

**IMPLEMENTACION DE UN BRAZO ROBOTICO OPERADO CON PLATAFORMA
ANDROID**

JORGE ARMANDO MENDOZA VEGA

**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR SEDE CÚCUTA
FACULTAD DE INGENIERIA PLAN DE ESTUDIOS DE
INGENIERIA DE SISTEMAS
SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

2018

**IMPLEMENTACION DE UN BRAZO ROBOTICO OPERADO CON PLATAFORMA
ANDROID**

JORGE ARMANDO MENDOZA VEGA

*Trabajo de investigación presentado en la asignatura de Formación Investigativa III para
optar el título de ingeniero de sistemas*

Tutor:

Frank Hernando Saenz Peña

Ingeniero de Sistemas

**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR SEDE CÚCUTA
FACULTAD DE INGENIERIA PLAN DE ESTUDIOS DE
INGENIERIA DE SISTEMAS
SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

2018

Tabla de contenido

TITULO	7
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. BENEFICIOS TECNOLÓGICOS.....	3
CAPITULO 2: ALCANCES, LIMITACIONES Y DELIMITACIONES	5
2.1 ALCANCES	5
2.2 LIMITACIONES Y DELIMITACIONES	5
2.2.1 LIMITACIONES	5
2.2.2 DELIMITACION	6
CAPITULO 3: OBJETIVOS	7
3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
3.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
CAPITULO 4: MARCO REFERENCIAL Y ANTECEDENTES.....	8
4.1 MARCO REFERENCIAL.....	8
4.1.1 ANTECEDENTES	8
CAPITULO 5: MARCO TEORICO.....	10
5.1 MARCO TEÓRICO.....	10
5.1.1 QUE ES UN ROBOT	10
5.1.2 ARQUITECTURA DE LOS ROBOTS.....	10
5.1.3 SISTEMAS OPERATIVOS ANDROID.....	12
5.1.4 ARDUINO	15
5.2 IMPRESORAS 3D.....	20
5.2.1 HISTORIA DE LA IMPRESORA 3D	20
5.2.2 FUNCIONAMIENTO	22
5.3. SOLIDWORKS	25
CAPITULO 6: DISEÑO DEL BRAZO ROBOTICO	27
6.1 DISEÑO METODOLOGICO.....	27

6.1.1 ESTRUCTURA TÉCNICA DE UN BRAZO ROBÓTICO	27
6.1.2 GRADOS DE LIBERTAD	28
6.1.3 PAR NECESARIO: SERVOMOTORES MG995	28
6.1.4 TRUCAJE DE LOS SERVOS.....	30
6.1.5 UNIÓN ENTRE MÓDULOS DIFERENTES	30
6.1.6 BASE	32
6.1.7 ANTEBRAZO	35
6.1.8 BRAZO.....	36
6.1.9 MUÑECA	37
6.1.10 PINZA.....	37
6.1.11 BARRAS DE GIRO	38
6.1.12 PIEZA DE AGARRE	39
7. PRESUPUESTO	40
7.1 MATERIALES PARA EL MONTAJE DEL BRAZO ROBOTICO Y SU PRESUPUESTO	40
8. CONCLUSIONES	43
8.1 PLANOS.....	44
8.2 MAPA DE ORDENAMIENTO DE LAS LÍNEAS AUTO PROGRAMABLES DE LA APP.....	51
8.3 CÓDIGO FUENTE.....	52
9. REFERENCIAS.....	55

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Robots con forma humanas	11
Figura 2 Robots móviles	11
Figura 3 Robots Zoomórficos	12
Figura 4 Robots Poliarticulados	12
Figura 5 Teléfono inteligente	14
Figura 6 Tablet	15
Figura 7 Arduino uno	16
Figura 8 Arduino uno power	16
Figura 9 Interfaz del software del arduino uno	18
Figura 10 Logo de la página de arduino	19
Figura 11 Impresoras 3d casera	22
Figura 12 Ejemplos de impresiones 3d	23
Figura 13 Ejemplos de impresiones 3d	23
Figura 14 Ejemplo de impresión 3D	25
Figura 15 Ejemplos de impresión 3D	26
Figura 16 Ejemplos de impresión en 3D	26
Figura 17 servomotores	29
Figura 18 Uniones entre módulos	31
Figura 19 Uniones entre módulos y tornillos	31
Figura 20 Base de sujeción creadas en solidworks	32
Figura 21 Base de sujeción creada en solidworks	33
Figura 22 Base de agarre del servo motor y giratoria creada en solidworks	33
Figura 23 Anillos o arandelas de rotación creadas en solidworks	34
Figura 24 Anillos o arandelas de rotación creadas en solidworks	34
Figura 25 Hombro con unión al antebrazo	35
Figura 26 Pieza del Antebrazo de la parte izquierda	35
Figura 27 Pieza del brazo	36

Figura 28 Pieza de comunicación del brazo con la muñeca	36
Figura 29 Pieza que se conecta y comunica el brazo con la muñeca	37
Figura 30 Base que comunica la muñeca con la pinza	38
Figura 31 Barra de giro	38
Figura 32 Pinza de agarre	39

TITULO

**IMPLEMENTACION DE UN BRAZO ROBOTICO OPERADO CON PLATAFORMA
ANDROID**

**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR FACULTAD
DE INGENIERIA**

Programa ingeniería de Sistemas

Línea de Investigación: tecnológica e Investigativa

**IMPLEMENTACION DE UN BRAZO ROBOTICO OPERADO CON PLATAFORMA
ANDROID**

Autores:

MENDOZA VEGA JORGE ARMANDO

Tutor:

FRANK HERNANDO SAEZ PEÑA

Ingeniero de Sistemas

Fecha: **2018-1**

INTRODUCCION

Este proyecto se lleva a cabo con fines educativos demostrando la conectividad y control de un brazo robótico direccionado por medio de un celular inteligente.

Para demostrar la viabilidad del brazo robótico, se diseñara y se construirá un brazo robótico el cual tendrá unos servomotores los cuales les trasmitirá los movimientos necesarios. El sistema que se utilizara para el diseño será solidworks.

Se tendrá en cuenta las posibles modificaciones en los diferentes módulos del brazo y se entregaran las bases con fines educativos

Se implementara un software para el control y manejo del brazo robótico el cual será monitoreado por medio de un celular inteligente donde trasmitirá los impulsos que serán tomados y efectuados por el brazo.

CAPITULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el programa de ingeniería de sistemas de la universidad Simón Bolívar Cúcuta no presenta una materia que está enfocada a los sistemas móviles ni robóticos, aunque existen programas de investigación y avances tecnológicos. Se plantea llevar a cabo un proyecto encaminado a la robótica y plataformas Android para la solución de necesidades prácticas, en las cuales se quiere también motivar más a los estudiantes de la universidad Simón Bolívar Cúcuta para el desarrollo tecnológico para la región el cual sería un punto estratégico para su proyección no solo en Colombia sino también en países vecinos.

En los últimos años transcurridos las plataformas Android y los sistemas robóticos han generado un cambio significativo ante necesidades de generar elementos prácticos hacia la sociedad.

Uno de los motivos principales del proyecto es generar bases para un desarrollo de un sistema robótico gestionado por dispositivos móviles y plataformas Android, lo cual se puede adaptar para diversos aplicativos.

Investigando los avances tecnológicos y las dichas herramientas que la mayoría de los colombianos podemos disfrutar en la vida cotidiana, se genera la pregunta de ¿cómo se puede generar este sistema de forma remota el cual su control sea más portable que la computadora pero con un interfaz gráfica agradable al ojo humano?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día todos los desarrollos tecnológicos están basados en la comodidad y confort de las personas ya sea en el trabajo en los hogares o en otros ambientes diferentes ya nombrados anteriormente minimizando costos y aumentando la estabilidad y confort de las personas.

Pero últimamente los robots que son creados, son diseños con un estilo parecido a los humanos llamados humanoides, los cuales su adquisición es muy costosa por eso se propone la IMPLEMENTACION DE UN BRAZO ROBOTICO OPERADO CON PLATAFORMA ANDROID con prototipos básicos y elementales el cual se pueda adaptar a diversas aplicaciones móviles generando un menor costo y dando un conocimiento básico del funcionamiento ya sea a estudiantes o profesores para su manejo y control del prototipo

El proyecto IMPLEMENTACION DE UN BRAZO ROBOTICO OPERADO CON PLATAFORMA ANDROID radica en determinar los alcances y limitaciones que ofrece este sistema ya antes mencionados para que proporcione soluciones a los retos comercio e industria y también a la mejora de la vida cotidiana de las personas

Ya generando este proyecto y teniendo en cuenta su adaptación diversa a áreas se pueden generar los siguientes beneficios que son:

1.3. BENEFICIOS TECNOLÓGICOS

El desarrollo tecnológico en Colombia se ha tratado de obtener una mejora ofreciendo estudios y oportunidades en diferentes áreas como lo es la informática de sistemas en el cual generan incentivos a los estudiantes que enfocan sus actividades al mejoramiento de un área específica para el confort de las personas.

Con el proyecto IMPLEMENTACION DE UN BRAZO ROBOTICO OPERADO CON PLATAFORMA ANDROID se pretende establecer un antecedente en donde se une la

informática con la electrónica y parte de programación móvil en beneficio hacia la universidad simón bolívar Cúcuta y la región como lo es:

- programación: creación de la interfaz en Android
- conexión :partimos desde la parte de las telecomunicaciones generando una implementación de conexión inalámbrica entre dispositivo y el robot
- robótica: implementación de un brazo robótico para incentivar a los estudiantes de ingeniería de sistemas a la creación y unión de nuevas tecnologías para la comodidad de las personas

CAPITULO 2: ALCANCES, LIMITACIONES Y DELIMITACIONES

2.1 ALCANCES

EL tipo de investigación será llevado de acuerdo a lo planteado en el manual de anteproyecto de ingeniería de sistemas

El proyecto se realizara en la universidad Simón bolívar Cúcuta con fin educativo y con fines de adaptaciones los cuales se abordan áreas para su desarrollo tales como la informática, las telecomunicaciones, la robótica, la electrónica y la programación

El desarrollo del proyecto y del prototipo robótico ira desde el diseño y adaptación de la estructura mecánica y robótica que permita tanto un desplazamiento controlado con una interfaz gráfica desarrollada en la plataforma Android el cual su funcionamiento se generaría en un teléfono inteligente.

El proyecto diseño e implementación de un brazo robótico operado con plataforma Android culminara con el brazo robótico funcionando operado por una plataforma Android

2.2 LIMITACIONES Y DELIMITACIONES

2.2.1 LIMITACIONES

- los componentes que conforman la estructura del robot no son los mejores en cuanto a propiedades electrónicas o mecánicas por el costo de lo mismo. Esto afectara el estímulo de respuesta del robot
- la comunicación del teléfono inteligente entre el robot puede estar limitada a obstáculos

- la herramienta a utilizar es la plataforma Android, por lo tanto estará limitada a la programación de acuerdo al teléfono inteligente

2.2.2 DELIMITACION

- el robot se va a enfocar al direccionamiento que le establezca el teléfono inteligente por medio de la plataforma Android
- la interfaz del teléfono móvil ordenara al robot su direccionamiento
- diseñar e implementar el robot
- diseñar e implementar la interfaz gráfica y la programación del robot
- realizar los ajustes al diseño

CAPITULO 3: OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1.1 OBJETIVO GENERAL

IMPLEMENTACION DE UN BRAZO ROBOTICO OPERADO CON PLATAFORMA ANDROID.

3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- analizar información sobre vehículos robóticos y la Programación de aplicaciones para dispositivos Android.
- Definir un sistema de transmisión de datos apropiado para la comunicación Entre un dispositivo con plataforma Android
- implementar la meca trónica del brazo robótico.
- Diseñar la estructura de manera que se puedan añadir mejoras.
- implementar la programación del brazo robótico y la interfaz Gráfica en Android.

CAPITULO 4: MARCO REFERENCIAL Y ANTECEDENTES

4.1 MARCO REFERENCIAL

En esta parte se presentara una serie de antecedentes relacionados con los dispositivos móviles y su manejo por medio de plataformas Android y el manejo de robots por medio de dispositivos móviles también se hablara de conceptos relacionados con robots su locomoción y operación y su historia.

4.1.1 ANTECEDENTES

- En el 2012, Juan Domingo Gálvez Cobo, de la Universidad Carlos III de Madrid, en su trabajo de fin de grado “Tele operación del robot NAO mediante dispositivos móviles Android” [1], realiza la tele operación de un robot tipo humanoide comercialmente llamado NAO, mediante una conexión inalámbrica con una interfaz gráfica diseñada en Android.
- En el 2012, Oscar F. Gaidos Rosero, de la Universidad de Brasilia, en su tesis de maestría “Sistema móvil de monitoreo y entrenamiento para ciclista con Smartphone Android” [2], desarrolla un sistema de monitoreo para ciclistas, el cual se compone de una aplicación para un Smartphone donde muestra datos como distancia recorrida, tiempo, velocidad, altitud y de la forma de adquisición.
- En el 2011, Pol Bitlloc Font y Mario Mancera, de la Universidad Politécnica de Cataluña, en su trabajo de final de carrera “Control inalámbrico de un robot móvil mitjançant iPhone” [3], realizaron el control de un robot móvil a través de un teléfono de forma inalámbrica, mediante Arduino UNO, realizando tratamiento de datos y comunicación entre PC y el teléfono móvil.
- En el 2009, Villa Medina Francisco, Gutiérrez Joaquín y Porta Gándara Miguel, del Grupo Ingeniería Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., en su artículo “Vehículo robótico: autónomo y tele operado con una PDA” [4], realizaron un vehículo

robótico de cuatro ruedas que funcionaba de forma autónoma y tele operada mediante una interfaz gráfica en PDA.

- En el 2008, Oscar Padilla Montiel, de la Universidad de las Américas Prueba, en su tesis de maestría “Manipulador tele operado inalámbricamente” [5], desarrolla un control con un guante de una mano robótica de forma inalámbrica.
- En el 2003, Alaa Mohamed Khamis Rashwan, de la Universidad Carlos III de Madrid, en su tesis doctoral “Interacción remota con robots móviles basada en internet” [6], desarrolla una arquitectura software para un laboratorio remoto en el campo de robótica móvil, y también hace un estudio para hacer la tele operación con dispositivos móviles tales como PDAs (asistente digital personal) y teléfonos inteligentes.

CAPITULO 5: MARCO TEORICO

5.1 MARCO TEÓRICO

En esta parte a continuación se mostrara unos fundamentos teóricos los cuales son los más importantes para la elaboración del proyecto como lo es el término robot, formas de funcionamiento, locomoción, sistemas operativos, sistemas móviles.

5.1.1 QUE ES UN ROBOT

Es un objeto que recibe uno o varios mandos para la generar una o varias respuestas con el fin de dar solución a una necesidad.

Pero la institute of américa después denominada robot industries Association (RIA) DICE:

Que un robot es un manipulador funcional reprogramable, capaz de mover material, piezas herramientas o dispositivos especializados mediante movimientos variables programados, con el fin de realizar tareas diversas

La real academia española define el termino robot: “maquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes de reservadas solo a las personas.

5.1.2 ARQUITECTURA DE LOS ROBOTS

Hoy en día existen diferentes tipos de robots, entre ellos están los que tienen formas y movimientos similares a los del ser humano y animales o plantas pero todos se diferencian por sus capacidades y se las cuales se clasifican en 4 formas que son:

1. Androides: robots con forma humana que imita el comportamiento de un ser humano, la utilidad en la actualidad es solo para experimentación. La limitante principal de este prototipo es el equilibrio a la hora de un desplazamiento, pues ya que es bípedo.



Figura (1) robots con forma humanas

2. Móviles: se desplazan por medio de ruedas o un sistema de plataforma rodante los cuales aseguran el transporte de piezas de un punto a otro.

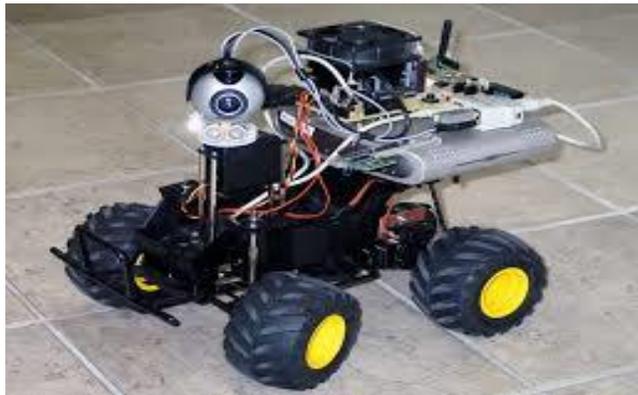


Figura (2) robots móviles

3. Zoomórficos: es aquel que tiene un sistema de locomoción el cual imita o simula el movimiento de los animales. La aplicación o manejo de estos robots sirve para la exploración de lugares remotos los cuales no tiene acceso el ser humano



Figura (3) robots Zoomórficos

4. Poliarticulados: mueven sus extremidades con pocos grados de libertad. Su utilidad es principalmente industrial para desplazar elementos que requieran cuidado



Figura (4) robots Poliarticulados

5.1.3 SISTEMAS OPERATIVOS ANDROID

Este es un sistema creado para celulares inteligentes Smartphone y/o tabletas Tablet en el cual este sistema operativo que se basa en Linux diseñado para estos prototipos tecnológicos anterior mente mencionados el cual se permite implementarlos en una gran cantidad de dispositivos a diferencia de las políticas de open source del sistema ios de Apple.

Un sistema Android es un sistema que le ofrece más prestaciones y una mayor flexibilidad hacia la interfaz del usuario facilitando también la multitarea y un mejor control de las aplicaciones abiertas permitiendo la personalización de su pantalla.

“Funciones multitarea más avanzadas, que permiten desplazarse entre tareas, ver las aplicaciones recientes y gestionar los mensajes entrantes “

“Diseño integrado que incorpora los botones virtuales «atrás», «inicio» y «aplicaciones recientes», eliminando así los botones de la carcasa”

“Widgets redimensionales, que se pueden ampliar con facilidad para mostrar mejor su contenido o reducir para ahorrar espacio”

“Acceso directo a determinadas tareas y notificaciones sin desbloquear el teléfono, como la cámara fotográfica, las notificaciones de mensajes o a la opción de reproducir música”

“Mayor rapidez a la hora de eliminar notificaciones, tareas y pantallas emergentes del navegador “

“Entrada de texto mejorada y función de corrección ortográfica para facilitar la escritura. También se ha añadido un nuevo paquete de diccionarios, lo que mejora la corrección de errores y las sugerencias de palabras”

“Potente herramienta de dictado por voz que permite dictar texto, hablar de forma continuada durante un periodo prolongado, hacer pausas e incluso añadir puntuación para que las frases sean más correctas desde el punto de vista gramatical”

“Control del consumo de datos para adaptarse a las necesidades de los usuarios que disponen de planes con límite de descarga”

“Herramientas de accesibilidad más avanzadas para personas invidentes, con un sistema de exploración táctil de la pantalla”

5.1.3.1 Teléfonos inteligentes

Que un **Smartphone** (del inglés Smart: inteligente y phone: teléfono), es un teléfono móvil que te permite llevar a cabo acciones propias de una PDA (Personal Digital Assistant o Asistente digital personal), más allá de lo fuera de lo común en todos los móviles, es decir, llamadas de voz y SMS (Small Mensaje Service – Servicio de mensajes cortos) [13].

La potencia de cálculo de un Smartphone es comparable a la de un ordenador de escritorio o portátil, además deben de ser capaces de ejecutar un sistema operativo móvil (SO móvil) completo e identificable, este SO para móviles ha de tener su propia plataforma de desarrollo de aplicaciones y permitir que estas tengan una mejor integración con el software base y el hardware del teléfono [13] FIGURA [5].



Figura [5] teléfono inteligente

5.1.3.2 Que es una tablet

Una Tablet es una computadora con forma de tabla, sin teclado y con una gran pantalla sensible al tacto. Para tener una idea de cómo es una, sólo basta pensar en un "iPhone gigante", con una pantalla de 7 a 10 pulgadas. La mayoría de las tabletas salen de fábrica con conexión 3G y Wifi, o sea, listos para acceder a internet [14] FIGURA [6].



Figura [6] TABLET

5.1.4 ARDUINO

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar.

5.1.4.1 Tarjeta Arduino

Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros

artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autonomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo con Flash, Processing, MaxMSP, etc.). [22]

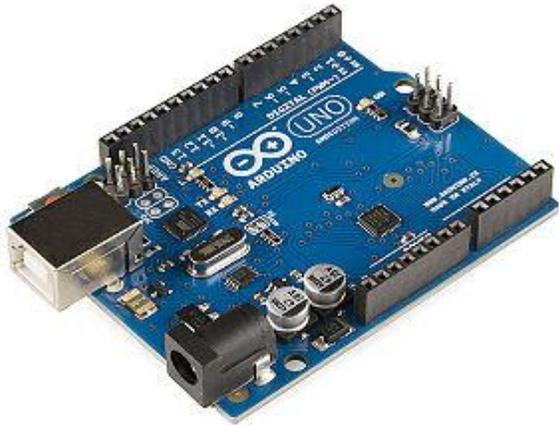


Figura 7 Arduino uno

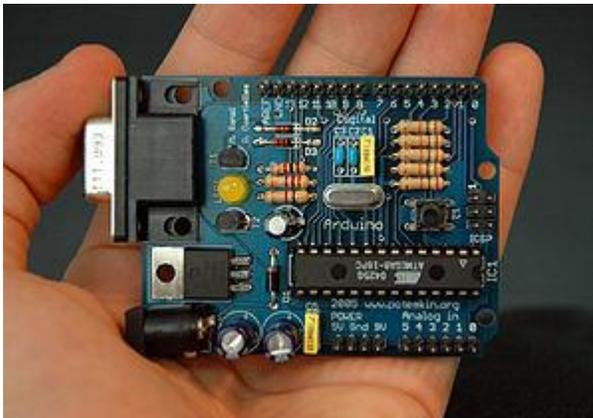


Figura 8 Arduino uno power

Si nos adentramos en el software de la tarjeta Arduino podemos conseguir infinidad de librerías y líneas de programación que puedes utilizar modificar a tu necesidad ya que es un sistema libre gratuito ya que con licencias libres creative commons.

Existen multitud de diferentes versiones de placas Arduino. Se diferencian entre sí en potencia, tamaño, pines de control e incluso aplicaciones en este proyecto utilizaremos la placa de Arduino uno la cual tiene las siguientes características que son:

- Microcontrolador: ATmega328. Hoja de características en el anexo 1.
- Pines digitales de entrada/salida: 14 (6 de los cuales pueden ser usados como salidas PWM) 5v
- Voltaje de operación: 7-12v
- Voltaje de entrada recomendado: 6-20v
- Voltaje de entrada: 6
- Pines analógicos: 40ma
- Intensidad dc por cada pin e/s: 50ma
- Intensidad dc por cada pin 3.3v: 32kb(atmega328)
- Memoria flash: 2kb(atmega328)
- Sram: 1kb (atmega328)
- Eeprom: 16mhz
- Frecuencia de reloj

La alimentación de la palca arduino puedes ser por un puerto USB de manera externa o por medio de una fuente de poder ya que por el puerto USB hay una intensidad de 0.5 amperios en cambio por medio de la fuente, la intensidad recibida seria proporcionada por la fuente por medio del pin VIN.

En cuanto a las entradas o salidas los 14 pines digitales disponibles trabaja a 5v los pines con funcionalidades más importantes son los siguientes:

- Serial (RX o TX): Usados para recibir (RX) o transmitir (TX).
- PWM (3, 5, 6, 9, 10, 11): Proveen salidas PWM de 8 bits necesarias para el control de los servomotores

Por otro lado, cada uno de los 6 pines analógicos (A0 - A5) permite una resolución de 10 bits (1024 valores diferentes). Por defecto trabajan a 5V, aunque se puede cambiar su rango superior mediante el pin de AREF. Los pines con funcionalidades más importantes son los siguientes:

- AREF: Voltaje de referencia para entradas analógicas.

- Reset: Provoca el reset del microcontrolador.

Arduino además de su completa placa y su software libre también permite la comunicación con otro ordenador, otra placa u otro micro controladores.

5.1.4.2 Sistema arduino

El IDE de Arduino es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación; es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Además incorpora las herramientas para cargar el programa ya compilado en la memoria flash del hardware.

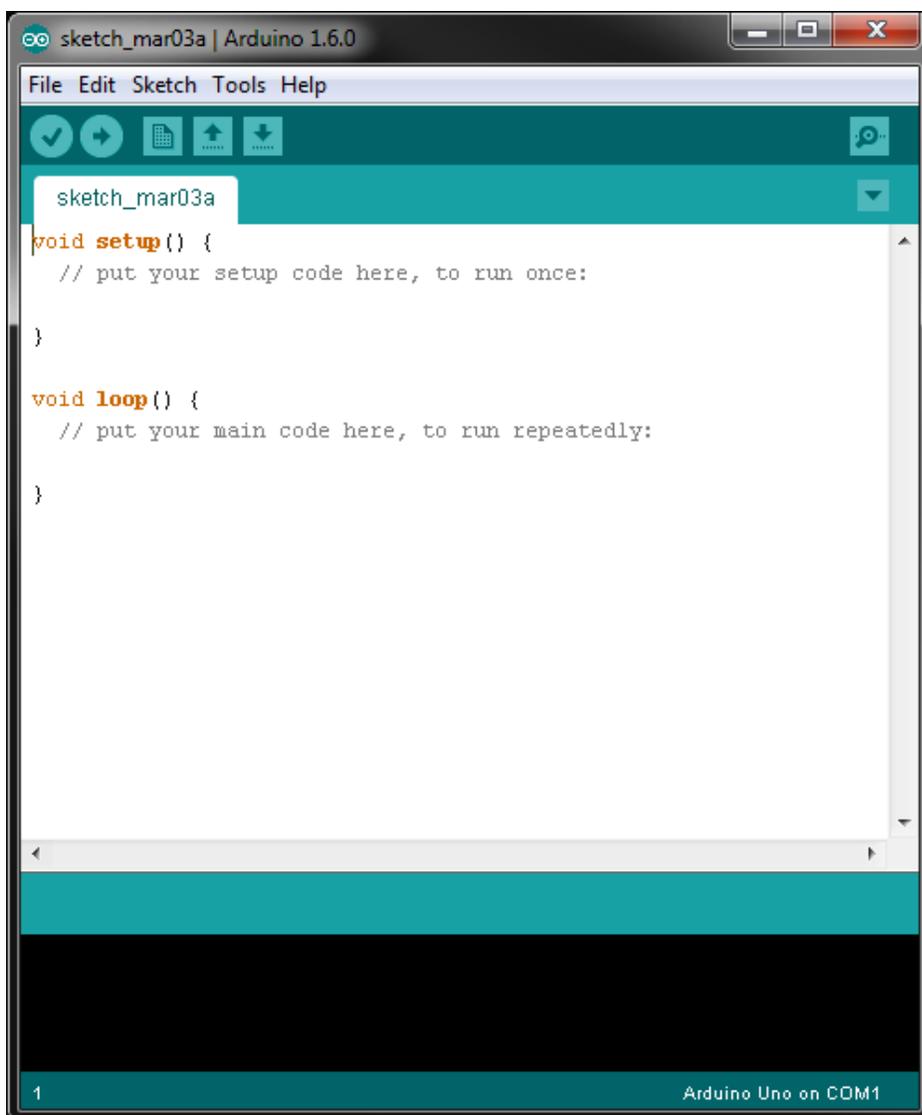


Figura 9 Interfaz del software del arduino uno

Es destacable desde la aparición de la versión 1.6.2 la incorporación de la gestión de librerías y la gestión de placas muy mejoradas respecto a la versión anterior y los avisos de actualización de versiones de librerías.

Además del IDE instalado en local, hay disponible un IDE on-line dentro del entorno Arduino Create que es una plataforma on-line integrada que permite escribir código, acceder a contenido, configurar placas y compartir proyectos, muy enfocado al Internet de las Cosas (IoT).

También existen otros IDE alternativos como Atmel Studio.

Un factor del éxito de Arduino ha sido la comunidad que está apoyando este proyecto y que día a día publica nuevo contenido, divulga y responde a las dudas.

En Internet hay disponible todo tipo de cursos, tutoriales, herramientas de consulta, proyectos, etc... que ayudan a que se pueda usar Arduino con facilidad



Figura 10 Logo de la página de arduino

5.2 IMPRESORAS 3D

5.2.1 HISTORIA DE LA IMPRESORA 3D

La primera vez que se utilizó la fabricación por capas (AM) fue durante los últimos años de 1980 y los primeros años de 1990, como prototipo rápido (RP).

Los prototipos permitían examinar el diseño físico del objeto y probarlo antes de empezar a producir de manera masiva el producto. El RP permitía obtener prototipos de una manera mucho más rápida que lo que se había utilizado hasta entonces, normalmente dentro de un margen de días o incluso horas después de concebir el diseño. Los diseñadores creaban el modelo en un software CAD y las máquinas seguían ese código para determinar cómo construir el objeto. Según se "imprimían" las diferentes capas cruzándose entre sí, nacía el concepto de impresión 3D.

Según transcurrían los años, se pulían los detalles de la impresión 3D, mejorando los tiempos de impresión, el tiempo que se necesitaba para terminar la pieza, la precisión... Los procesos ahora son más rápidos, los materiales y el equipo necesario es mucho más barato y cada vez más materiales están siendo adaptados para la impresión.

Al mismo tiempo que evolucionaba la técnica de la impresión por capas, también surgían importantes avances en las diferentes máquinas de impresión 3D. El origen de este tipo de impresoras es el proyecto RepRap iniciado por Adrian Bowyer en el año 2004 con el objetivo de desarrollar una máquina autor replicante de código abierto. En mayo de 2007 el primer prototipo, llamado Darwin fue terminado y más tarde se logró la primera replicación.

Desde entonces, la comunidad RepRap (máquinas originales RepRap y diseños derivados) ha crecido de manera exponencial con una población estimada actual de alrededor de 4.500 máquinas. La segunda generación RepRap, llamada Mendel, fue terminada en Septiembre de 2009.

Algunas de las principales ventajas de las impresoras de Mendel sobre Darwin son su mayor área de impresión, mayor eficiencia de los ejes, montaje más simple y sencillo, más barata y ligera y mayor portabilidad.

Inicialmente, Darwin y Mendel no fueron diseñados para el público en general, sino para las personas con algunos conocimientos técnicos. A medida que el proyecto RepRap fue adquiriendo carácter OpenSource, pequeñas empresas fueron apareciendo para comenzar a comercializar estas impresoras 3D, así como sus diseños derivados. La primera empresa fue MakerBot Industries, fabricando un primer lote de la Cupcake CNC en Abril de 2009. Sin embargo, aún quedaba un gran paso por dar y que incrementaría en gran manera la difusión de esta tecnología. El objetivo era encontrar un equilibrio entre la calidad y el precio, de manera que cualquier usuario pudiera tener su propia impresora en casa a un precio asequible y sin tener que recurrir a una inversión alta en una máquina profesional.

Con este motivo surgió la impresora Thing-O-Matic de la empresa MakerBot y a la cual ha tenido acceso el autor a través de la Universidad Carlos III de Madrid. Esta impresora pertenece a la familia de impresoras 3D de bajo coste y entre sus ventajas destacan:

- Bajo coste comparado a las profesionales (alrededor de 950€).
- Soporte técnico a través de la comunidad.
- Bajo coste de material (plástico).

Por otro lado, entre sus desventajas, podemos encontrar:

- Plataforma de impresión pequeña.
- Tiempos de impresión altos.
- Alta parametrización para conseguir calidades altas.

En la actualidad, el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad Carlos III de Madrid dispone de una MakerBot Thing-o-Matic para uso de los estudiantes. Dicha impresora fue totalmente montada por los alumnos y a día de hoy cualquier persona tiene libre

acceso a ella. Su principal objetivo se define como el de estimular la imaginación y mejorar la creatividad de sus usuarios.

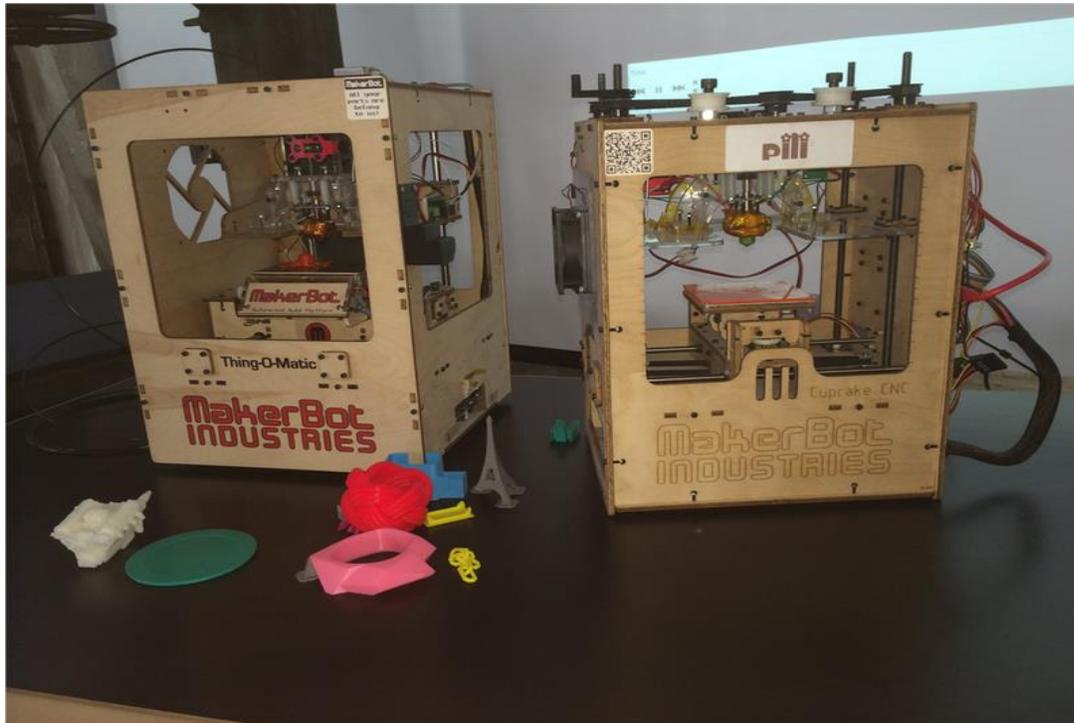


Figura 11 Impresoras 3d casera

5.2.2 FUNCIONAMIENTO

La tecnología de impresión en 3D nace de la idea de crear objetos físicos a partir de un programa CAD en un ordenador. Esta tecnología, aparentemente fuera del alcance de muchos, ha ido evolucionando hasta tal punto que piezas de diseños complicados son ahora fácilmente imprimibles y replicables mediante una impresora 3D.

Pero, ¿cómo funciona una de estas impresoras? Bien, para empezar hay que entender el conjunto de tecnologías de fabricación que se incluyen con la impresión 3D. A este conjunto se le denomina "Additive manufacturing (AM)" y consiste en la creación de un objeto mediante la adición de material por capas. Esta idea no es tan artificial como parece, ya que, sin ir más lejos, podemos basarnos en el ejemplo de la formación de estalagmitas y estalactitas donde, a través de los años, se han ido depositando capas y capas de depósitos de mineral debido a las pequeñas

corrientes de agua. La única diferencia entre este proceso y el de una impresora 3D es la rapidez y que el proceso se puede regular mediante un software de ordenador.

Aplicaciones

Los límites de esta tecnología aún están por determinar, puesto que desde las industrias de la automoción, médica e incluso aeroespacial hasta la del arte se han interesado por los resultados que ofrece. Esto se debe, sobre todo, al crecimiento exponencial que está experimentando debido a la gran cantidad de profesionales que han apostado por su utilización en diferentes campos.

Por ejemplo, en el campo de las prótesis está teniendo bastante auge debido al reducido coste y su alta fiabilidad. Igualmente, en el campo de la ingeniería se están produciendo enormes progresos en este aspecto, puesto que se realizan test de fuerzas para experimentar con los diseños y luego extrapolar los resultados a tamaño real. De esta manera, el coste del prototipo es mucho menor, mientras que los resultados que ofrece son mucho más satisfactorios y verídicos. Por último, el campo de la impresión en 3D también tiene su aplicación en el arte y la moda. Diseñadores y artistas entienden este arte como una innovación para conseguir objetos con nuevos materiales y formas geométricas extravagantes y únicas.



Figura 12 Ejemplos de impresiones 3d



Figura 13 Ejemplos de impresiones 3d

Procesos de impresión

Independientemente del modelo de impresora, el proceso de impresión generalmente sigue los siguientes pasos:

- Paso 1: CAD: Creación del modelo 3D usando un software de ayuda por ordenador (CAD). El software provee de imágenes donde se puede comprobar la integridad estructural de lo que se espera sea el producto final, usando simulaciones bajo ciertas condiciones.
- Paso 2: Conversión a STL: Se convierte el dibujo en CAD a formato STL. Este formato (acrónimo de standard tessellation language), es un formato de archivo desarrollado por "3D Systems" en 1987 para máquinas de estereolitografía.
- Paso 3: Transferir el STL a la máquina AM: Se transmite el archivo STL al ordenador que está conectado a la impresora 3D. En él se determina el tamaño y la orientación de la pieza.
- Paso 4: Preparación de la máquina: Se prepara la máquina con el plástico o cualquier otro material necesario para la impresión.
- Paso 5: Impresión: Se espera a que la máquina imprima la pieza. El proceso es prácticamente automático. El grosor de cada capa es aproximadamente 0.1 mm, aunque se puede regular. Dependiendo de la máquina o los materiales usados, el proceso puede requerir más o menos horas.
- Paso 6: Obtención del objeto: Se retira el objeto respetando un tiempo de espera para que la plataforma de impresión no siga calentando.
- Paso 7: Post-procesamiento: Se perfecciona la pieza obtenida lijando los bordes o realizando cualquier otra acción necesaria para conseguir la pieza final. Esto puede incluir sumergir la pieza en agua para disolver plásticos solubles al agua.
- Paso 8: Aplicación: Finalmente, se hace uso de la pieza.

5.3. SOLIDWORKS

Solidworks es un programa de diseño mecánico en 3D con el que puedes crear geometría 3D usando sólidos paramétricos, la aplicación está enfocada a diseño de producto, diseño mecánico, ensambles, y dibujos para taller. Solidworks diseña de forma que va dejando un historial de operaciones para que puedas hacer referencia a ellas en cualquier momento.

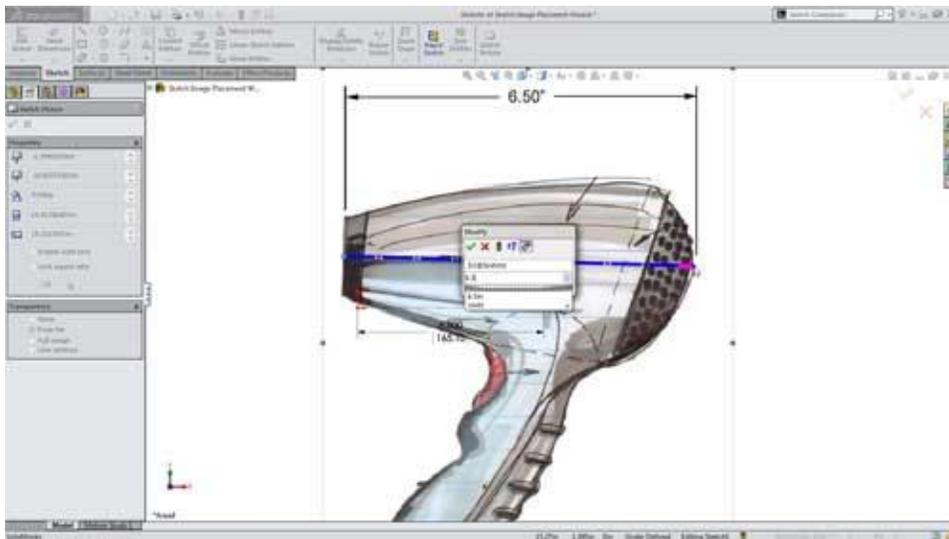


Figura 14 Ejemplo de impresión 3D

Solidworks tiene soluciones para industrias de plásticos, lámina delgada, eléctrica, simulación y análisis por elementos finitos, el programa incluye un módulo inteligente de detección de errores de diseño y módulos para diseño sustentable. Como herramienta de diseño 3D es fácil de usar, acompaña al ingeniero mecánico y el diseñador industrial en su desempeño diario.

Con Solidworks puedes diseñar piezas mecánicas en 3D, evaluar ensambles de varias piezas y producir dibujos de fabricación para el taller, además podrás manejar los datos de diseño en su sistema de administración PDM y llevar un control de las versiones de dibujos.

Al diseñar puedes evaluar el impacto ambiental del diseño, simular virtualmente las condiciones y análisis del diseño en situaciones reales y optimizar su desempeño. El programa

está basado en un motor de modelado de sólidos y también contiene comandos de creación, edición de superficies complejas, además es asociativo entre los modelos 3D y sus dibujos.



Figura 15 Ejemplos de impresión 3D

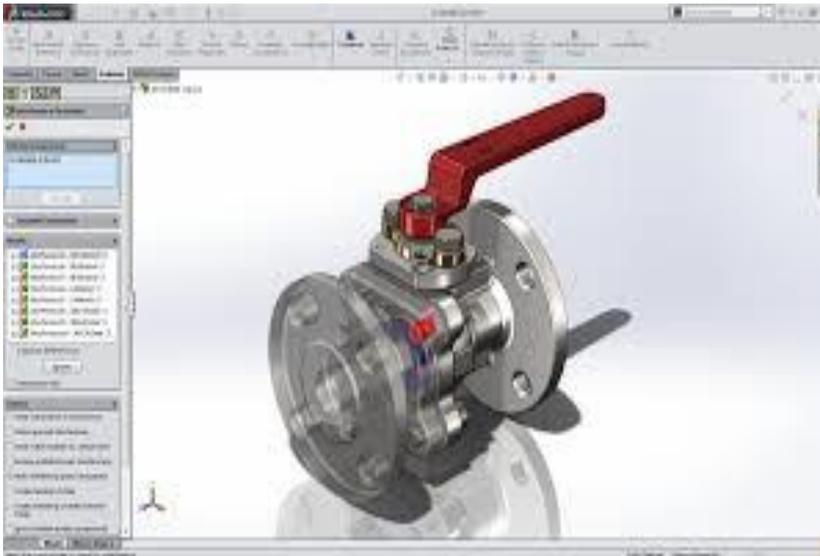


Figura 16 Ejemplos de impresión en 3D

CAPITULO 6: DISEÑO DEL BRAZO ROBOTICO

6.1 DISEÑO METODOLOGICO

6.1.1 ESTRUCTURA TÉCNICA DE UN BRAZO ROBÓTICO

Un robot mecánicamente está conformado por elementos o eslabones unidos en serie lo cual genera unas articulaciones que son las que permiten el movimiento relativo entre cada dos elementos consecutivos. La mayor parte de estos brazos robóticos su forma física se basa en la anatomía del brazo humano lo cual para nombrar sus partes o estructuras se hace referencia al nombre o términos como cuerpo, brazo, codo, muñeca.

Además estos tipos de robot también emplean una serie de rotaciones ya sean esférica, plana, tornillo, prismática, rotación o cilíndrica, según como sea la necesidad. Estas rotaciones son empleadas por un manipulador en lo cual es importante comentar que ha mayor cantidad de módulos que forman parte del mismo afectaría de manera directa el alcance del robot así como las diferentes posiciones que pueda alcanzar.

El sistema propuesto para este proyecto consiste en el siguiente número de módulos

- Hombro: permite un giro de 180 grados alrededor de la base (eje z) el cual trasladara a través del espacio (eje x y eje y) el objeto a manipular
- Codo: permite un giro de 180 grados el cual transportara el objeto a manipular verticalmente (eje z)
- Muñeca: permite un giro de 180 grados el cual permite dar la orientación al objeto a manipular

A demás de estos tres GDL se tiene un movimiento más, el cual permite abrir y cerrar el gripper (efector final), cuya principal función será de agarrar y soltar el objeto a manipular.

6.1.2 GRADOS DE LIBERTAD

Teniendo en cuenta lo anterior cada movimiento que se genera independiente en una articulación del brazo robótico se denomina grado de libertad (GDL). La cantidad de grados de libertad se da por la suma de los grados de libertad de las articulaciones que componen dicho brazo. En este proyecto se emplea las rotaciones prismática la cual contiene un solo grado de libertad cada una (GDL) este número de GDL puede coincidir con la cantidad de articulaciones que componen el brazo.

La forma de combinar las articulaciones de varias maneras se puede dar por la función que debe realizar el brazo robótico. Si se desearía posicionar un objeto en cualquier lugar del espacio se requiere un brazo robótico aproximado de 6 GDL lo cual se debe tener en cuenta la posición y la orientación. En este proyecto solo se maneja con 3 GDL ya que el objetivo del proyecto es demostrar la funcionalidad del brazo robótico. Siendo esto así se podría incluir más módulos una vez se haya comprobado el correcto funcionamiento del brazo

6.1.3 PAR NECESARIO: SERVOMOTORES MG995

Los servomotores propuesto para este proyecto son los MG995. Estos servomotores son los que dotaran de movimiento al brazo robótico. Unos de los principales motivos que genera esta elección es su cómodo precio y su rango de giro ya sea de 120 grados o modificar para un alcance de 360 grados



Figura 17 servomotores

Fabricante: Lofty Ambition

Características:

Voltaje de operación: 4.8 V a 7.2 V

Alta velocidad

Velocidad de operación: 0.2 s/60° (4.8 V), 0.16 s/60° (6 V)

Torque detenido: 8.5 kgf·cm (4.8 V), 10 kgf·cm (6 V)

Con doble cojinete

Ángulo de rotación: 120° aprox.

Banda muerta: 5 μs

Peso: 55 g

Dimensiones: Largo 40.7 mm, ancho 19.7 mm, altura 42.9 mm aprox.

Largo del cable: 31 cm aprox.

Con piñonera metálica

Incluye 2 brazos o cuernos (horns), tornillo de sujeción, 4 tornillos para montaje del servo, 4 gomas de suspensión, 4 ribetes metálicos para las gomas, y cable de conexión con conector

Conector universal tipo "S" compatible con la mayoría de receptores incluyendo Futaba, JR, GWS, Cirrus, Blue Bird, Blue Arrow, Corona, Berg, Spektrum y Hitec, entre otro

El servo dispone de tres cables

- Cable Rojo: alimentación (+)
- Cable café :alimentación (-) o tierra
- Cable naranja: señal PWM (pulse width modulation)

6.1.4 TRUCAJE DE LOS SERVOS

En algunos proyectos robóticos los servos motores no solo se utilizan para dotar de movimiento sino que también se utilizan para generar ángulos de giro y generar un mayor control de una posición como por ejemplo en proyectos robóticos que tengan ruedas, es necesario lograr ángulos de giros limitados, por lo que hay que aplicar una pequeña incisión en el tope del eje del potenciómetro.

6.1.5 UNIÓN ENTRE MÓDULOS DIFERENTES

La unión entre diferentes módulos es conseguir que mientras un servo se mantenga en un estado de reposo el otro este efectuando un movimiento para llevar a cabo este procedimiento se debe realizar un pequeño agujero con el tamaño de la carcasa del servo
Esto se hace con el fin de generar seguridad y ajuste al servo de manera que se atornillara el motor con la pared del modulo

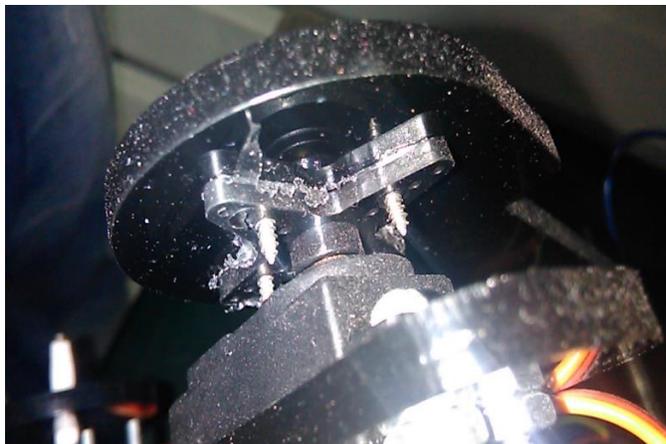


Figura 18 Uniones entre módulos



Figura 19 Uniones entre módulos y tornillos

El hecho de incluir dos motores en el antebrazo y en el brazo no quiere decir que ambos motores deban estar alimentados ya que esto generaría un sobrecalentamiento en dichos motores y unas pequeñas diferencias en el manejo y control por lo tanto unos de los motores es que transmitirá el movimiento y el otro estará en reposo o vacío este proceso que se genera con los servo motores es para que el uno genere el movimiento y el otro genera es la estabilidad para que el servo no gire y así el otro servo sea el que genere o dirija el modulo siguiente

6.1.6 BASE

Base de sujeción

El módulo de la base permite el movimiento del brazo en un entorno del plano cartesiano sobre el eje z por lo tanto el servo motor que necesita debe estar sobre dicho eje además hay que tener en cuenta que en la base es donde se añade más peso ya que esto reduce los pares y momentos de inercia

Por este motivo se ha elegido colocar en la base un sistema en forma de x ya que me genera al proyecto estabilidad y fuerza este sistema es complementado con tornillos en cada extremo de las puntas ajustas con tuercas de seguridad.

Además este sistema está acompañado de una base plana de 4 mm de grueso y 15 cm de ancho donde está ajustado el servo motor y ubicadas las arandelas de rotación sobre el eje z.

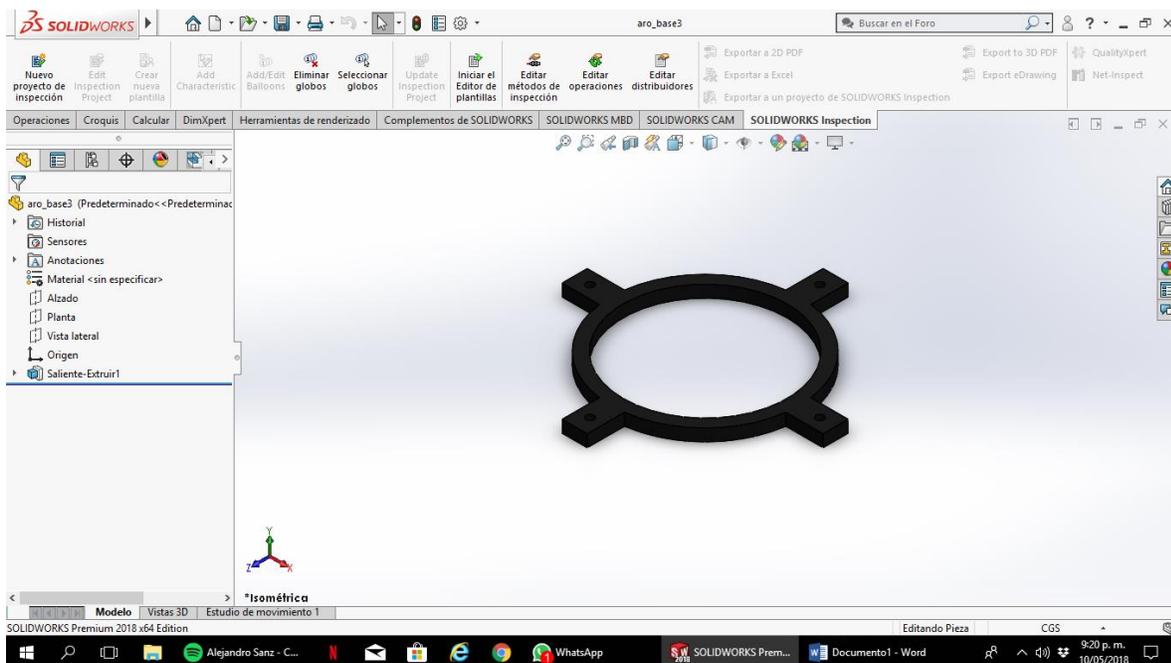


Figura 20 Base de sujeción creadas en solidworks

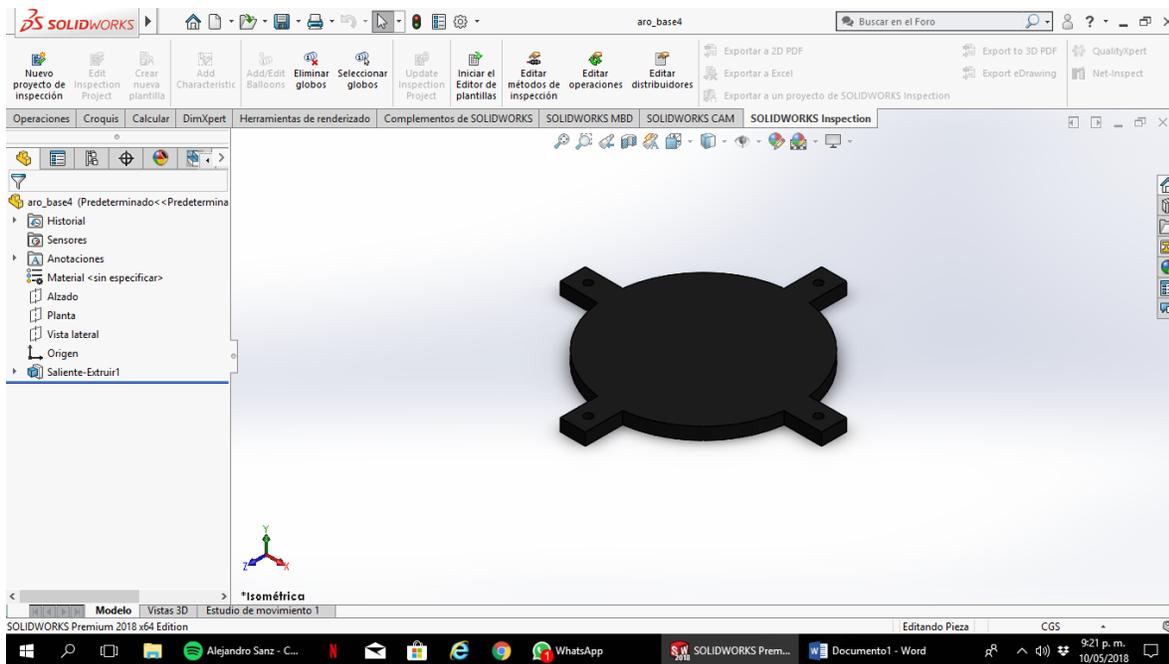


Figura 21 Base de sujeción creada en solidworks

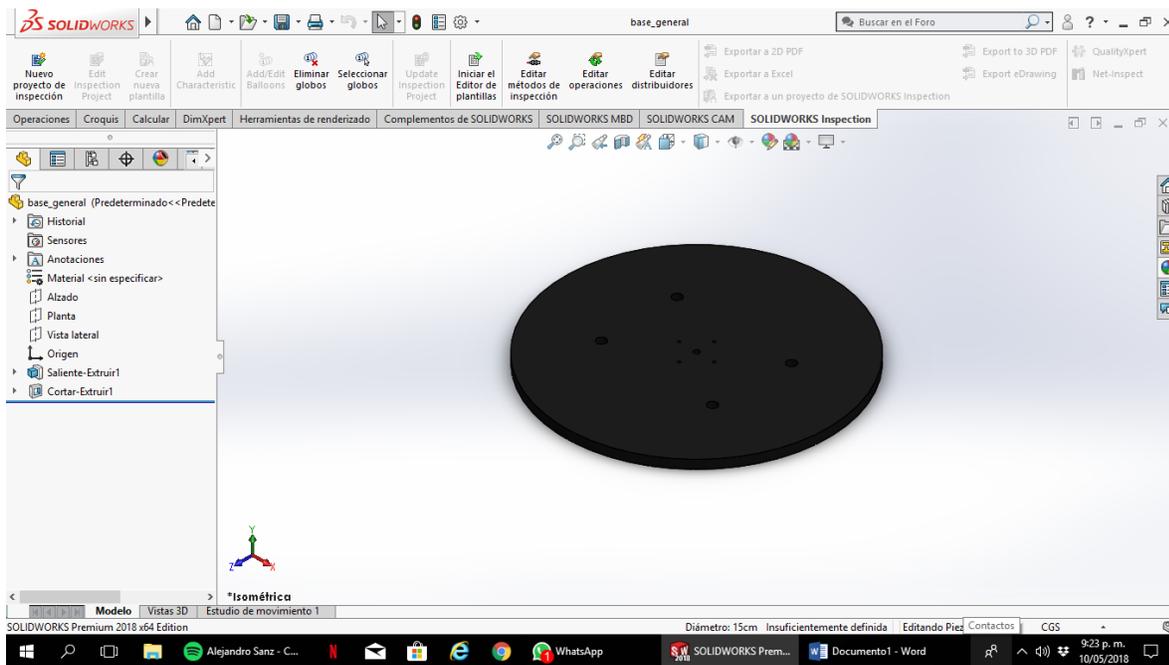


Figura 22 Base de agarre del servo motor y giratoria creada en solidworks

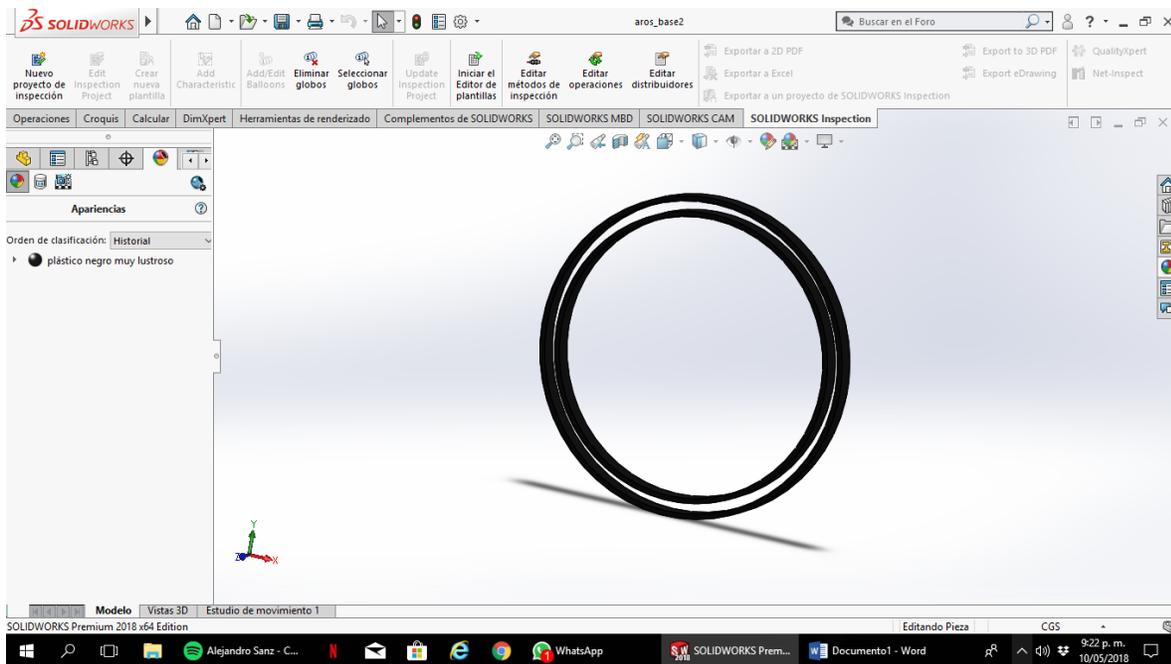


Figura 23 Anillos o arandelas de rotación creadas en solidworks

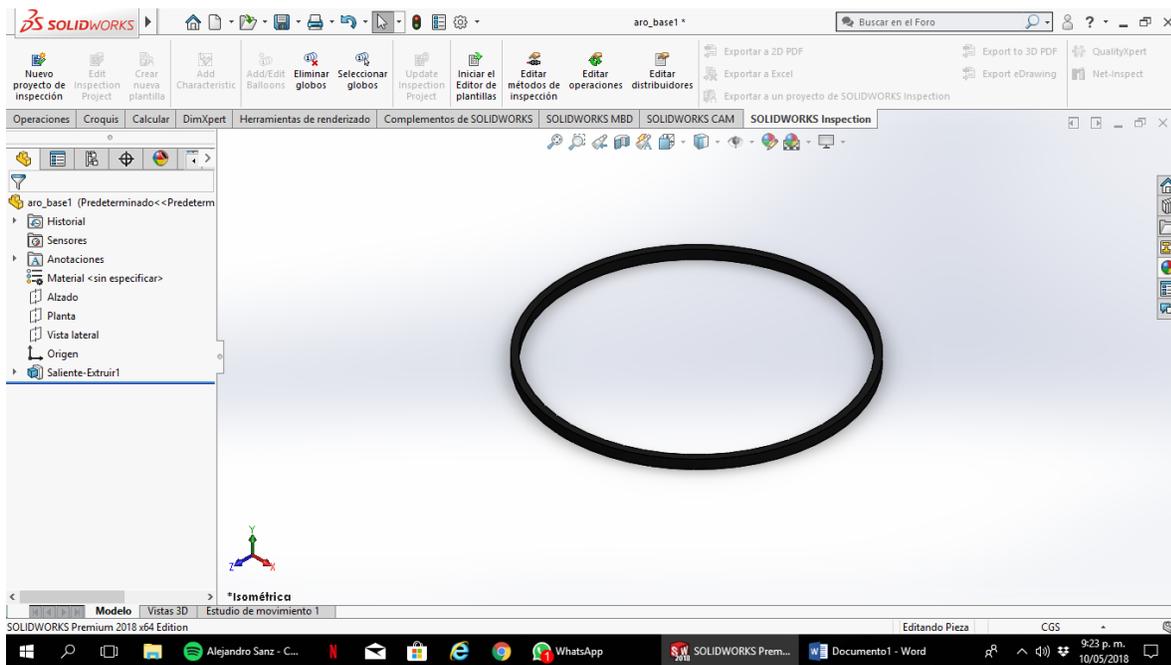


Figura 24 Anillos o arandelas de rotación creadas en solidworks

6.1.7 ANTEBRAZO

Pared del antebrazo

En esta pieza se tuvo en cuenta dos cosas en primer lugar, se ha incluido las perforaciones en forma de x para sostener el sistema de agarre y seguridad de los servomotores y en la otra pared se tuvo en cuenta el hueco de movilidad del servomotor cada pieza tiene un grosor de 4mm y largo de 22 cm

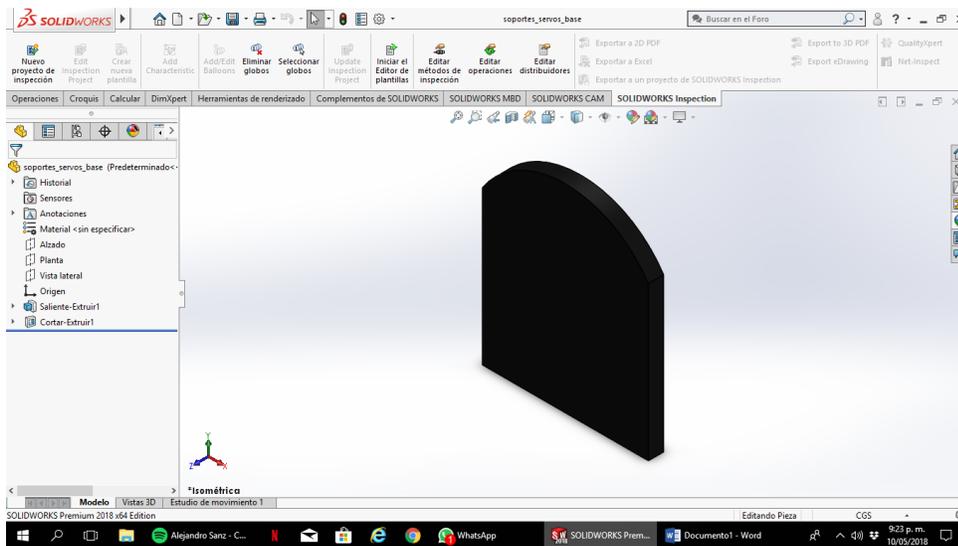


Figura 25 Hombro con unión al antebrazo

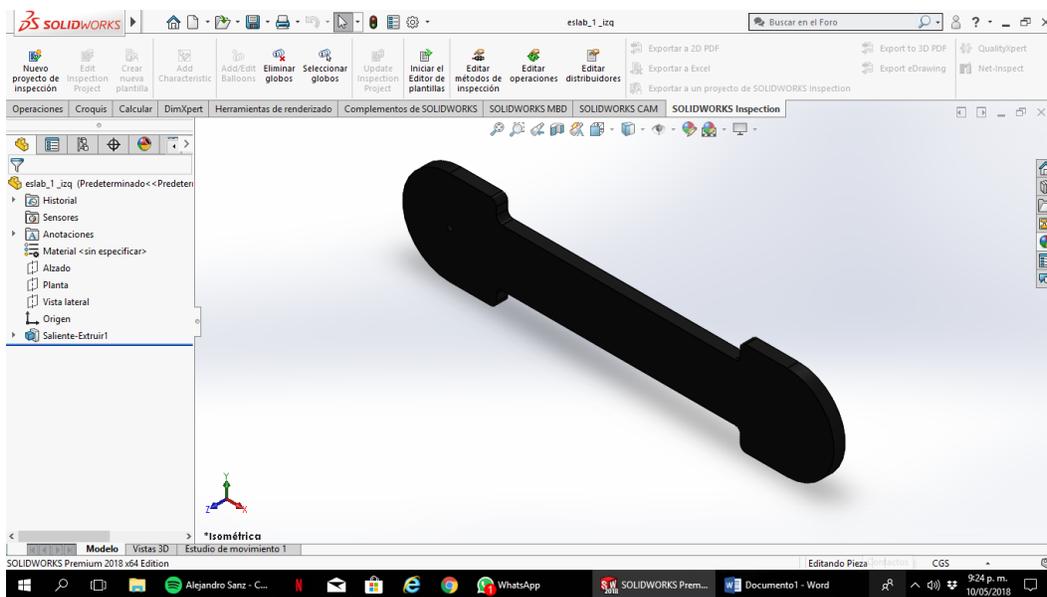


Figura 26 Pieza del Antebrazo de la parte izquierda

6.1.8 BRAZO

En este proceso del proyecto se ha diseñado dos módulos importantes que son la base que es la que genera la ubicación y rotación sobre el eje z y el antebrazo que es el que genera rotación sobre el eje y lo cual resume que tenemos dos grados de libertad por lo que es necesario adicionar un módulo que dote al sistema de mas movimiento posible.

Se pasa a construir y a diseñar el modulo del brazo que es muy similar al antebrazo ya que tendrá el mismo grosor que son los 4 mm tendrá dos perforaciones por donde pasara los servomotores y un largo de 17 cm

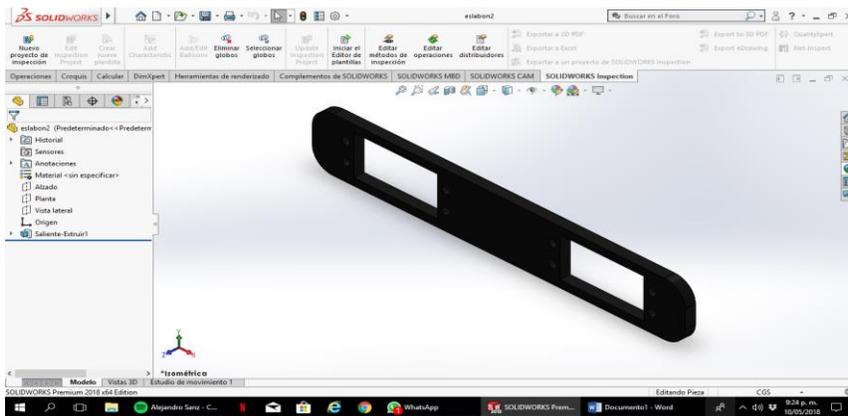


Figura 27 Pieza del brazo

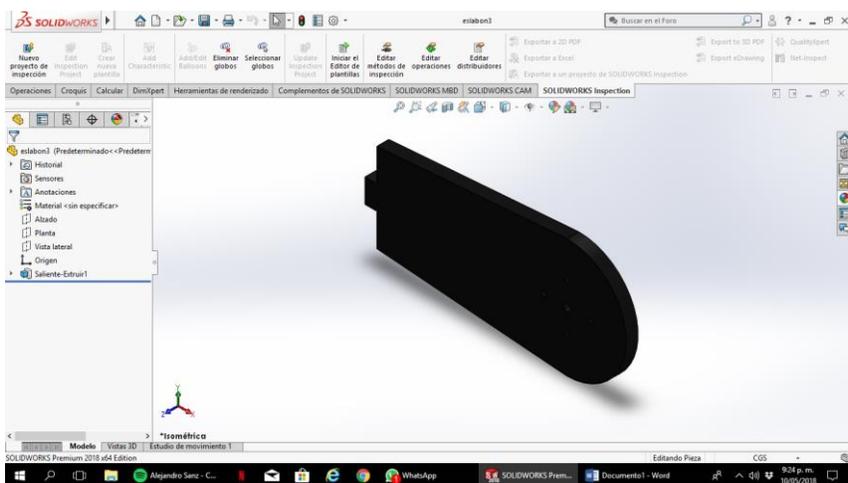


Figura 28 Pieza de comunicación del brazo con la muñeca

6.1.9 MUÑECA

Este módulo solo permitirá un giro sobre el eje z lo cual cada pieza tendrá un grosor de 5mm con una base para sostener el servomotor el cual le va a generar dicha movilidad.

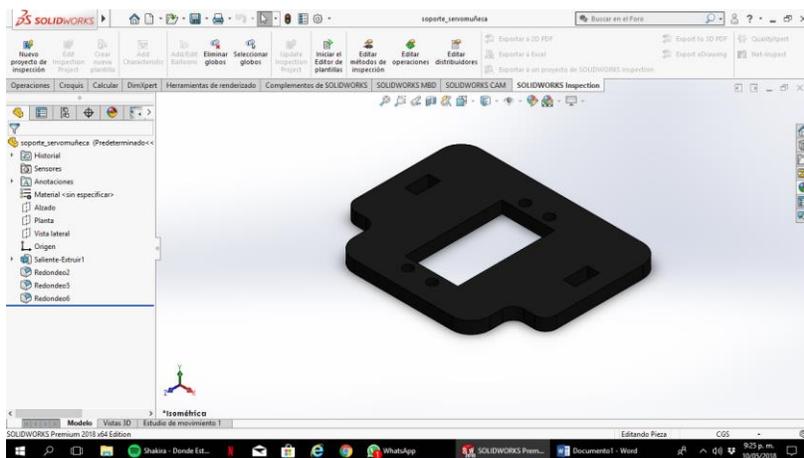


Figura 29 Pieza que se conecta y comunica el brazo con la muñeca

6.1.10 PINZA

Base

La base de la pinza es la que lleva más complejidad ya que hay que tener en cuenta las distancias que se va albergar en los elementos necesarios para esto hay que tener unos pasos a seguir que son

- Servomotor: para que la pinza se pueda abrir y cerrar hay que tener un servo que genere dicho movimiento por lo que hay que tener dos pinzas las cuales transmitirán el movimiento por medio de un sistema de barras de giro
- La colocación de las barras de giro: todas las barras de giro tendrán la misma longitud y mantendrá la distancia entre las piezas de agarre

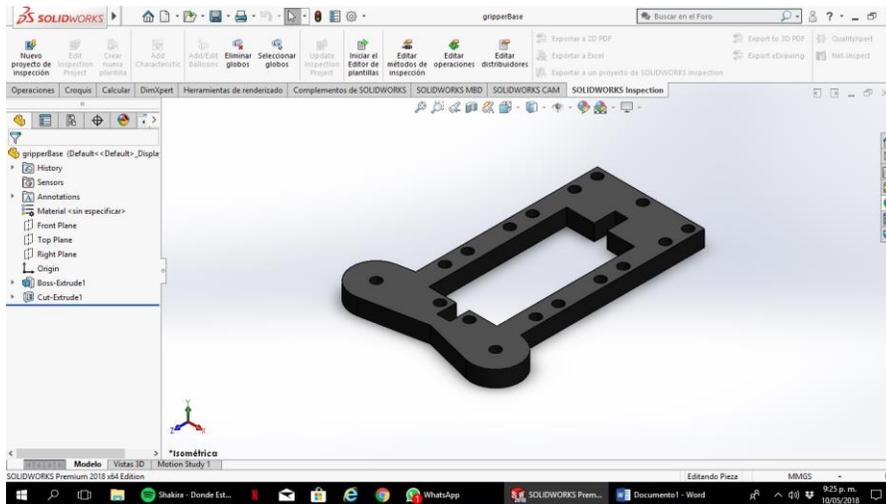


Figura 30 Base que comunica la muñeca con la pinza

6.1.11 BARRAS DE GIRO

Las barras de giro son las piezas que conseguirán el movimiento fijo en torno a ellas quiere decir que rotara en torno al tonillo de sujeción entre la barra y la base con un grosor de 5mm y un largo de 5 cm.

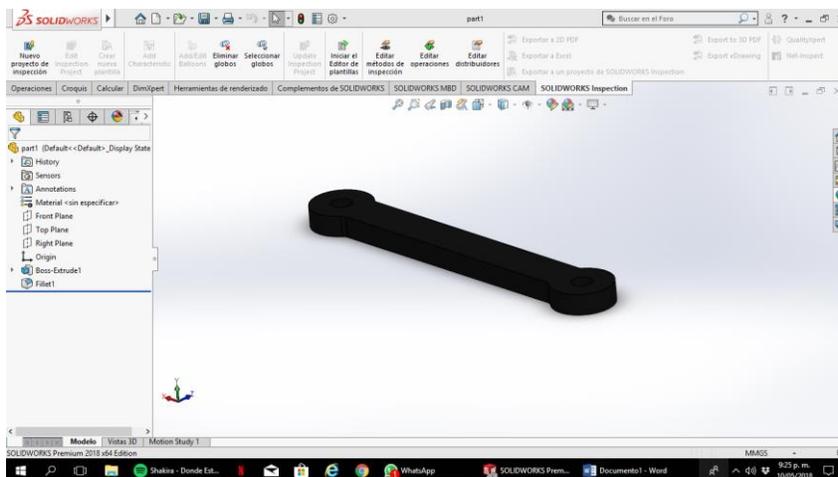


Figura 31 Barra de giro

6.1.12 PIEZA DE AGARRE

Esta pieza debe de tener un diseño que sea capaz de mantener un objeto en suspensión estará sujeta por unos tornillos a las barras de giro las cuales con el movimiento del servo generaran el abrir y cerrar de dicha pinza

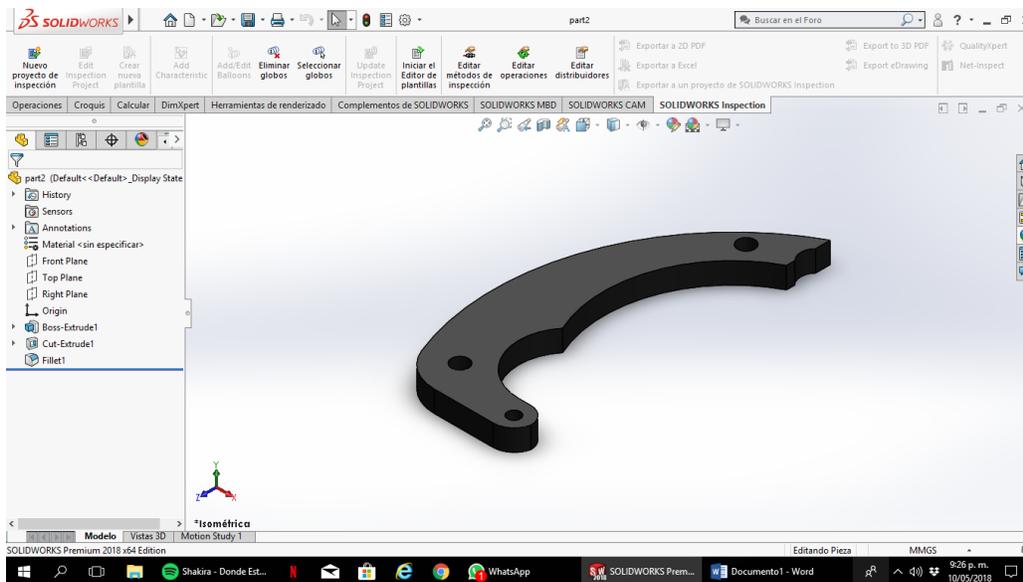


Figura 32 Pinza de agarre

7. PRESUPUESTO

7.1 MATERIALES PARA EL MONTAJE DEL BRAZO ROBOTICO Y SU PRESUPUESTO

Componentes electronicos a usar con sus respectivos precios para el brazo robotico, estos seran comprados en la tienda virtual Vistronica, (<https://www.vistronica.com>) en la ciudad de Santa Fe de Bogota, por lo cual ademas se debera pagar su respectivo envio a la ciudad de San Jose de Cucuta.

COMPONENTE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Arduino UNO R3 Compatible	\$ 24.990	3	\$ 74.970
Módulo Bluetooth Esclavo HC-06	\$ 17.255	1	\$ 17.255
Cable DuPont Macho-Macho	\$ 5.355	1	\$ 5.355
Servomotor MG995 Piñonearía Metálica 180°	\$ 21.420	5	\$107.100
Fuente Conmutada de 12V 10A 100W	\$ 54.681	1	\$ 54.681
Envío	\$ 9.000	1	\$9.000
TOTAL			\$ 268.361

Adjunto lista de componentes mecanicos, los cuales se compraran en la ciudad de San Jose de Cucuta

COMPONENTE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Tornillos	\$150	35	\$ 5.250
Tuercas	\$100	35	\$3.500
Arandelas	\$100	35	\$3.500
Balines	\$250	30	\$7.500
Rodamientos	\$3.500	3	\$10.500
Pegamento	\$2.500	1	\$2.500
TOTAL			\$ 32.750

Ademas de estos componentes tambien es necesario el material en el cual estaran contruidos los eslabones y estructura del brazo robotico, el cual sera ACRILICO NEGRO. Surtiacrilicos.

COMPONENTE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Acrilico	80.000	1m*1m	80.000

Corte de las piezas del brazo robótico los cuales son el soporte, brazo, antebrazo, muñeca y pinza

COMPONENTE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
soporte	4	22.500	90.000
brazo	2	10.000	20.000
antebrazo	2	10.000	20.000

muñeca	2	10.000	20.000
Pinza	6	6.500	39.000
Tabla de base	1	1	6.000
TOTAL			195.000

Además se hace anexo a los sistemas electrónicos lo que es la soldada de cada punto de estaño y la mano de obra el cual tiene un costo de 120.000 con materiales.

COMPONENTE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Materiales mano de obra	60.000	2	120.000

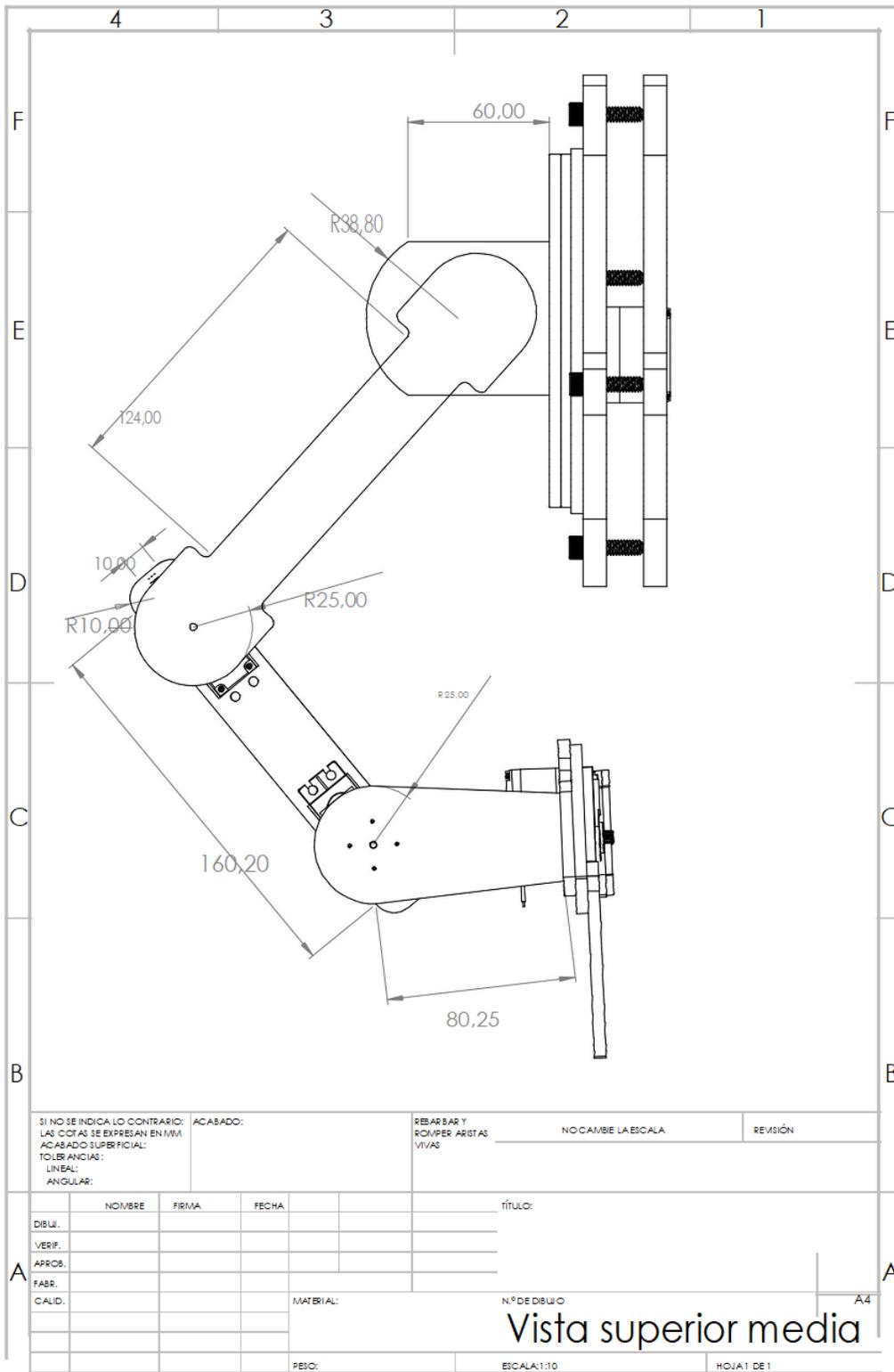
8. CONCLUSIONES

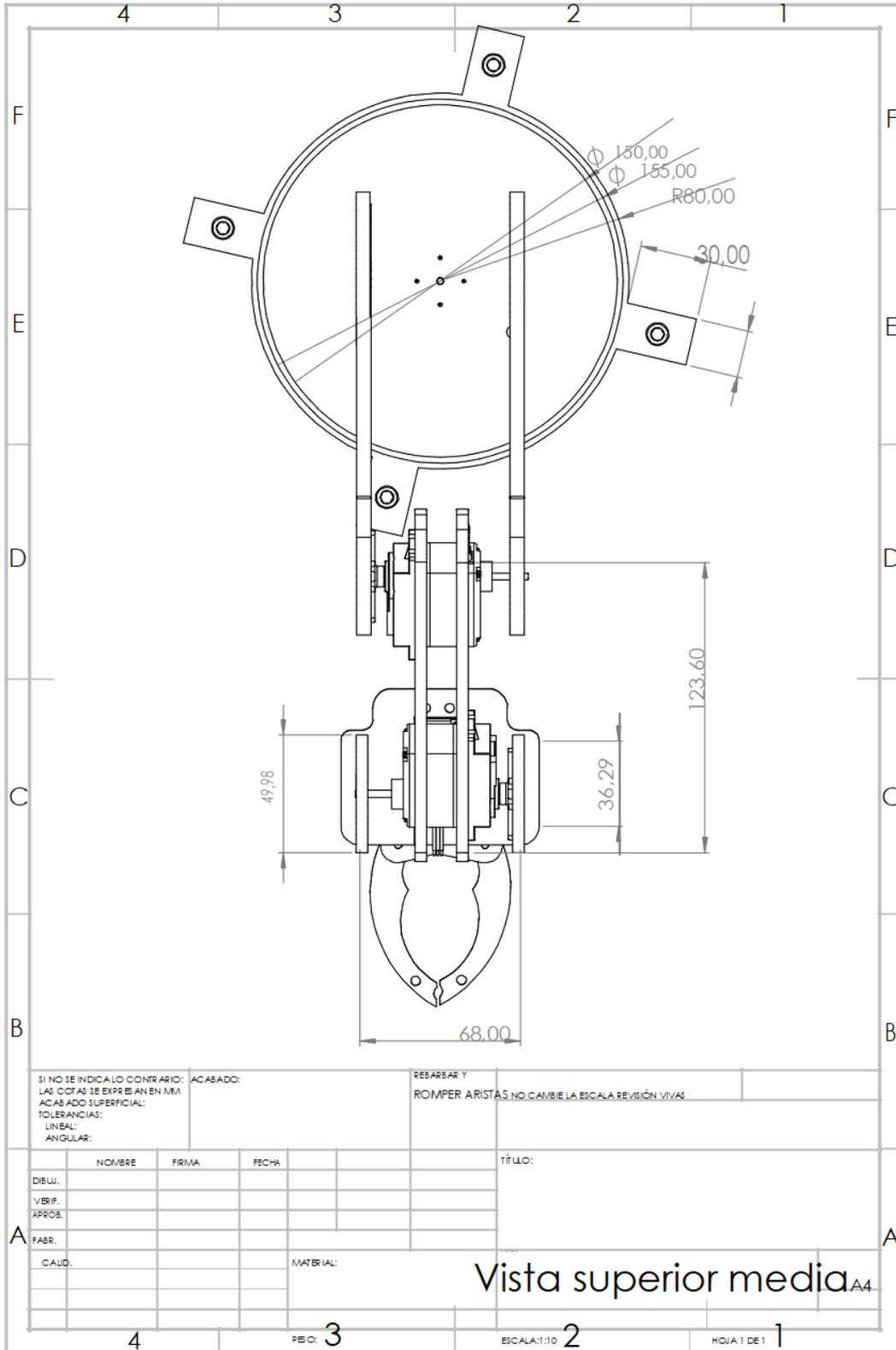
Al inicio de este proyecto se establecen una serie de objetivos que se cumplieron como por ejemplo el diseño de todos los módulos necesarios para la movilidad y funcionamiento del brazo robótico y dejando a la expectativa de anexar más módulos para una mejor destreza, esto significa que no solo se ha dado solución donde el brazo es funcional sino que además se presta a modificaciones de forma sencilla.

Un segundo objetivo fue la manipulación por medio de un celular a través de una aplicación móvil lo cual se ha logrado y con su conectividad bluetooth la cual recibe los impulsos para lograr su control y manejo.

Se han tenido nuevas ideas de mejoras como lo puede ser el anexo de un brazo más y generar un movimiento por medio de ruedas pero con un visor de cámara para poder observar el objeto a levantar desde el celular

8.1 PLANOS





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

RESABAR Y
 ROMPER ARISTAS. NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN VIVAS

	NOBRE	FRIMA	FECHA		TÍTULO:
DIBU.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CAUD.					

MATERIAL:

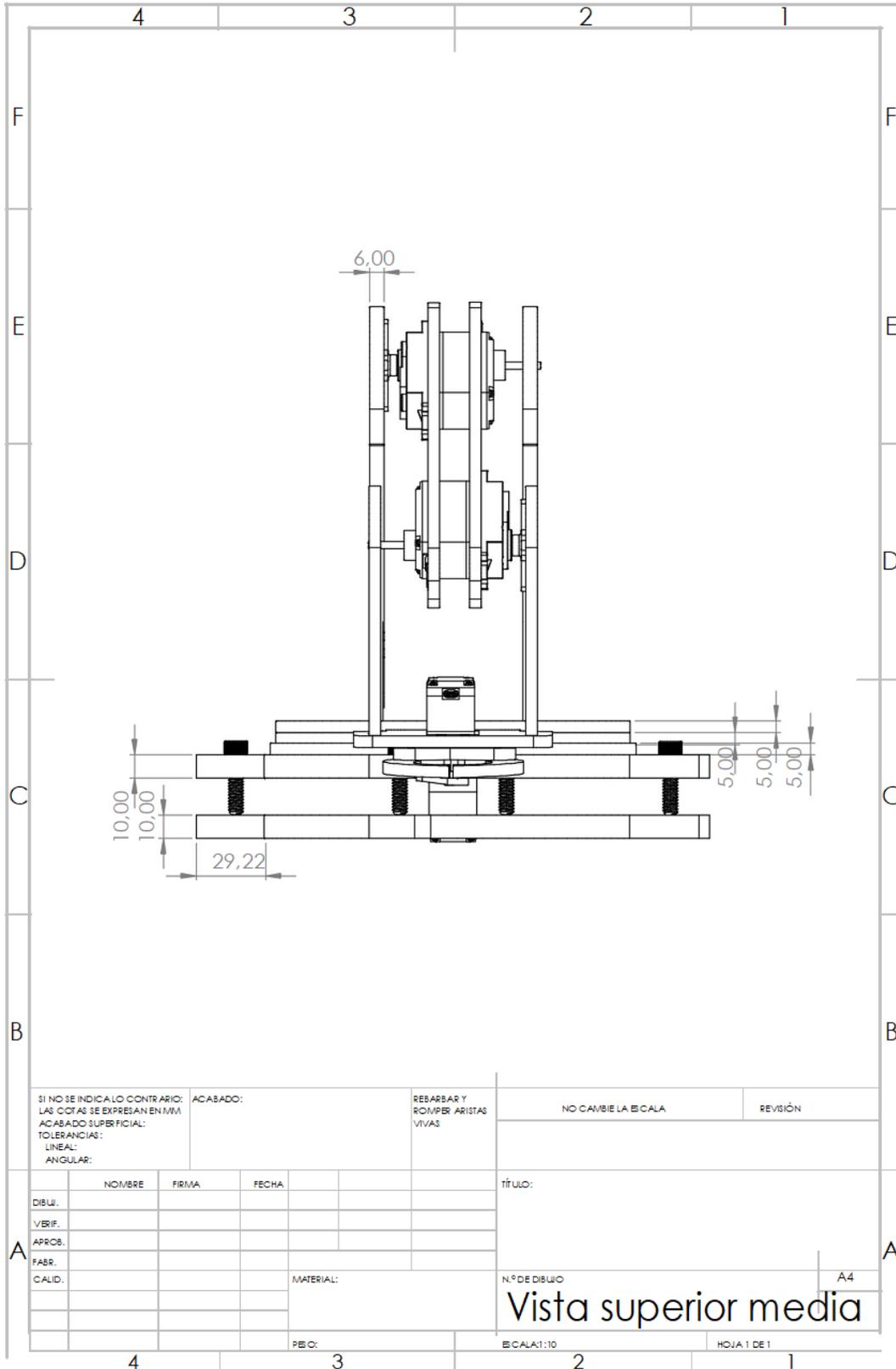
Vista superior media A4

4

PEO: 3

ESCALA: 1:10 2

HOJA 1 DE 1 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM
 ACABADO SUPERFICIAL:
 TOLERANCIAS:
 LINEAL:
 ANGULAR:

ACABADO:

REBARBAR Y
 ROMPER ARISTAS
 VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	
DIBUJ.				
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.				

TÍTULO:

N.º DE DIBUJO

Vista superior media

A4

P.B.C.:

ESCALA: 1:10

HOJA 1 DE 1

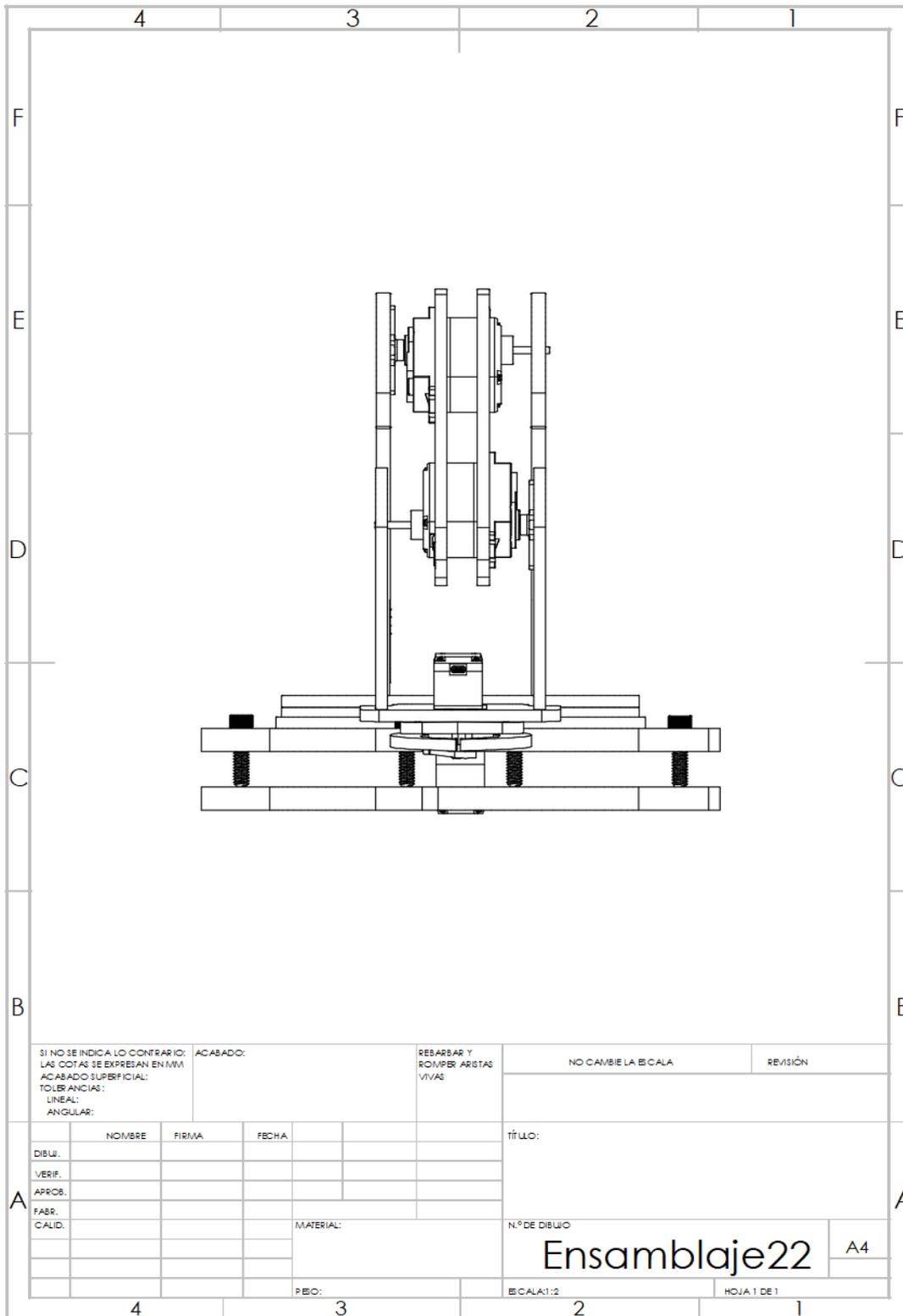
4

3

2

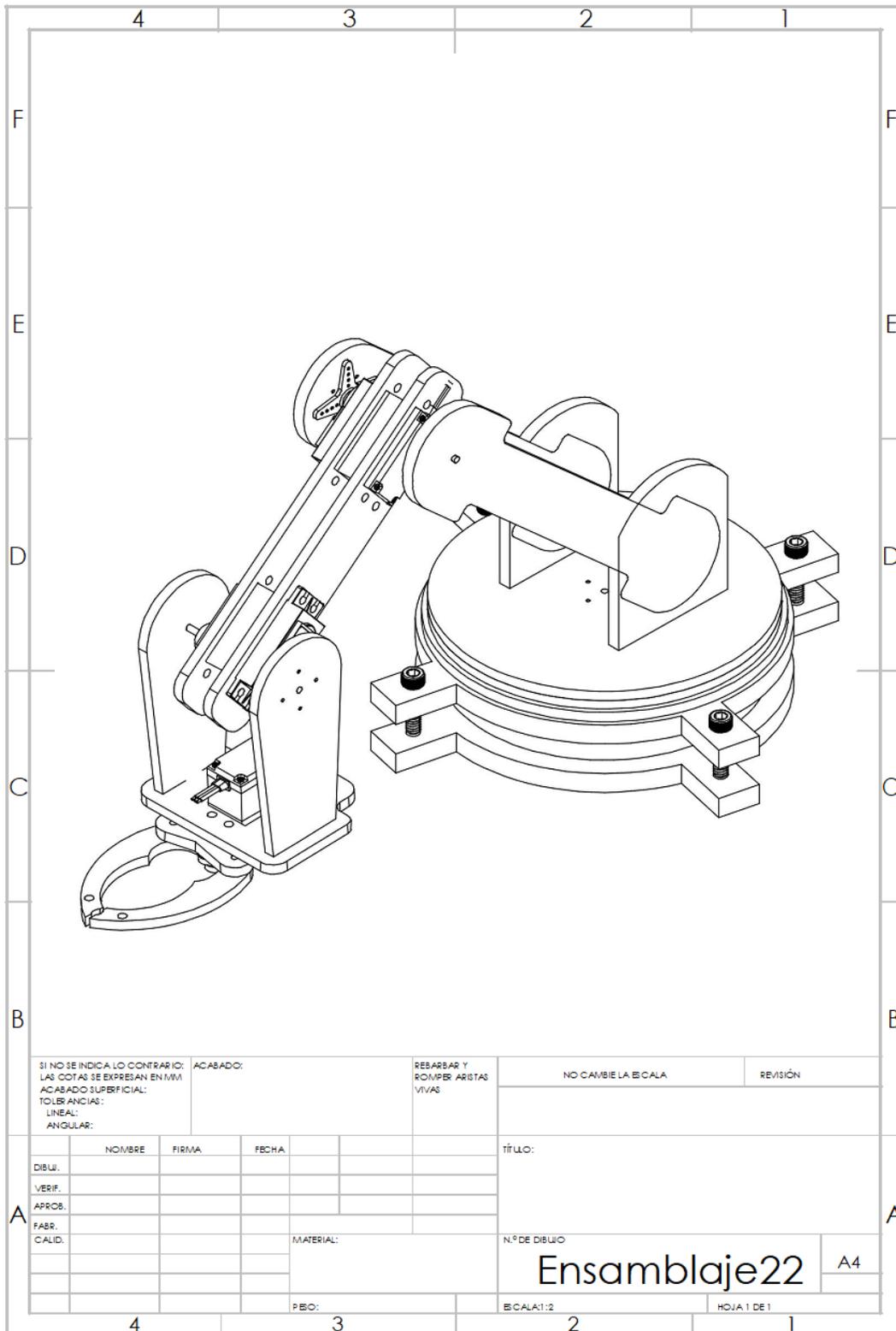
1

VISTA FRONTAL

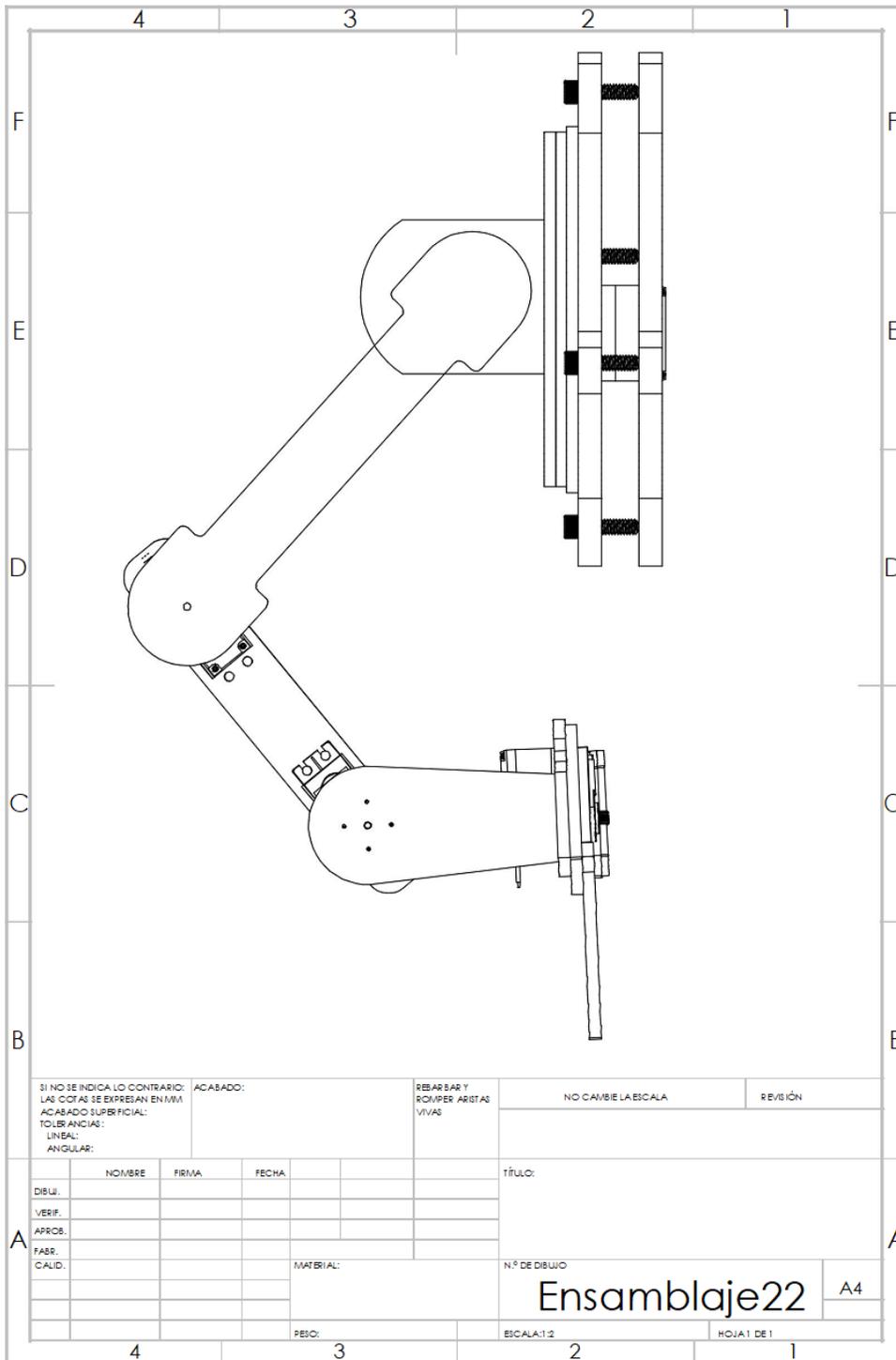


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.		NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
VERIF.						
APROB.						
FABR.					MATERIAL:	
CALID.					N.º DE DIBUJO	
					Ensamblaje22	
					A4	
					HOJA 1 DE 1	
					ESCALA:1:2	
					PECO:	

VISTA ISOMETRICA



VISTA LATERAL



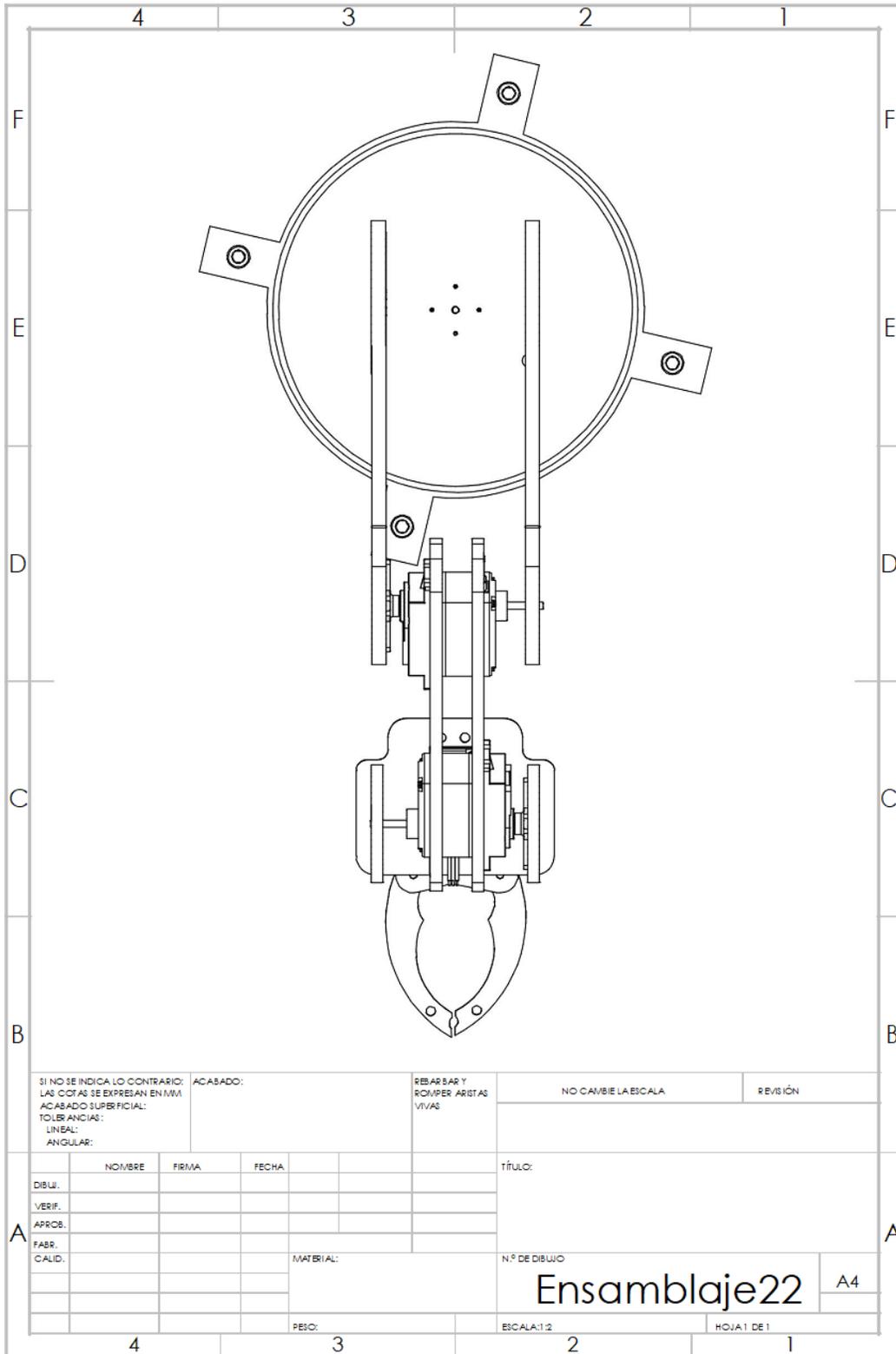
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:	ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN

DIB.UJ. VERIF. APROB. FABR. CALID.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:

MATERIAL:		N.º DE DIBUJO
		Ensamblaje22
		A4

4	3	2	1
PEJO:		ESCALA:1:2	HOJA:1 DE 1

VISTA SUPERIOR



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJANTE:		FIRMA:	FECHA:	TÍTULO:	
VERIFICADO:					
APROBADO:					
FABRICADO:		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
CALIDAD:				Ensamblaje22	
		PESO:		A4	
				ESCALA: 1:2	
				HOJA 1 DE 1	

8.2 MAPA DE ORDENAMIENTO DE LAS LÍNEAS AUTO PROGRAMABLES DE LA APP

Que se utiliza en el celular inteligente llamada MIT App Inventor 2 para el control y desplazamiento del brazo robótico.

The image displays five distinct code blocks from the MIT App Inventor 2 interface, arranged vertically. Each block is triggered by a specific event and contains several actions:

- Block 1:** Triggered by 'bluetooth' . AntesDeSelección. Action: poner bluetooth . Elementos como ClienteBluetooth1 . DireccionesYNombres.
- Block 2:** Triggered by 'bluetooth' . DespuésDeSelección. Actions: poner bluetooth . Selección como llamar ClienteBluetooth1 . Conectar dirección bluetooth . Selección; poner Estado_bluetooth . Texto como " CONECTADO "; poner Estado_bluetooth . ColorDeFondo como [green]; poner Estado_bluetooth . ColorDeTexto como [white].
- Block 3:** Triggered by 'pinzas' . PosiciónCambiada. Actions: llamar ClienteBluetooth1 . EnviarTexto texto [construye una lista " A " pinzas . PosiciónDelPulgar]; poner Grados_pinza . Texto como pinzas . PosiciónDelPulgar.
- Block 4:** Triggered by 'muñeca' . PosiciónCambiada. Actions: llamar ClienteBluetooth1 . EnviarTexto texto [construye una lista " B " muñeca . PosiciónDelPulgar]; poner Grados_muñeca . Texto como muñeca . PosiciónDelPulgar.
- Block 5:** Triggered by 'antebrazo' . PosiciónCambiada. Actions: llamar ClienteBluetooth1 . EnviarTexto texto [construye una lista " C " antebrazo . PosiciónDelPulgar]; poner Grados_antebrazo . Texto como antebrazo . PosiciónDelPulgar.
- Block 6:** Triggered by 'base' . PosiciónCambiada. Actions: llamar ClienteBluetooth1 . EnviarTexto texto [construye una lista " D " base . PosiciónDelPulgar]; poner Grados_base . Texto como base . PosiciónDelPulgar.

At the bottom of the screenshot, there is a 'Mostrar avisos' (Show warnings) button.

8.3 CÓDIGO FUENTE

Creada en arduino para la comunicación y sincronización de los movimientos del brazo robótico

```
#include <Servo.h>

Servo servo1; //pinza
Servo servo2; //muñeca
Servo servo3; //antebrazo
Servo servo4; //base
Char a;
String readString;

Void setup () {

servo1.attach (8);
servo2.attach (9);
servo3.attach (10);
servo4.attach (11);

Serial. Begin (9600);

servo1.write (0);
servo2.write (45);
servo3.write (0);
servo4.write (0);
Delay (10);
}
Void loop () {
If (Serial.available ()) {
```

```

a = Serial.read ();
  If(a=='A') {
motor1 (); }
  If(a=='B') {
motor2 (); }
  If(a=='C') {
motor3 (); }
If(a=='D') {
  motor4 (); }}}
Void motor1 () {
  Delay (10);
  While (Serial.available ()) {
    Char b = Serial.read ();
    ReadString += b;      }
  If (readString.length () >0) {
    Serial.println (readString.toInt ());
    servo1.write (readString.toInt ());
    ReadString=""; // Clear String }}
Void motor2 () {
  Delay (10);
  While (Serial.available ()) {
    Char b = Serial.read ();
    ReadString += b;      }
  If (readString.length () >0) {
    SSerial.println (eadString.toInt ());
    servo2.write (readString.toInt ());
    ReadString=""; } }
Void motor3 () {
  Delay (10);
  While (Serial.available ()) {
    Char b = Serial.read ();

```

```
    ReadString += b; }  
    If (readString.length () >0) {  
        Serial.println (readString.toInt ());  
        servo3.write (readString.toInt ());  
        ReadString=""; } }  
Void motor4 () {  
    Delay (10);  
    While (Serial.available ()) {  
        Char b = Serial.read ();  
        ReadString += b; }  
    If (readString.length () >0) {  
        Serial.println (readString.toInt ());  
        servo4.write (readString.toInt ());  
        ReadString=""; }  
}
```

9. REFERENCIAS

A. Ollero Baturone, *ROBÓTICA Manipuladores y Robots móviles* [Online], ed. Marcombo, 2001, pág. 1-37. Disponible en: http://books.google.com.co/books?id=TtMfuy6FNCcC&printsec=frontcover&hl=es&Source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

A.M. Khamis Rashwan, *Interacción remota con robots móviles basadas en Internet* [Online]. España: Universidad Carlos III de Madrid, 2003. Disponible en: <http://roboticslab.uc3m.es/publications/Thesis%20Khamis.pdf>

F. Villa, J. Gutiérrez, M.A. Porta. “Vehículo robótico: autónomo y teleoperado Con una PDA”, *Revista Ingeniería Mecánica tecnología y desarrollo* [Online]. Vol. 3. Pág. 46 54. México 2009. Disponible en: http://revistasomim.net/revistas/3_2/art2.pdf

Hernández, *Control de navegación en superficies planas, de un tractor no Tripulado* [Online]. México: Instituto Politécnico Nacional, Diciembre 2008, pág. 7- 10, 34-57. Disponible en: <http://tesis.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/3721/1/CONTROLNAVEG.pdf>

J.D. Gálvez Cobo, *Tele operación del robot NAO mediante dispositivos móviles Android* [Online], España: Universidad Carlos III de Madrid, 2012. Disponible en: http://earchivo.uc3m.es/bitstream/10016/16336/1/TFG_Juan_Domingo_Galvez_Cobo.pdf

J. Ruiz, *Robótica: Estado del arte* [Online], pág. 3, 8-16. Disponible en: http://www.academia.edu/913608/Robotica_Estado_del_arte

<http://www.samsung.com/es/article/android-4-0>

<http://histinf.blogs.upv.es/2012/12/03/smartphones/>

<http://www.informatica-hoy.com.ar/tablets/Tablets-que-es.php>

<https://www.arduino.cc/en/Main/ReleaseNotes>

<https://github.com/arduino/Arduino/>

<https://github.com/arduino/Arduino/wiki/Building-Arduino>

<https://github.com/arduino/Arduino/issues>

<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

<https://create.arduino.cc/>

<http://www.atmel.com/Microsite/atmel-studio>

<http://arduino.cl/que-es-arduino/>

<https://www.electronicaembajadores.com/admin/content/3tqrm2jo.pdf>

K. Kapek, R.U.R. Rossum's Universal Robot. Praga: F.R. Borový, 1935. Disponible en:
<http://preprints.readingroo.ms/RUR/rur.pdf>

O.F. Gaidos Rosero, Sistema móvil de monitoramiento e treinamento para Ciclista com Smartphone Android [Online], Brasil: Universidade de Brasilia, Febrero 2012. Disponible en:
http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11371/1/2012_OscarFernandoGaidosRosBero.pdf

O. Padilla Montiel, Manipulador teleoperado inalámbricamente [Online]. México: Universidad de las Américas Puebla, Mayo 2008. Disponible en:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/padilla_m_o/portada.htmlrepositorio
.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/3797/pfc5630.pdf?sequence.
virtual.urbe.edu/tesispub/0093450/cap02.pdf

P. Bitlloch Font, M. Mancera, Control inalámbric d'un robot móvil mitjancant Iphone [Online], España: Universitat Politècnica de Catalunya, Junio 2011. Disponibe en:
http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/12410/1/MEMORIA_PFC.pdf