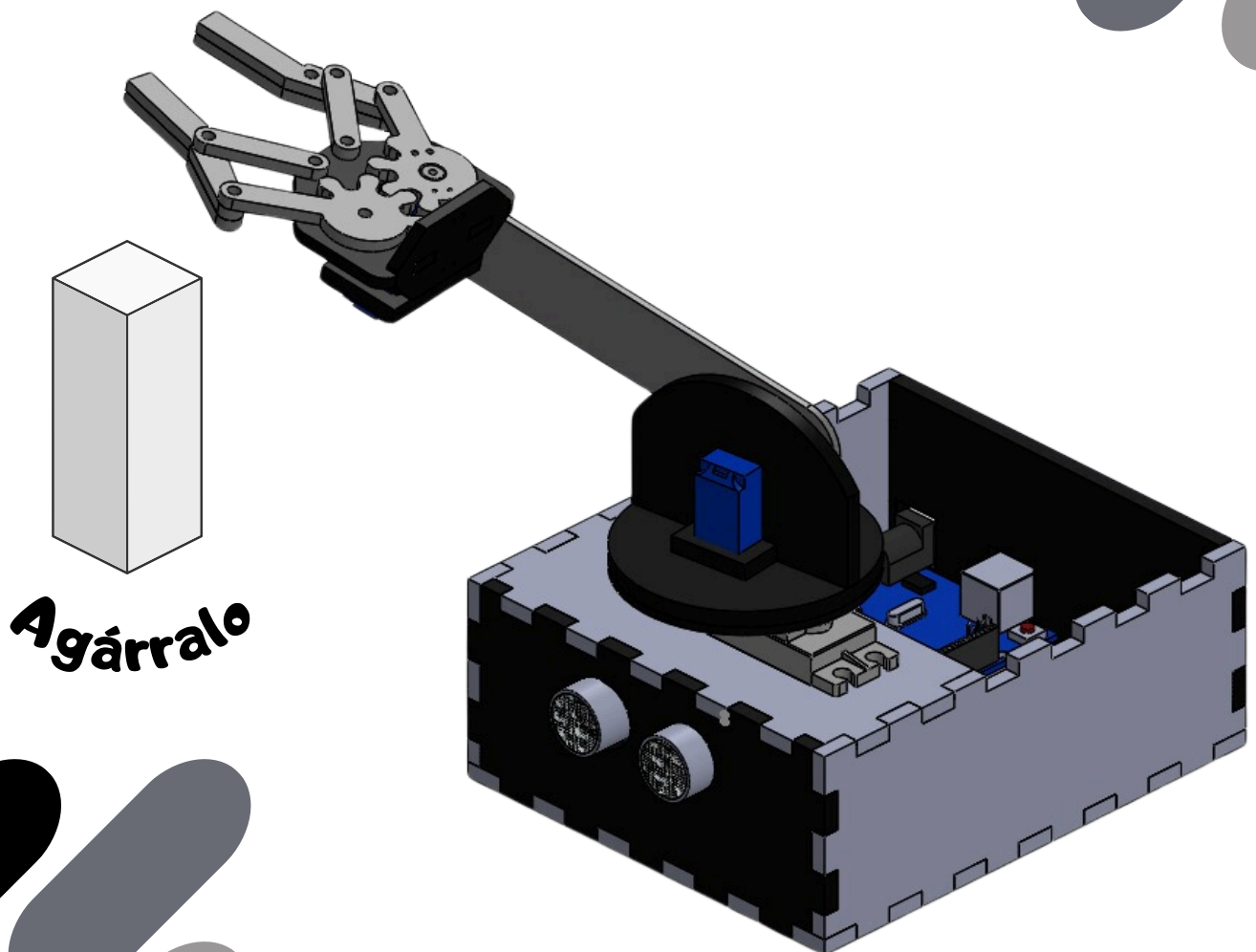


Brazo Robótico





Universidad Industrial de Santander
Escuela de Diseño Industrial
Fundamentos de Diseño Mecatrónico

Diseñado por:
Sergio Fabian Garcia Benavides

Bucaramanga
2024

Introducción

En este taller, aprenderemos algunos de los fundamentos del diseño mecatrónico a través de la construcción de un Brazo robótico. Exploraremos el funcionamiento de los servomotores SG90 y MG995 y el Sensor ultrasónico HC-SR04.

Objetivos

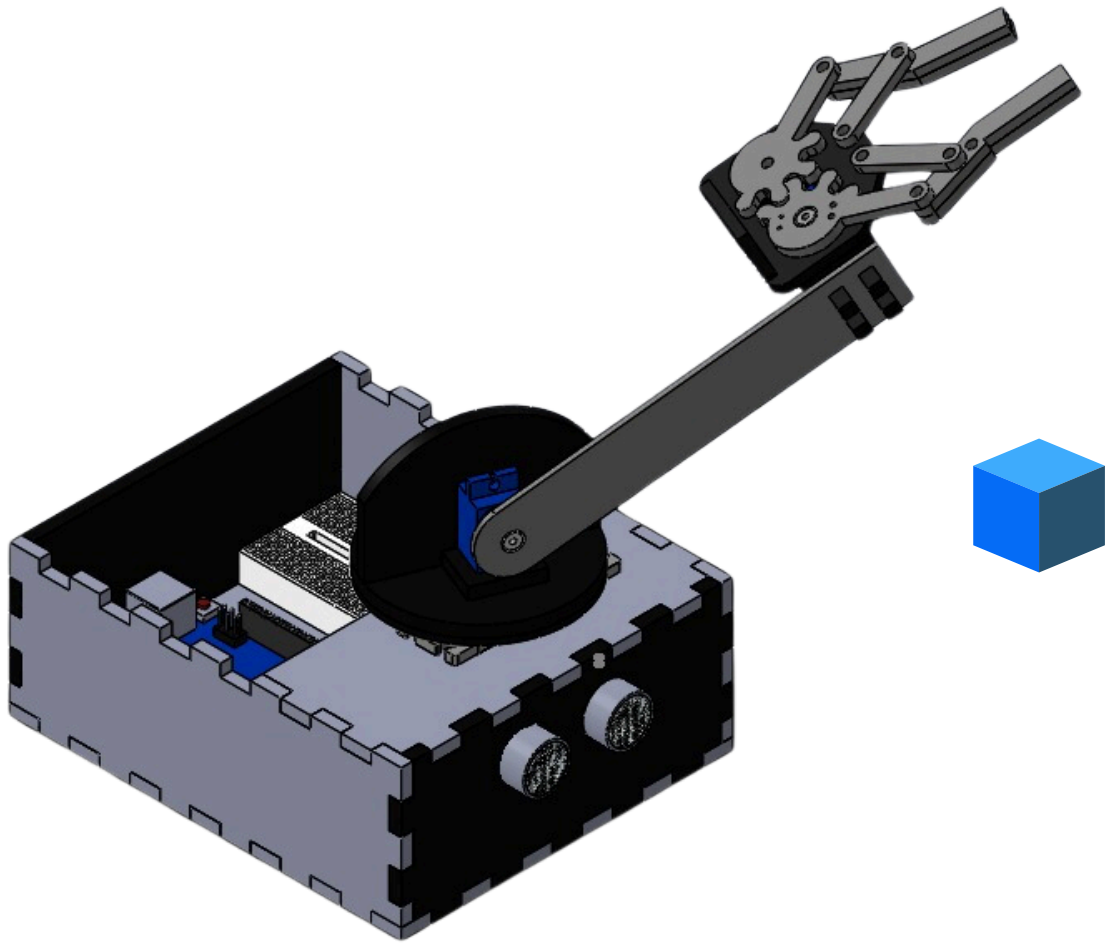
- Comprender el funcionamiento básico del servomotor SG90, Mg995 y el sensor ultrasónico HC-SR04.
- Construir un brazo robótico, capaz de identificar un objeto y poder transportarlo de un lugar a otro.
- Aplicar conocimientos de diseño mecatrónico para resolver problemas prácticos.



Contenido

¿Qué es un brazo robótico?	7
Componentes	9
• Sensor Ultrasónico HC-SR04	12
• Señal PWM	15
• Servomotores	16
Electrónica	21
• Esquema electrónico	22
• Montaje electrónico	23
Programación	25
• Bloques	26
• Código	45
Construcción	49
• Montaje físico	50
Referencias	59





¿Qué es un brazo robótico?

Es un tipo de robot que se asemeja al brazo humano en estructura y movimiento. Está compuesto por una serie de segmentos conectados por articulaciones que permiten movimientos flexibles y precisos. Los servomotores son utilizados para controlar los movimientos de las articulaciones del brazo, Los sensores se utilizan para detectar la posición de objetos u otros elementos en el entorno.

1

COMPONENTES



Para el desarrollo de nuestro brazo robótico, vamos a enfocarnos en el funcionamiento del sensor ultrasónico HC-SR04, el servo SG90 y el servo MG995.

A continuación encontraras la lista de dispositivos que va usar (figura 1):

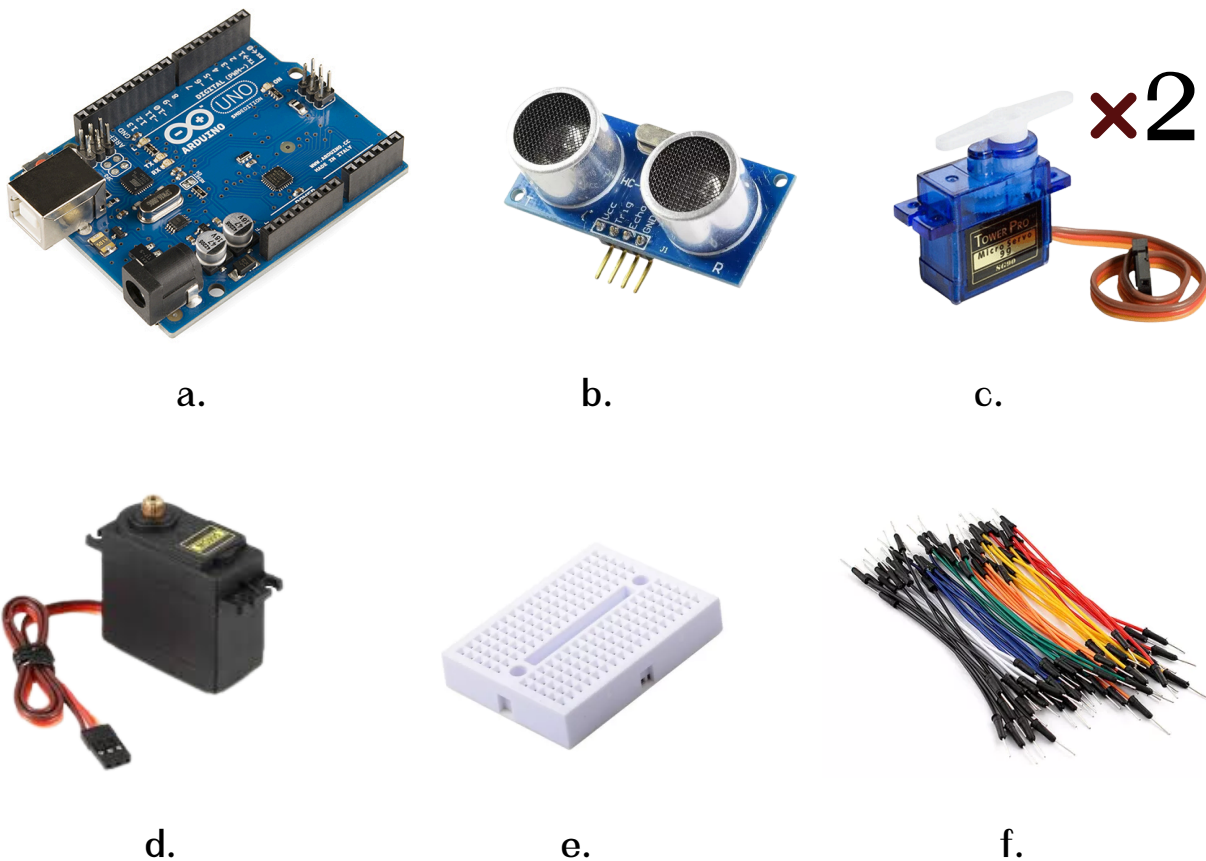


Figura 1: a. Placa Arduino UNO. b. Sensor ultrasónico HC-SR04. c. Servomotor SG90. d. Servomotor MG995. e. Mini protoboard. f. Cables conectores.

- **Sensor Ultrasónico HC-SR04**

El sensor ultrasónico HC-SR04 es un dispositivo utilizado para medir distancias mediante ondas ultrasónicas (figura 2).

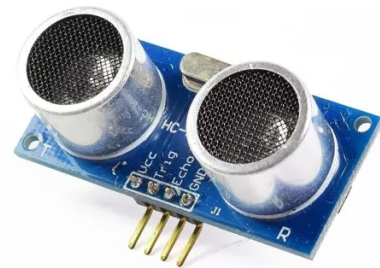


Figura 2: Ultrasónico HC-SR04

¿ Como funciona ?

El sensor Ultrasónico emite un pulso ultrasónico (una serie de ondas, estas ondas sonoras viajan en línea recta desde el sensor hacia un objeto en frente de él. Cuando las ondas sonoras alcanzan el objeto, se reflejan de vuelta hacia el sensor. El sensor mide el tiempo que tarda en recibir el eco de las ondas, utilizando la velocidad del sonido en el aire, el sensor calcula la distancia al objeto (figura 3, 4 y tabla 1.).

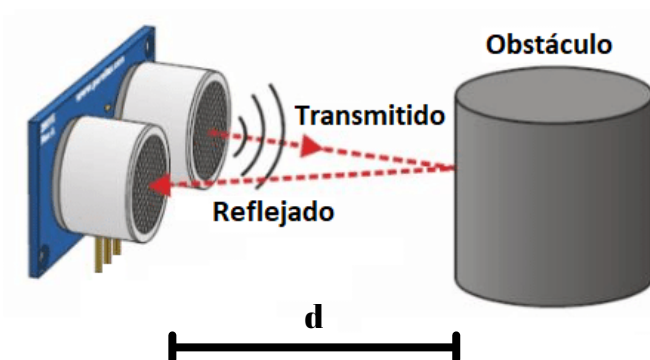
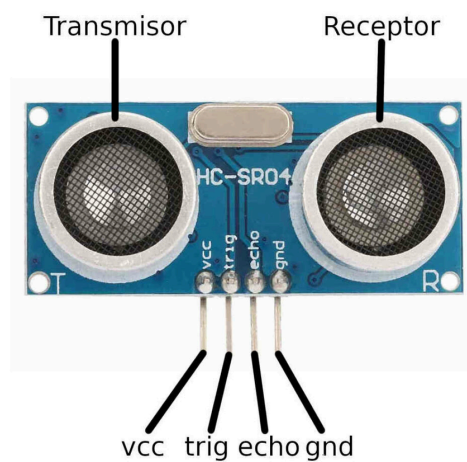


Figura 3: Funcionamiento ultrasónico HC-SR04.

Tabla 1: características del sensor ultrasónico HC-SR04.

Dimensiones:	45 mm x 20 mm x15 mm.
Peso:	15 gr.
Tensión de alimentación:	5 Vcc.
Frecuencia de trabajo:	40 KHz.
Rango máximo:	4.5 m.
Rango mínimo:	2 cm.

**Figura 4:** Partes de sensor ultrasónico HC-SR04

Aplicaciones

El HC-SR04 se utiliza para medir distancias entre el sensor y los objetos circundantes de manera precisa. Es ampliamente utilizado en proyectos de robótica, sistemas de seguridad, sistemas de estacionamiento automático, sistemas de control de acceso, y más.

El sensor HC-SR04 generalmente tiene cuatro pines de conexión: (figura 5) :

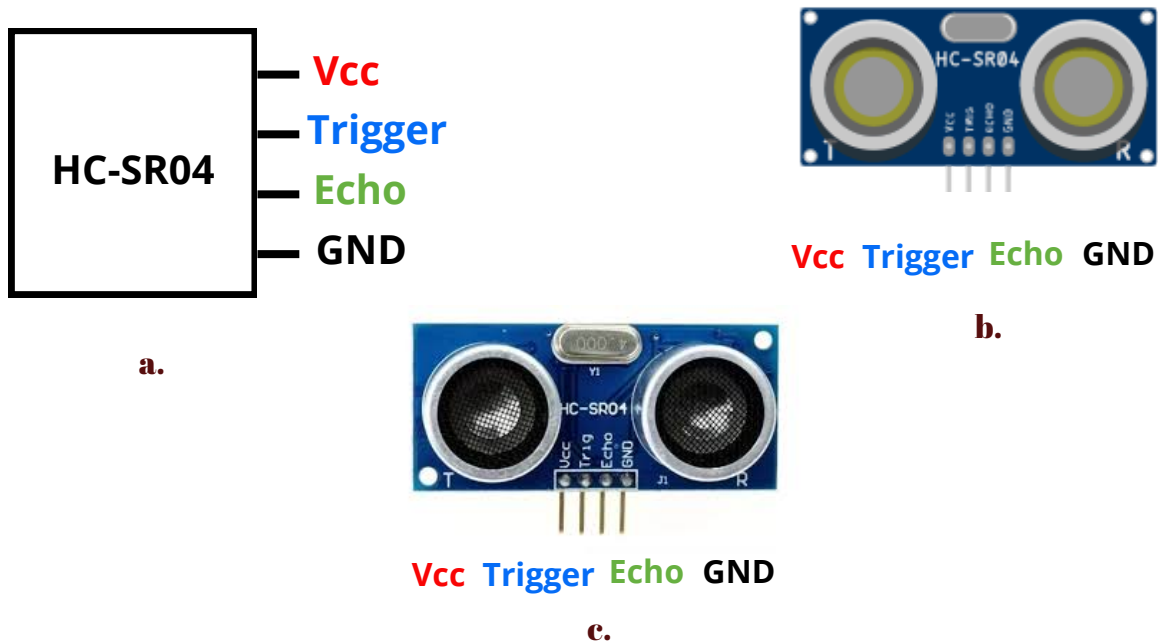


Figura 5: a. Representación esquemática. b. Representación en simulador (Tinkercad). c. Representación real.

VCC: Se conecta a la fuente de alimentación (+), 5V.

TRIG (Trigger): Este pin se utiliza para enviar el pulso ultrasónico. Conéctalo a un pin de salida del microcontrolador (por ejemplo, pin 2 en un Arduino).

ECHO: Este pin recibe el eco de las ondas ultrasónicas. Conéctalo a un pin de entrada del microcontrolador (por ejemplo, pin 3 en un Arduino).

GND: Se conecta a la fuente de alimentación (-).

• Señal PMW

La Modulación por anchura de pulso es una señal de onda cuadrada análoga, generada a partir de señales digitales, con tiempos variables de ON-OFF. Puede generarse utilizando la placa Arduino.

A este tiempo se le conoce como ancho de pulso, y varía de 0 a 5 V, en función de la duración de Ton y Toff. Dependiendo de la señal PWM que se emita a través de un microcontrolador, como la placa ARDUINO, modificamos la respuesta de un LED, un Motor, un zumbador o un bafle (figura 6).

$$\text{Periodo (T)} = T_{\text{on}} + T_{\text{off}}$$

$$\text{Frecuencia (F)} = 1/T_{\text{Duty}}$$

$$\text{Cycle} = T_{\text{on}} * F$$

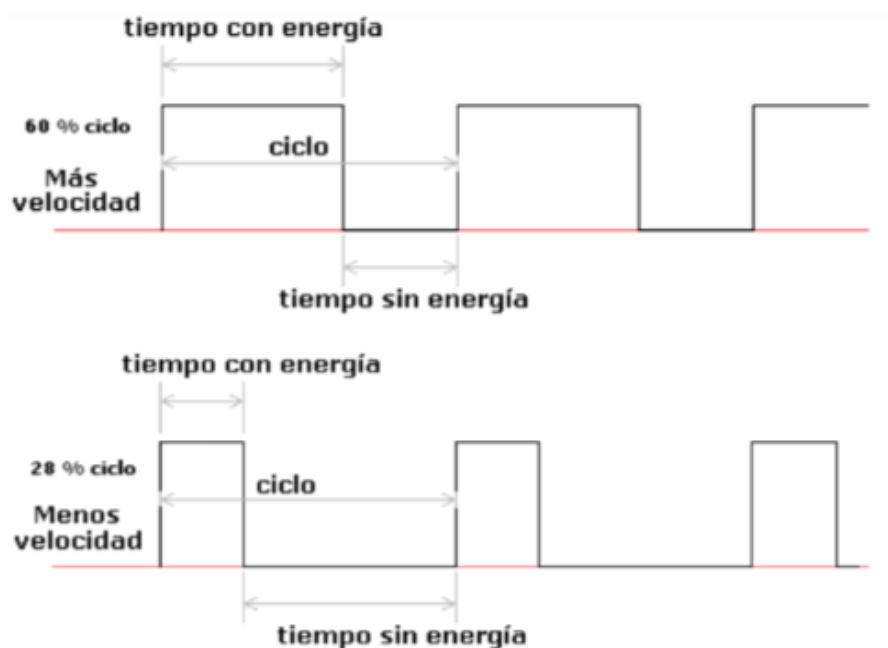


Figura 6: Señal PMW.

• Servo motores

El SERVO es un motor de CC que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación de 0° a 180° , y mantener su velocidad o su posición. Un SERVO es un motor al que se ha añadido una tarjeta electrónica, un potenciómetro y un conjunto de engranajes (figura 7).



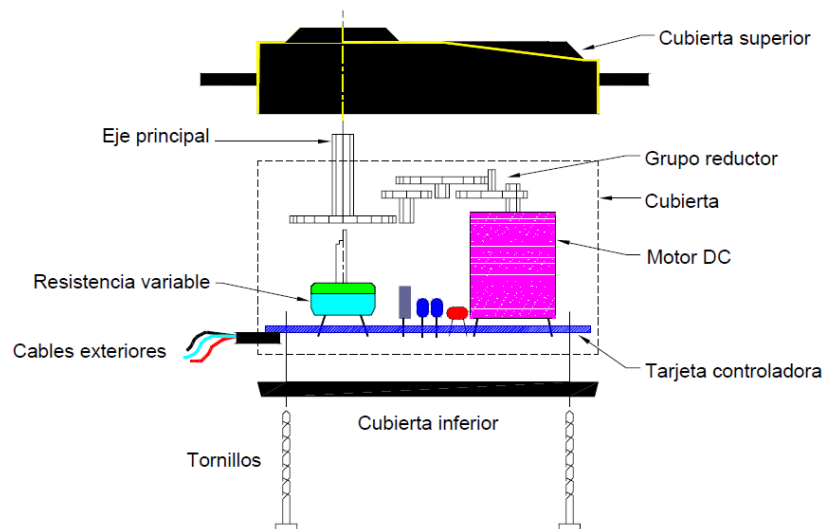
Figura 7: a. Servomotor SG90.
b. Servomotor Mg996.

¿ Como funciona ?

Los servomotores utilizan señales de control de ancho de pulso modulado (PWM) para determinar la posición del eje. La duración del pulso determina el ángulo de posición del servo. Generalmente, un pulso de 1ms representa una posición de 0 grados, un pulso de 1.5ms representa una posición de 90 grados y un pulso de 2ms representa una posición de 180 (figura 8).

Tabla 2: características

	Servo Sg90	Servo Mg995
Tamaño:	(22.2 x 11.8 x 31 mm)	(40 x 19 x 43 mm)
Peso:	9,4gr	55gr
Angulo de Rotación:	0- 180	0- 180
Voltaje de operación:	3.8 V a 6V	4,8V - 7.2V
Par de arranque:	1.2 Kg-cm y 1.8 Kg-cm	9 kg-cm y 12 kg-cm
Control	Señal PWM	Señal PWM

**Figura 8:** Partes de los servomotores.

Aplicaciones

Los servomotores se utilizan en robots para controlar los movimientos de las articulaciones, permitiendo que los robots manipulen objetos, modelos de aviones, barcos, automóviles y otros vehículos controlados a distancia, los servomotores se utilizan para controlar los alerones, timones, aceleradores y otros componentes móviles.

Tanto el servomotor SG90 como el MG996 generalmente vienen con tres cables para la conexión (figura 9):

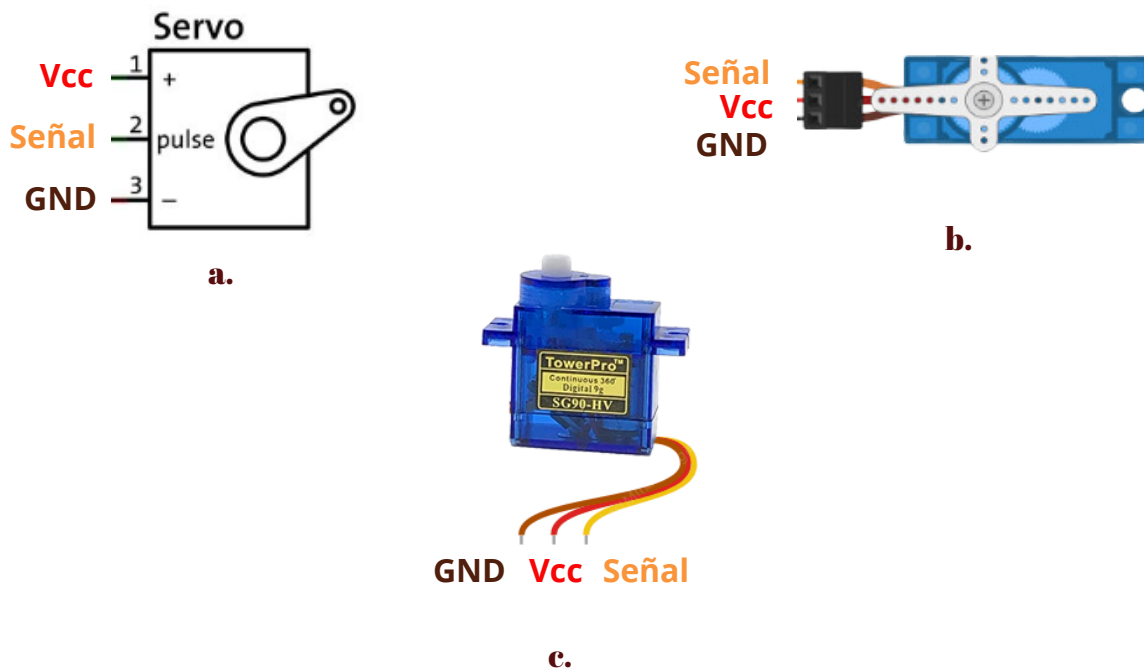


Figura 9: a. Representación esquemática. b. Representación en simulador (tinkercad). c. Representación real.

VCC: Se conecta a la fuente de alimentación (+), Suele ser 5V.

GND: Se conecta a la fuente de alimentación (-).

Señal: Se conecta a un pin del microcontrolador que generará la señal de control PWM para el servomotor.

2

ELECTRÓNICA

Esquema Electrónico

Diagrama electrónico de conexión de la estación meteorológica (figura 10):

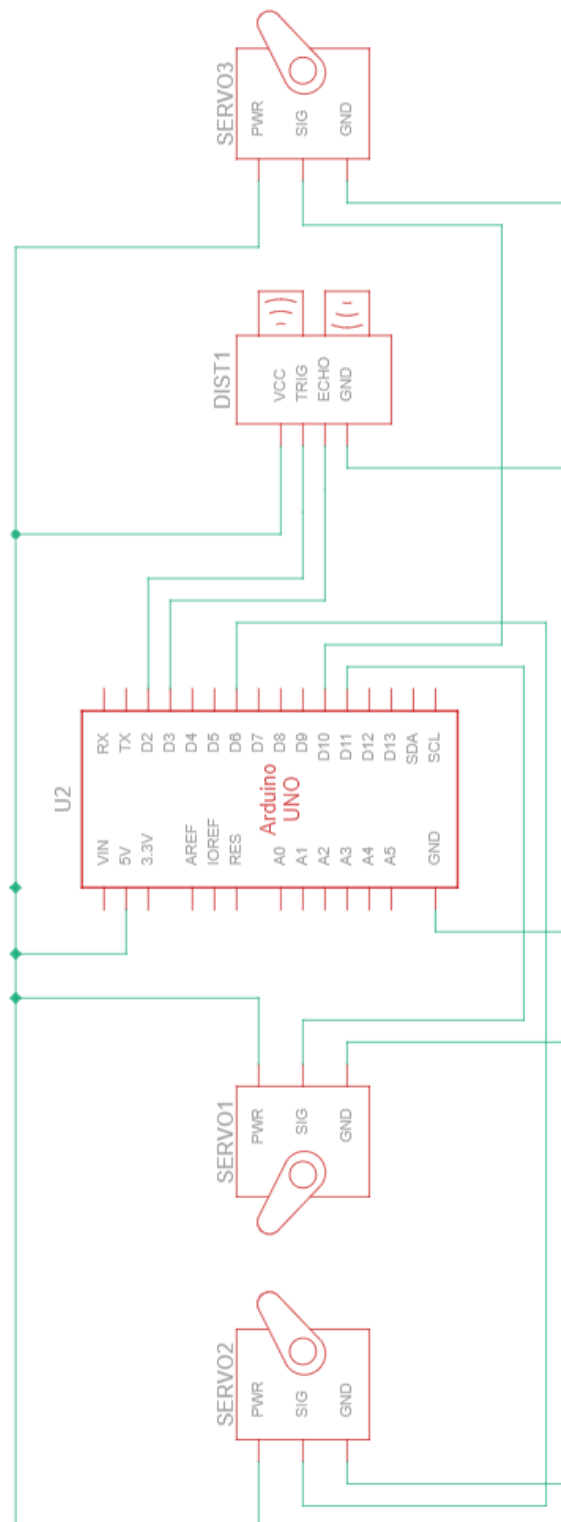


Figura 10: Diagrama electrónico de brazo robótico

Montaje Electrónico

Diagrama pictórico de conexión de la estación meteorológica (figura 11):

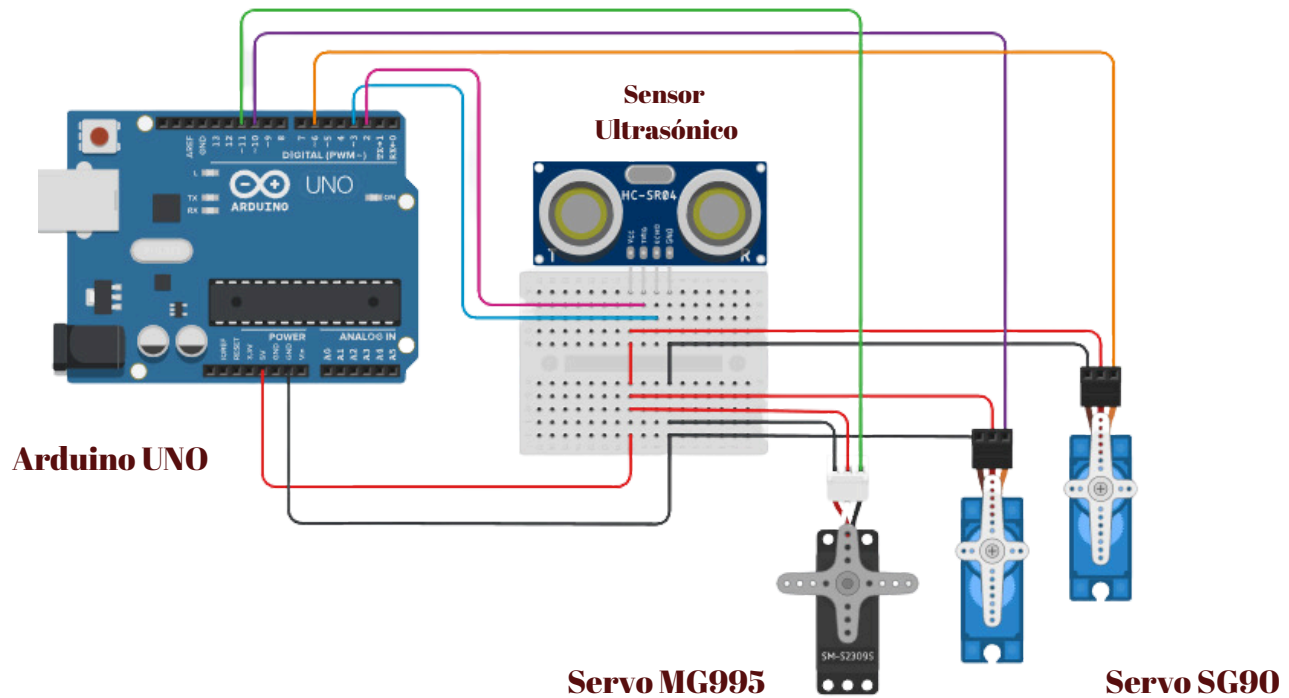


Figura 11: Diagrama pictórico del montaje electrónico de la estación meteorológica.

1. Conectar VCC a los 5 v para cada dispositivo.
2. Conectar el GND en común para todos los dispositivo.
3. Conectar pin Trigger del sensor en pin digital 2 del Arduino.
4. Conectar pin Echo del sensor en el pin digital 3 del Arduino.
5. Conecta pin señal Servo Mg995 en el pin digital 11 del Arduino.
6. Conectar pin señal servo Sg90 en el pin digital 10 del Arduino.
7. Conectar pin señal Servo Sg90 en el pin digital 6 del Arduino.
8. Conectar puerto USB - B.

3

PROGRAMACIÓN

Programación

a programación de el brazo robótico, se realiza paso a paso, con el fin de entender que ocurre en cada bloque que se va a configurar, todo esto se realiza en el software de Arduino Blocks. Es importante recordar lo siguiente (Tabla 3):

Tabla 3: Pines a usar del sensor y de los servomotores MG996 y SG90.

Sensor ultrasónico Trigger:	pin 2.
Sensor ultrasónico Echo:	pin 3.
1 servomotor MG996	pin 11.
2 servomotor SG90:	pin 10.
3 servomotor SG90:	pin 6.

Inicialmente se ubican las dos funciones principales de un código, que son inicializar y bucle, para este caso, se usa una función que permita repetir la acción varias veces (figura 12).



Figura 12: Funciones inicializar y bucle.

Seguido a esto, en las herramientas de LOGICA, se debe seleccionar un condicional. Se selecciona el que dice Si, HACER, SINO (figura 13).



Figura 13: bloque del condicional Si, Hacer, Sino.

En le siguiente paso, en las herramientas de MATEMAICAS, vamos a seleccionar un comparador menor que (<). y la pondremos en la condición (figura 14).

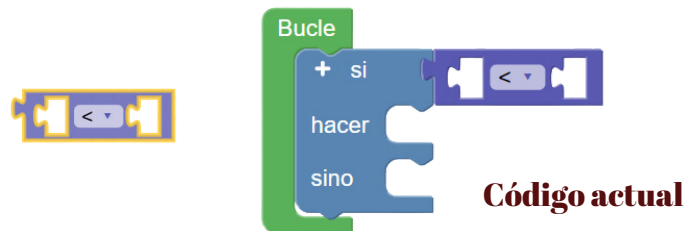


Figura 14: bloque del comparador.

Posteriormente, en las herramientas de SENSORES, se selecciona el sensor de DISTANCIA (cm) tiene la imagen del sensor ultrasónico HC-SR04; se le asigna el pin trigger en el pin 2 y el pin Echo en el pin 3. la ubicamos en ls primera casilla del comparador (figura 15).

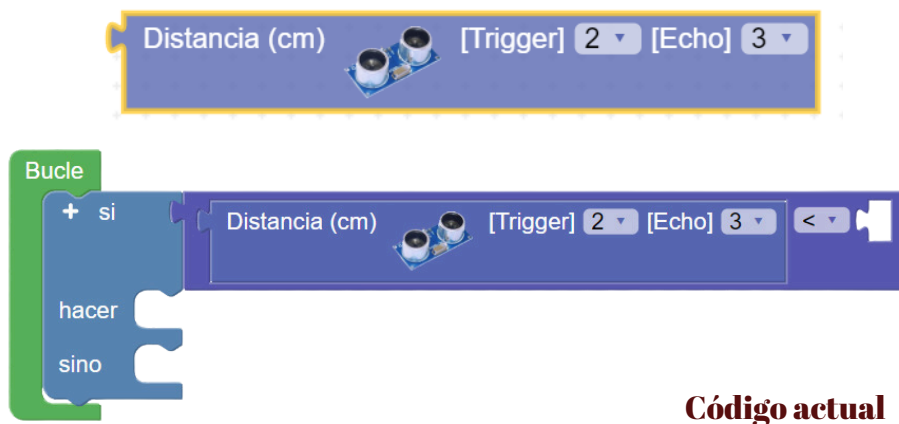


Figura 15. bloque del sensor distancia.

Después, en las herramientas de MATEMATICAS, se selecciona VALOR, la ubicamos en el otro lado del comparador. será de 10, lo cual significa la distancia de referencia; El sensor emitirá una señal cuando la distancia sea menor a 10 cm (figura 16).



Figura 16. bloque de valor en comparador.

Posterior a esto, en las herramientas de MOTOR , se selecciona el SERVO; se el asigna el pin 11, el ángulo será 90 y el retardo 1000 ms. Este es el servo Mg995 (negro) de la base, el brazo se moverá de un costado al centro, quedara en la misma dirección del sensor ultrasónico (figura 17).

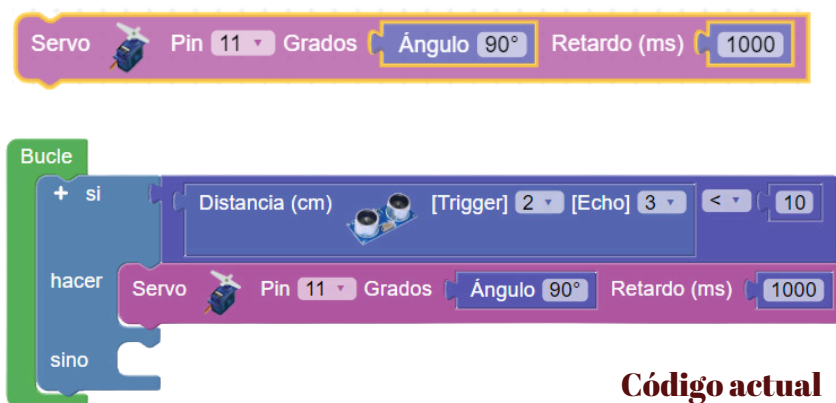


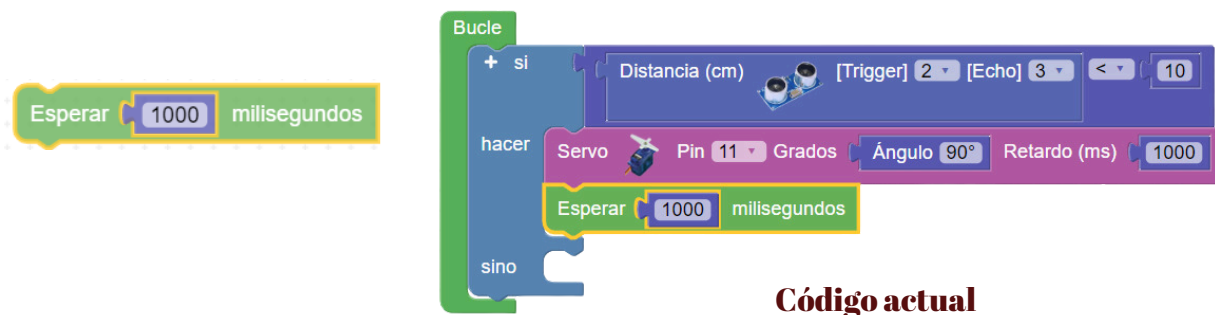
Figura 17. bloque del servomotor, con sus respectivos movimientos.

Lo que se busca con este bloque es que el brazo se mueva en la base de forma horizontal 90 grados, se mueve el brazo de un costado al centro, cuando el sensor detecte un objeto a una distancia menor a 10 cm (figura 18).



Figura 18. representación grafica del funcionamiento.

Seguido a esto, en las herramientas de TIEMPO ,se selecciona el bloque ESPERAR. se le asigna un valor de 1000 ms (figura 19).



Código actual

Figura 19. bloque esperar con un valor de 1000 ms

Después, en las herramientas de MOTOR , se selecciona el SERVO; se el asigna el pin 10, el ángulo será 90 y el retardo 1000 ms. Este es el servo Sg90 (azul), el cual se moverá la garra de arriba a abajo (figura 20).



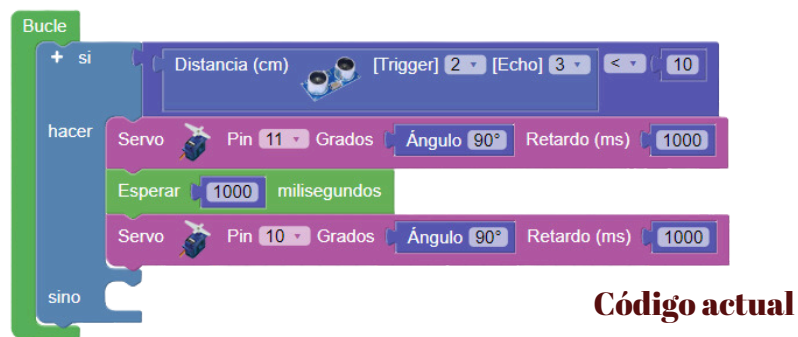


Figura 20. bloque del servomotor, con sus respectivos movimientos.

Lo que se busca con este bloque es que el brazo se mueva de forma vertical, 90, grados, se mueve la garra de arriba a abajo. después de haber realizado el movimiento anterior. (figura 21).

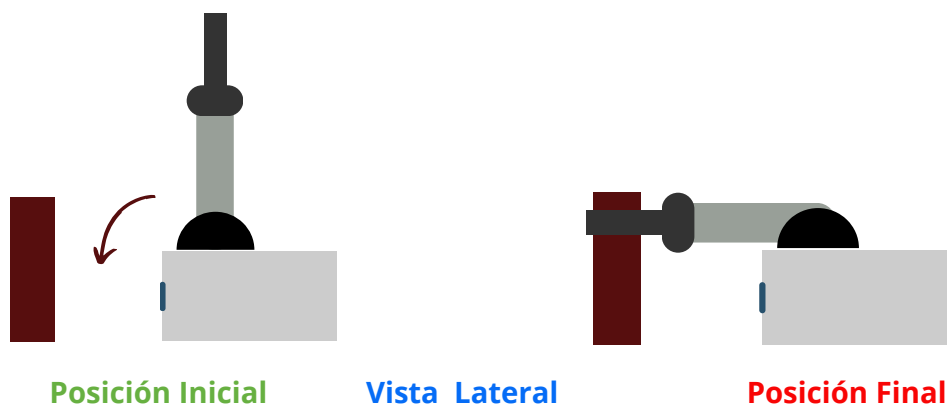


Figura 21. representación grafica del funcionamiento.

Seguido a esto, en las herramientas de TIEMPO ,se selecciona el bloque ESPERAR. se le asigna un valor de 1000 ms (figura 22).

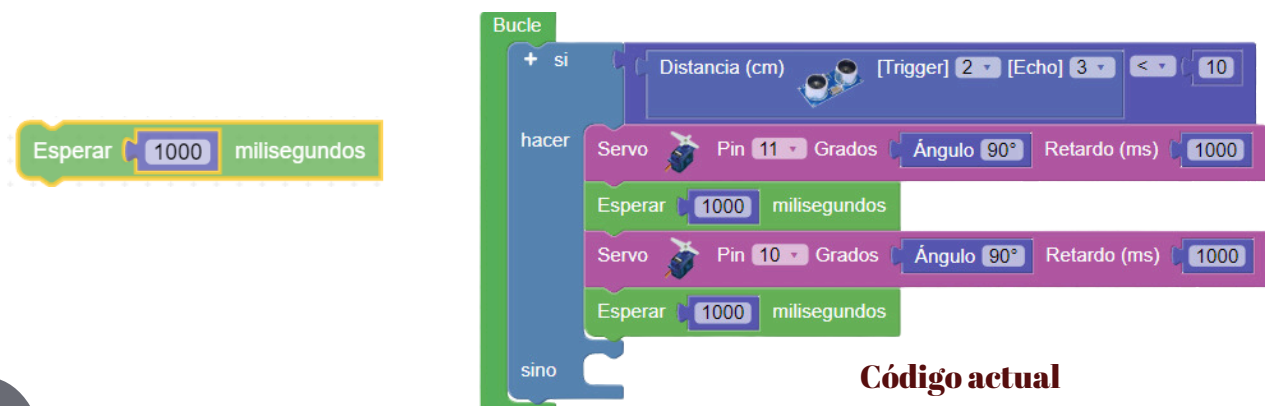


Figura 22. bloque esperar con un valor de 1000 ms.

Después, en las herramientas de MOTOR , se selecciona el SERVO; se el asigna el pin 6, el ángulo será 0 y el retardo 1000 ms. Este es el servo Sg90 (azul), el cual se cerrará la garra (figura 23).



Figura 23. bloque del servomotor, con sus respectivos movimientos.

Lo que se busca con este bloque es que la garra se cierre, pase de 90 a 0 grados. después de haber realizado el movimiento anterior. (figura 24).

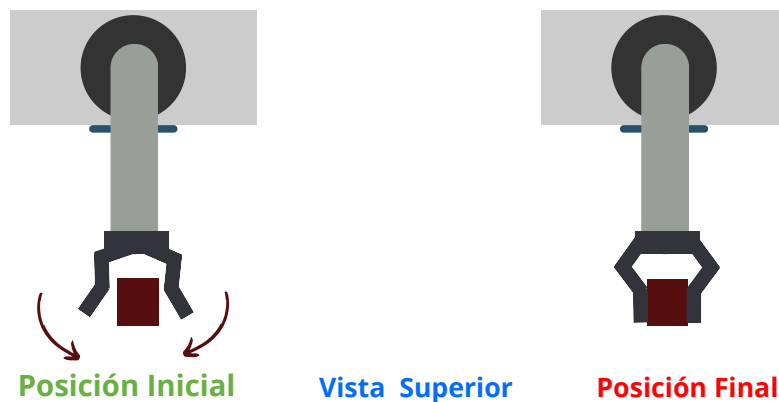


Figura 24. representación grafica del funcionamiento.

Seguido a esto, en las herramientas de TIEMPO ,se selecciona el bloque ESPERAR. se le asigna un valor de 1000 ms (figura 25).



Figura 25. bloque esperar con un valor de 1000 ms.

Después, en las herramientas de MOTOR , se selecciona el SERVO; se el asigna el pin 10, el ángulo será 0 y el retardo 1000 ms. Este es el servo Sg90 (azul), el cual se moverá la garra de abajo a arriba (figura 26).



Figura 26. bloque del servomotor, con sus respectivos movimientos.

Lo que se busca con este bloque es que el brazo se mueva de forma vertical, 90 grados, se mueve la garra de abajo a arriba. después de haber realizado el movimiento anterior. (figura 27).

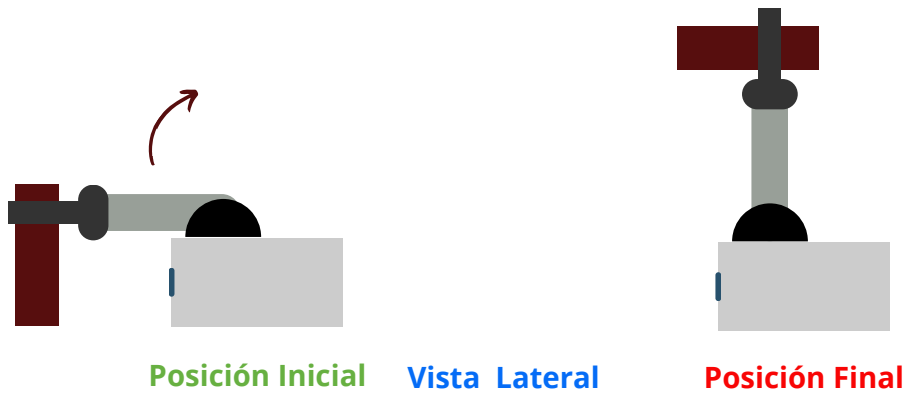
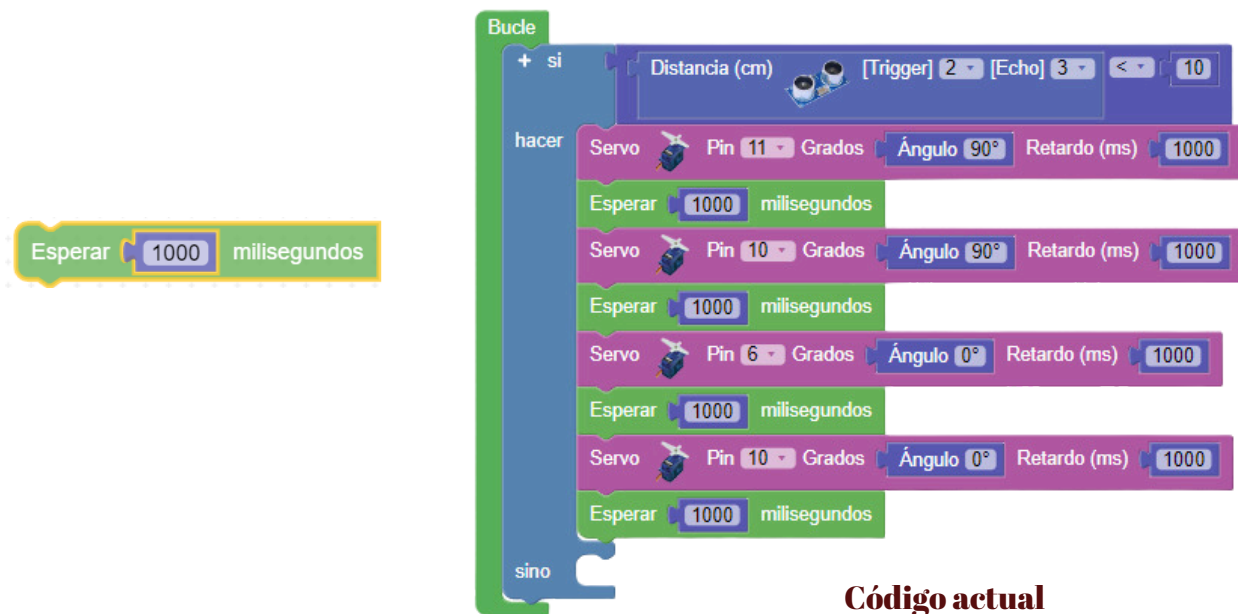


Figura 27. representación grafica del funcionamiento.

Seguido a esto, en las herramientas de TIEMPO ,se selecciona el bloque ESPERAR. se le asigna un valor de 1000 ms (figura 28).



Código actual

Figura 28. bloque esperar con un valor de 1000 ms.

Después, en las herramientas de MOTOR , se selecciona el SERVO; se el asigna el pin 11, el ángulo será 180 y el retardo 1000 ms. Este es el servo Mg996 (negro), el cual se moverá el brazo del centro al otro costado. (figura 29).





Figura 29. bloque del servomotor, con sus respectivos movimientos.

Lo que se busca con este bloque es que el brazo se mueva de forma horizontal, moverse del centro al otro costado. después de haber realizado el movimiento anterior. (figura 30).

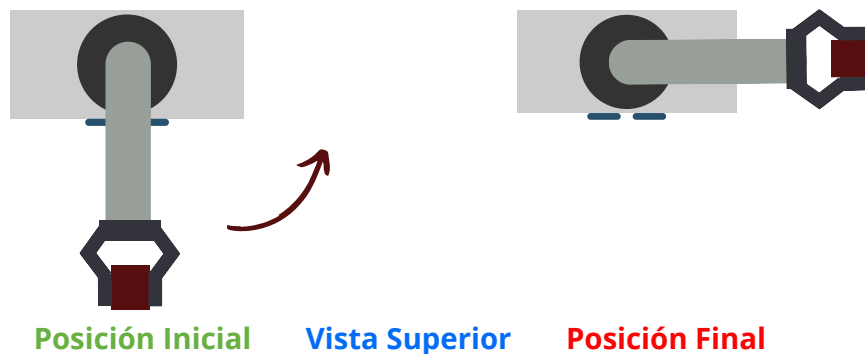
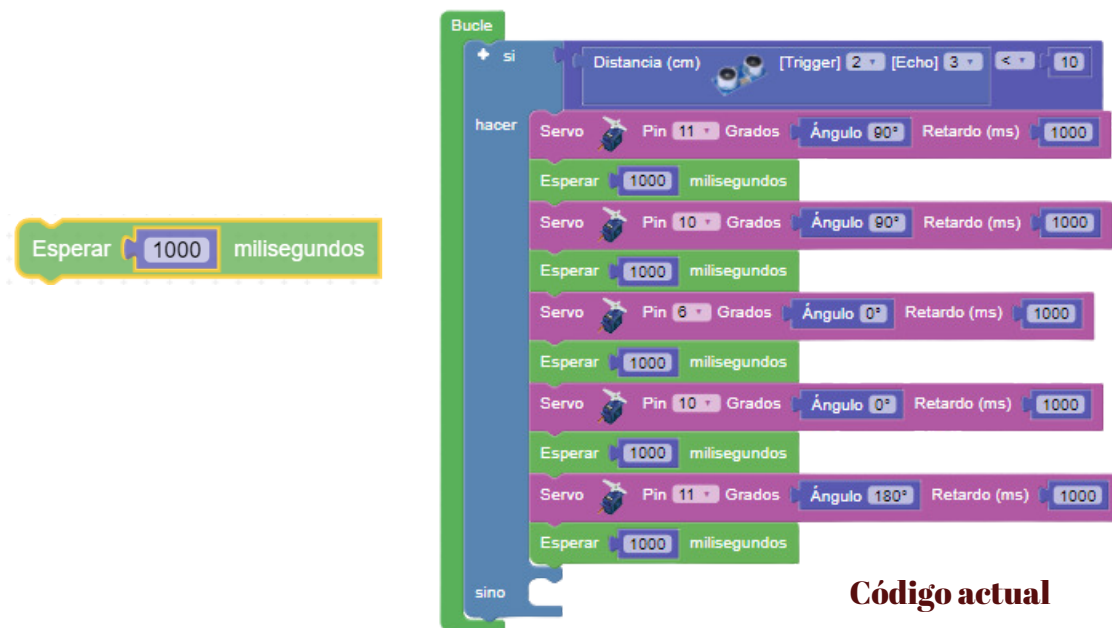


Figura 30. representación grafica del funcionamiento.

Seguido a esto, en las herramientas de TIEMPO ,se selecciona el bloque ESPERAR. se le asigna un valor de 1000 ms (figura 31).

**Código actual****Figura 31.** bloque esperar con un valor de 1000 ms.

Después, en las herramientas de MOTOR , se selecciona el SERVO; se el asigna el pin 10, el ángulo será 90 y el retardo 1000 ms. Este es el servo Sg90 (azul), el cual se moverá la garra de arriba a abajo. (figura 32).

**Figura 32.** bloque del servomotor, con sus respectivos movimientos.

Lo que se busca con este bloque es que el brazo se mueva de forma vertical 90 grados, se mueve el brazo de arriba a abajo. después de haber realizado el movimiento anterior. (figura 33).

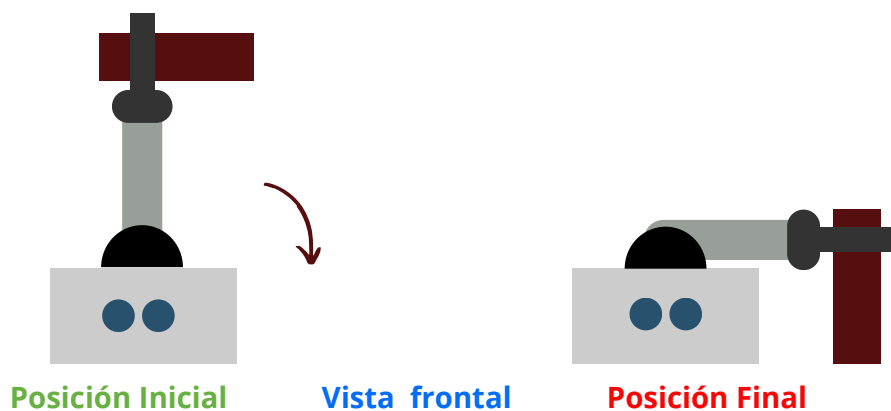


Figura 33. representación grafica del funcionamiento.

Seguido a esto, en las herramientas de TIEMPO ,se selecciona el bloque ESPERAR. se le asigna un valor de 1000 ms (figura 34).

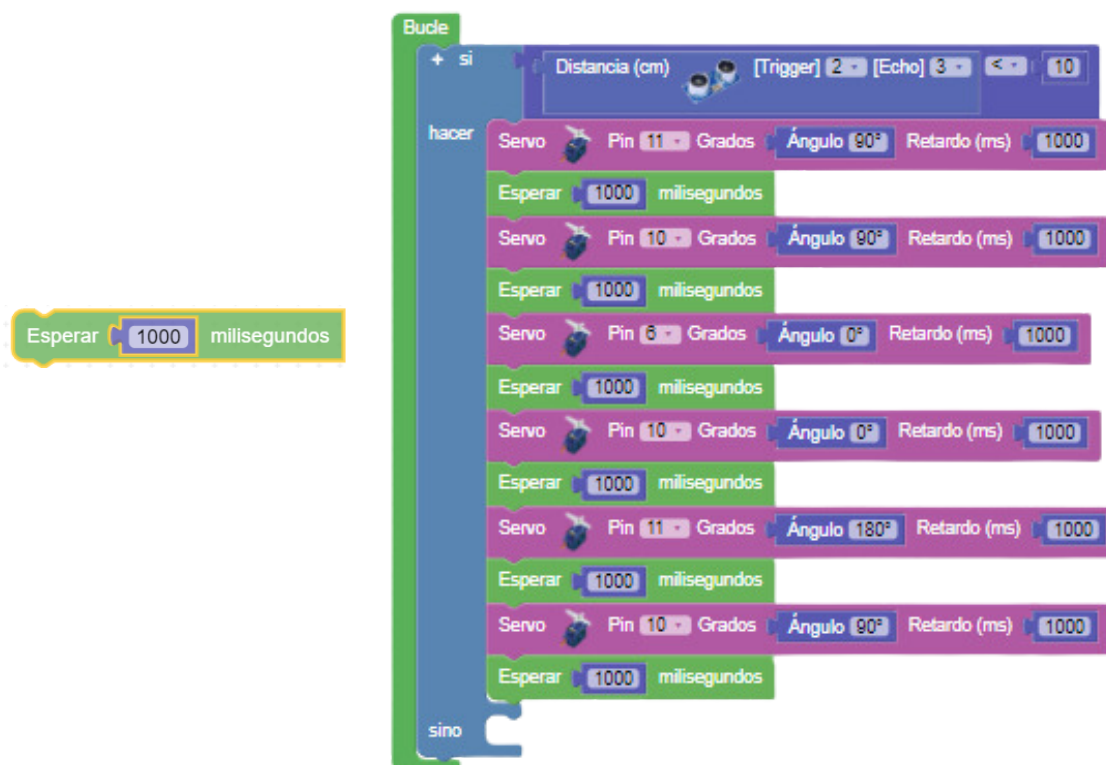


Figura34. bloque esperar con un valor de 1000 ms.

Después, en las herramientas de MOTOR , se selecciona el SERVO; se el asigna el pin 6, el ángulo será 90 y el retardo 1000 ms. Este es el servo Sg90 (azul), el cual abrirá la garra. (figura 35).

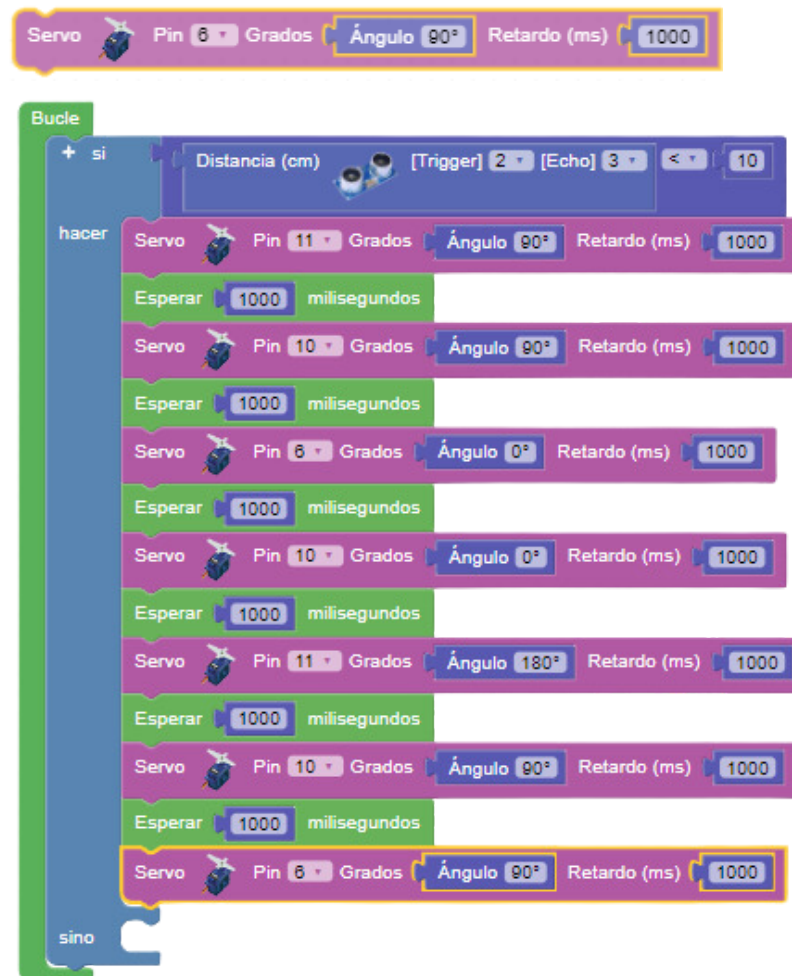


Figura 35 bloque del servomotor, con sus respectivos movimientos.

Lo que se busca con este bloque es que la garra se abra, pase de 0 a 90 grados. después de haber realizado el movimiento anterior. (figura 36).

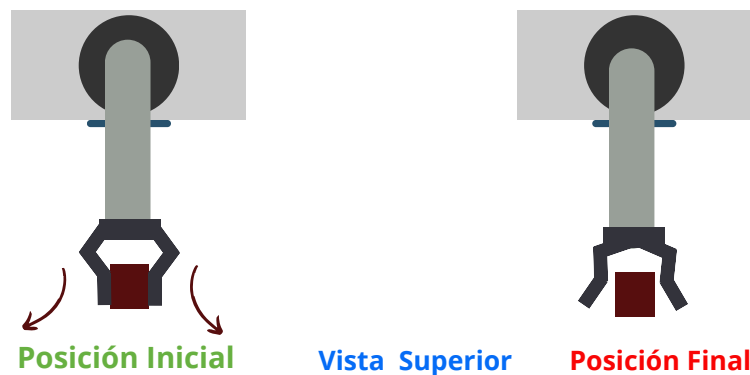


Figura 36. representación grafica del funcionamiento.

Seguido a esto, en las herramientas de TIEMPO ,se selecciona el bloque ESPERAR. se le asigna un valor de 1000 ms (figura 37).



Figura37. bloque esperar con un valor de 4000 mss

Después, en las herramientas de MOTOR , se selecciona el SERVO; se el asigna el pin 10, el ángulo será 0 y el retardo 1000 ms. Este es el servo Sg90 (azul), el cual se moverá la garra de abajo a arriba. (figura 38).



Figura 38. bloque del servomotor, con sus respectivos movimientos.

Lo que se busca con este bloque es que el brazo se mueva de forma vertical 90 grados, se mueve el brazo de abajo a arriba después de haber realizado el movimiento anterior. (figura 39).

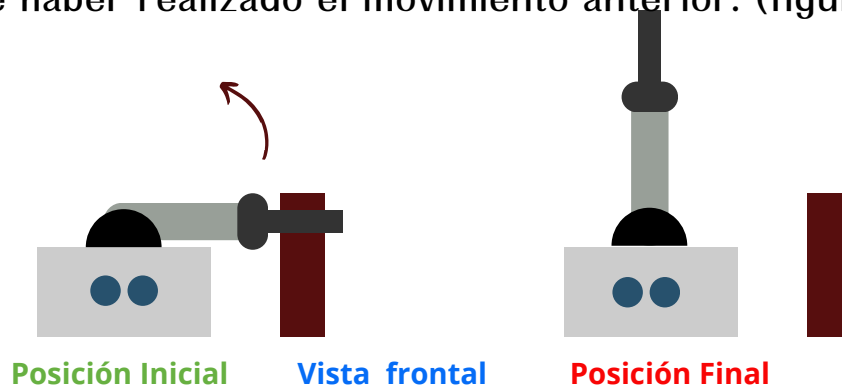
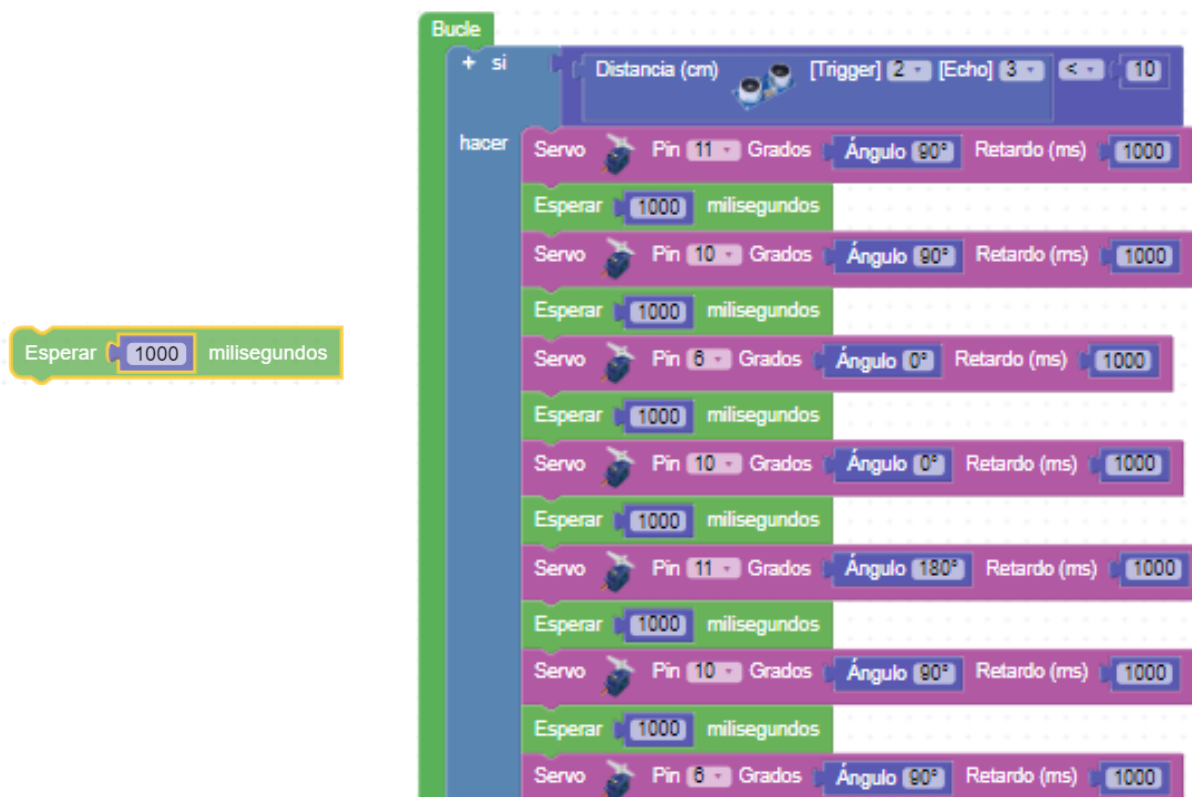


Figura 39. representación grafica del funcionamiento.

Seguido a esto, en las herramientas de TIEMPO ,se selecciona el bloque ESPERAR. se le asigna un valor de 1000 ms (figura 40).



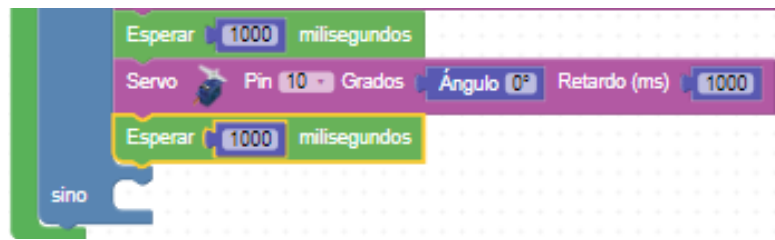
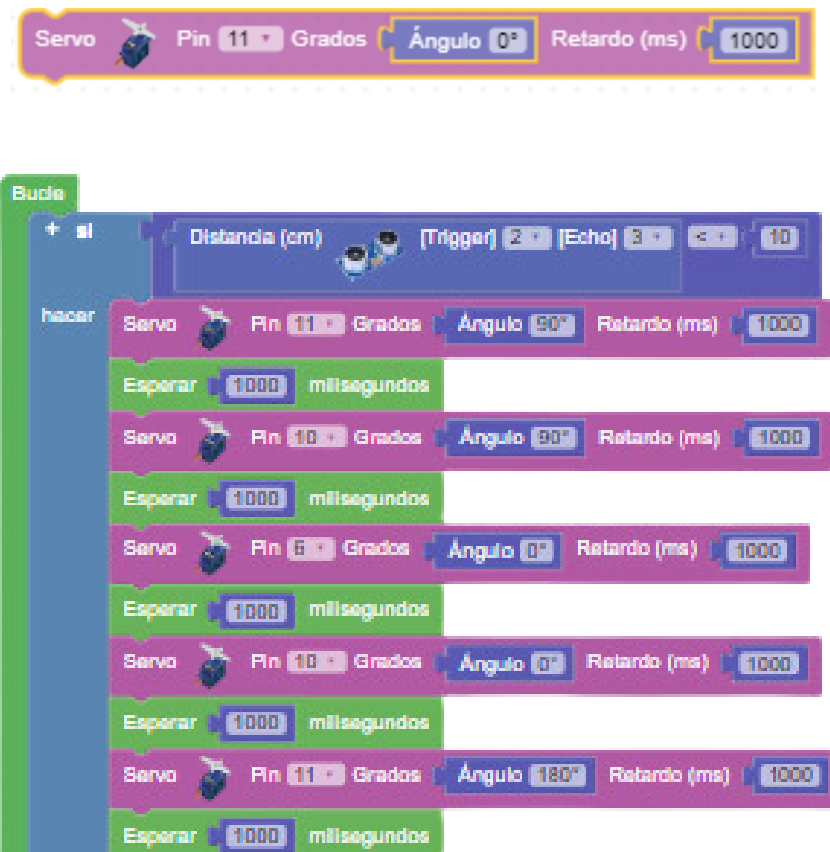


Figura 40. bloque esperar con un valor de 1000 ms.

Después, en las herramientas de MOTOR , se selecciona el SERVO; se el asigna el pin 11, el ángulo será 0 y el retardo 1000 ms. Este es el servo Mg996 (negro), el cual se moverá el brazo a su posición inicial. (figura 41).



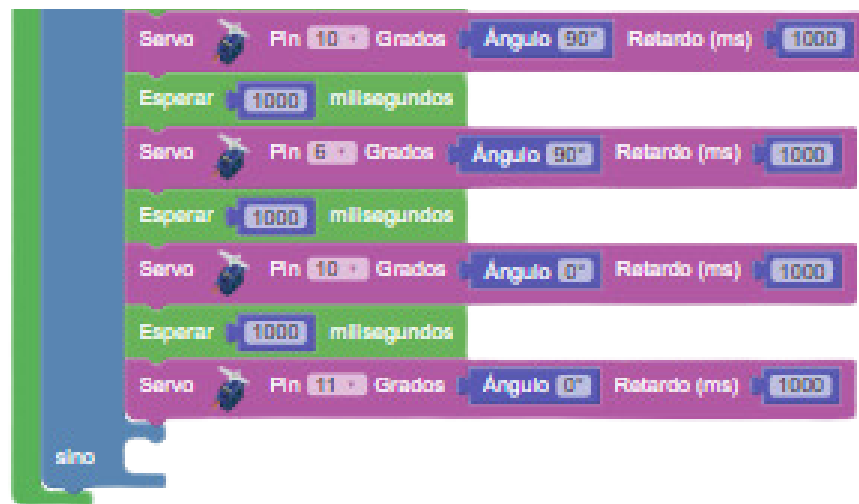


Figura 41. bloque del servomotor, con sus respectivos movimientos.

Lo que se busca con este bloque es que el brazo se mueva de forma horizontal, moverse la posición inicial de 0 grados. después de haber realizado el movimiento anterior. (figura 42).

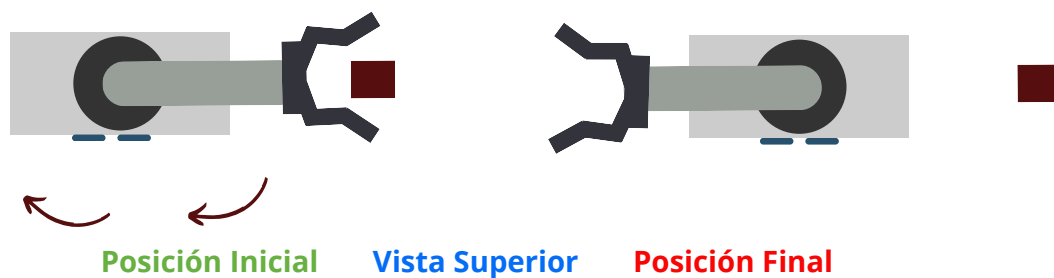


Figura 42. representación grafica del funcionamiento.

Finalmente llega a la posición inicial, este es el programa que va a realizar el brazo robótico, se va repetir cada vez que la distancia sea menor a 10 cm; cabe entender que el programa no ha finalizado, debido a que solo se puso la acción para la condición SI, falta el SINO.

Para terminar el condicional SINO, colocar los tres servomotores, en su posición inicial, esto quiere decir, que no se muevan cuando no se están midiendo los 10 cm. se colocan los siguientes bloques con su respectiva espera (Figura 43).



Figura 43. a. Bloque servo del pin 11 y bloque esperar. b. Bloque servo del pin 10 y bloque esperar. c. Bloque servo pin 6 y bloque esperar.

Se ubican los bloques (servo y esperar) en el siguiente orden, en la parte que dice SINO de la función condicional, aquí el programa se termina (figura 44 y 45).

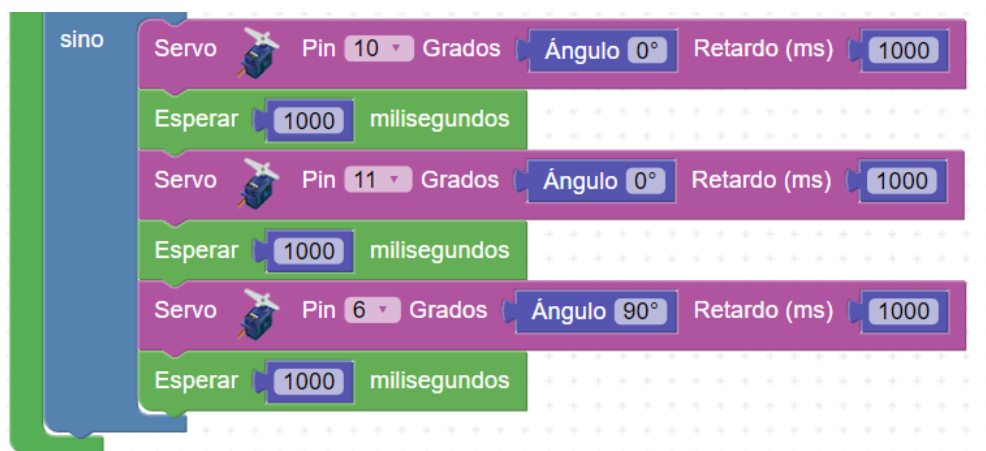


Figura 44. Bloques en la condición SINO.



Código actual

Figura 45. código final en bloques.

A continuación, se muestra el código en texto para la IDE de Arduino.
Código final (figura 46):

```
#include <Servo.h>

Servo servo_11;
Servo servo_10;
Servo servo_6;

double fnc_ultrasonic_distance(int _t, int _e){
  unsigned long dur=0;
  digitalWrite(_t, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(_t, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(_t, LOW);
  dur = pulseIn(_e, HIGH, 18000);
  if(dur==0)return 999.0;
  return (dur/57);
}

void setup()
{
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, INPUT);
  servo_11.attach(11);
  servo_10.attach(10);
  servo_6.attach(6);
}
```



```
void loop()
{

    if ((fnc_ultrasonic_distance(2,3) < 10)) {
        servo_11.write(90);
        delay(1000);
        delay(1000);
        servo_10.write(90);
        delay(1000);
        delay(1000);
        servo_6.write(0);
        delay(1000);
        delay(1000);
        servo_10.write(0);
        delay(1000);
        delay(1000);
        servo_11.write(180);
        delay(1000);
        delay(1000);
        servo_10.write(90);
```

```
    delay(1000);
    delay(1000);
    servo_6.write(90);
    delay(1000);
    delay(1000);
    servo_10.write(0);
    delay(1000);
    delay(1000);
    servo_11.write(0);
    delay(1000);
  }
}
else {
    servo_10.write(0);
    delay(1000);
    delay(1000);
    servo_11.write(0);
    delay(1000);
    delay(1000);
    servo_6.write(90);
    delay(1000);
    delay(1000);
  }
}
```

Figura 46. Código final en texto.

4

CONSTRUCCIÓN

La estructura estará dividida en tres partes principales, que serán la base, el brazo y la garra:

Primera pieza será la Garra (figura 47).

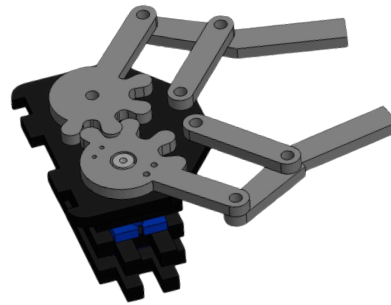


Figura 47: garra

Segunda pieza será El brazo (figura 48).

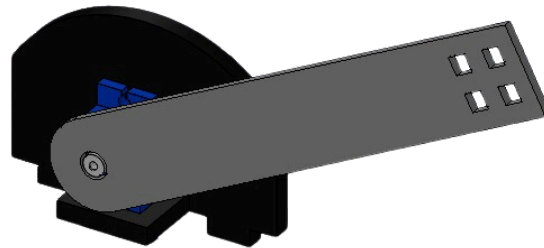


Figura 48: brazo.

Tercera pieza será la base (figura 49).

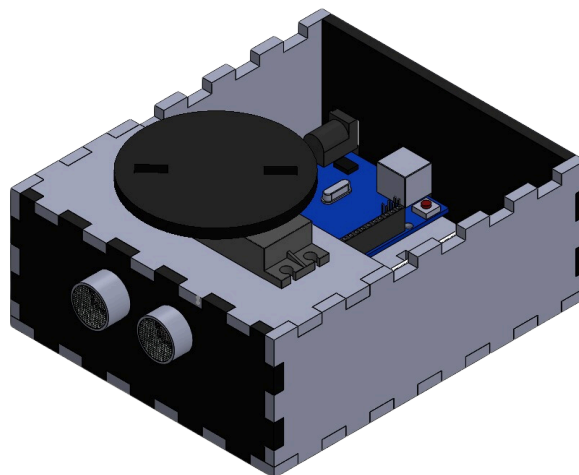


Figura 49: base.

Para desarrollar la estructura de la garra tendremos las siguientes piezas (figura 50 y 51).

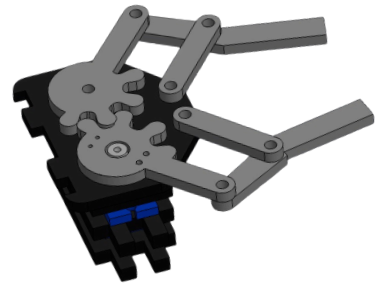


Figura 50: garra

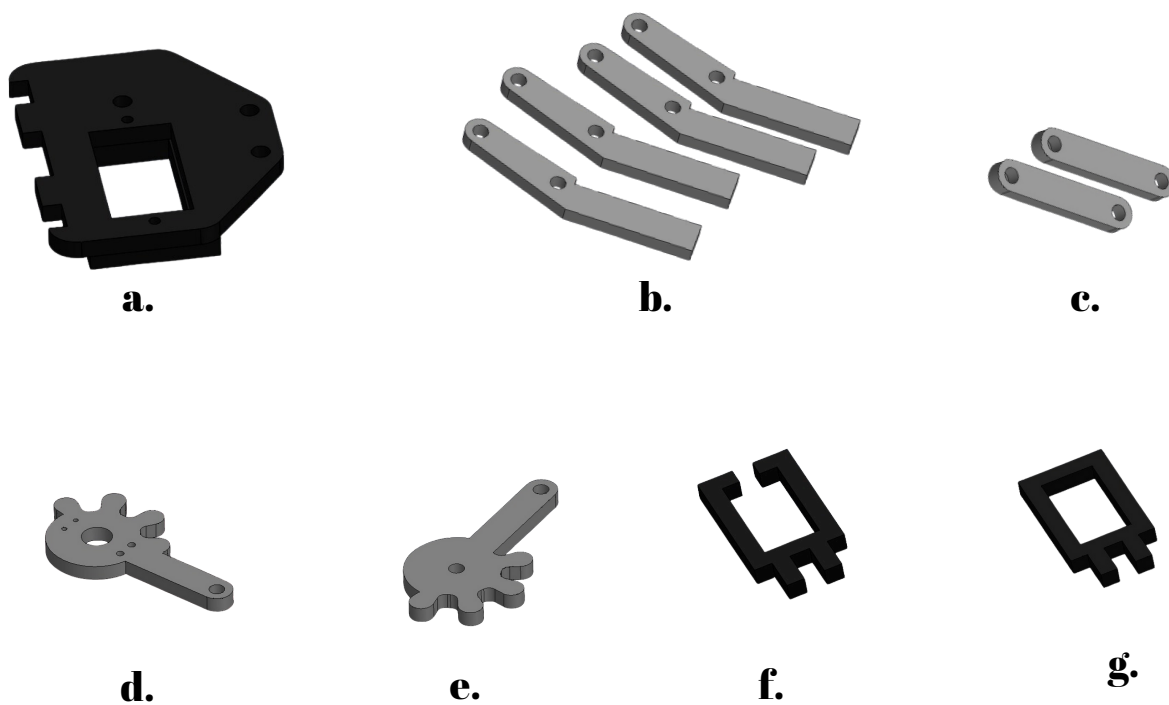


Figura 51: a. Base garra. b. soportes laterales. c. Pieza de unión. d. engranaje derecho. e. engranaje izquierdo. f. sujetador de servo 1. g. sujetador de servo 2.

- **PASO UNO**

se ubica el Servo SG90 en la pieza a, esta será nuestra base principal de la garra (figura 52).

- **PASO DOS**

Se coloca la piezas d en el eje del Servo Sg90, se atornilla para que quede ajustado y se verifica la movilidad de la pieza con el servo (figura 53).

- **PASO TRES**

Se coloca la pieza e en el otro eje, que engrane con la pieza d, la atornillamos, se verifica que esta se mueva y no quede fija (figura 54).

- **PASO CUATRO**

se colocan las 2 piezas c, se atornillan a la pieza a, se verifica que estas se muevan y no queden fijas. (figura 55).

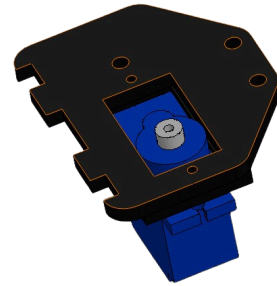


Figura 52: Paso uno.

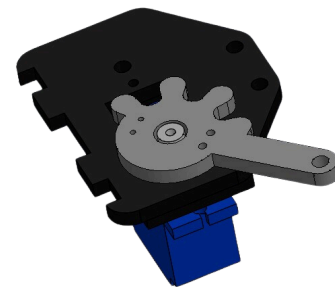


Figura 53: Paso dos.

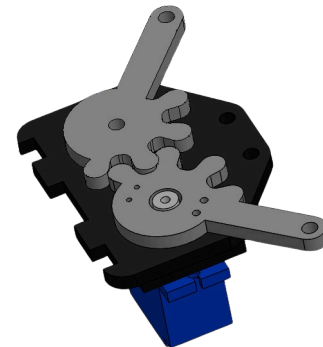


Figura 54: Paso tres.

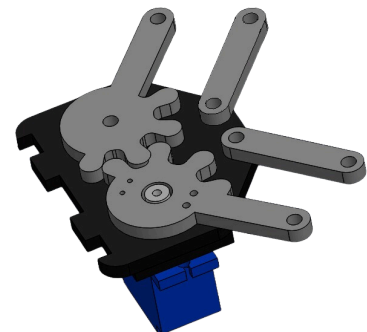


Figura 55: Paso cuatro.

• PASO CINCO

Se colocan las 4 piezas b, se atornillan a las piezas c, d y e, se verifica que estas se muevan, generando una articulación mecánica (figura 56).

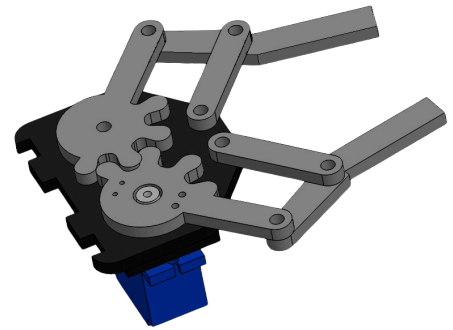


Figura 56:Paso cinco.

• PASO SEIS

se coloca la pieza f, en la parte inferior del servo Sg90. con los pines hacia el costado derecho del servo (figura 57).

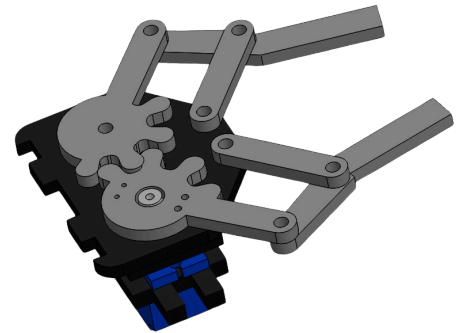


Figura 57:Paso seis.

• PASO SIETE

Colocamos la pieza g, en la parte interior del servo Sg90, son los pines en el mismo sentido que la pieza f. finalmente se termina de construir la pieza completa "Garra" (figura 58).

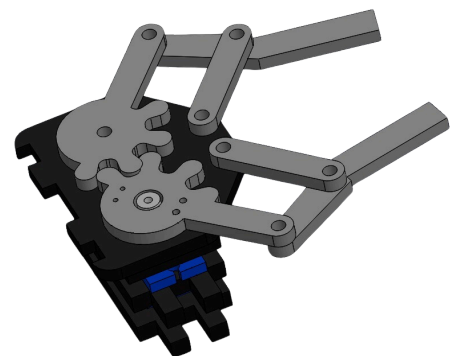


Figura 58:Paso siete.

Para desarrollar la estructura del brazo tendremos las siguientes piezas (figura 59 y 60):

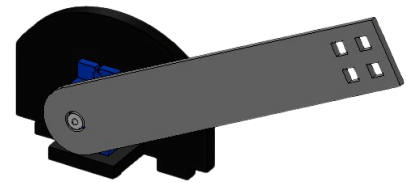


Figura 59:Brazo,

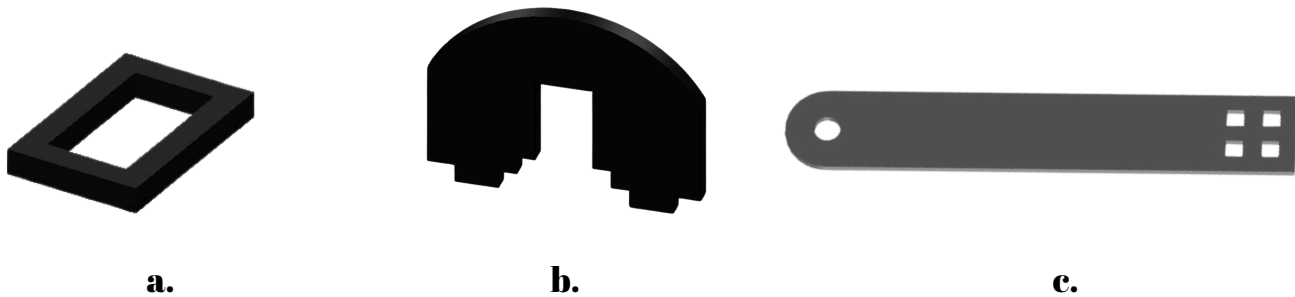


Figura 60: a. Abrazadera. b. soporte superior. c. brazo.

• PASO UNO

Se coloca la pieza a, en la parte inferior del servo Sg90 y la pieza b en la parte superior del servo Sg90 (figura 61).

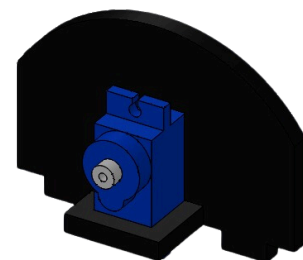


Figura 61:Paso uno.

• PASO DOS

Se coloca la pieza c en el eje del Servo Sg90, lo se debe atornillar para que quede ajustado y verificamos que se mueva la pieza con el servo. finalmente obtenemos la pieza completa "Brazo" (figura 62).

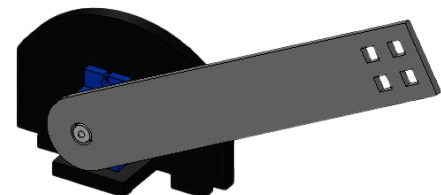


Figura 62:Paso dos.

Para desarrollar la estructura de la base tendremos las siguientes piezas (figura 63 y 64):

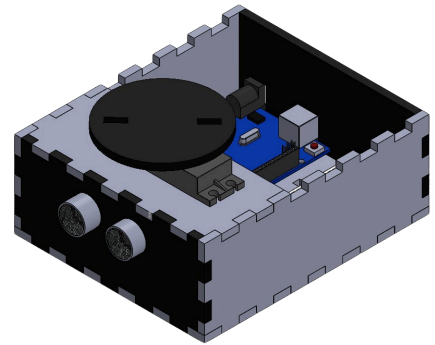
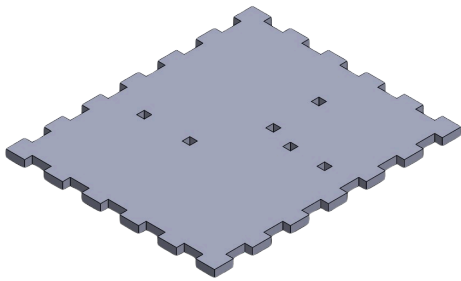
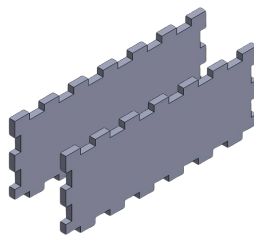


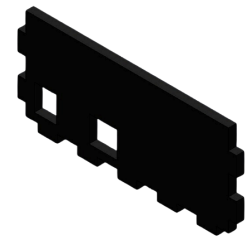
Figura 63:Base.



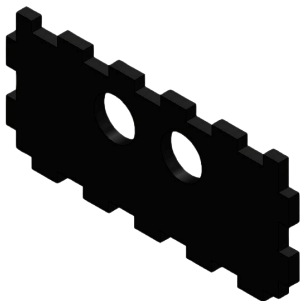
a.



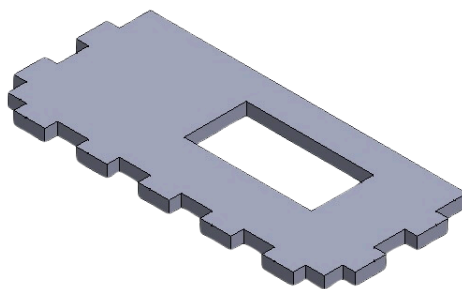
b.



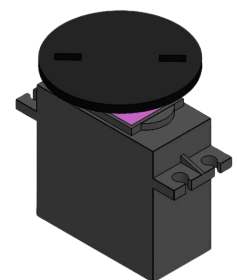
c.



d.



e.



f.

Figura 64: a. Pieza base. b. Piezas laterales, c. Pieza posterior. d. Pieza frontal. e. pieza superior, f. pieza rotonda.

- **PASO UNO**

Se ubica la pieza a como base y se colocan las piezas b en los lado, la pieza c en la parte posterior y la pieza d en la parte frontal (figura 65).

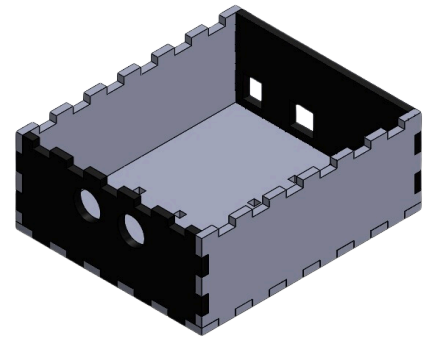


Figura 65: Paso uno.

- **PASO DOS**

se colocan los dispositivos electrónicos en los diferentes posiciones, sensor ultrasónico en la frontal y el Arduino, sus puertos en la posterior y realizamos las conexiones pertinentes (figura 66).

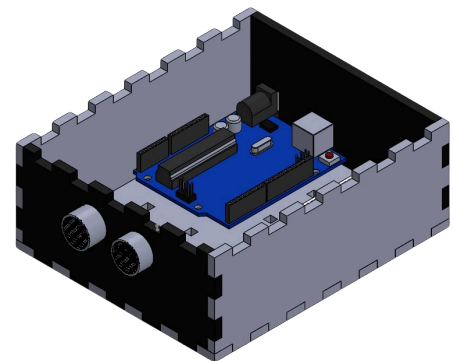


Figura 66: Paso dos.

- **PASO TRES**

Se coloca la pieza f en la pieza e, dejando el círculo en el centro con respecto a la pieza e (figura 67)

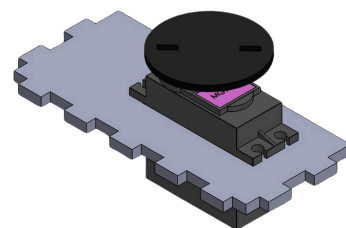


Figura 67: Paso tres.

- **PASO CUATRO**

se unen ambas piezas realizadas anteriormente. finalmente obtenemos la pieza completa “Base” (figura 68).

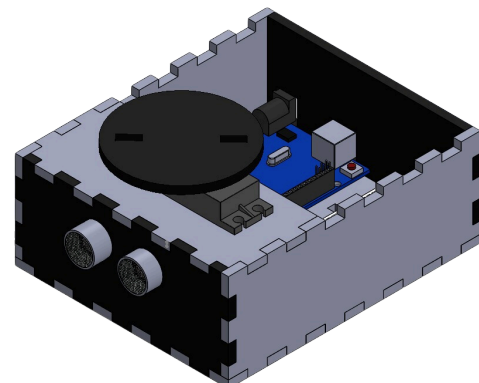


Figura 68: Paso cuatro.

Teniendo las tres partes principales, la garra, el brazo y la base, las vamos a unir para construir finalmente el brazo robótico (figura 65).

- **PASO UNO**

Se unen la garra al brazo en el lateral (figura 69).

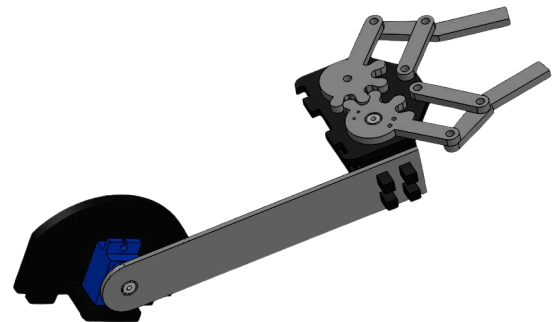


Figura 69: Paso uno.

- **PASO DOS**

Finalmente unimos la base a la construcción anterior y se obtiene nuestro brazo robótico, realizamos las diferentes conexiones de los dispositivos (figura 70).

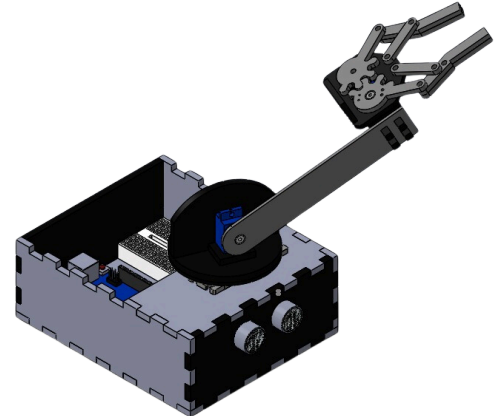


Figura 71: Paso dos.



Referencias:

- http://www.arduinoblocks.com/web/recursos/arduinoblocks_libro_preview.pdf
- <https://proyectosconarduino.com/proyectos/mejores-5-brazos-roboticos-con-arduino/>
- <https://arduino.cl/producto/braccio-brazo-robotico-controlable-con-arduino/#:~:text=El%20brazo%20rob%C3%B3tico%20Braccio%20puede,directamente%20a%20su%20placa%20Arduino.>
- <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/29248/MemoriaTFG-Alvaro%20Iba%C3%B1ez%20Mari%C3%B1elarena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Diseño Industrial
Fundamentos de Diseño Mecatrónico

Diseñado por:
Sergio Fabian Garcia Benavides

Bucaramanga
2024

