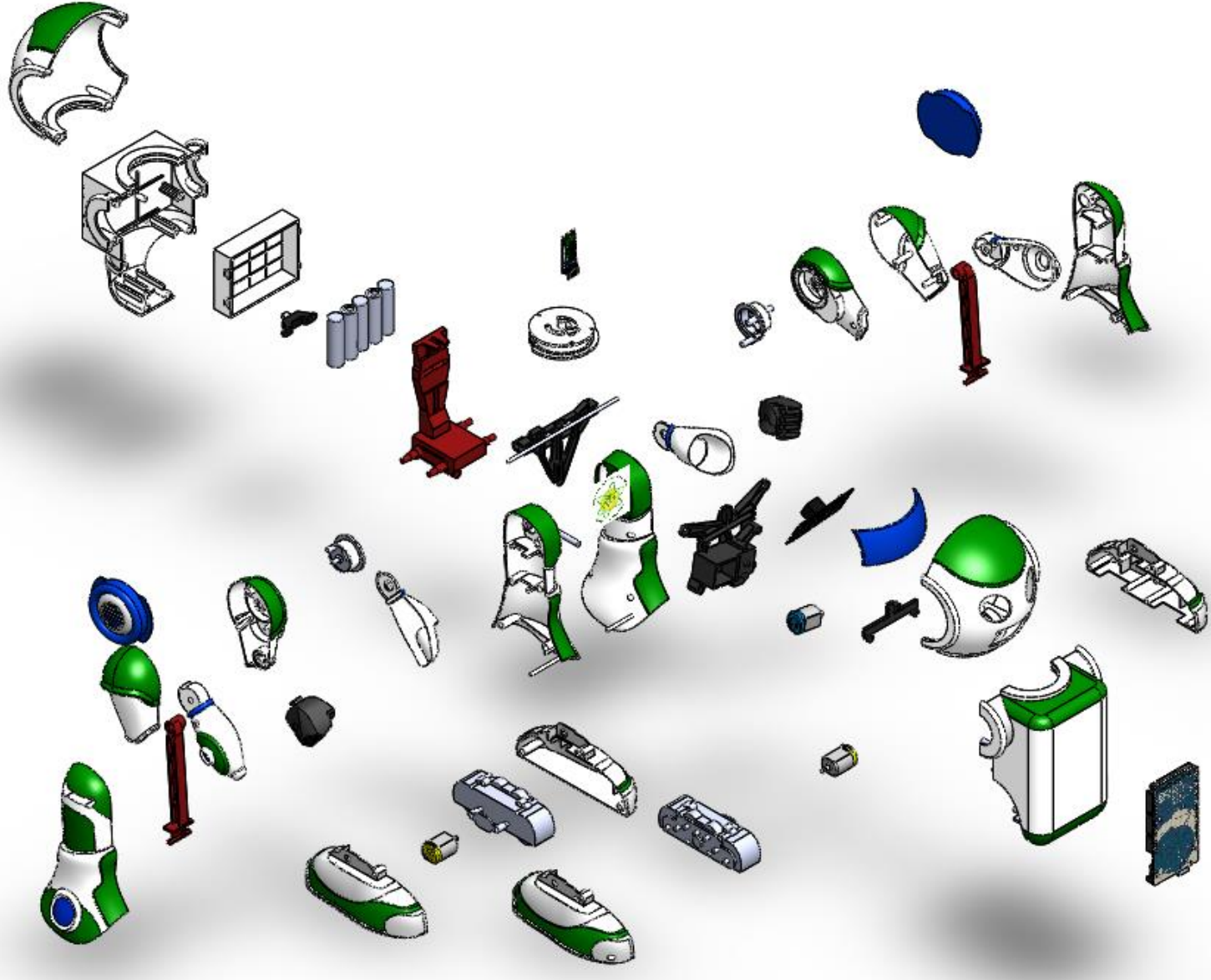


DISEÑO DE DETALLE



MODELADO 3D

ERABOT



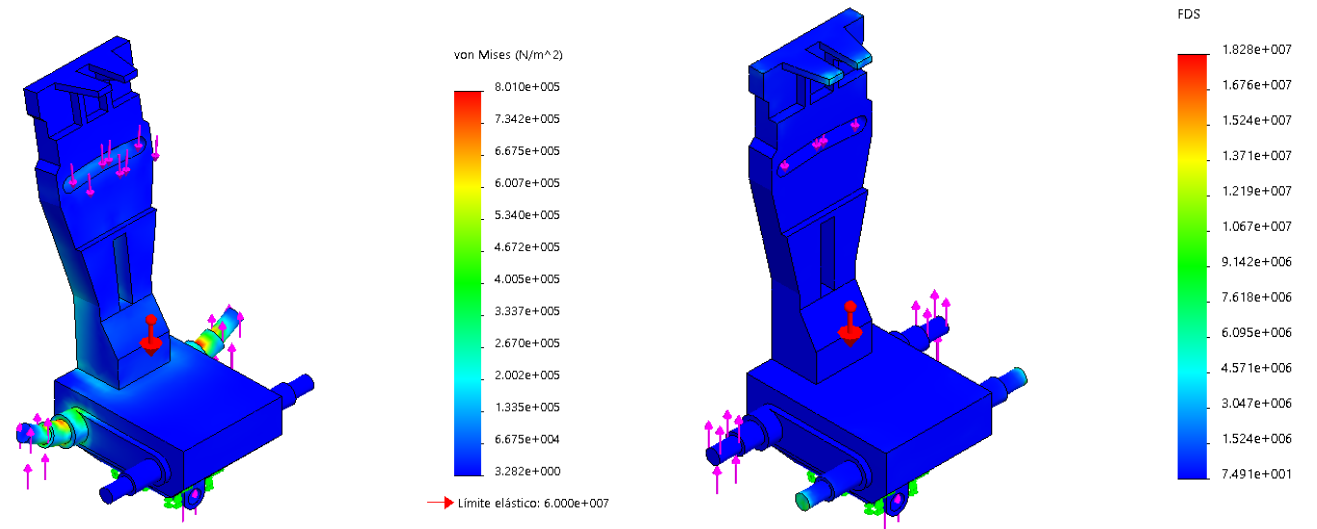
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS ESTÁTICO

Propiedades Mecánicas PLA (Ácido Poli láctico)

Densidad	1.25 g/cm ³
Módulo de corte	2400 MPa
Módulo de flexión	4000 MPa
Resistencia a la flexión	80 MPa
Módulo de elasticidad	3500 MPa
Límite elástico	60 MPa
Límite de tracción	50 MPa
Temperatura de transición vítrea	65°C
Comienzo de fusión	160°C
Coefficiente de Poisson	0.29

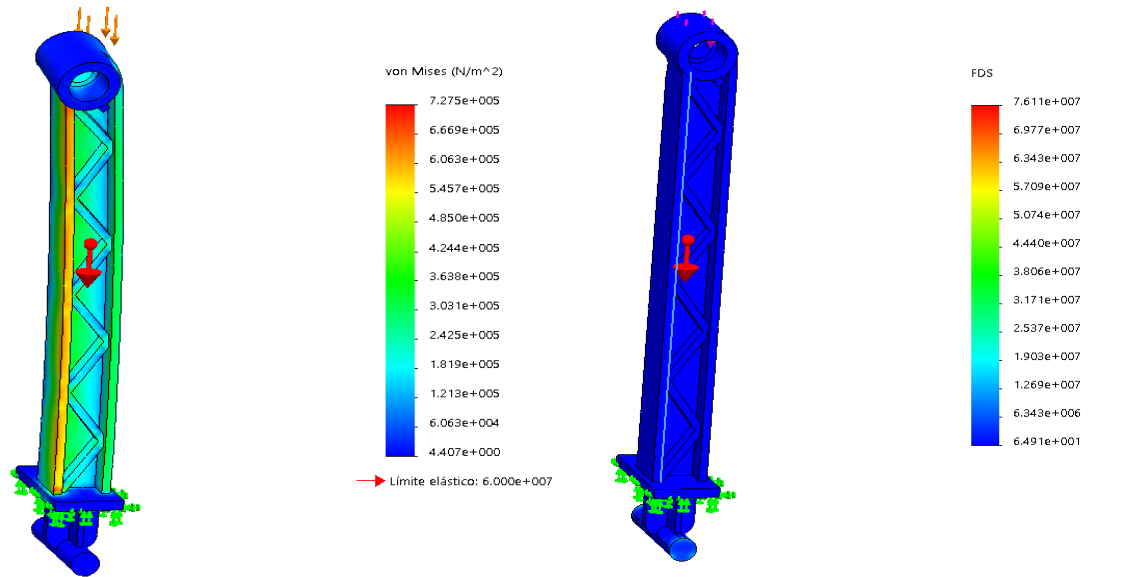
Las piezas de soporte y la carcasa se imprime en material PLA, por consiguiente para el análisis estático de las piezas se emplea las propiedades mecánicas del PLA



Tensión de Von Mises en la columna

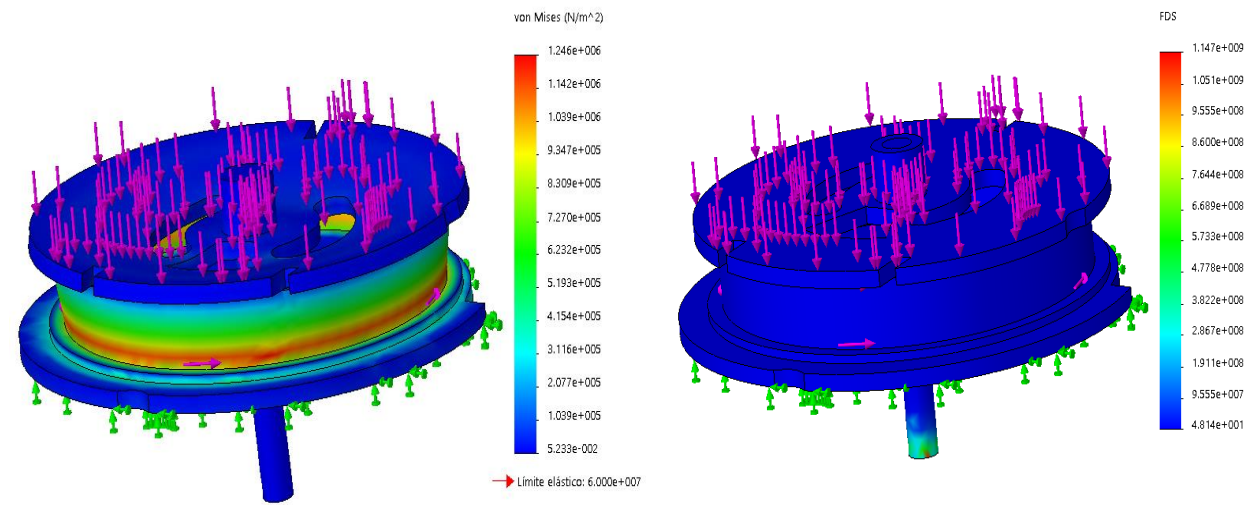
Factor de seguridad en la columna





(a) Tensión de Von Mises (b) Factor de Seguridad

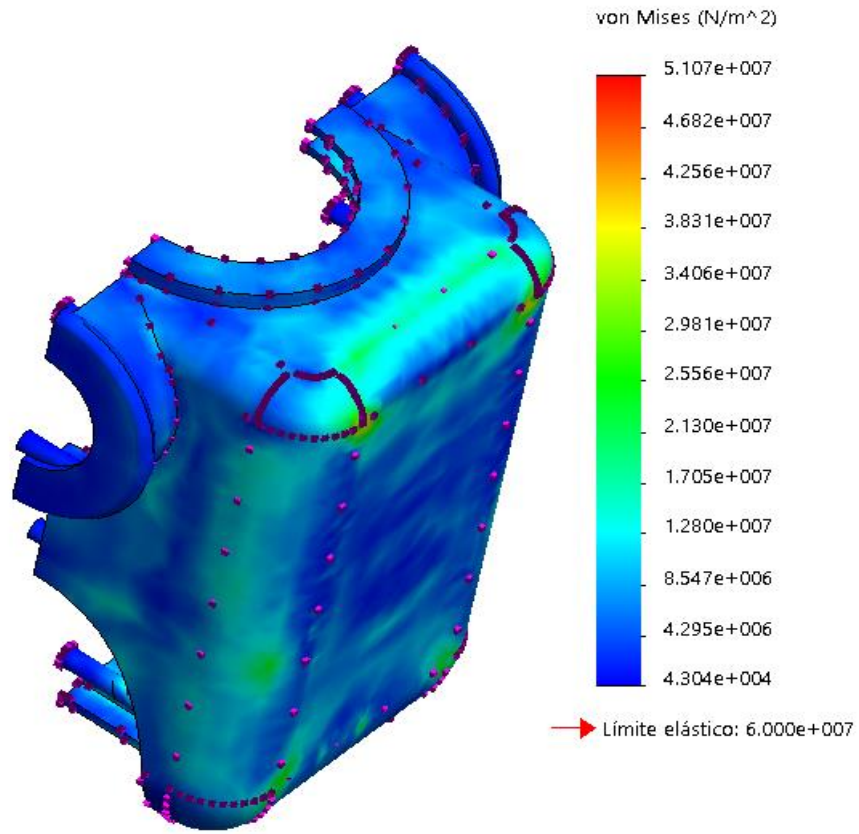
Análisis estático del soporte de pierna



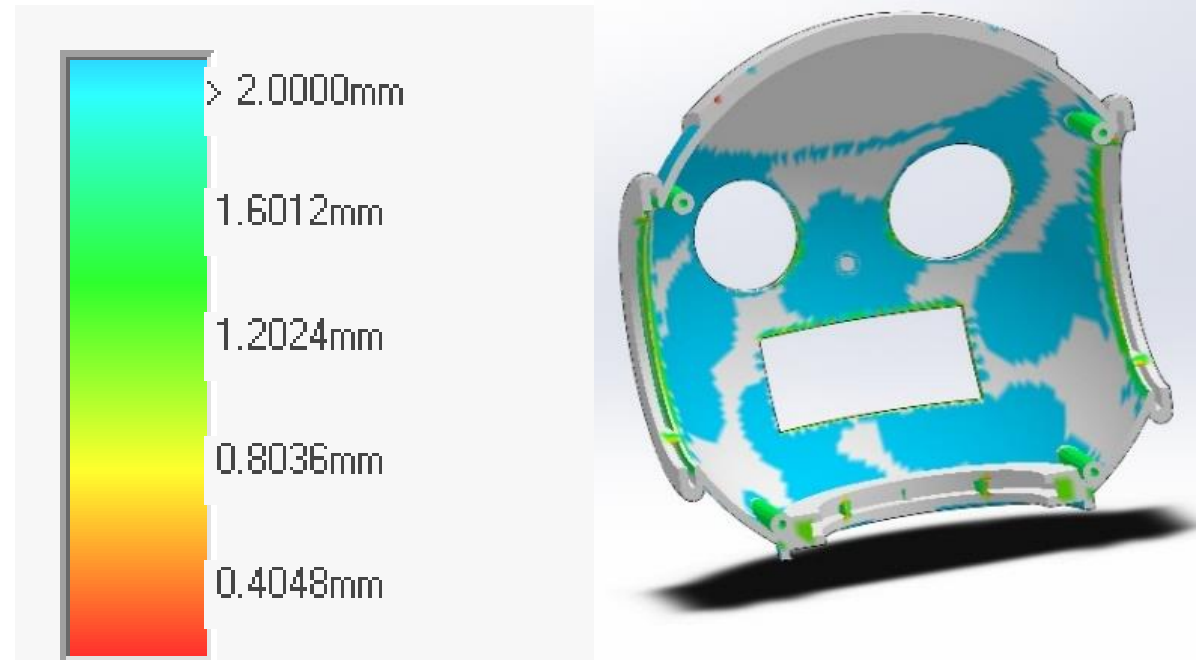
(a) Tensión de Von Mises (b) Factor de Seguridad

Análisis estático del cuello





Tensión de Von Mises del pecho



Distribución del espesor de la cabeza frontal



Resultados

La tensión de Von Mises

$$\sigma_{VonMises} < \sigma_{Limite\ Elástico}$$

Esfuerzo de Diseño

$$\sigma_d \geq \sigma'$$

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N} \quad ; \quad S_y: \text{Resistencia a la flexión.}$$

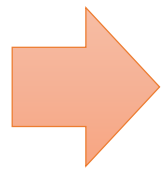
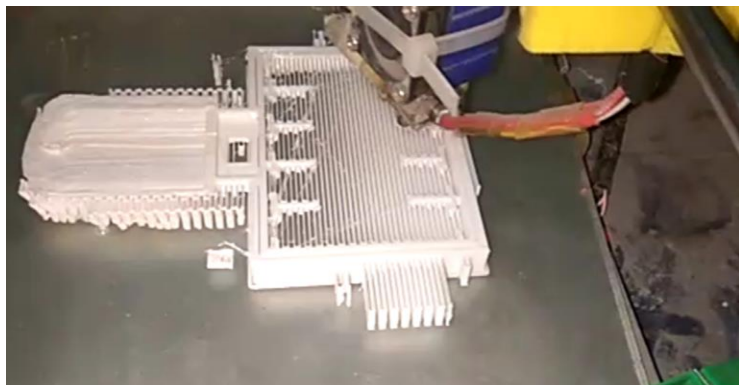
N: Factor de seguridad

Pieza	$\sigma_{VonMises}$ (MPa)	$\sigma_{Limite\ Elástico}$ (MPa)	σ_d (MPa)	σ' (MPa)
Columna	0.801	60	53.33	0.801
Soporte Pierna	0.72	60	53.33	0.72
Cuello	1.246	60	53.33	1.246
Carcasa	51,07	60	53.33	51,07

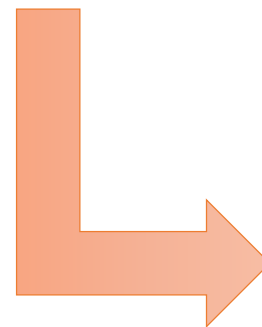


PROTOTIPADO DE PIEZAS

IMPRESIÓN 3D

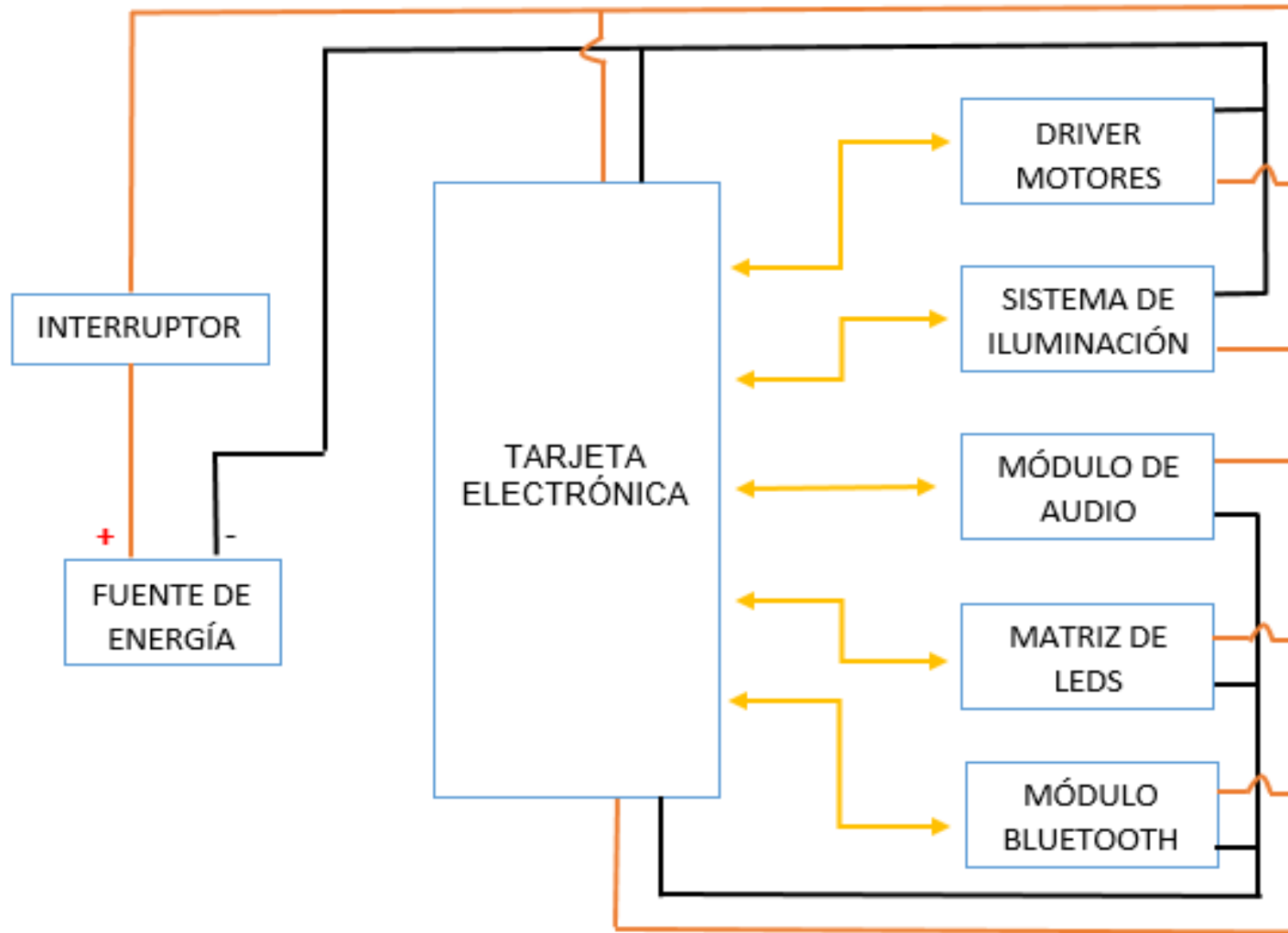


PULIDO DE PIEZAS



PINTADO

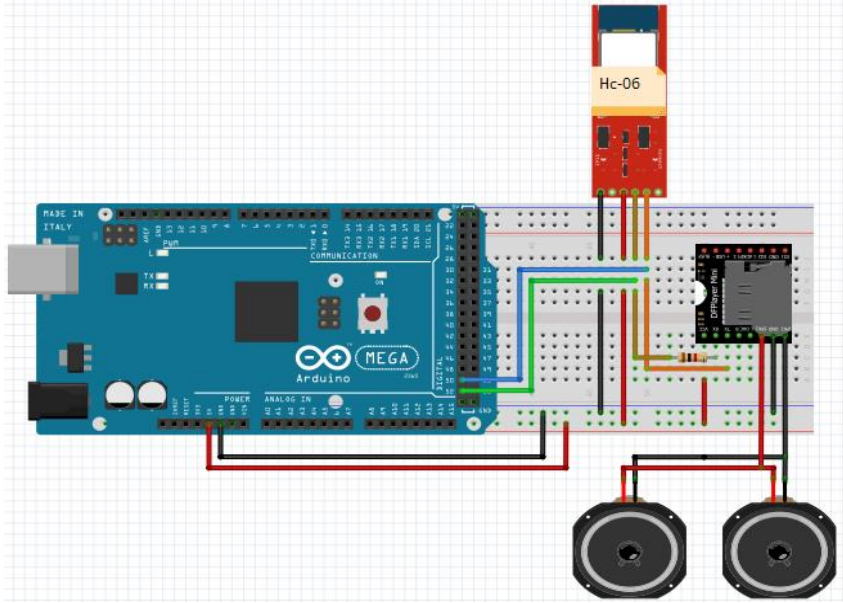
DISEÑO ELECTRÓNICO



La tarjeta Arduino, controla todos los módulos electrónicos.

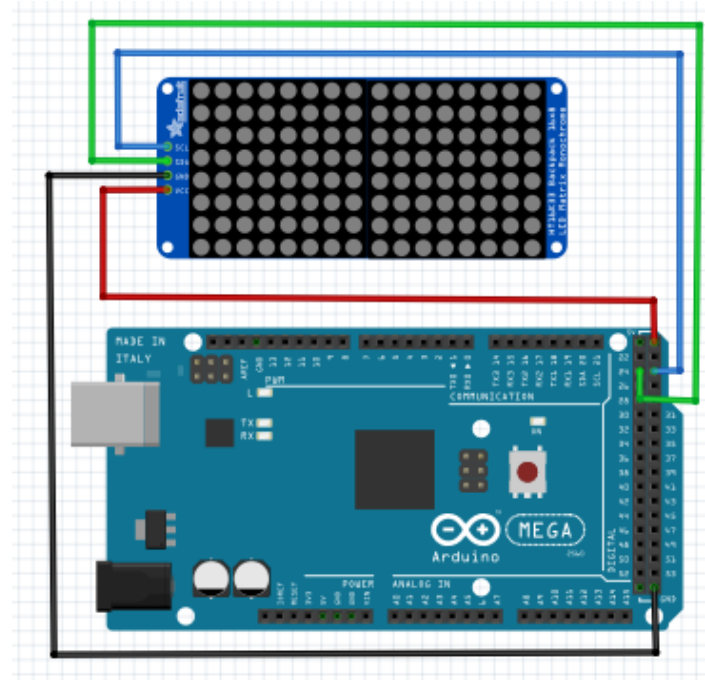


ESQUEMAS ELECTRÓNICOS

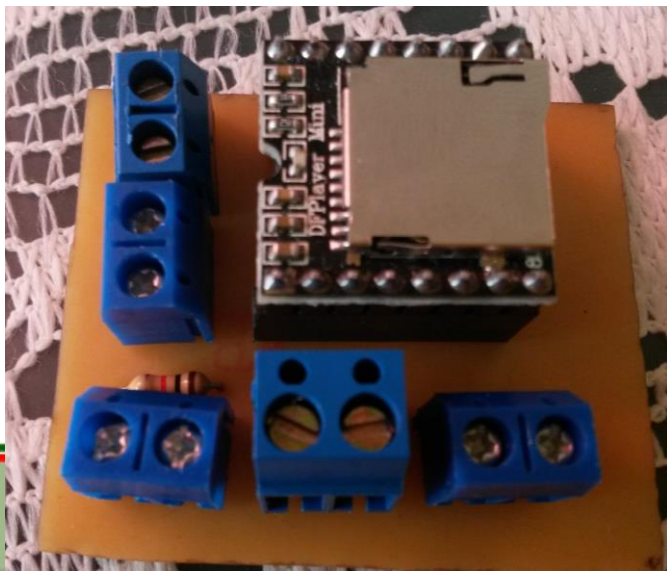
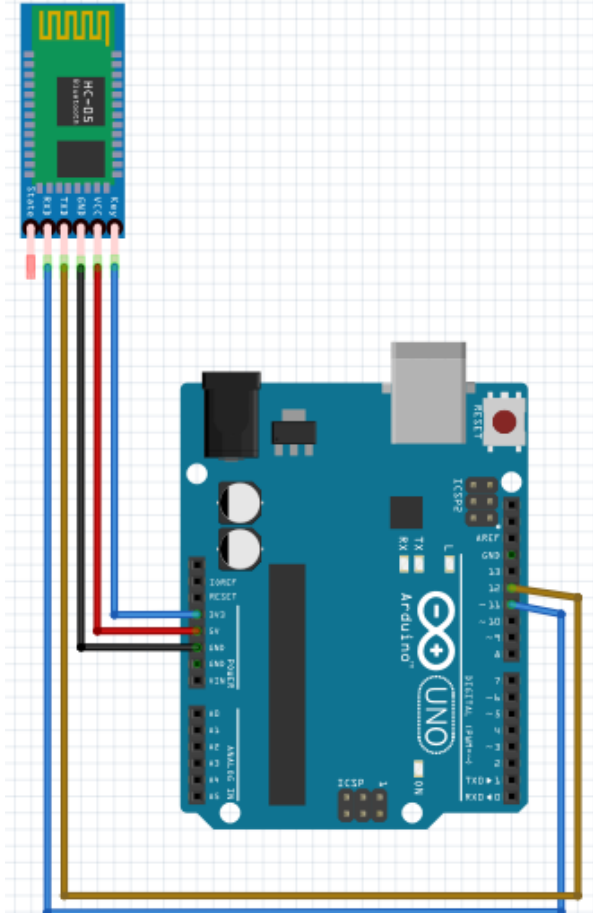


Módulo Audio, Bluetooth esclavo

Matriz de leds 16 x 8

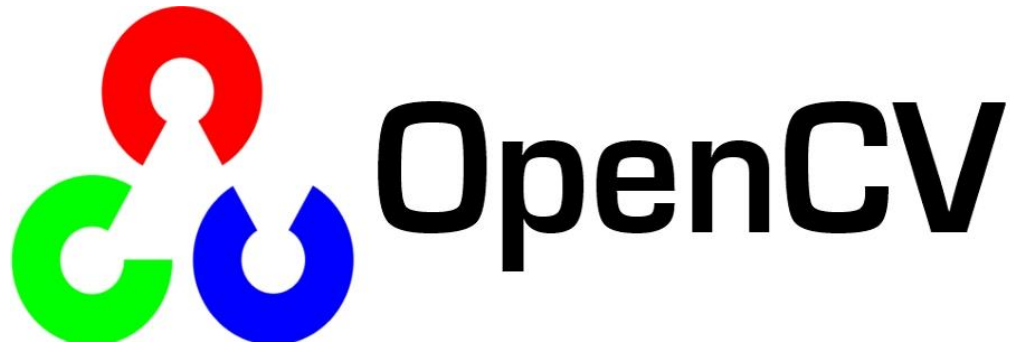


Bluetooth Maestro



DISEÑO INTERFACES REALIDAD AUMENTADA

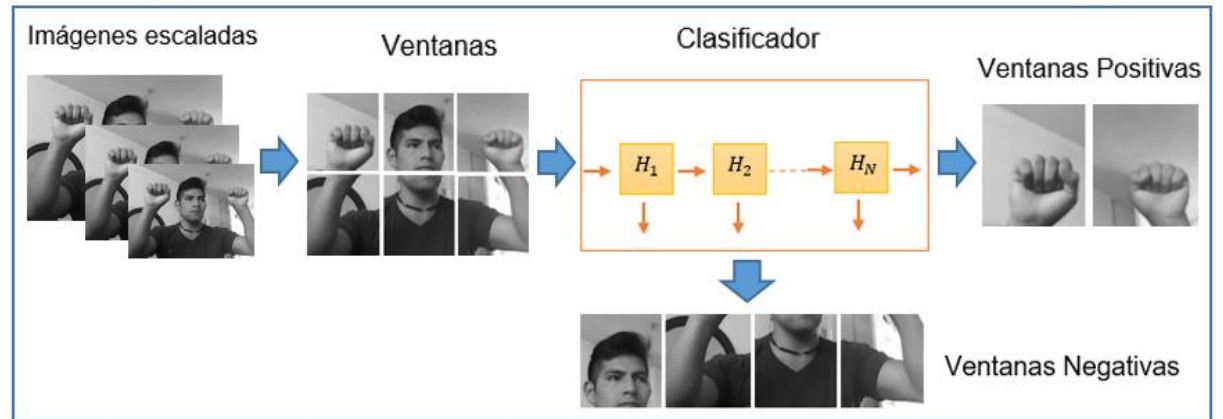
SOFTWARES REQUERIDOS



MARCADOR



DETECTOR



Proceso de entrenamiento de clasificador

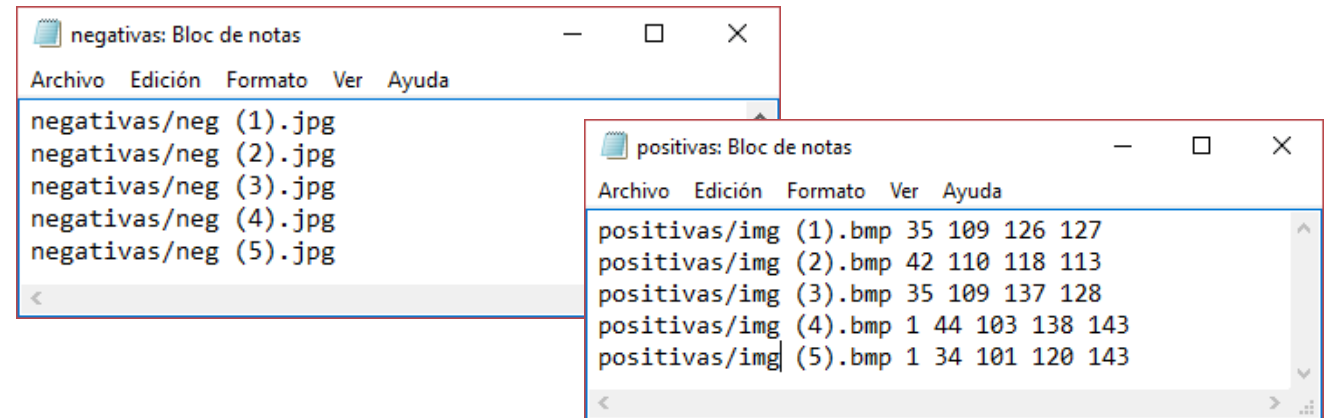
- Paso 1: Adquisición de imágenes positivas y negativas



(a) Imágenes Positivas

(b) Imágenes Negativas

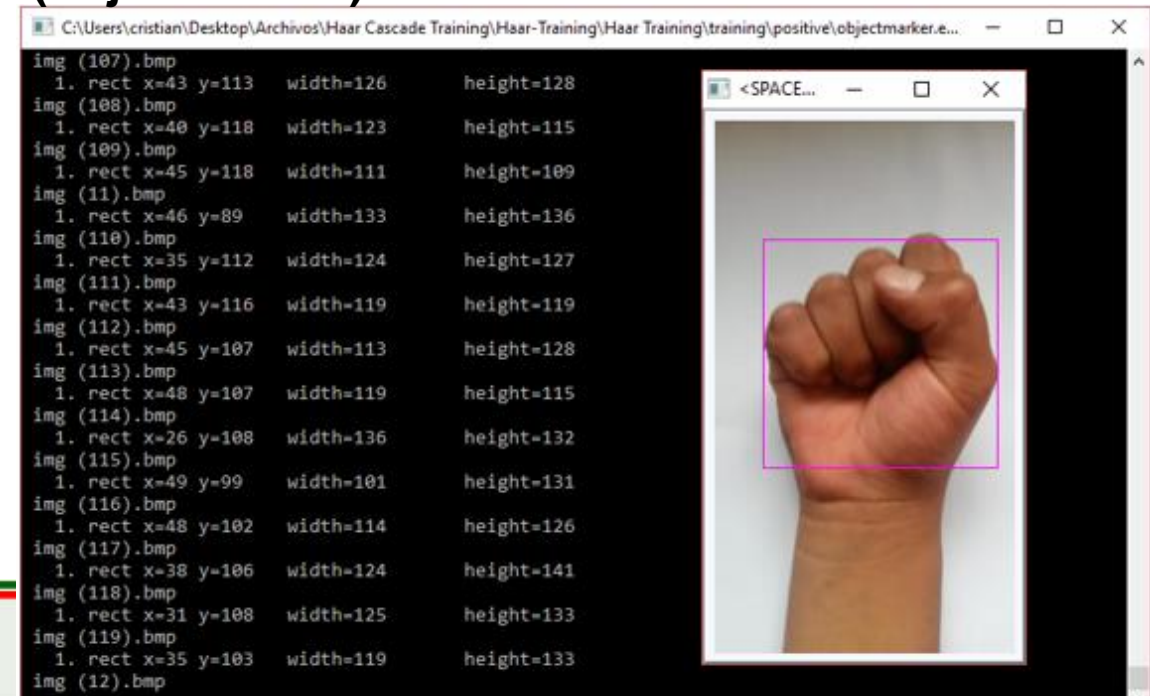
- Paso 2: Organizar las imágenes positivas y negativas



(objectmarker)

- Paso 3: Crear muestra (createsamples)

```
c:\CvFile2>opencv_createsamples.exe -vec pos.vec -info face_2429_info.txt -bg non_face_4548_info.txt -num 2429 -w 19 -h 19
Info file name: face_2429_info.txt
Img file name: <NULL>
Vec file name: pos.vec
BG file name: non_face_4548_info.txt
Num: 2429
BG color: 0
BG threshold: 80
Invert: FALSE
Max intensity deviation: 40
Max x angle: 1.1
Max y angle: 1.1
Max z angle: 0.5
Show samples: FALSE
Width: 19
Height: 19
Create training samples from images collection...
Done. Created 2429 samples
```



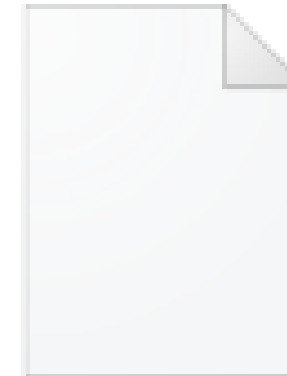
Proceso de entrenamiento de clasificador

- Paso 4: Entrenamiento (“haartraining”)

```
C:\windows\system32\cmd.exe - opencv_traincascade.exe -data mydat... - x
C:\>\cd CvFile
C:\CvFile>opencv_traincascade.exe -data mydata -vec pos.vec -bg non_face_4548_in
fo.txt -numPos 2000 -numNeg 4000 -numStages 20 -featureType HAAR -w 19 -h 19 -mo
de ALL
PARAMETERS:
cascadeDirName: mydata
vecFileName: pos.vec
bgFileName: non_face_4548_info.txt
numPos: 2000
numNeg: 4000
numStages: 20
precalcValBufSize [Mb] : 256
precalcIdxBufSize [Mb] : 256
stageType: BOOST
featureType: HAAR
sampleWidth: 19
sampleHeight: 19
boostType: GAB
minHitRate: 0.995
maxFalseAlarmRate: 0.5
weightTrimRate: 0.95
maxDepth: 1
maxWeakCount: 100
mode: ALL

==== TRAINING 0-stage ====
<BEGIN
POS count : consumed 2000 : 2000
NEG count : acceptanceRatio 4000 : 1
Precalculation time: 8.718
+-----+
| N | HR | FA |
+-----+
| 1 | 1 | 1 |
+-----+
| 2 | 1 | 1 |
+-----+
| 3 | 0.998 | 0.374 |
+-----+
END>
Training until now has taken 0 days 0 hours 2 minutes 18 seconds.
```

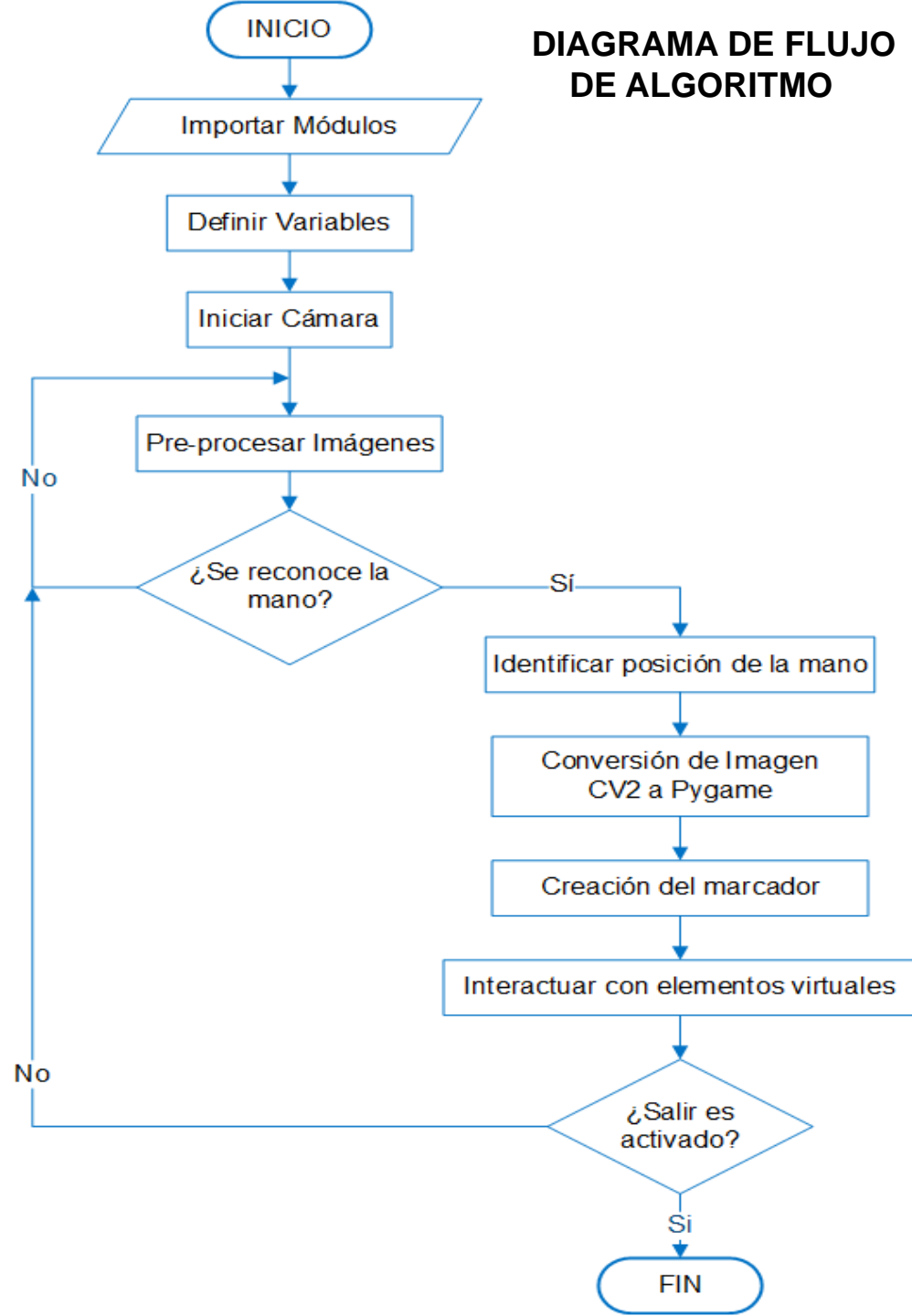
Al final se obtiene un archivo “hand.xml”



hand



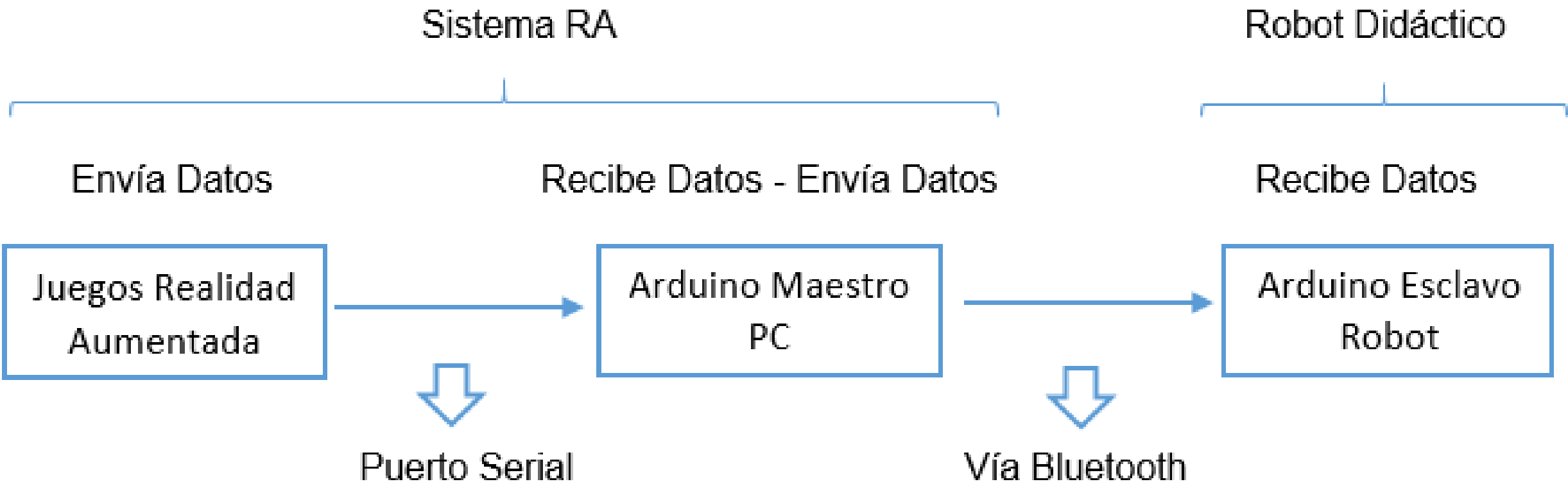
DIAGRAMA DE FLUJO DE ALGORITMO



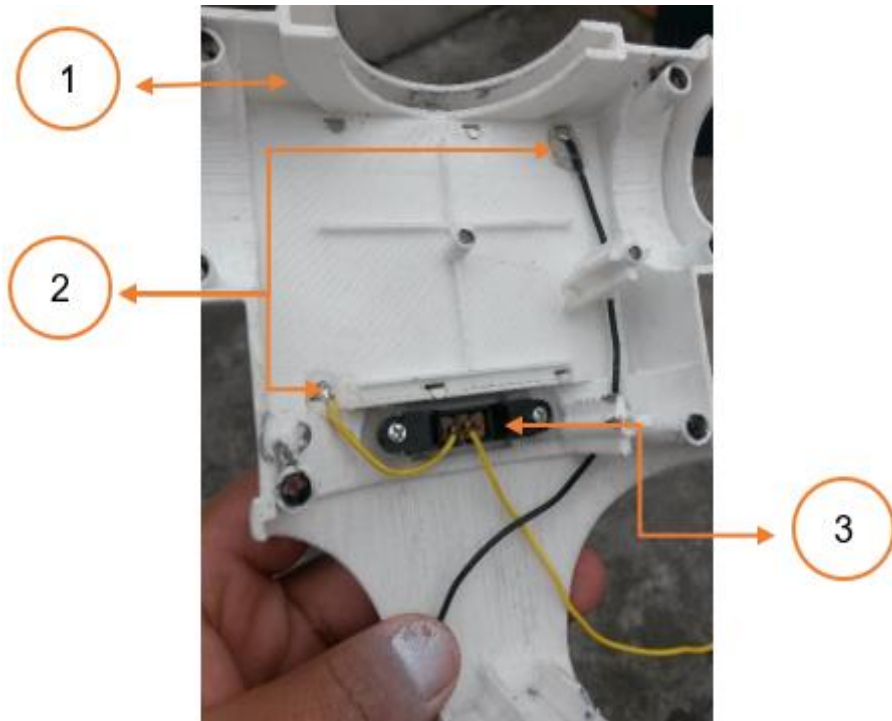
Ejemplo de Juego RA educativo desarrollado



SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS

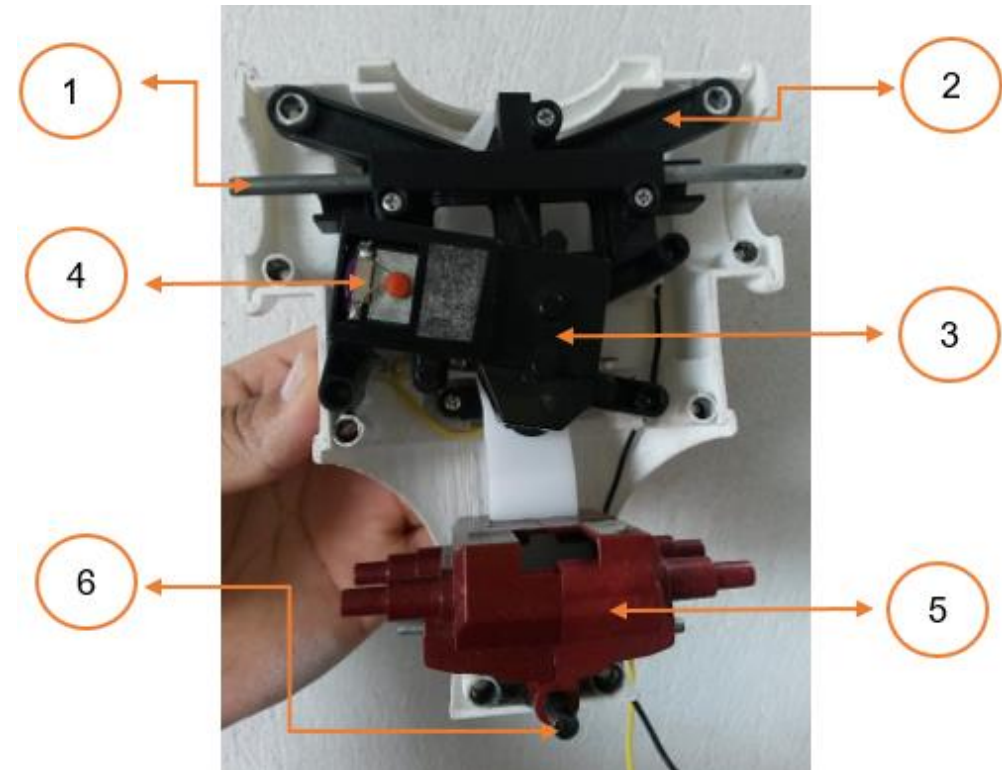


Espalda



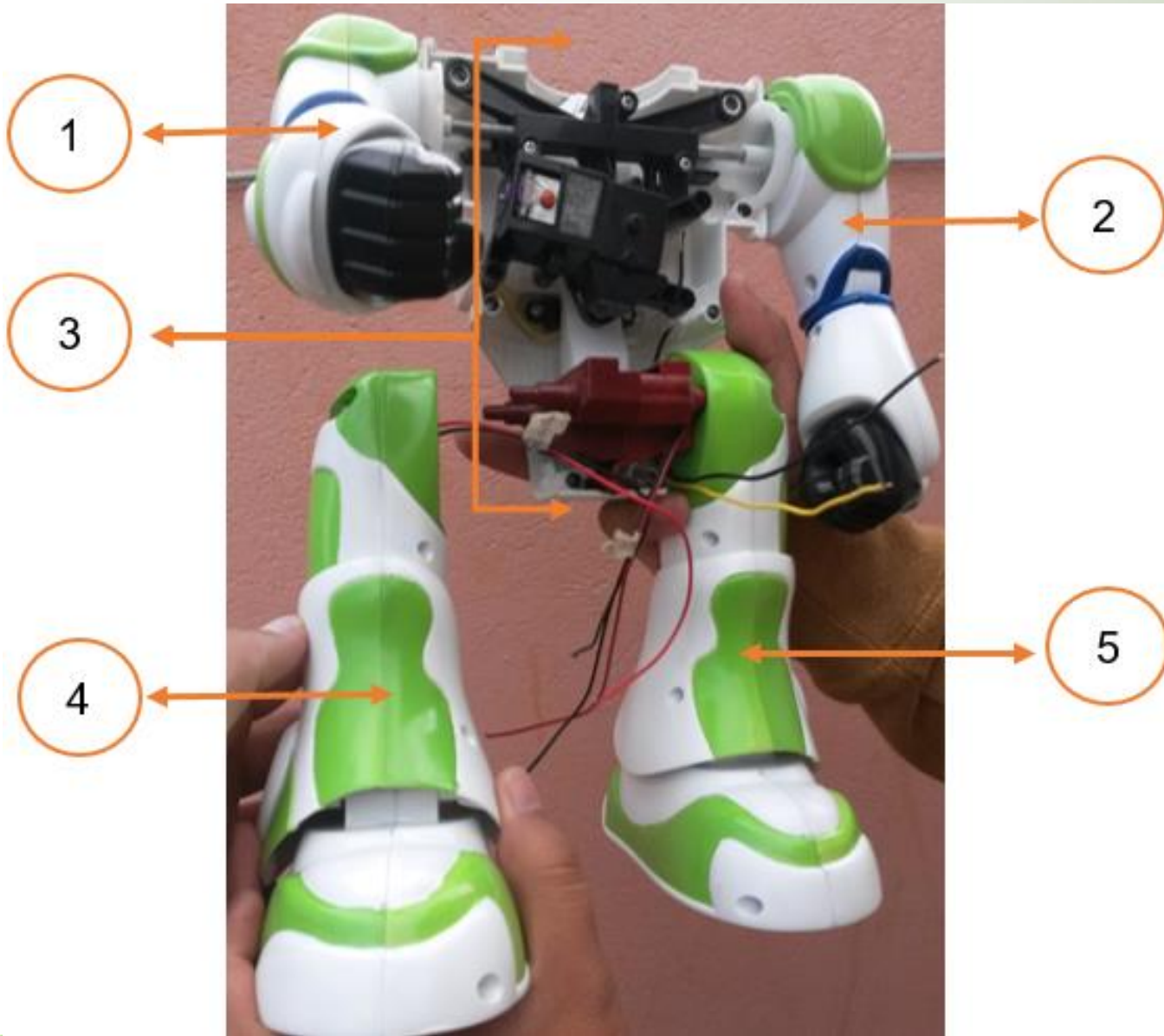
Elementos: (1) Carcasa torso posterior, (2) Puntos de alimentación positivo- negativo, (3) Interruptor

Torso



Elementos: (1) Eje de soporte de brazos, (2) Torso posterior, (3) Torso anterior, (4) Motor de brazos, (5) Base de columna, (6) Eje de unión columna-carcasa

ENSAMBLE



Elementos:

(1) Brazo Derecho,

(2) Brazo izquierdo,

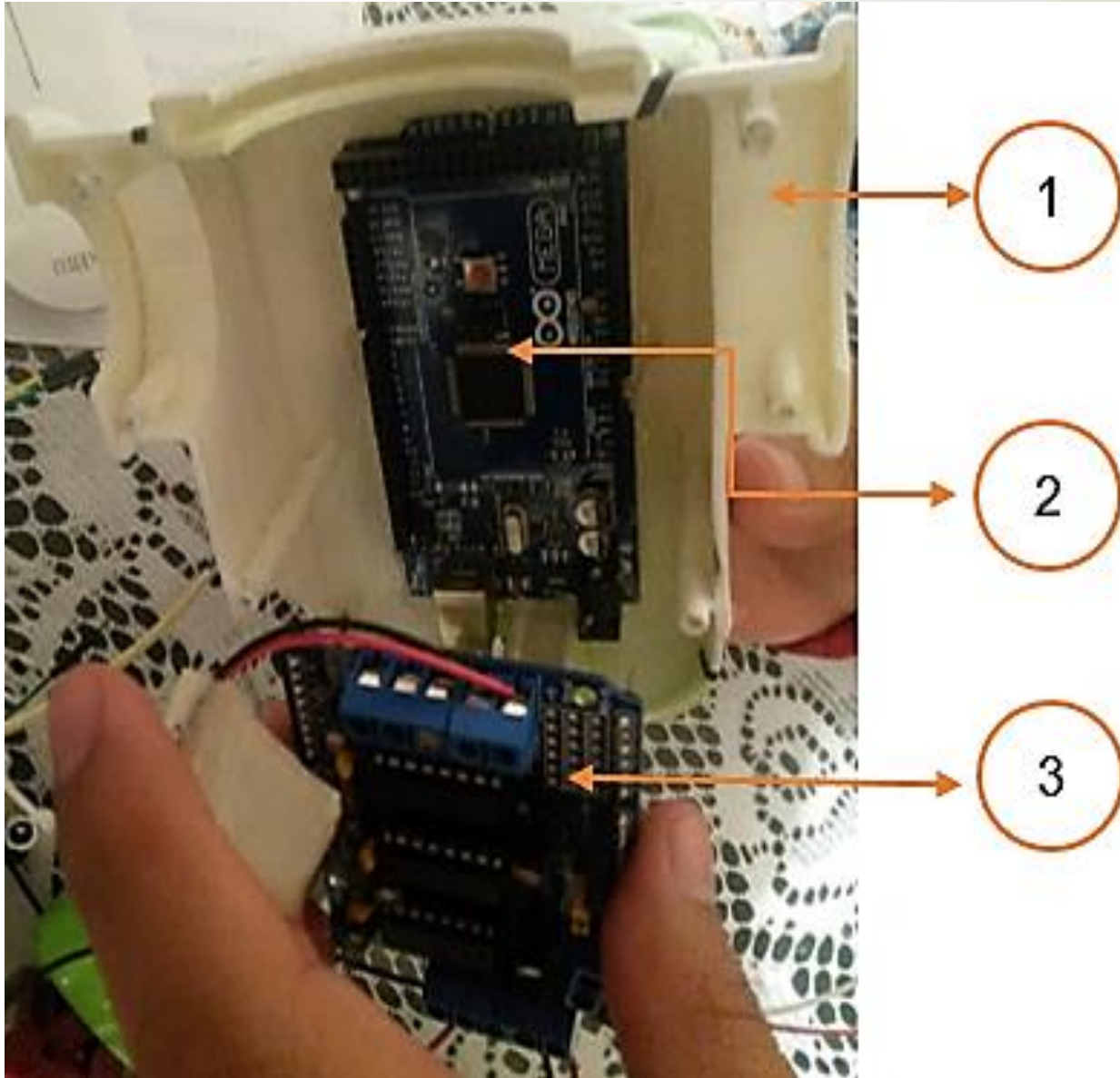
(3) Torso,

(4) Pierna derecha,

(5) Pierna izquierda



Pecho



Elementos:

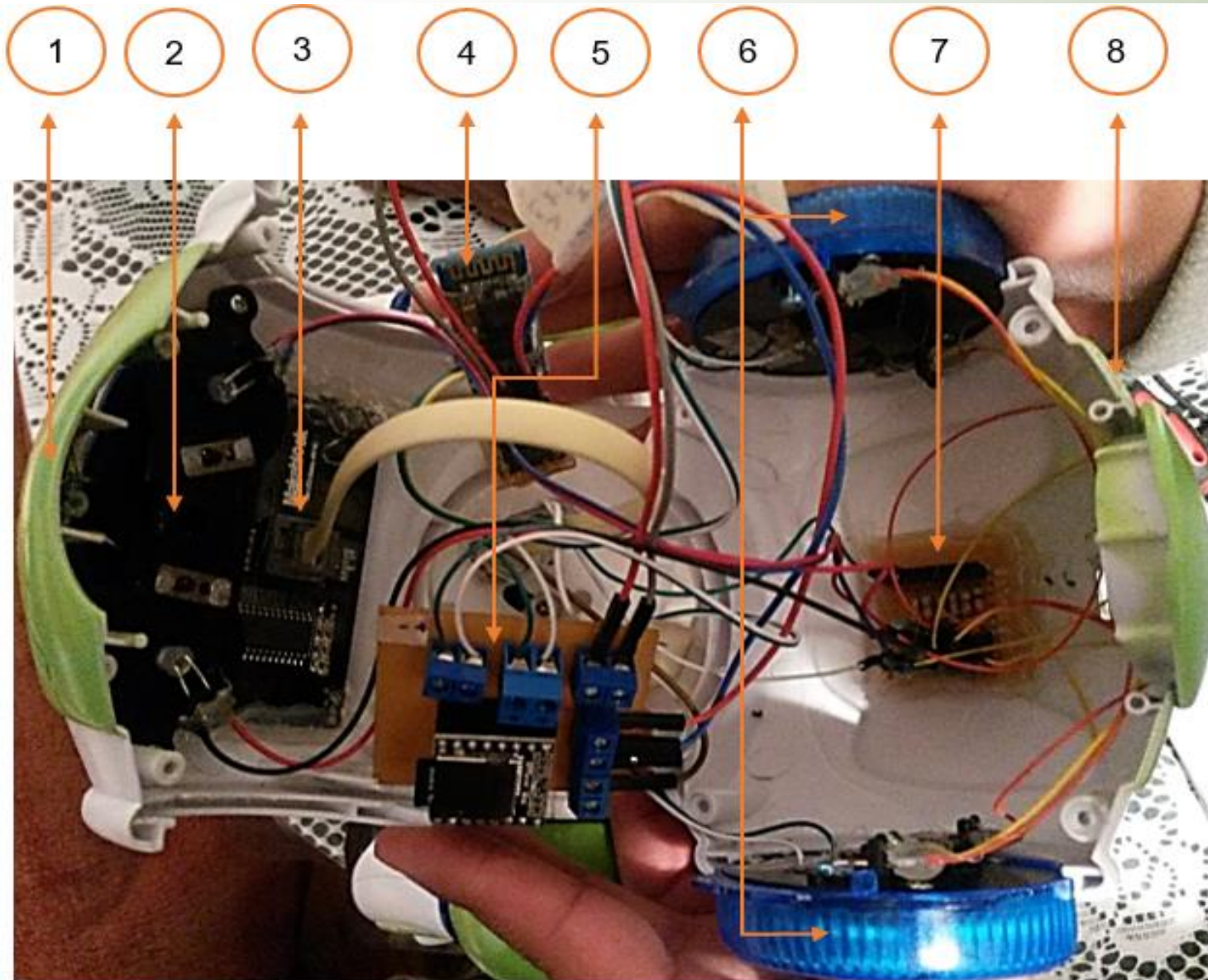
(1)Carcasa torso anterior,

(2)Tarjeta Arduino Mega,

(3)Módulo Shield L293D



Cabeza



Elementos:

- (1) Carcasa cabeza anterior,***
- (2) Sistema de Iluminación ojos,***
- (3) Matriz de leds Boca,***
- (4) Módulo Bluetooth,***
- (5) Módulo de Audio,***
- (6) Parlantes orejas,***
- (7) Punto de alimentación del sistema de iluminación,***
- (8) Carcasa cabeza posterior.***



Ensamble Final del Robot Didáctico



(a) Vista Frontal



(b) Vista Lateral



(c) Vista Posterior



Componentes del Sistema de Realidad Aumentada

Elementos:

(1) Mini PC - Procesador,

(2) Cámara,

(3) Monitor,

(4) Módulo Bluetooth,

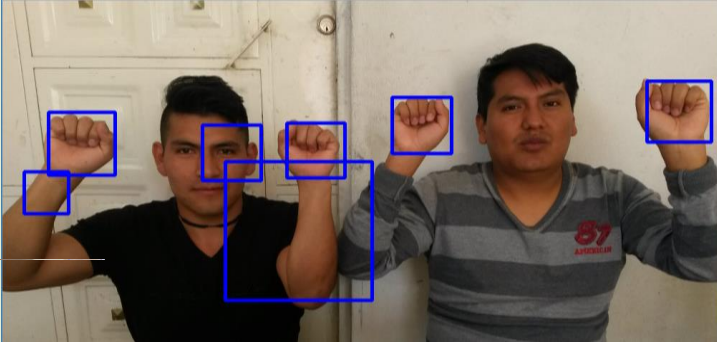

(5) Arduino Uno – Tarjeta de control Maestro



PRUEBAS Y REFINAMIENTO


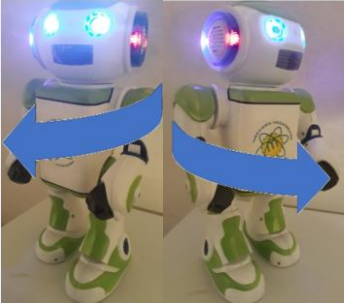



Reconocimiento del Marcador

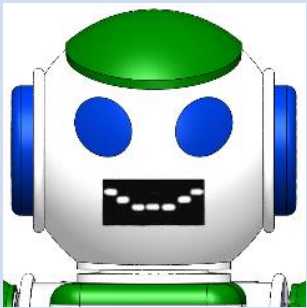

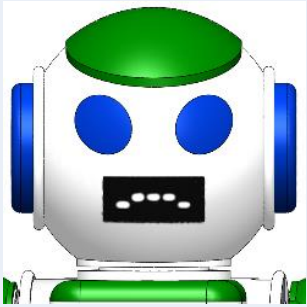
Factor de escala	Min valor de Vecindad	Resultado
1.1	1	
1.1	4	
1.3	3	

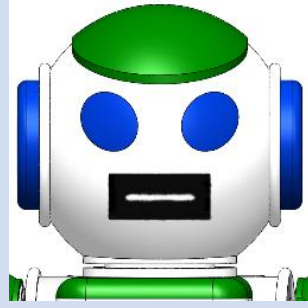

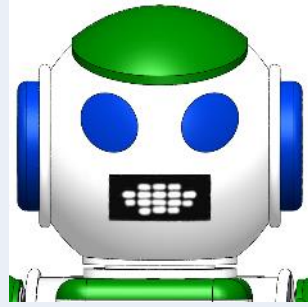

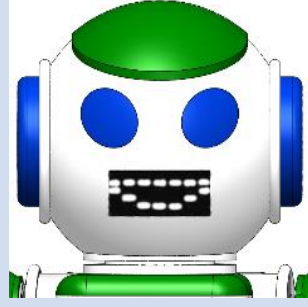



Movimientos

Movimiento	Error	Corrección	Gráfico
<p>Camina hacia Adelante y Atrás</p>	<pre>motor1.run(BACKWARD); motor1.setSpeed(250); motor2.run(RELEASE); motor2.setSpeed(250); delay(1000); motor2.run(FORWARD); motor2.setSpeed(250); motor1.run(RELEASE); motor1.setSpeed(250); delay(1000); motor1.run(BACKWARD); motor1.setSpeed(250); motor2.run(RELEASE); motor2.setSpeed(250); delay(1000); motor1.run(RELEASE); motor2.run(RELEASE);</pre>	<pre>motor1.run(BACKWARD); motor1.setSpeed(150); motor2.run(RELEASE); motor2.setSpeed(150); delay(400); motor2.run(FORWARD); motor2.setSpeed(150); motor1.run(RELEASE); motor1.setSpeed(150); delay(800); motor1.run(BACKWARD); motor1.setSpeed(150); motor2.run(RELEASE); motor2.setSpeed(150); delay(400); motor1.run(RELEASE); motor2.run(RELEASE);</pre>	
<p>Gira Izquierda Derecha</p>	<pre>motor1.run(BACKWARD); motor1.setSpeed(250); motor2.run(BACKWARD); motor2.setSpeed(250); delay(5000); motor1.run(RELEASE); motor2.run(RELEASE);</pre>	<pre>motor1.run(BACKWARD); motor1.setSpeed(150); motor2.run(BACKWARD); motor2.setSpeed(150); delay(1500); motor1.run(RELEASE); motor1.setSpeed(150); motor2.run(FORWARD); motor2.setSpeed(150); delay(600); motor1.run(RELEASE); motor2.run(RELEASE);</pre>	
<p>Giro de Cabeza</p>	<pre>motor3.run(FORWARD); motor3.setSpeed(250); delay(2000); motor3.run(RELEASE);</pre>	<pre>motor3.run(FORWARD); motor3.setSpeed(240); delay(1000); motor3.run(RELEASE); delay(500); motor3.run(BACKWARD); motor3.setSpeed(240); delay(1200); motor3.run(RELEASE);</pre>	

Gestos

Gesto	Gesto Esperado	Gesto Obtenido
Feliz		
Triste		
Maravillado		

Gesto	Gesto Esperado	Gesto Obtenido
Indiferente		
Alegre		
Sonriente		

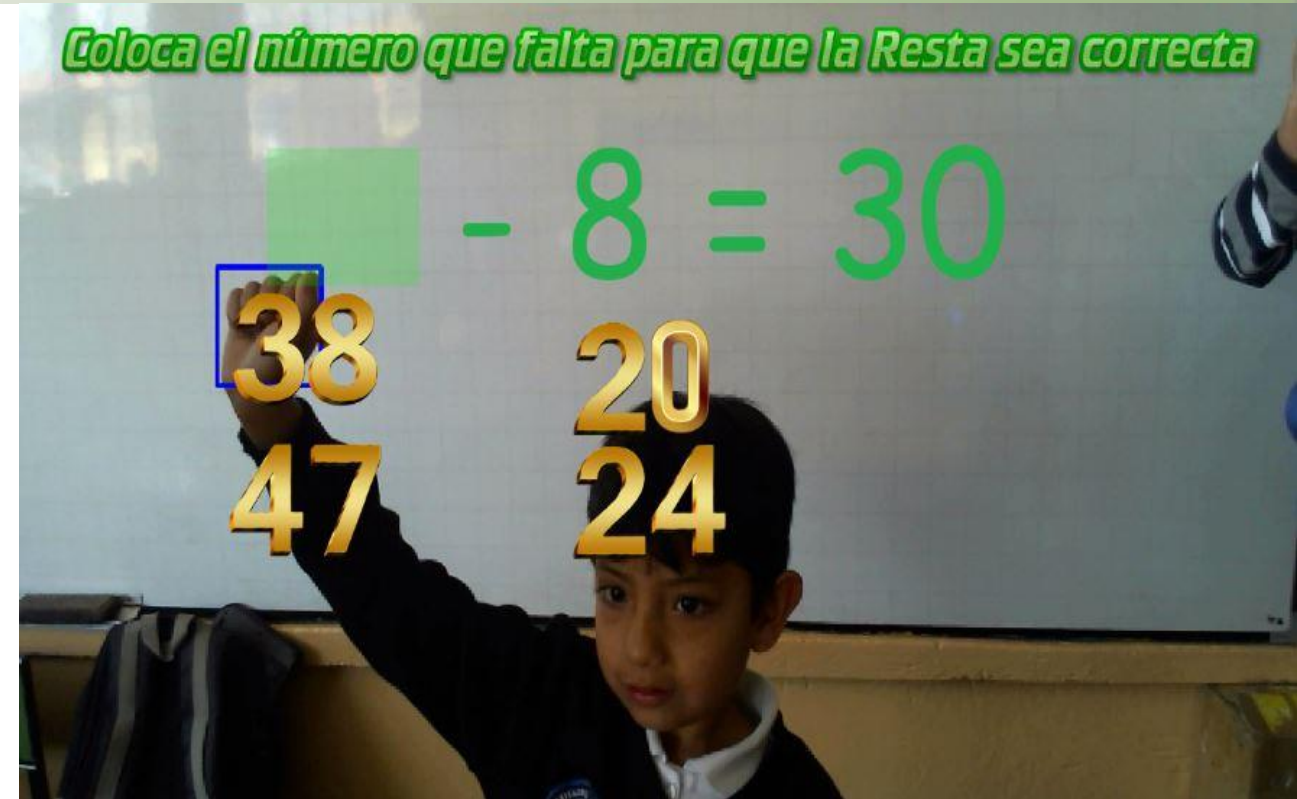


Pruebas Preliminares con estudiantes



Observaciones

- El audio del robot es muy bajo
- El reconocimiento del marcador.
- Tiempo de cambio de las escenas de los juegos.
- Iteraciones de los juegos.



Audio



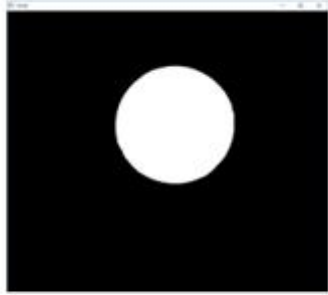
Cambio de Parlantes de 8Ω 0,25w por de 8Ω 0,5w

Tiempo cambio de escenas

```
def update(self, cursor, opcion):  
    if cursor.colliderect(self.rect):  
        self.temp2 += 1  
        self.imagen_actual=self.imagen_seleccion  
  
    if self.temp2 == 30:  
        self.temp2 = 0  
  
        if opcion == 1:  
            pygame.quit()  
  
        if opcion == 2:  
            main()
```

Segundo Marcador

Se añade un nuevo marcador



(a) Máscara del Color Verde (b) Detección objeto de color verde

Ubica y Coloca la Provincia en el Mapa.

COTOPAXI



```
# Variable para creacion de marcador
(x_hand, y_hand)= (0, 0) # hand
(w_hand, h_hand) = (0, 0)# hand

(x_ball, y_ball)= (0, 0) # ball
(w_ball, h_ball) = (0, 0)# ball
#-----
#Captura de imagen
ret, cv2_image = cap.read()
# Transformacion a escala de grises
gray = cv2.cvtColor(cv2_image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
#Kernel para convolucion con imagen
kernel = np.ones ((5,5), np.float32) / 25
#Eliminacion de Ruido con filtro
blur = cv2.filter2D (gray, -1, kernel)

handdetect= hand.detectMultiScale(blur, config.ScaleFactor, config.MinNeighbors)

for (x,y,w,h) in handdetect:
    cv2.rectangle(cv2_image, (x,y), (x+w,y+h), (255,0,0),2)
    (x_hand, y_hand)= ((1280-w)-((x*1280/864)+w*0.2), ((y*720/480)+h*0.2))
    (w_hand, h_hand) = (w, h)
#
```

Reconocimiento Mano

```
# Eliminacion de Ruido con filtro
blured = cv2.filter2D (cv2_image, -1, kernel)
# convertir a espacio de color HSV
hsv = cv2.cvtColor(blured, cv2.COLOR_BGR2HSV)
# Construir una mascara para el color
# Realizar erosiones y dilataciones para remover particulas pequenas de la mascara
mask = cv2.inRange(hsv, Lower, Upper)
mask = cv2.erode(mask, None, iterations=2)
mask = cv2.dilate(mask, None, iterations=2)
# Encontrar los contornos en la mascara e inicializar la corriente
# (x, y) centro de la bola
cnts = cv2.findContours (mask.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE) [-2]
center = None

# Solo si el contorno ha sido encontrado
if len(cnts) > 0:

    # Encontrar la longitud del contorno de la mascara
    # Utilizar esto para encontrar el radio y el centroide
    c = max(cnts, key=cv2.contourArea)
    ((x, y), radius) = cv2.minEnclosingCircle(c)
    M = cv2.moments(c)
    center = (int(M["m10"] / M["m00"]), int(M["m01"] / M["m00"]))

    # solo si el radio es mayor a un valor determinado
    if radius > 10:

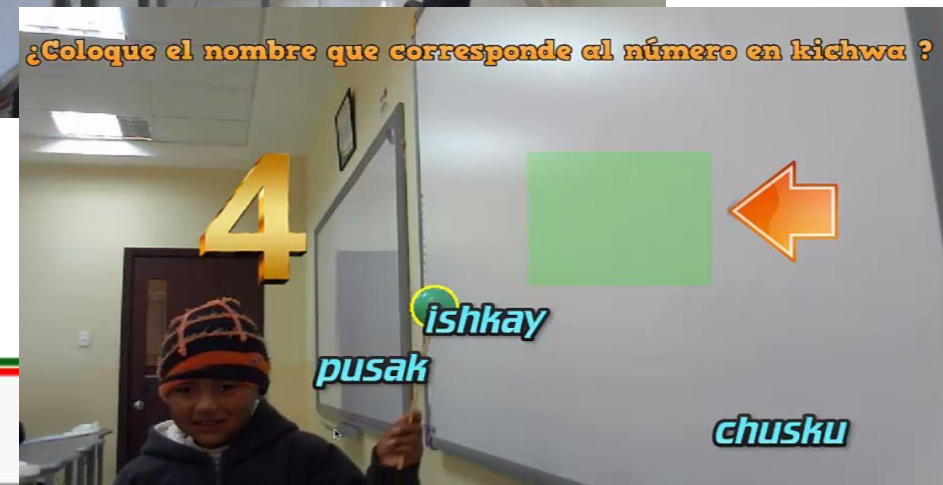
        # Dibujar el circulo y el centroide en la imagen
        # Actualizar la lista de puntos de seguimiento
        cv2.circle(cv2_image, (int(x), int(y)), int(radius), (0, 255, 255), 2)
        cv2.circle(cv2_image, center, 5, (0, 0, 255), -1)

        # Parametros para creacion del marcador
        (x_ball, y_ball) = (1280-((x*1280/864)+radius), ((y*720/480)-radius))
        (w_ball, h_ball) = (2*radius, 2*radius)
```

Reconocimiento Objeto

Pruebas Finales

Grupo	Test Inicial	Procedimiento	Test Final
Experimental	R1	Clase Normal + Herramienta Didáctica	R2
Tradicional	R3	Clase Normal	R4



ANÁLISIS DE RESULTADOS

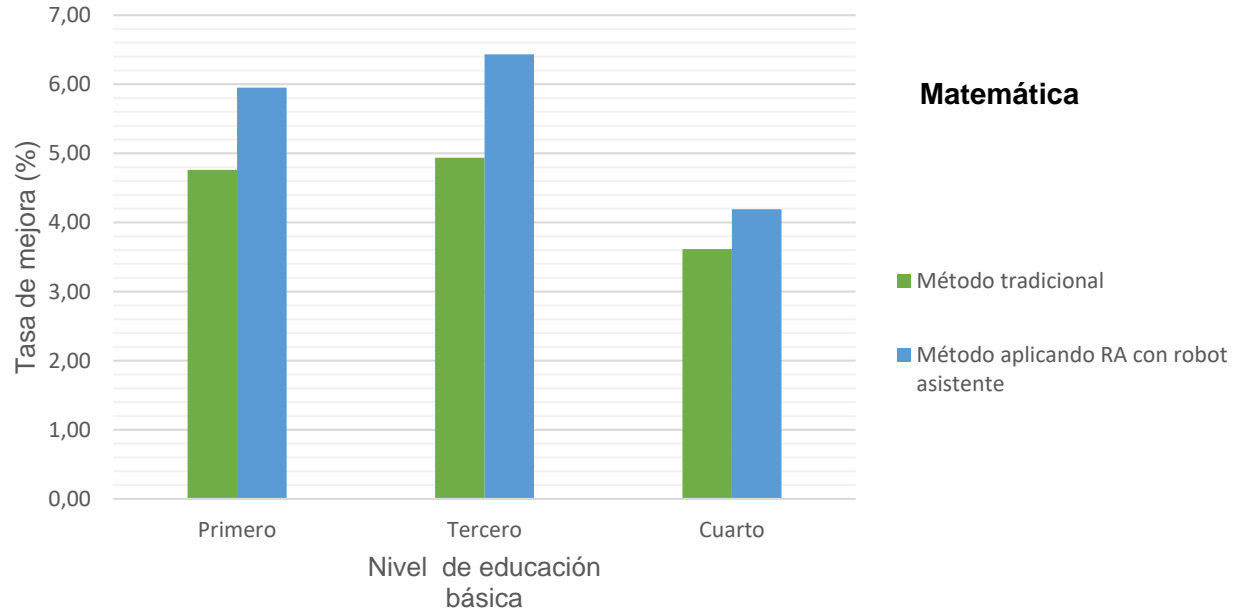


Resultados de los test finales

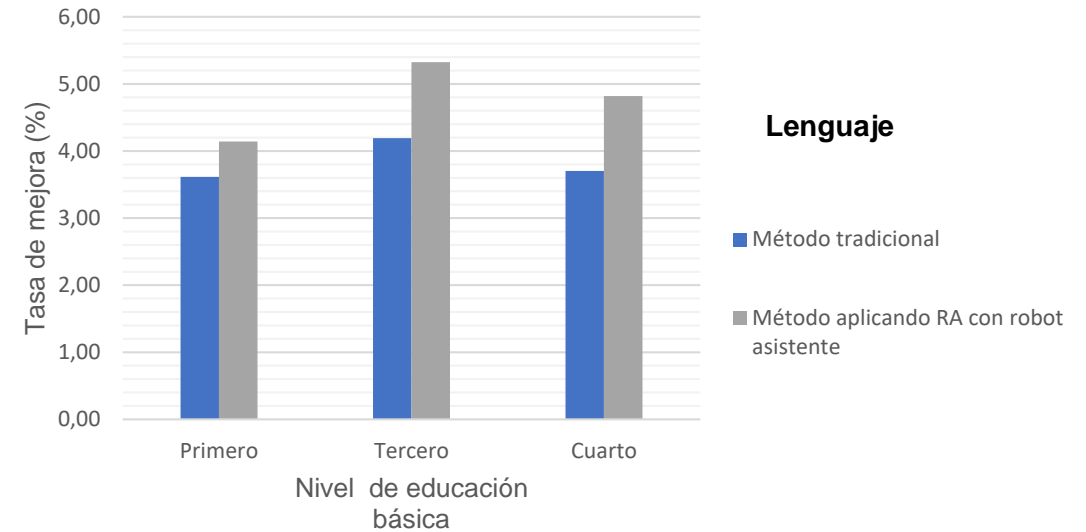
Estudiantes Nivel	Método tradicional			Método aplicando RA y Asistente Robótico		
	Promedio Test Inicial	Promedio Test Final	Taza de mejora (%)	Promedio Test Inicial	Promedio Test Final	Taza de mejora (%)
MATEMÁTICAS						
Primero	16	16,8	4,76	15,8	16,8	5,95
Tercero	15,4	16,2	4,94	16	17,1	6,43
Cuarto	16	16,7	3,61	16	16,7	4,19
LENGUAJE						
Primero	16	16,6	3,61	16,2	16,9	4,14
Tercero	16	16,7	4,19	16	16,9	5,33
Cuarto	15,6	16,2	3,70	15,8	16,6	4,82
CIENCIA NATURALES						
Primero	15,8	16,6	4,82	16	16,9	5,33
Tercero	15,8	16,6	4,82	16,2	17,4	6,90
Cuarto	15,6	16,3	4,29	15,8	16,7	5,39
ROBÓTICA						
Primero	N/A	N/A	N/A	15,6	16,3	4,29
Tercero	N/A	N/A	N/A	16,2	16,9	4,14
Cuarto	N/A	N/A	N/A	15,8	16,5	4,24



Tasa de mejora en Matemática



Tasa de mejora en Lenguaje



Taza de mejora Valor (%)

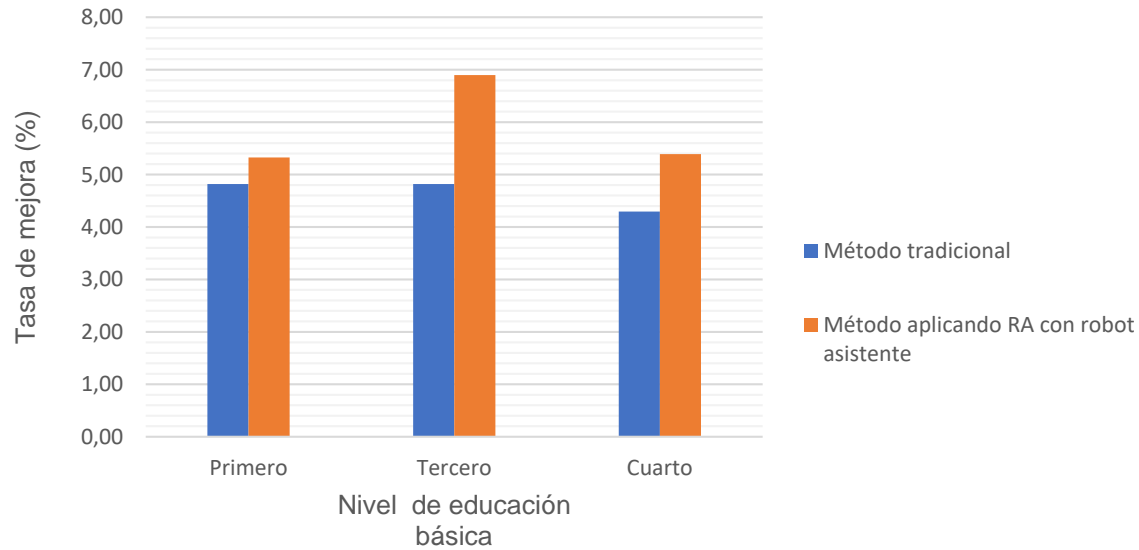
1ero de Básica	1,19
3do de Básica	1,49
4to de Básica	0,58

Taza de mejora Valor (%)

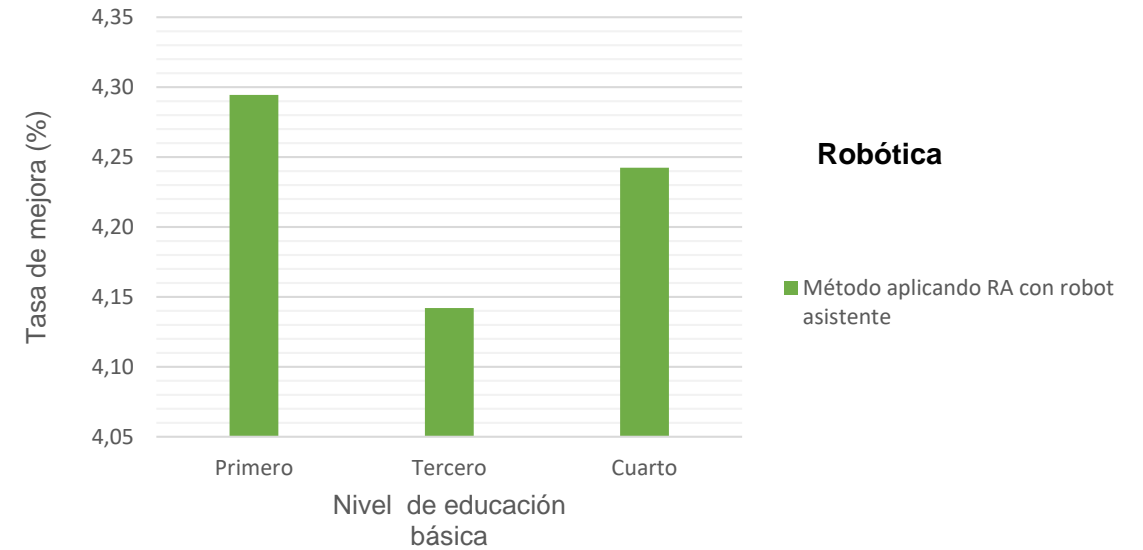
1ero de Básica	0,53
3do de Básica	1,14
4to de Básica	1,12



Taza de mejora en Ciencias Naturales



Taza de mejora en Robótica



Taza de mejora	Valor (%)
1ero de Básica	0,51
3do de Básica	2,08
4to de Básica	1,1

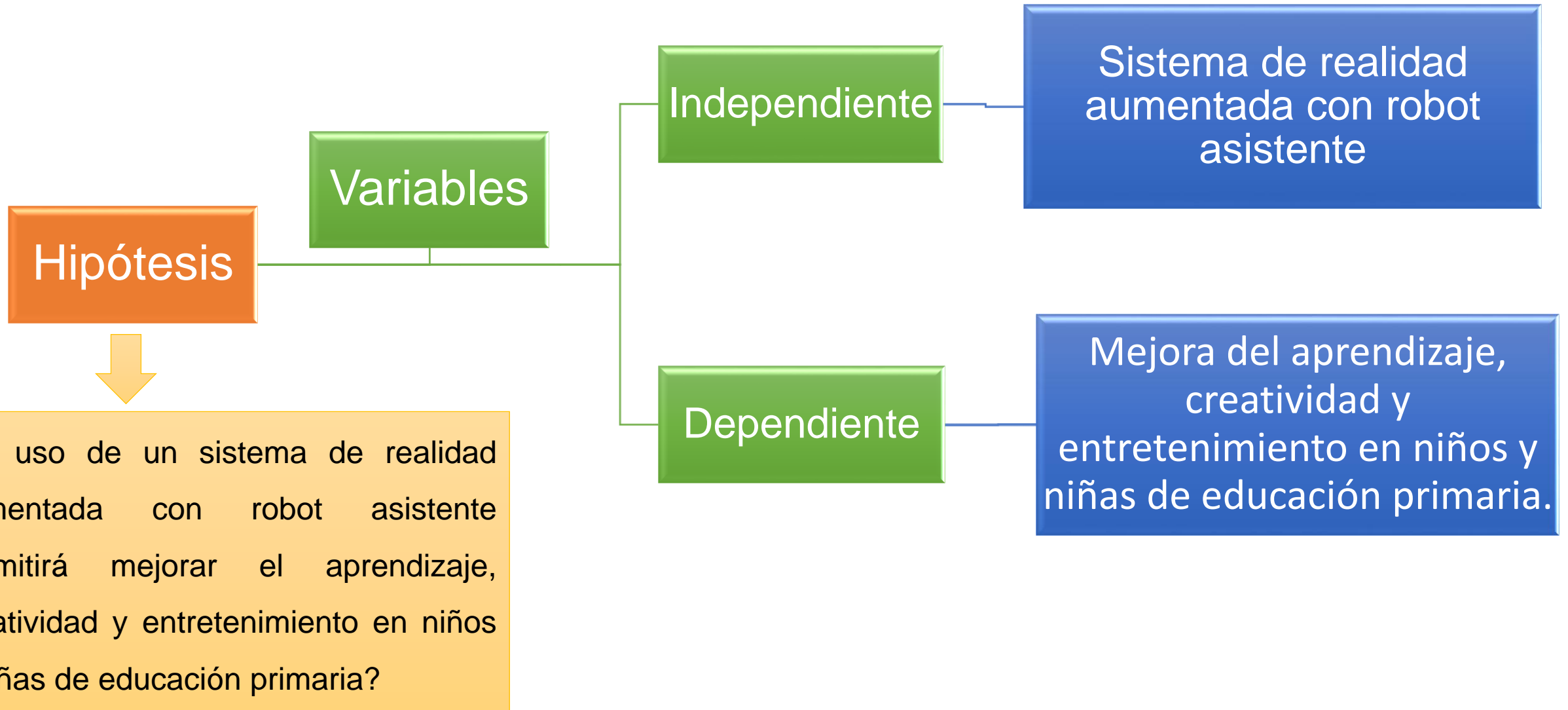
Taza de mejora	Valor (%)
1ero de Básica	4,29
3do de Básica	4,14
4to de Básica	4,24



VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS



Hipótesis y Variables



Hipótesis 1

Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes que aprendieron utilizando la herramienta didáctica con respecto a los estudiantes del método tradicional.

Verificación de Normalidad de Datos

Shapiro-Wilk Test		
	Test Final	Test Final
W	0,93615562	0,96026956
p-valor	0,33648013	0,69708241
alpha	0,05	0,05

Se asume:

Confiabilidad del 95%

Nivel de significancia de $\alpha = 0,05$

Si p-valor > Alpha →

Los datos corresponden a una distribución Normal



H_0

Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes que utilizaron la herramienta didáctica con respecto a los del método tradicional.

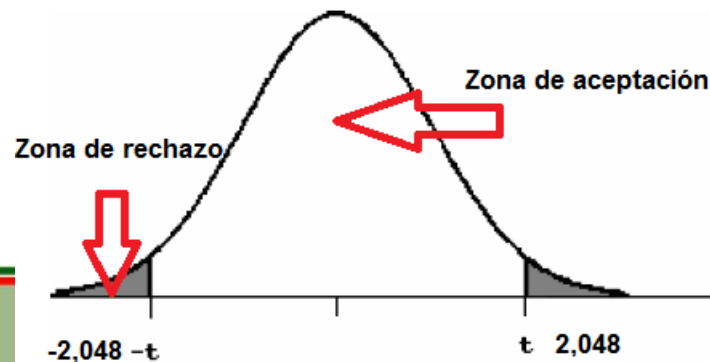
 H_1

No Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes que utilizaron la herramienta didáctica con respecto a los del método tradicional.

Método T Student

Si p-valor $< \alpha \rightarrow$ Se rechaza H_0

Si p-valor $> \alpha \rightarrow$ Se acepta H_0



Método RA con robot asistente		
	Test Final	Test Final
Media	16,51066667	16,808
Varianza	0,920520952	0,532617143
Grados de libertad	28	
Estadístico t	-0,955291217	
P(T \leq t) dos colas	0,347605953	
Valor crítico de t (dos colas)	2,048407142	
alpha	0,05	

Hipótesis 2

Las actividades fuera de clases como repasar las materias en casa, utilizar algún tipo de herramienta de apoyo o incluso el nivel educativo de los padres tienen un impacto significativo en la mejora académica de los estudiantes durante el proceso de las pruebas.



H_0

Los factores externos tienen impacto en la mejora de los estudiantes

 H_1

Los factores externos no tienen impacto en la mejora de los estudiantes

Análisis de Varianza (ANOVA)

Si p-valor $> \alpha$ → Se rechaza H_0

Si p-valor $< \alpha$ → Se acepta H_0

Se asume:

Confiabilidad del 95%

Nivel de significancia de $\alpha = 0,05$

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Porcentaje de Mejora del Estudiante

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig. (p-valor)
Repaso	3,539	2	1,769	,732	,508
Lúdica	7,939	1	7,939	3,284	,103
Nivel Educativo Padre	4,121	2	2,060	,852	,458
Nivel Educativo Madre	2,185	2	1,093	,452	,650



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES

- Se investigó, diseñó e implementó un sistema de realidad aumentada con asistente robótico, que sirve como herramienta didáctica de apoyo a los métodos de enseñanza existentes permitiendo el mejoramiento del aprendizaje, creatividad y entretenimiento en los estudiantes de educación básica.
- A partir de librerías de OpenCv y softwares libres, se logró diseñar un software de realidad aumentada, que consiste en un conjunto de juegos educativos que poseen contenido didáctico sobre asignaturas de matemática, lenguaje, ciencias naturales y robótica para estudiantes.
- Mediante el reconocimiento de objetos y procesamiento digital de imágenes, se implementó un marcador virtual que sirve para la interacción con los elementos en el software RA, esto a partir de las coordenadas (x, y) y las dimensiones (w, h), obtenidas de la detección de la mano cerrada o detección del objeto de color verde.



- Se diseñó y construyó un robot humanoide interactivo que está compuesto por tres módulos: módulo de matriz 8x16 encargado de generar gestos de: felicidad, tristeza, impresión, indiferencia, alegría y sonriente, módulo L293D que controla los motores para realizar movimientos básicos y el módulo DFPlayer mini mp3 que brinda instrucciones de voz a los estudiantes.
- El uso del material Acido Poli láctico (PLA), permite que la estructura y carcasa del robot tengan un factor de seguridad óptimo e ideal para su construcción y ensamble, además de ser un material no tóxico que puede ser manipulado por los niños y niñas sin riesgo alguno.
- Se implementó un protocolo de comunicación inalámbrica maestro – esclavo entre dos módulos bluetooth, los cuales permiten un sistema de transmisión de datos rápido, seguro y libre de señales interferencias entre el sistema de realidad aumentada y el robot asistente.
- Se realizó pruebas de funcionamiento con los niños y niñas de educación básica, obteniendo resultados positivos con una gran aceptación tanto por parte de los docentes como de los estudiantes, por lo que el uso del Sistema de Realidad Aumentada con Asistente Robótico sirve como herramienta didáctica de apoyo, permitiendo reforzar los conocimientos adquiridos en clases, al igual que promueve la curiosidad y el interés de los estudiantes para aprender sobre tecnologías de aprendizaje.



RECOMENDACIONES

- Para la ejecución del software de realidad aumentada, se considera necesario usar una cámara que tenga una resolución mínima de 720p, puesto que todos los objetos virtuales, tamaño de la pantalla y cálculo de coordenadas de la posición del marcador, fueron calibradas para funcionar correctamente a esa resolución o superior.
- Para obtener una fluidez de imágenes aceptable, en las escenas de los juegos de realidad aumentada, es aconsejable utilizar un procesador mínimo de tres núcleos y memoria RAM mínima de 2 Gigabyte.
- El sistema funciona mejor en un entorno iluminado, puesto a que la iluminación es un factor que afecta directamente al procesamiento de imágenes y reconocimiento del marcador, pues la variación de este factor permite realzar los rasgos característicos del objeto.
- Se sugiere trabajar con la velocidad de transmisión de 9600 bps que viene configurada por defecto y no posee ningún inconveniente al momento de enviar los datos de emisor a receptor.



- Para el correcto funcionamiento del dispositivo DFPlayer mini mp3 se recomienda nombrar las pistas mp3 como también la carpeta de canciones con un formato de tres dígitos y dos dígitos respectivamente, de esta forma el módulo no presentará ningún inconveniente en reconocer las carpetas y canciones.
- Para una correcta comunicación y transmisión de datos, además de configurar los módulos bluetooth como maestro o esclavo es aconsejable configurar su dirección MAC, pues es la encargada de generar una dirección única, permanente y segura a la comunicación.
- Es recomendable que después de haber utilizado el robot interactivo, este sea puesto en un lugar cerrado (libre de polvo y suciedades) ya que estos factores a lo largo del tiempo pueden dañar o provocar fallos en los elementos electrónicos.
- Se puede mejorar al robot con la implementación de sensores de movimientos, cámaras con la finalidad de que posea un mayor grado de inteligencia y autonomía.



**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**

