

## **Manual de Uso de un Prototipo Didáctico de Brazo Robótico**

Jaime Andrés Tovar Muñetones      [jaime.tovar@uniminuto.edu.co](mailto:jaime.tovar@uniminuto.edu.co)

John Sebastián Páez Cangrejo      [john.paez@uniminuto.edu.co](mailto:john.paez@uniminuto.edu.co)

## **Resumen**

El presente artículo de investigación busca como finalidad realizar un Manual de Uso de un Prototipo Didáctico de Brazo Robótico, para ello es necesario saber el nivel de conocimiento que tiene la población de Soacha a cerca de esta tecnología, con el fin de conocerla viabilidad de crear un Manual de uso de un prototipo didáctico de brazo robótico. Desarrollamos un proceso investigativo en el municipio de Soacha Cundinamarca donde se realiza una encuesta a personas que laboran en las diferentes empresas legalmente constituidas que se encuentran en este municipio.

En el municipio de Soacha actualmente existen cuatro mil cuatrocientas sesenta empresas legalmente constituidas en las cuales un bajo porcentaje de estas cuentan con tecnologías como lo son los brazos robóticos, desconocen o no asumen el riesgo de adquirir este tipo de tecnologías. Con base en esto los operarios de producción tienen que realizar tareas riesgosas que ponen en peligro su integridad física a corto, mediano y largo plazo.

A través de este artículo se busca evidenciar el pensamiento de la comunidad que trabaja en diferentes empresas con base en la adquisición de conocimiento para promover el uso de brazos robóticos dentro de sus industrias iniciando con la ejecución de un Manual de Uso de un Prototipo de Brazo Robótico.

## **Abstract**

The purpose of this research article is to create a Manual for the Use of a Robotic Arm Teaching Prototype, for this it is necessary to know the level of knowledge that the

population of Soacha has about this technology, in order to know the viability of create a manual for the use of a didactic prototype of a robotic arm. We develop an investigative process in the municipality of Soacha Cundinamarca where a survey is carried out on people who work in the different legally constituted companies that are in this municipality.

In the municipality of Soacha there are currently four thousand four hundred and sixty legally constituted companies in which a low percentage of these have technologies such as robotic arms, are unaware of or do not assume the risk of acquiring this type of technology. Based on this, production operators have to perform risky tasks that endanger their physical integrity in the short, medium and long term.

Through this article we seek to show the thinking of the community that works in different companies based on the acquisition of knowledge to promote the use of robotic arms within their industries, starting with the execution of a Manual for the Use of an Arm Prototype Robotic

## **I. Introducción**

Existe una gran problemática de conocimiento, educación y desarrollo tecnológico en el municipio de Soacha, la falta de adquisición de conocimientos sobre tecnologías como brazos robóticos han conllevado a tener muy pocos o ninguna clase de tecnología.

En pleno auge de la tecnología en el siglo XXI el municipio de Soacha se encuentra atrasado en lo que concierne con sus procesos productivos industriales, ya que no se implementan tecnologías que ayuden a los operarios a realizar actividades más eficientes y menos peligrosas, la falta de cultura tecnológica hace que los empresarios no asuman el riesgo de comprar un activo de esta talla, por esta razón se busca dar a conocer un Manual de Uso de un Prototipo de Brazo Robótico el cual tiene como finalidad visualizar un instructivo de lo que llegaría a hacer un brazo robótico a gran escala con el fin de interactuar con este medio tecnológico sin necesidad de una gran inversión monetaria y con la satisfacción de tener el conocimiento de saber que se espera de estas tecnologías.

## **II. Desarrollo del artículo**

### ***A. Problemática***

En el municipio de Soacha se tiene un inconveniente en cuanto a implementación de tecnología en las industrias, este problema nace en la falta de información que se tiene en cuanto al uso de tecnologías para el desarrollo de tareas que pueden llegar a ser nocivas, pesadas o repetitivas para el ser humano. Al no tener el conocimiento acerca del uso de estas tecnologías no hay avances significativos en las empresas de este municipio, algo tan común en las grandes industrias como un brazo robótico, es muy poco utilizado en los procesos de producción afectando el verdadero desarrollo que se debería tener en una industria. En la actualidad el municipio cuenta con empresas pequeñas en su gran mayoría que tienen ideales de crecer y darse nombre dentro de las grandes empresas que existen en el municipio, este proceso sería mucho más sencillo si se tuviera más información en cuanto a tecnologías que se pueden adaptar en uso

dentro de sus procesos, conocimientos como el costo y el uso de un brazo robótico serian datos muy importantes que deberían conocer los dueños de estas pequeñas industrias. Para romper con todos los interrogantes queremos contesta la pregunta clave, ¿hace falta un Manual de Uso de un Prototipo de Brazo Robótico?, que ayude al usuario a indagar un poco más de estas tecnologías a pequeña escala.

### **Figura 1**

Brazo Robot Robótico Arduino Chasis



#### ***B. Metodología de la Investigación.***

Para la presente investigación se adoptó la estructura investigativa del método cualitativo el cuál Jiménez- Domínguez (2000) afirman que “Está enfocada específicamente en profundizar en la subjetividad, comprendiendo los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los sujetos en un ambiente netamente natural y en relación con el contexto” [2] dicha definición permite inferir según las necesidades del contexto investigativo; el cuál las fuentes de información y recolección de datos no

son abundantes y que pueden ser, entre otras definiciones, mucho más amplia y clara la que Sampieri (2010) expone:

“Permite que desde este enfoque se seleccione cuando el investigador o investigadores buscan comprender la perspectiva de los participantes, es decir individuos o grupos ya sea grupos extensos o pequeños, acerca de los fenómenos que los rodean, profundizar en sus experiencias, opiniones, perspectivas y significados, en otras palabras, se observa la forma en como los participantes de la investigación percibe subjetivamente su realidad” (Sampieri et al, 2010) [2].

La cuál se amolda al propósito de la investigación en la que se desarrollará en participantes voluntarios que laboran en el municipio de interés el cual es Soacha.

### ***C. Alcance de la Problemática.***

Entendiendo la problemática y la metodología expuesta; se indaga a través de un trabajo de campo la búsqueda de personal que labore en empresas industriales o gremio tecnológico, para tomar un muestreo mucho más exacto de la problemática real y del impacto que se puede llevar en la investigación del requerimiento de un manual de uso de un prototipo didáctico de brazo robótico

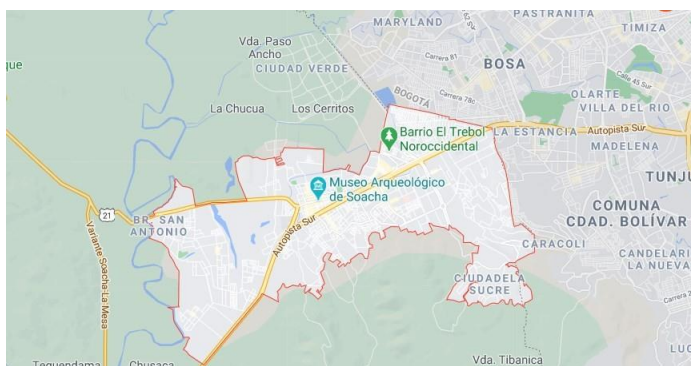
Estableciendo la zona delimitada de impacto de trabajo se inicia la recopilación de información con base en los datos de integrantes como empleados y empleadores que conforman distintas empresas en el municipio de Soacha. Posterior de ello se realiza un análisis con los datos suministrados para dar respuesta a el conocimiento que se tiene a

cerca de prototipos brazos robóticos y saber si es necesario un manual que ayude a los usuarios a comprender más de esta tecnología.

A continuación, se adjunta la ubicación geográfica del municipio de Soacha.

## Figura 2

Ubicación geográfica Soacha Cundinamarca



### III. Recolección de datos

#### A. *Instrumentos de Recolección de Datos*

El instrumento metodológico de recolección de datos fue a través del método cuantitativo de encuestas electrónicas en la que se busca evidenciar el conocimiento que se tiene por parte del personal que labora en diferentes industrias del municipio de Soacha, este estudio busca plantear medidas inmediatas en las cuales se desarrolle estrategias para dar a conocer la tecnología de los brazos robóticos dentro de las industrias, y el aporte que se le dará en cuanto se requiere a un mayor crecimiento empresarial mediante un instructivo (manual de uso) que acerque a la comunidad a interactuar, controlar y aprender este desarrollo tan necesario en este siglo.

Se evidenciará los diferentes puntos de vista de los encuestados sobre su conocimiento en cuanto a las tecnologías necesarias para darle desarrollo a un prototipo de brazo robótico y su interés en adquirir este tipo de conocimientos.

Se realizó la encuesta “prototipo brazo robótico” para las personas que laboran en las industrias del municipio de Soacha donde participaron en total 33 personas. En el diagrama se observa la información suministrada por cada encuestado, la participación en total.

Se anexa las preguntas que se realizaron a los encuestados al grupo de habitantes que laboran en Soacha a evaluar:

1. ¿sabe usted que es un brazo robótico?
2. ¿Sabe usted que es un prototipo?
3. ¿le gustaría tener un manual de uso para un prototipo de brazo robótico?
4. ¿conoce usted las funciones que realiza un brazo robótico?
5. ¿conoce usted las partes que integran un brazo robótico?
6. ¿Le gustaría adquirir un prototipo de brazo robótico?
7. ¿sabe usted que es un servomotor?
8. ¿conoce usted software de programación?
9. ¿alguna vez ha utilizado software de programación?
10. ¿le gustaría aprender a programar un prototipo brazo robótico?
11. ¿cree usted que en el lugar donde labora sería de utilidad la implementación de un brazo robótico?
12. ¿Le gustaría recibir capacitación para el manejo del prototipo de un brazo robótico?

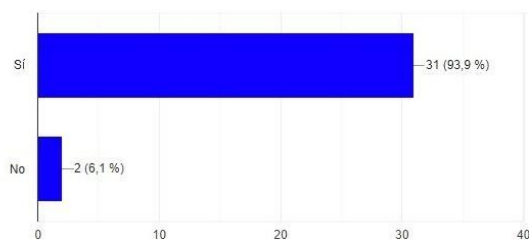


### Figura 3

Total, encuestados conocimiento brazo robótico

1. ¿Sabe usted que es un Brazo Robótico?

33 respuestas



### Figura 4

Total, conocimiento de prototipo

2. ¿Sabe usted que es un Prototipo?

33 respuestas

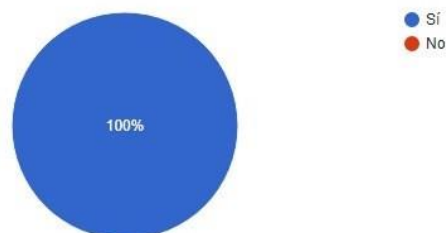


### Figura 5

Total, nivel de encuestados que les gustaría un manual

3. ¿Le gustaría tener un Manual de uso para un prototipo de Brazo Robótico?

33 respuestas



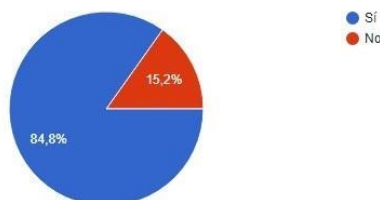
Hasta este punto de la encuesta analizamos que las personas encuestas entienden que es un brazo robótico y que es un prototipo; pero lo más importante es que si están interesados en la realización de un manual que lo instruya más de los prototipos de brazos robóticos.

## Figura 6

Total, conocimiento de las funciones de un brazo robotico

4. ¿Conoce las funciones que realiza un Brazo Robótico?

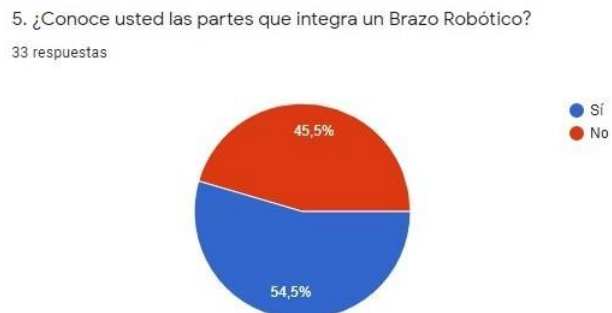
33 respuestas



Las personas encuestas trabajan en el gremio industrial o tecnológico en Soacha, verificamos que la gran mayoría sabe de las funciones que realiza un brazo robótico; eso significa están en la vanguardia de la tecnología; ¿pero si conocen de esta tecnología porque no la han implementado en sus trabajos o empresas? En las preguntas realizadas a continuación responderemos esa pregunta.

## Figura 7

Total, conocimiento partes de un brazo robótico



Al observar la respuesta arrojada para esta pregunta genera un punto crucial en la investigación, porque eso indica que los encuestados conocen que es un brazo robótico y que funciones realiza, pero desconocen sus partes; por lo que lleva a cuestionarse si esta es una de las razones por lo cual no han invertido en esta tecnología; la falta de conocimiento.

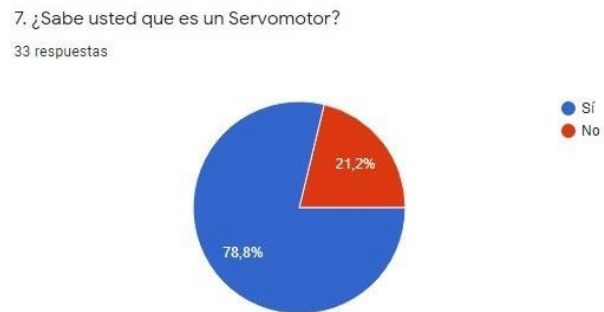
## Figura 8

Total, adquisición de brazo robótico

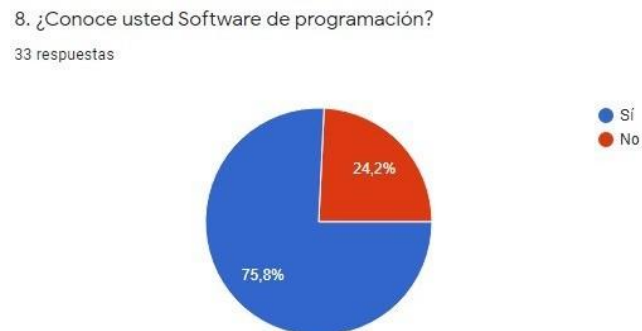


**Figura 9**

Total, conocimiento de servomotor

**Figura 10**

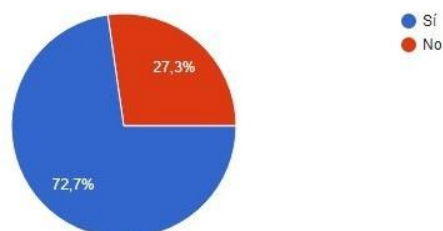
Total, conocimiento de software de programación

**Figura 11**

Total, utilización de software de programación

9. ¿Alguna vez a utilizado Software de Programación?

33 respuestas



El porcentaje mayor de los encuestados saben y han utilizado software de programación; además que les gustaría adquirir un prototipo de brazo robótico lo cual es importante y positivo para la investigación, todo nos indica que, aunque todos trabajan en distintos gremios tecnológicos; están dispuestos a recibir y comprar uno de estos prototipos.

### Figura 12

Total, aprender a programar un prototipo de bazo robótico

10. ¿Le gustaría aprender a programar un prototipo de Brazo Robótico?

33 respuestas

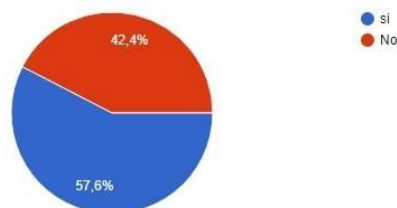


### Figura 13

Total, Implementación de brazo robótico donde labora

11. ¿Cree usted que en el lugar donde labora sería de utilidad la implementación de un Brazo Robótico?

33 respuestas



**Figura 14**

Total, Capacitación del manejo del prototipo de brazo robótico

12. ¿Le gustaría recibir capacitación para el manejo del prototipo de un Brazo Robótico?

33 respuestas



En total fueron 12 preguntas que permitieron conocer la situación del estado actual del requerimiento de un manual de uso de un prototipo didáctico de brazo robótico y ser una fuente de información valiosa para la extracción de análisis para la toma de decisiones y conclusiones de la investigación. Por lo cual según las conclusiones de la encuesta indica que si hace falta la elaboración de un manual de uso de un prototipo didáctico de brazo robótico con el fin de brindar información al usuario final para que conozca y se instruya más de este tema; y se anime adquirir un prototipo de brazo robótico y lo implemente para múltiples propósitos.

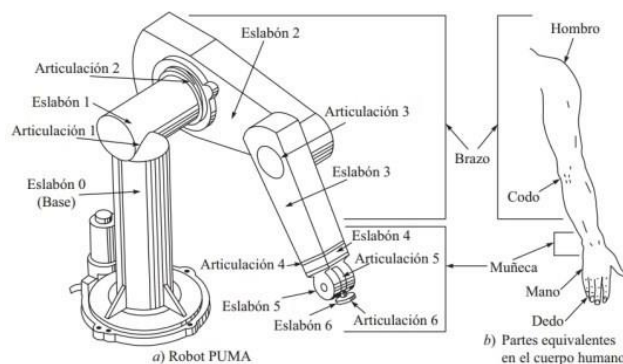
### ***B. Manual De Uso De Un Prototipo Didáctico De Brazo Robótico***

En la siguiente fase del artículo se incluye un manual de uso de un prototipo didáctico de brazo robótico podrá evidenciar el trabajo de campo, análisis cuantitativo y resultados arrojados por el equipo de investigación en la problemática del requerimiento de un manual de uso de un prototipo didáctico de brazo robótico.

En este manual se explica el diseño, construcción y control de un prototipo de brazo robótico automatizado con tres grados de libertad. Paso a paso se detalla los aspectos más relevantes para que una persona con conocimiento básico pueda entender cualquier temática tecnológica de prototipos de brazos robóticos, se utiliza software libre de simulación como controlador, para este caso Arduino uno, el cual permite ejecutar el mando y es la tarjeta más común entre la gama de Arduinos, se emplea servomotores para permitir la rotación del brazo, de forma similar se emplea conocimiento en mecánica para el diseño y construcción del prototipo.

## Figura 15

Articulación Mecánico / humano, [3].



### 1) Diseño factible de la estructura del brazo robótico.

Para realizar el diseño se tiene que conocer las dimensiones de fabricación, para ello el brazo debe contar con una Altura Máxima 30cm y una Altura Mínima de 25cm. Peso 450 gramos.

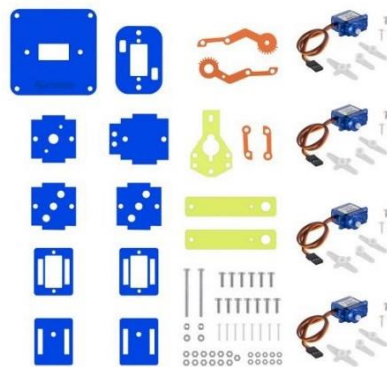
a) Conocer los elementos a utilizar

✓ Material: acrílico, Tornillos y tuercas de fijación

El acrílico es el material a utilizar por su resistencia y capacidad para realizar movimiento sin que se rompa o se deforme con facilidad, a diferencia del cartón que es otro elemento que se utiliza la fabricación de prototipos de brazos robóticos es mucho más débil y su conservación en condiciones donde haya humedad o el material se moje puede arruinarlo.

### Figura 16

Partes de un prototipo de brazo robótico, [4].



El acrílico debe ser de 3mm a 5mm de espesor, para que su diseño sea mucho más flexible al momento de realizar los movimientos.



**Figura 17**

Materiales acrílicos, [5].



las tuercas y tornillos escogidas para el proyecto son de M4\*8 acero inoxidable, por tener la capacidad de trabajar en ambientes húmedos y mejora la resistencia a la corrosión.

**Figura 18**

Tornillo brístol en acero inoxidable, [6].



Es importante comprar las piezas con todas las perforaciones ya hechas, porque nos permitirá ensamblarlo de una manera mucho más fácil, además nos ahorraremos la tediosa tarea de cortar las piezas perfectas ya que para esto se debe tener una máquina que nos haga el corte, y la fabricación puede ser mucho más costosa por eso hemos escogido la opción de comprar las piezas en una tienda electrónica.

Una de las tiendas donde se puede encontrar estos materiales es en la cra 9 con calle 19 Bogotá Colombia, allí existe calles completas de estas tiendas donde es mucho más fácil conseguir las piezas.

**Figura 19**

Pieza acrílica perforada para su construcción, [7].



a) Tarjeta de programación: Arduino Uno

La placa Arduino uno es la placa indicada para empezar a programar y hacer ensambles con la electrónica, además es la placa más común encontrada en esta gama del mercado, el elemento principal es su microcontrolador ATMEGA328P, que es el cerebro de la placa, cuenta con 14 pines entrada/salida, de estos 6 se pueden utilizar con PWM, cuenta con una salida a 5 volt y GND, además que tiene 6 entradas analógicas para realizar proyectos con sensores como temperatura, humedad, distancia; entre otros.

**Figura 20**

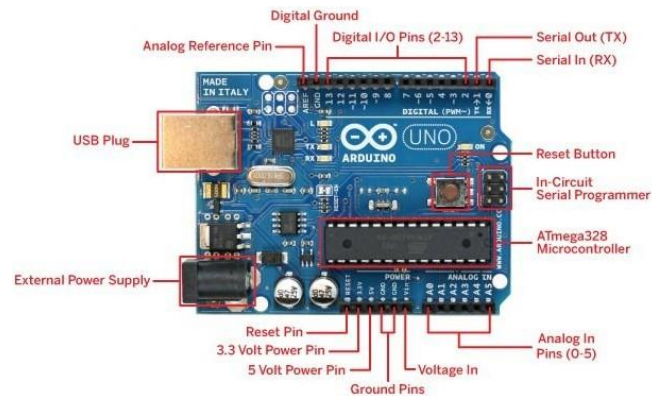
Arduino Uno, [8].



La conexión es con puerto a USB desde el computador y suministra 5 voltios a la tarjeta, la otra punta a Arduino funciona con conexión para cable de impresora, desde allí se alimenta la tarjeta y se programa, pero si lo que necesita es corriente cuenta con un puerto de carga por transformador AC-DC 9 voltios 1 amperio que permite energizar la tarjeta y tener mayor corriente a utilizar, a continuación se enumera las partes de una tarjeta Arduino uno.

### Figura 21

Partes de la tarjeta Arduino Uno, [9] .



- b) Actuadores: Servomotores 5volt, con fuentes independiente compatible con Arduino

El servomotor que se utiliza es el Micro servo SG90, es un servomotor miniatura de dimensiones reducidas; es de un costo bajo y con consume mucha energía lo que permite que podamos conectar directamente a Arduino sin tener el temor de quemar la tarjeta.

## Figura 22

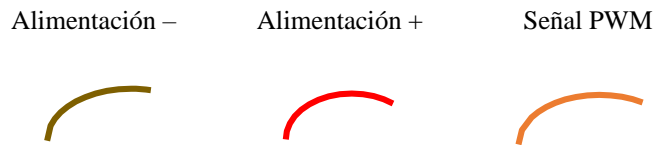
Servomotor para Arduino, [10].



CARACTERISTICAS
Peso total 10.6 gramos
Torque a 4.8 voltios: 1.2 Kg/cm
Voltaje de operación 4-7.2 voltios
Dimensiones (L x W x H) = 22.0 x 11.5 x 27 mm
Velocidad de giro a 4.8 volts: 0.12 seg/60°
Compatibles con tarjetas Arduino
Conector universal para la mayoría de los receptores de radio control

## Figura 23

### Características de servomotor



Necesitamos 4 de estos motores y que Arduino esté conectado directamente a un transformador AC-DC 9 Volt 1 Amp para garantizar que todo funcione perfectamente, como PRECAUSION No debemos conectar todos los motores directamente a la alimentación de Arduino sin el cargador porque podemos quemar la tarjeta por eso es necesario el transformador AC-DC 9 Volt 1 Amp. En el mercado podemos encontrar motores con más torque, pero esto genera mayor incremento en la corriente por eso si queremos mover algo más pesado y necesitamos de motores con más potencia es necesario comprar la shield de Arduino que es una etapa de potencia, se conecta a ella mediante el acoplamiento de sus pines sin necesidad de alguna otra conexión externa. La función principal es de actuar como una placa complementaria, ampliando las capacidades de la placa Arduino Base, esto nos permite tener más conexiones y salvaguardas la vida de nuestra tarjeta Arduino, existen de muchas especificaciones de estas shield pero la más común para esta clase es la shield 16 que permite mover varios de estos motores.

c) Cables de conexión: cable UTP

Los cables de conexión nos permite extenderlas con todos los dispositivos a conectar desde el brazo robótico hasta Arduino como los servomotores y para el posicionamiento, también mediante amarres plásticos sujetamos todos los cables para evitar que los cables se puedan enredar con alguna articulación con el brazo.

#### Figura 24

Cable utp 5E cobre, cobre, [11].



Existen también cables tipo macho-macho, macho-hembra, hembra-hembra; que permiten hacer conexiones directas sin realizar los empalmes

#### Figura 25

Cables de conexión para sistemas de control [12].



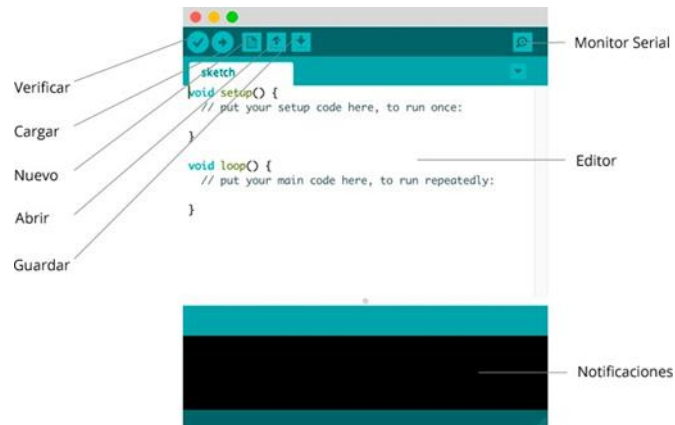
d) Computador: PC- software de programación Arduino

Es necesario tener un computador en el cual podamos descargar el software con todas sus librerías, el programa es compatible con diferentes sistemas operativos como Linux, MAC, Windows y tiene programación libre, lo cual significa que es de uso comercial y no tiene restricciones de uso. El entorno de programación contiene dos partes para escribir el código; el void setup y el void loop, en donde en el void setup se introducen las variables y el código que solo se ejecutara una vez apenas empiece y el void loop se ejecuta de forma cíclica, cuenta el software con un monitor serial que permite ver los valores de una variable que queremos programar, además en la parte inferior tiene un cuadro negro que después de verificar o cargar las simulaciones el software nos avisara si todo marcha perfectamente o por el contrario presenta algún problema el código y por lo cual no dejara compilar el programa, la opción verificar aparece el dibujo de un chulo y este permite verificar el programa sin cargarlo a la tarjeta, pero con la opción CARGAR el código una vez examine el software subirá este código a la tarjeta Arduino.

Por lo que se recomienda siempre verificar el código antes de subirlo

## **Figura 26**

Sketch, Software Arduino, [13].

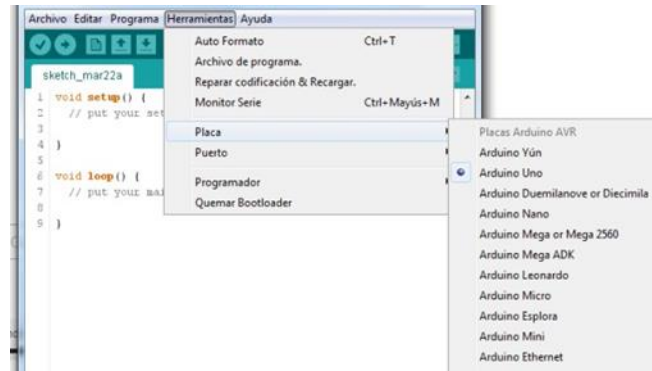


En este entorno de programación que Arduino tiene para nosotros nos permite elegir qué tipo de tarjeta tenemos, elegimos en las opciones la tarjeta a utilizar e incluso podemos ver el microcontrolador que tiene esa tarjeta, lo que permita que este entorno de programación sirva para cualquier tarjeta Arduino, importante saber que cuando cambiamos de tarjeta la cantidad de entradas/ salidas digitales cambia al igual que las analógicas, por eso debemos verificar el código para no cometer ningún error, en este caso seleccionaremos la opción PLACA a continuación de “Arduino Uno” para escoger nuestra tarjeta utilizar, escogemos el puerto que está conectada nuestra placa, por lo general cuando conectamos Arduino a nuestro PC en la opción puerto nos debe aparecer el puerto en que está conectada la tarjeta por lo que solo debemos seleccionarla, en la selección programador podemos ver la selección de microcontroladores que existe a utilizar, como nosotros tenemos Arduino uno, en esa opción debe aparecer con un chulo seleccionado el microcontrolador ATMEGA 380, con esto es suficiente para introducir el código verificarlo y cargarlo a la tarjeta.

### Figura 27

Entorno de programación Arduino, [14].





e) Encoder: Posicionamiento de los motores

El encoder rotativo realiza la medición angular para determinar la posición y velocidad de un actuador, esta gama de encoder es compatible con Arduino lo que permite registrar todos los datos en el monitor serial de Arduino, cada vez que gira el motor podemos saber en qué posición angular se encuentra y dependiendo de eso darle una orden o viceversa le indicamos al motor hasta qué punto debe girar.

### Figura 28

Encoder para Arduino, [15].



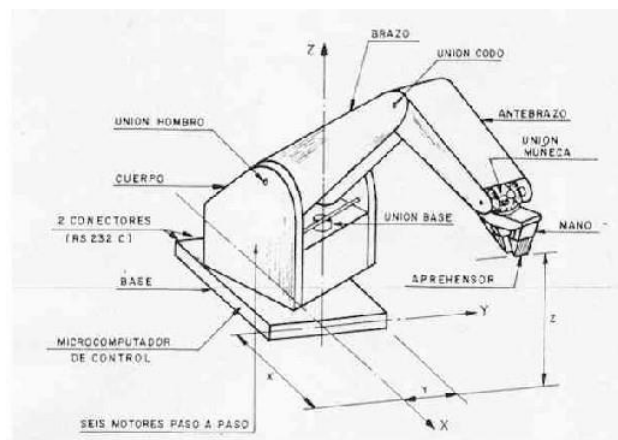
b) Visualizar de la forma más apropiada de hacer la estructura

f) Realizar el diseño en un plano de papel para tener la idea más clara

Mediante el plano de papel nos permite tener una idea principal de la construcción del prototipo del brazo robótico y además minimizamos errores, en el caso de comprar el prototipo de brazo robótico, tener un boceto en papel nos permite escoger el brazo robótico indicado puesto que en el mercado hay de muchas clases y todos con distintos grados de libertad.

### Figura 29

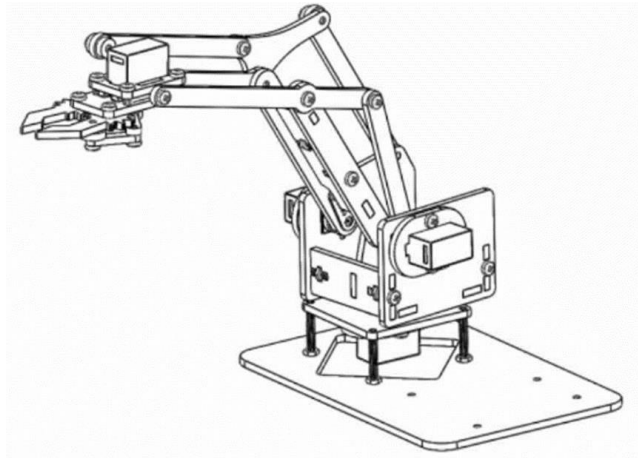
Modelamiento arquitectónico de brazo robótico, [16].



En el plano siguiente genera un modelamiento en 3d del diseño arquitectónico del prototipo didáctico de brazo robótico.

### Figura 30

Modelamiento arquitectónico de un prototipo de brazo robótico, [17].



- g) Comparar el Modelamiento Arquitectónico en acrílico del prototipo didáctico de brazo robótico en una tienda electrónica

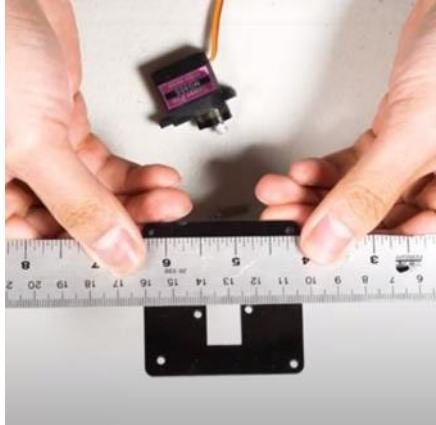
El prototipo de brazo robótico se encuentra en la cra9 con calle 119 y en una de las tiendas donde se puede comprar el prototipo es <https://dinastiatecnologica.com/> donde realizan domicilios además se encuentra gran cantidad de temática en electrónica en su página. Importante antes de comprar tener importante todo lo que hemos hablado anteriormente.

- h) Verificar que los espacios para los servomotores se encuentren abiertos.

Para los motores que se escogió verificar las dimensiones que se escribió en la tabla anterior, de todas formas, aquí las tenemos Dimensiones (L x W x H) = 22.0 x 11.5 x 27 mm, para tener claro los espacios que debe tener el acrílico al momento de incorporar los motores.

### **Figura 31**

Dimensiones para servomotores, [18].



- c) Tener la idea más clara del funcionamiento del prototipo
  - ✓ Verificar las limitaciones del sistema según los elementos disponibles

Como hemos venido hablando se debe tener en cuenta los motores a utilizar dependiendo si lo que se quiere es cambiar el diseño del prototipo, ya que otros diseños requieren otras especificaciones y pueden llegar a utilizar más servomotores por lo que aumenta la corriente del sistema, además si se requiere mayor torque y aumentamos las especificaciones de los motores contar con la shield de Arduino como se habló anteriormente.

- 2) Construir el Prototipo de brazo robótico de acuerdo con el diseño previo
  - a) Utilizando los componentes y herramientas en listadas, montar los dispositivos electromecánicos a la estructura
    - ✓ Luego de haber comprado la estructura en acrílico para la construcción del prototipo de brazo robótico con sus respectivas perforaciones y tornillería de 4mm por 8mm de largo en acero inoxidable se inicia con el ensamblaje.
    - ✓ Lo primero es ensamblar la base, esta cuenta con una plataforma ancha para garantizar la estabilidad del prototipo del brazo robótico.

- ✓ Después se ensambla el resto del esqueleto, como lo es la parte del codo y ya que a esta no se le va a dar movimiento va a ser una parte fija y fácil de ensamblar excepto por la parte de la garra. Tener en cuenta que se le debe dar torque hasta que este quede bien fijo, pero sin ir a quebrar el acrílico.
- b) Adaptar los actuadores en la estructura.
- ✓ Fijamos los motores, la tarjeta arduino a la estructura del prototipo de brazo robótico
  - ✓ Ya con el esqueleto del prototipo de brazo robótico ensamblado se inicia con la instalación de los actuadores. Primeramente, fijamos el servomotor en cargado de darle la rotación al prototipo en 360° horizontalmente.

### Figura 32

Ensamblaje de estructura de prototipo de brazo robótico, [19].

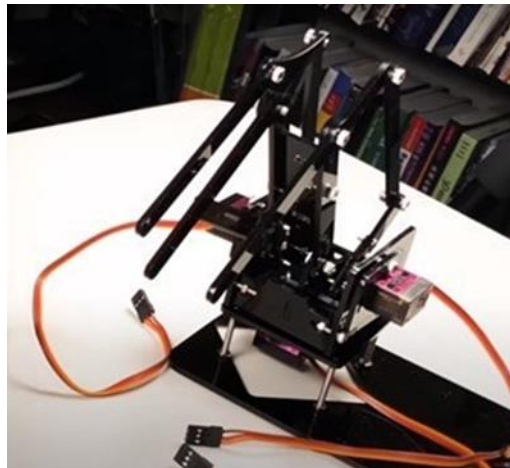


- ✓ Después si instalan dos servomotores lo cuales van a ser los encargados de subir y bajar el prototipo del brazo robótico junto con la pinza, se instala el servomotor encargado de abrir y cerrar la pinza de agarre del prototipo. Y por último se instala la tarjeta arduino uno cerca del prototipo en un lugar donde no

limite el funcionamiento del mismo.

### Figura 33

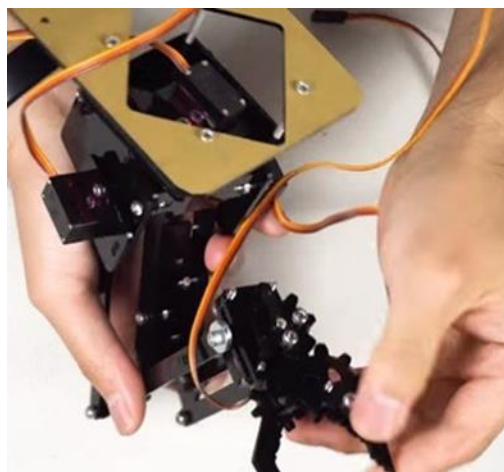
Instalación de servomotores a la estructura, [20].



- ✓ Se hace la conexión los cables entre la tarjeta arduino uno y los servomotores que controlaran los movimientos del prototipo.

### Figura 34

Conexión prototipo con la tarjeta Arduino, [21].



- ✓ Programar el sistema para que cumpla con un funcionamiento adecuado.

- a) Realizar la ejecución del programa Arduino en el PC.
- ✓ En la página Arduino-Home descargar la versión más reciente del software de simulación y ejecutarlo en el PC

**Figura 35**

Página principal Arduino-Home, [22].



Arduino tiene su página principal donde encontramos la descarga del software, ya es decisión del usuario seleccionar que tipo de sistema operativo tiene su computador y después elije la arquitectura de su equipo puede ser de 32 bits o 64 bits y comienza la descarga del programa.

- b) Desarrollar una programación clara del sistema.
- ✓ Efectuar por escrito o en simulación un diagrama de las funciones, lazos, condiciones y otras estructuras que se requieren para la operación del sistema.
- ✓ Para iniciar a plantear el ejercicio debemos saber que son los grados de libertad para ello citamos el siguiente texto “llamados DOF por sus siglas en inglés (degree of freedom) hacen referencia al número de movimientos independientes que se pueden realizar. En otras palabras, un grado de libertad es la capacidad de moverse al largo de un eje (movimiento lineal) o de rotar a lo largo de un eje

(movimiento rotacional). Por ejemplo, un automóvil posee 3 grados de libertad, dos de posición y uno de orientación.

- ✓ Seis grados de libertad se refiere al movimiento en un espacio tridimensional, es decir, la capacidad de moverse hacia delante/atrás, arriba/abajo, izquierda/derecha (traslación en tres ejes perpendiculares), combinados con la rotación sobre tres ejes perpendiculares (Guiñada, Cabeceo, Alabeo).
- ✓ El movimiento a lo largo de cada uno de los ejes es independiente de los otros, y cada uno es independiente de la rotación sobre cualquiera de los ejes, el movimiento de hecho tiene seis grados de libertad.

Los brazos de un Robot, a menudo son categorizados por sus grados de libertad (por lo general más de seis grados de libertad). Este número generalmente se refiere al número de un solo eje de rotación de las articulaciones en el brazo, donde un mayor número indica una mayor flexibilidad en posicionar una herramienta. Esta es una métrica muy práctica, en contraste a la definición abstracta de los grados de libertad, que mide la capacidad global de posicionamiento de un sistema. Dean Kamen, inventor del Segway, presentó recientemente un prototipo de un brazo robótico con 21 grados de libertad para DARPA. Los robots humanoides suelen tener 30 o más grados de libertad, con seis grados de libertad en el brazo, cinco o seis en cada pierna, y varios más en el torso y el cuello.

Seis grados de libertad también es un estilo de jugabilidad donde a menudo no existe la gravedad, y los jugadores son libres de moverse en cualquier dirección tridimensional. Se utiliza en videojuegos como Descent y sus secuelas, y en menor medida en los videojuegos Homeworld y Zone Of The Enders.



En los videojuegos de disparo en primera persona, normalmente, se ofrecen cuatro grados de libertad (cinco si contamos salto/agacharse/natación, o incluso seis si contamos inclinado). El jugador puede moverse en cualquier dirección a lo largo de la tierra y puede alterar el cabeceo y la guiñada, pero no puede rodar” [23].

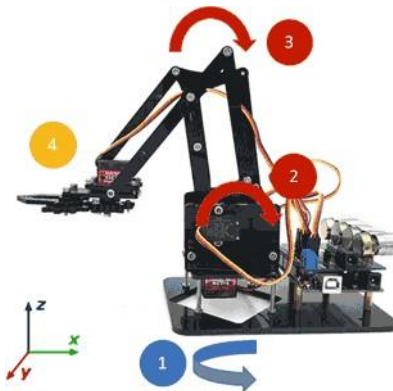
Como aprendimos los grados de libertad son los movimientos independientes que se realizan en un determinado espacio, eso significa que para la siguiente imagen tenemos tres grados de libertad, según lo que aprendimos, este el prototipo didáctico que vamos a utilizar, entre más grados de libertad queremos incluir en un diseño más parámetros de movimiento debemos tener en cuenta para controlar; para iniciar a crear el prototipo didáctico 3 grados son indicados para poder realizar las articulación con coordinación y sin complicaciones.

Eso permitirá que el prototipo de brazo robótico realice:

- 1 grado de libertad: gire horizontalmente derecha/izquierda
- 2 grado de libertad: subir/bajar estructura brazo robótico
- 3 grado de libertad: abrir o cerrar la pinza

### Figura 36

Grados de libertad del prototipo didáctico de brazo robótico, [24].



Planteamos el ejercicio en Arduino donde definimos entradas/salidas, allí nuestro encoder está en los pines 12,7 y 11 para el clic.

### Figura 37

Simulación código de programación mediante el software Arduino, [25].



Para determinar la calibración de los servomotores debemos saber cuál va hacer la posición inicial y final del recorrido, para ello lo puede calcular en la mitad del giro complete para el servomotor de base para que este gire a la derecha e izquierda, a continuación, indicaremos unos valores que tomamos por calculando la posición del servomotor; pero hay que tener en cuenta que puede cambiar dependiendo a como lo ubique cada quien.

### Figura 38

Programación angular de servomotores mediante el software, [26].

```

void AngularServoInit() { // extreme value: 654-2400
  //Base Servo
  AngularServos[ServoBase].PIN = 3;
  AngularServos[ServoBase].MIN = 544;
  AngularServos[ServoBase].MAX = 2335;
  AngularServos[ServoBase].raw_1=544;
  AngularServos[ServoBase].ang_1=45; //This should be
  AngularServos[ServoBase].raw_2=2335;
  AngularServos[ServoBase].ang_2=135; // This should be
  AngularServos[ServoBase].INITANGLE = 90;
}

```

Indicamos el pin 3 que es el pin de la salida física de Arduino, el mínimo y máximo para parametrizar en que campos debe realizar el movimiento, después indicamos en donde debe iniciar la secuencia, pero elegimos para este ejemplo dos diferentes grados arbitrarios el angular 1 = 45° y angular 2= 135°,

Para el siguiente servomotor izquierdo elegimos igualmente cual va hacer el pin que le vamos a indicar las instrucciones con arduino, elegimos nuestro mínimo y máximo para determinar puntos límites de la programación y la siguiente parte es exactamente igual que la anterior a que indicar nuestro punto de partida en la programación y elegimos 2 diferentes grados de libertad.

### Figura 39

Continuación código de programación de servomotores, [27].

```
//Left Servo
AngularServos[ServoLeft].PIN = 5;
AngularServos[ServoLeft].MIN = 400;
AngularServos[ServoLeft].MAX = 2500;
AngularServos[ServoLeft].raw_1=1760;
AngularServos[ServoLeft].ang_1=180;// This
AngularServos[ServoLeft].raw_2=1250;
AngularServos[ServoLeft].ang_2=135; // This
AngularServos[ServoLeft].INITANGLE = 180;
```

Para este punto ya sabemos todos los valores preestablecidos anteriormente de cada motor y por medio de un potenciómetro o una programación fija elegimos si queremos que nuestra programación es manual o automática; para el nivel en que vamos podemos establecer las dos valores;

En la programación manual nos permite verificar cada parámetro de cada servomotor; pero en la automática establecemos una programación definida ya que el brazo robótico puede operar de manera autómata.

Como el código de propagación es bastante largo, se deja el siguiente enlace donde se puede descargar y ver el código de una manera más detallada, para despejar alguna duda [https://github.com/lamjonah/ThisArm\\_Firmware](https://github.com/lamjonah/ThisArm_Firmware)

c) Automatizar el sistema con la programación implementada.

Después de ajustar los parámetros angulares de los servomotores, elegimos la programación a realizar que también está en el enlace dejado anteriormente

### Figura 40

Programación código en Arduino, [28].



```

//-----
// Copyright at end of file.
// please see https://github.com/lamjonah/ThisArm_Firmware for more information.

int InverseKinematicsTransform (double h, double s, double elbow, double elbow);

// By the length of arm, transform s and h to angle input of shoulder and elbow joint
double BackKin_pos1();
double PosKin_pos1();
double d_Max1();
double d_Min1();

//uffers for physical structure
double h_offset_pos1(); // length in MM, that the left and right servo gain rotated than rotation center
//a function to transform h-h to shoulder-elbow, in terms of rotation center
int InverseKinematicsTransform (double h, double s, double elbow, double elbow);
double pos_h;
double h;

```

En esta ventana colocamos los nombres de cada servo y elegimos los valores definidos de movimiento, los datos que aparecen son las distancias que tiene el antebrazo de servomotor todo con el fin de que la programación sea concluyente al momento de ejecutar las instrucciones o compilarlo en el software; acordémonos que para realizar esta programación se debe descargar la librería de los servomotores y también del encoder puesto que al descargar el programa no siempre incluye estas librerías.

### Figura 41

Compilación de la programación; [29].

```

// Copyright et end of file.
// please see https://github.com/letrinh/Chickoo\_Turkey for more information.

//Function for Control
void EncoderBaseControl() {
  AngulaServo[servoSelected].value=AngulaServo[servoSelected].value+ReleaseTurnCount+PressTurnCount *4;
  PressTurnCount=0;
  ReleaseTurnCount =0;

  //Acquire servo output
  for (int i = 0; i < NumOfServo; i++) {
    if (AngulaServo[i].value>AngulaServo[i].MAX)
      AngulaServo[i].value=AngulaServo[i].MAX;
    if (AngulaServo[i].value<AngulaServo[i].MIN)
      AngulaServo[i].value=AngulaServo[i].MIN;
    AngulaServo[i].ServoW.write(AngulaServo[i].value);
  }
}

void EncoderLogicControl() {
  //Acquire value to Logic from Encoder
  AngulaServo[servoSelected].Angle=AngulaServo[servoSelected].Angle+ReleaseTurnCount/2+PressTurnCount;
  PressTurnCount=0;
  ReleaseTurnCount =0;

  //Acquire servo output
  for (int i = 0; i < NumOfServo; i++) {

```

Realizamos la programación en el entorno de arduino y ejecutamos cada case que realizara una función cuando presiones un botón este generara una señal a cada servo generando que se mueva y el encoder registrara ese dato.

### Figura 42

Flujo del programa, [30].

```

void EncoderLogicAngleControl() {
  //Acquire input from Encoder
  switch (servoSelected){
    case 0:
      BaseAngle=BaseAngle+ReleaseTurnCount/2+PressTurnCount;
      PressTurnCount=0;
      ReleaseTurnCount =0;
      break;
    case 1:
      Shoulder=Shoulder+ReleaseTurnCount/2+PressTurnCount;
      PressTurnCount=0;
      ReleaseTurnCount =0;
      break;
    case 2:
      Elbow=Elbow+ReleaseTurnCount/2+PressTurnCount;
      PressTurnCount=0;
      ReleaseTurnCount =0;
      break;
    case 3:
      Claw=Claw+ReleaseTurnCount/2+PressTurnCount;
      PressTurnCount=0;
      ReleaseTurnCount =0;
      break;
  }
}

```

Cuando finalizamos de ejecutar todo el código verificamos la compilación en el software y después lo cargamos en la placa arduino uno donde vemos el funcionamiento de la siguiente manera.

### Figura 43

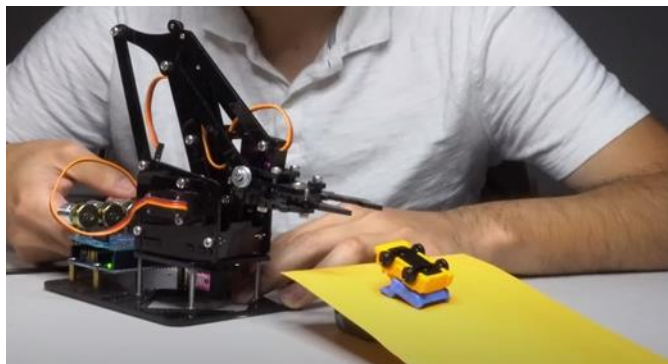
Ejecución del código y funcionamiento, [31].



El brazo robótico funciona efectivamente con 3 grados de libertad lo que le permite coger el juguete moverlo derecha/izquierda; subir/bajar; agarrar/soltar; el funcionamiento manual/automático funciona correctamente controlando el prototipo de brazo robótico por cualquiera de las dos opciones

#### **Figura 44**

Funcionamiento manual/automático, [32].

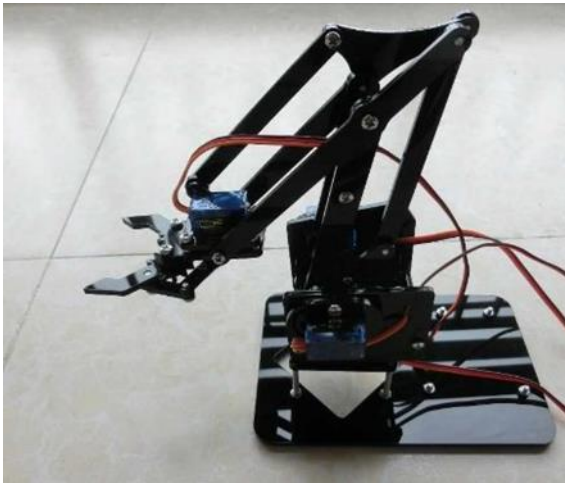


Por ultimo realizamos pruebas del sistema controlados por el software de arduino o mediante unos potenciómetros si lo que se quiere es mover una pieza de forma manual; cualquier adición al sistema en programación o fabricación se debe contemplar las modificaciones en el aumento de potencia para niveles de tensión y corriente lo que puede implicar más elementos para un mejor funcionamiento, en la programación se

debe verificar el código antes de cargarlo a la tarjeta arduino; apoyarse en las referencias bibliográficas para cualquier duda e inquietud.

### **Figura 45**

Prototipo didáctico de brazo robótico, [33].



Hemos finalizamos el Manual de Uso de un Prototipo Didáctico de Brazo Robótico es importante aplicar cada concepto visto en este manual que sirve de guía educativa e instructiva al aprender más del auge tecnológico en el que atraviesa la humanidad. Recordemos que la curiosidad es el primer paso para desentrañar el mundo que nos rodea.

#### **IV. Resultados y análisis**

Se evidenció que existen niveles bajos de información que se tiene en cuanto al uso de prototipos didácticos de brazos robóticos; por lo que al realizar la encuesta se buscaba evidenciar si diferentes personas que trabajaran en Soacha sabían algo de esta tecnología y si lo que requerían era más información en el uso del prototipo de brazo robótico; Poder tener la oportunidad de adquirir un prototipo didáctico de brazo robótico permite tener el acceso a esta tecnología que puede ser costosa pero que por

medio de un prototipo nos permite tener el acercamiento real de un brazo robótico; lo que motiva a las personas a aprender de esta tecnología y crear la viabilidad de tener un brazo robótico en su trabajo o una manera económica didáctica de aprender en la actualidad de esta técnica que está moviendo las industrias del mundo.

El manual de uso de prototipo de brazo robótico es el punto intermedio donde acerca y enseña a cada persona que tenga conocimientos básicos en electrónica desde el paso a paso para adquirir este elemento hasta como se programa, va encaminando al usuario mediante un elaborado manual con una secuencia de instructivos que debe seguir para obtener el conocimiento de la guía técnica; con el fin de que la población Soachuna pueda interactuar y este a la vanguardia tecnológica que crece cada día.

## **V. Plan de mejora**

Como plan de mejora se ha incluido los siguientes ítems:

- ✓ Implementar este manual en instituciones educativas como universidades, colegios, entre otros, para que los más jóvenes puedan tener la oportunidad de interactuar aplicando el uso de esta tecnología, teniendo el conocimiento de lo que actualmente se está trabajando en muchas partes del mundo y puedan realizar una mejora de este prototipo didáctico de brazo robótico.
- ✓ Realizar capacitaciones gratuitas al público de Soacha por parte de la alcaldía para que más personas se sumen recibiendo educación de esta tecnología.

## **VI. Conclusiones**



- ✓ La encuesta arroja que hay un gran acercamiento al uso de esta tecnología, por lo cual el manual, guía de forma educativa la integración entre el saber y el hacer.
- ✓ Por medio de este manual se evidencia, No solo la construcción de un prototipo de didáctico de brazo robótico si no la conciencia de prevenir accidentes en operarios; a corto plazo por tareas peligrosas y a largo plazo por tareas repetitivas.
- ✓ En el municipio de Soacha es necesario tomar la iniciativa par que más personas estén a la vanguardia de herramientas tecnológicas que ayuden y protejan a cada persona.
- ✓ Si educamos nuestros pueblos; en estudiantes, empresarios, trabajadores vamos a tener un crecimiento exponencial a que más personas que trabajan en Soacha adquieran tecnologías como esta, ya que la tecnología funciona como herramienta que facilita a realizar mucho más fáciles las tareas.
- ✓ Por medio del estudio estadístico realizado se denota que la comunidad de Soacha desea capacitarse de manera formal en donde logren aprender sobre el correcto manejo de un prototipo de brazo robótico. Sumándose a esta necesidad de capacitación, es visible la falencia que se presenta en la educación urbanística proporcionada por parte del sistema educativo municipal y gubernamental.

## **VII. Reconocimiento**

En primera instancia agradecer al Líder del Semillero Jaime Andrés Tovar, por su gran liderazgo, dirección y manejo del semillero, que se encuentra en una renovación que busca poder sentar las bases de una nueva generación de investigadores UNIMINUTO que generarán soluciones de ingeniería desde un espectro social, económico, crítico y técnico en las comunidades en las que convivimos diariamente.

## VIII.

### Referencias

- A'ra, J. (21 de Marzo de 2015). *Blogspot*. Obtenido de <https://kudatiwawenehazego.blogspot.com/2015/02/tower-pro-sg90-micro-servo-9g-jelenlegi.html>
- Bermejo, I. (2021). *IBEROBOTICS*. Obtenido de <https://www.iberobotics.com/producto/micro-servo-towerpro-sg90-1-8kg9g0-12seg/>
- DesingnMaker. (18 de Octubre de 2018). *YouTube*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=sUqOYZuE3xA>
- Escalona, E. (Julio de 2014). *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2), 270-277. Recuperado el 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032014000200011&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000200011&lng=es&tlng=es).
- Gonzales, O. (11 de Octubre de 2006). *BRICOGEEK*. Obtenido de <https://blog.bricogeek.com/noticias/modelismo/como-disenar-un-brazo-robot/>
- Jonah. (04 de Agosto de 2016). *GitHub*. Obtenido de [https://github.com/lamjonah/ThisArm\\_Firmware](https://github.com/lamjonah/ThisArm_Firmware)
- Justokay, T. (2015). *juguetes Mecánica agarradera Manipulador*. Obtenido de <https://es.dhgate.com/product/diy-acrylic-robot-arm-robot-claw-arduino/406616968.html>
- Llamas, L. (29 de septiembre de 2016). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-encoder-rotativo/>
- Llamas, L. (26 de Abril de 2018). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/brazo-robotico-arduino/>
- Rodriguez, M. (2021). *mechatronicstore*. Obtenido de <https://www.mechatronicstore.cl/brazo-robotico-acrilico-diy-con-servomotores/>
- SIRP, g. (08 de agosto de 2016). *Wordpress*. Obtenido de <https://sitiointeligenciaa.wordpress.com/grados-de-libertad/>

Steren. (11 de 2021). *Steren S.A.S.* Obtenido de [4]

<https://www.steren.com.co/media/catalog/product/cache/b69086f136192bea7a4d681a8eaf533d/image/20099c5fd/kit-de-mini-brazo-robotico-para- armar.jpg>