

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**PRÁCTICA UNIVERSITARIA SUPERVISADA  
PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO  
DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO  
PARA EL CONTROL DE SILLA DE RUEDAS  
PARA PERSONAS CON LESIÓN MEDULAR  
PARA LA EMPRESA CHUPIS ORTOPÉDICA  
SEDE LA URUCA DE MAYO 2017 A OCTUBRE  
2017**

**Estudiante:**

**Moisés Josué Torres Aguilar**

**Tutor: Ing. Mauricio Armas Sandí**

**Octubre, 2017**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mi madre Mayela Aguilar Mejía, por apoyarme en todo momento, por su gran amor, consejos y que es el ser que más amo en este planeta.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios que es mi todo ya que me brinda la salud, inteligencia y sabiduría todos los días de mi vida. También a mi familia que de una u otra forma aportaron con la realización de este proyecto y a mi tutor gracias a su excelencia tanto profesional como persona.

A la empresa Ortopédica Chupis, por permitirme realizar este proyecto, a don Mario Granados, Karla Medaglia, Mariamalia Medaglia, David y Alita, a todos ellos especialmente y al resto del personal por brindarme ayuda y conocimientos.



## CARTA DEL TUTOR

San José, 19 de Octubre del 2017

Señores

Departamento de Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Moisés Josué Torres Aguilar, cédula de identidad número 1-1196-0371, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO PARA EL CONTROL**

**DE SILLA DE RUEDAS PARA PERSONAS CON LESIÓN MEDULAR PARA LA**

**EMPRESA CHUPIS ORTOPÉDICA SEDE LA URUCA DE MAYO 2017 A OCTUBRE 2017"**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

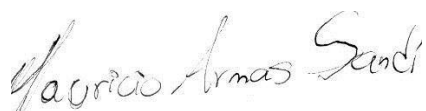
De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

**Tabla 1** Calificación del proyecto

#	Rubro	% Teórico	% Asignado
a	Original del tema.	10	10
b	Cumplimiento de entrega de avances de avances.	20	20
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	30
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	20
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	20
Total:		100	100

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



---

Nombre del profesor: Mauricio Daniel Armas Sandí

Cédula de identidad: 1-1361-0843

Carné colegio profesional: IEL-22359



## CARTA DEL LECTOR

San José, 8 de Diciembre del 2017

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Moises Torres Aguilar, cédula de identidad número 111960371, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE SILLA DE RUEDAS PARA PERSONAS CON LESIÓN MEDULAR PARA LA EMPRESA CHUPIS ORTOPÉDICA SEDE LA URUCA DE MAYO 2017 A OCTUBRE 2017"**, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

Daniel Rodríguez Solórzano  
Cédula de identidad: 108730397

## CARTA DE LA FILÓLOGA

San Rafael de Heredia, 18 de diciembre de 2017

Señor  
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

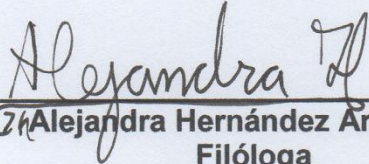
En mi calidad de filóloga, hago constar que he revisado el trabajo para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería Electrónica, bajo el título:

*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE SILLA DE RUEDAS PARA PERSONAS CON LESIÓN MEDULAR PARA LA EMPRESA CHUPIS ORTOPÉDICA SEDE LA URUCA DE MAYO 2017 A OCTUBRE 2017,* elaborado por el estudiante Moisés Josué Torres Aguilar.

La revisión se hizo en la parte morfosintáctica, forma, estilo, redacción, puntuación y ortografía; por lo cual este trabajo está listo en tales aspectos para ser presentado ante la Universidad.

Atentamente,

Alejandra Hernández Arguedas  
Filóloga  
Teléfono 22 37 61 66  
San Rafael de Heredia

  
Alejandra Hernández Arguedas  
Filóloga  
Cédula 4 193 626  
Carné 66820 del Colegio de  
Licenciados y Profesores en Letras,  
Filosofía, Ciencias y Artes

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Moisés Josué Torres Aguilar, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1196-0371 egresado de la carrera de Ingeniería en electrónica de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Electrónica, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Diseño e implementación de prototipo para el control de silla de ruedas para personas con lesión medular para la empresa Chupis Ortopédica sede la uruca de mayo 2017 a octubre 2017, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 19 días del mes de diciembre del año dos mil 2017.



\_\_\_\_\_  
Firma del estudiante

Cédula: 1-1196-0371

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
CARTA DEL TUTOR .....	III
CARTA DEL LECTOR .....	V
CARTA DE LA FILÓLOGA .....	VI
DECLARACIÓN JURADA .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1 Introducción al tema del proyecto.....	2
1.1.2 Antecedentes de la institución.....	3
1.1.3 Justificación del problema .....	6
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	8
1.2.1 <i>La idea del problema</i> .....	8
1.2.2 La pregunta del problema.....	9
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
1.3.1 Objetivo general .....	9
1.3.2 Objetivos específicos .....	9
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	10
1.4.1 Alcances.....	10
1.4.2 Limitaciones.....	10
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1 MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA.....	12
2.1.1 Ingeniería electrónica.....	12
2.1.2 Sillas de ruedas.....	12
2.1.2.1 La silla plegable.....	17

2.1.2.2 La diferencia de las primeras sillas de rueda hasta la actualidad.....	18
2.1.3 Arduino.....	20
2.1.4 Microcontrolador.....	24
2.1.5 Bluetooth.....	25
2.1.5.1 Módulo Bluetooth HC-06.....	28
2.1.6 Smartphone.....	29
2.1.7 Aplicación móvil.....	31
2.1.7.1 App inventor.....	32
2.1.8 Motor eléctrico.....	33
2.1.9 Baterías.....	34
2.1.10 Controlador de motores.....	35
2.1.11 Sensor ultrasónico HC-SR04.....	37
2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS.....	38
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DE UN PROYECTO.....	39
2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS.....	41
2.4.1 Autores consultados: coincidencias o discrepancias.....	41
<b>CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>44</b>
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	45
3.1.1 Finalidad de la investigación.....	45
3.1.2 Dimensión temporal de la investigación.....	45
3.1.3 Marco de la investigación.....	46
3.1.4 Naturaleza de la investigación.....	47
3.1.5 Carácter de la investigación.....	47
3.2 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.....	48
3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	49
3.3.1 Metodología para la implementación del proyecto.....	49
<b>CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>50</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	51
4.1.1 Instrumento para un diagnóstico.....	51
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO.....	52
<b>CAPÍTULO V: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....</b>	<b>60</b>
5.1 ASPECTOS DE DISEÑO.....	61
5.1.1 Microcontrolador Arduino Uno.....	63
5.1.2 Módulo HC-06 Bluetooth.....	64
5.1.3 Sensor de proximidad.....	66
5.1.4 Controlador de motores.....	68
5.1.4 Circuito electrónico del prototipo.....	70
5.1.5 Diagrama general de prototipo.....	71
5.2 PROTÓTIPO.....	71

5.2.1 Hardware ..... 71

5.2.2 Software ..... 81

5.2.2.1 Código de programación Arduino para el prototipo..... 81

5.2.2.2 Código de programación para la aplicación móvil..... 86

5.3 DEPURACIÓN Y RESULTADOS..... 88

5.4 ANÁLISIS DE COSTOS ..... 90

5.5 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO ..... 91

**CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 94**

6.1 CONCLUSIONES ..... 95

6.2 RECOMENDACIONES ..... 98

BIBLIOGRAFÍA .....100

**ANEXOS.....103**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ortopédica Chupis Uruca ..... 6

Figura 2 No existe el control de silla de ruedas por medio del celular ..... 8

Figura 3 Primera silla de ruedas..... 12

Figura 4 Silla China..... 14

Figura 5 Silla Bath..... 15

Figura 6 Silla plegable ..... 17

Figura 7 Silla de hoy ..... 18

Figura 8 Placa Arduino ..... 21

Figura 9 IDE de Arduino ..... 24

Figura 10 Microcontrolador ..... 25

Figura 11 Logo del Bluetooth..... 26

Figura 12 Modos de conexión del Bluetooth ..... 27

Figura 13 Módulo HC-06 .....	29
Figura 14 Sistemas operativos para smartphones.....	31
Figura 15 App inventor 2 .....	33
Figura 16 Motores eléctricos utilizados en sillas de ruedas .....	34
Figura 17 Baterías.....	35
Figura 18 Driver Sabertooth Dual 2 X 25A .....	36
Figura 19 Sensor Ultrasónico HC-SR04 .....	38
Figura 20 Tecnología al servicio de la discapacidad .....	41
Figura 21 Control de sillas motorizadas actualmente .....	52
Figura 22 Diagrama de bloques de las etapas y tecnologías .....	61
Figura 23 Microcontrolador Arduino Uno .....	64
Figura 24 Módulo HC-06 conexión al Microcontrolador .....	64
Figura 25 librería SoftwareSerial .....	65
Figura 26 Velocidad de transmisión del HC-06.....	66
Figura 27 Sabertooth dual 2X25A .....	69
Figura 28 Diagrama esquemático del prototipo de control.....	70
Figura 29 Imagen General del proyecto.....	71
Figura 30 Sección de Bluetooth.....	72
Figura 31 Sección del Controlador de motores .....	72
Figura 32 Secciones de Bluetooth y Driver .....	73
Figura 33 Montaje de pruebas .....	73
Figura 34 Inicio montaje de pruebas en la silla de ruedas .....	74
Figura 35 Montaje de pruebas .....	74
Figura 36 Colocación de componentes en caja de control .....	75

Figura 37 Conexión de componentes en caja de control .....	75
Figura 38 Colocación de las baterías al driver .....	76
Figura 39 Colocación de caja de control en posición final .....	76
Figura 40 Pruebas de alimentación.....	77
Figura 41 Conexión de motores al driver.....	77
Figura 42 Conexión de alimentación de motores al driver.....	78
Figura 43 Montaje y conexiones en la caja de control.....	78
Figura 44 Colocación del Sensor Delantero .....	79
Figura 45 Colocación Sensor Trasero .....	79
Figura 46 Caja de control .....	80
Figura 47 Silla usada para el prototipo .....	80
Figura 48 Programación Arduino para el prototipo .....	81
Figura 49 Programación Arduino para el prototipo .....	82
Figura 50 Programación Arduino para el prototipo.....	83
Figura 51 Programación Arduino para el prototipo .....	84
Figura 52 Programación Arduino para el prototipo .....	85
Figura 53 Programación para el APP inventor.....	86
Figura 54 Programación para el APP inventor .....	86
Figura 55 Programación APP inventor 2 .....	87
Figura 56 Programación APP inventor 2 .....	87
Figura 57 Carga de aplicación al móvil.....	92

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultado de la encuesta, pregunta 1 .....	56
Gráfico 2. Resultado de la encuesta, pregunta 3.....	56
Gráfico 3. Resultado de la encuesta, pregunta 4.....	57
Gráfico 4. Resultado de la encuesta, pregunta 5.....	57
Gráfico 5. Resultado de la encuesta, pregunta 6.....	58
Gráfico 6 Resultado de la encuesta, pregunta 7 .....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Marco de la investigación .....	46
Tabla 2 Tipos de sillas de ruedas en la Ortopédica Chupis.....	53
Tabla 3 Análisis del control actual .....	54
Tabla 4 Funcionamiento del driver en modo en modo serial .....	69
Tabla 5 Costos de componentes.....	90
Tabla 6 Costos del sistema de control actual.....	91

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DEL PROYECTO**

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1.1 Introducción al tema del proyecto

La población con lesión medular necesita de una silla de ruedas para desplazarse; con la tecnología actual se cuenta con varios modelos de sillas de ruedas, entre estas, las sillas de ruedas manuales y las sillas de ruedas con motor. En el presente caso, el proyecto se ubica sobre la línea de sillas de ruedas con motor.

Dentro de la línea de sillas de ruedas con motor, hay varios modelos, unos más avanzados que otros, por ejemplo existen sillas de ruedas que solo cuentan con un *joystick* para avanzar, retroceder y girar; todo a diferentes velocidades. En otros aparte de lo mencionado, también permite subir cada una de las piernas por separado y ajustar el respaldar y la altura, lo que conlleva un precio mayor.

En la compañía de ortopedia donde se realiza el proyecto, las sillas de ruedas con motor utilizan un *joystick* para su control. Este dispositivo se ubica físicamente en el descansabrazos de la silla de ruedas para su fácil y efectivo desempeño de acuerdo al fabricante.

No obstante, si el paciente no se encuentra continuo a la silla de ruedas y necesita desplazarse, este requiere la ayuda de otra persona, la cual le proporcione la silla de ruedas para poder acceder a la misma.

Entonces, aprovechando la tecnología para lograr de alguna manera que los pacientes con lesión medular puedan tener un acceso remoto a su silla y mayor independencia, se debe diseñar algún tipo de control remoto para conseguir este objetivo.

Personas con lesión medular son personas laboralmente activas, con una vida como el resto de la población; trabajan, se compran sus bienes, pagan sus cuentas y les gusta de esta manera porque las hace sentir independientes.

Por lo tanto, contar con una silla de ruedas controlada de forma remota las ayuda a continuar desarrollando su independencia y les facilita su vida diaria, gracias al aprovechamiento de la tecnología.

El 3.3 % de la población total de Costa Rica para el año de realización del Censo Nacional (2011) tenía problemas al caminar, lo cual representa una gran cantidad de personas para aquel entonces; por consiguiente, el porcentaje de personas que pueden utilizar este prototipo de control en su silla de ruedas motorizada es alto a nivel nacional, siendo este proyecto de gran impacto en la población con lesión medular y con la posibilidad de internacionalizarlo.

### **1.1.2 Antecedentes de la institución**

La Ortopedia Chupis inicia como zapatería como idea de negocio de un empresario de origen panameño. La misma empieza operaciones en Costa Rica en el año de 1940, en

la ciudad de Cartago; años después se desplaza a la ciudad de San José y es adquirida por el Sr. Marco Mora.

Se orienta a fabricar zapato de cuero a mano y zapato ortopédico. En el año 1988, el Sr. Mario Francisco Granados Masis compra la zapatería, la cual es cerrada dos años atrás debido al fallecimiento del Sr. Marco Mora; le devuelve el posicionamiento que había perdido debido a su cierre y mantiene a la misma como una empresa líder en fabricación y venta de zapato ortopédico.

En el año 1991, el Sr. Granados se une comercialmente a la Sra. Karla Medaglia Chaverri y surge Chupis Ortopédica, un nuevo concepto que vincula la Zapatería con implementos Ortopédicos.

En el año 1996, la pérdida de un hijo y el diagnóstico de parálisis cerebral del mismo antes de su regreso al padre, hace que Chupis Ortopédica se comprometa con la población infantil con habilidades especiales y le brinde los productos no solo ortopédicos, sino de rehabilitación para proporcionarle una buena calidad de vida.

El compromiso de la empresa con la excelencia hace que en el año 1999 se otorgue una beca de estudio a la licenciada en Terapia Física Mariamalia Medaglia Chaverri, con el fin de especializarse de manera presencial en la rama de prótesis y órtesis en la Universidad don Bosco en El Salvador.

Con el regreso de la Lic. Medaglia al país, se da apertura al Laboratorio de Prótesis y Órtesis de Chupis Ortopédica.

El servicio brindado por esta empresa es de vital importancia para el bienestar de las personas con habilidades especiales. Por esto se busca la excelencia del servicio día tras día, mejorando la calidad en todas sus áreas. Esta institución se encuentra en continuo crecimiento de infraestructura e inmuebles, distribuida a lo largo del Gran Área Metropolitana, Alajuela y Heredia. El lugar donde se lleva a cabo el proyecto es en Ortopédica Chupis Uruca, que cuenta con un personal de aproximadamente 20 personas.

Chupis Ortopédica ha traspasado los límites nacionales y actualmente distribuye productos en Centroamérica, Panamá y Suramérica.

En la actualidad Chupis Ortopédica trabaja en nuevos proyectos como el área de equipo para terapia respiratoria y siempre está abierta a los avances y las nuevas oportunidades de mejoramiento que se presenten.

Hoy, 22 años después, el reconocimiento de Chupis Ortopédica la proyecta como la ortopédica más grande y competitiva a nivel centroamericano.

## Misión

Brindar a la población costarricense los mejores servicios, artículos y tecnología en ortopedia y rehabilitación, con atención profesional y personalizada y un alto grado de conciencia social.

## Visión

Ser la ortopédica líder en venta, distribución, fabricación, innovación y desarrollo de artículos ortopédicos, ayudas biomecánicas y de rehabilitación de Latinoamérica.

**Figura 1 Ortopédica Chupis Uruca**



**Fuente: Elaboración propia**

### 1.1.3 Justificación del problema

La tecnología crece cada día; siempre hay innovaciones tecnológicas mejorando la calidad de vida y salvaguardando varias necesidades. Esto quiere decir que toda compañía o institución a nivel global se ve en la necesidad de mejorar su tecnología. En

este caso, la Ortopédica Chupis no es una excepción a esta situación por lo que específicamente en la sede de la Uruca se procura continuar con las mejoras tecnológicas. Esta pretende ayudar a las personas con alguna discapacidad mediante la tecnología y generar un prototipo de silla de ruedas controlada por medio de la voz, ya que se le puede brindar al usuario un producto innovador. A su vez, ampliar la gran gama de productos que la Ortopédica ofrece actualmente.

Además la Ortopédica se beneficia con este documento para futuras consultas acerca de este proyecto ya que el mismo describe todos los pasos que conducen a la implementación. También funciona como base para futuros proyectos ya que la Ortopédica tiene como principio el continuo mejoramiento de sus productos, aprovechando las mejoras tecnológicas actuales.

Otro impacto que tiene este proyecto es de índole de implementación, al mejorar los modos de utilización de sillas de ruedas, porque no existen sillas controladas por medio de voz desde el celular, causando un gran impacto en la población con lesión medular.

Con la elaboración del proyecto, se genera una base para futuras innovaciones, por lo que otras instituciones se pueden ver interesadas luego de que el prototipo sea diseñado, pudiendo provocar un gran impacto a nivel nacional de ortopédicas.

Asimismo, se pretende ayudar a las personas con lesión medular, al proveerles un producto que les facilite su vida diaria, contemplando de antemano que esta población está amparada por la proclamación de derechos humanos universales.

Con este proyecto, la Ortopédica Chupis busca generar un gran precedente con esta innovación en las sillas de ruedas y provocar un gran impacto ya que hoy las sillas de ruedas no cuentan con este tipo de control.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1 La idea del problema

La Ortopédica Chupis se dedica a la fabricación, distribución, innovación, desarrollo y venta de artículos ortopédicos y de rehabilitación. El servicio brindado por esta empresa es fundamental para satisfacer las necesidades de personas con habilidades especiales; por esto se busca la excelencia del servicio día tras día, mejorando la calidad en todas sus áreas.

Aún y cuando la empresa ofrece productos de alta calidad y tecnología, actualmente no se cuenta con la posibilidad de que la silla de ruedas sea controlada vía remota.

Figura 2 No existe el control de silla de ruedas por medio del celular



Fuente: Elaboración propia

### 1.2.2 La pregunta del problema

¿Qué se necesita para mejorar el control de las sillas de ruedas motorizadas?

## 1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1 Objetivo general

- Diseñar e implementar un prototipo de control para silla de ruedas mediante el uso de Arduino, Bluetooth y una aplicación móvil, con el fin de que pueda ser utilizada por medio de comandos de voz.

### 1.3.2 Objetivos específicos

1. Desarrollar un código de programación a través de la interfaz Arduino Uno que permita la movilización de una silla de ruedas motorizada.
2. Desarrollar una aplicación móvil que utilice los comandos de voz mediante el programa App inventor 2 para dispositivos móviles que posean un sistema operativo Android.
3. Establecer una comunicación inalámbrica mediante el estándar de Bluetooth para usuarios que posean los accesos requeridos por la aplicación móvil.
4. Elaborar el interfaz del *hardware* con las características previamente indicadas, con lo que se permita verificar la funcionalidad del prototipo.

## 1.4 Alcances y limitaciones

### 1.4.1 Alcances

- Este proyecto pretende desarrollar un prototipo para controlar sillas de ruedas por medio de comandos de voz a través de Bluetooth, logrando así una nueva tecnología de control para satisfacer una necesidad de las personas con lesión medular, que sea funcional y eficiente, en la ortopédica Chupis.

### 1.4.2 Limitaciones

- ❖ La silla de ruedas que la empresa Chupis destina para la elaboración del proyecto es una que utiliza en caso de respaldo, esta se le brinda al paciente mientras la de él se encuentra en reparación.
- ❖ La aplicación de Google, App Inventor 2, solo se encuentra disponible para dispositivos con sistema operativo Android.
- ❖ Algunos de los materiales que se utilizan en la realización del proyecto no se encuentran en el mercado nacional por lo que para la adquisición de los mismos se deben conseguir en el mercado internacional, lo que genera un tiempo de espera para obtenerlos.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## 2.1 MARCO CONCEPTUAL RELATIVO AL ASPECTO DE LA CARRERA

### 2.1.1 Ingeniería electrónica

La ingeniería es el desarrollo y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para satisfacer las necesidades de la sociedad, dentro de los condicionantes físicos, económicos, humanos y culturales; por lo tanto, el ingeniero electrónico aplica el conocimiento adquirido para realizar el diseño y aplicación de dispositivos.

### 2.1.2 Sillas de ruedas

La fecha e inventores de la primera silla de ruedas no están claros, sin embargo, se menciona que la primera silla de ruedas concebida para el fin de transportar a una persona con un diseño similar a las sillas actuales, es fabricada para el monarca Felipe II por un inventor desconocido.

Figura 3 Primera silla de ruedas



Fuente: <https://wheelchairbeyondlimits.wordpress.com>

Cualquier historia subsiguiente de la silla de ruedas es difícil de documentar hasta 1595. En este año un artista dibuja un borrador del rey español Felipe II (1527–1598) sentado en una silla con pequeñas ruedas montadas al final de cada pata. Los rasgos de la silla incluyen una plataforma levantada para las piernas del rey y un respaldo ajustable. La silla del rey Felipe no es autopropulsada, depende de un cortesano o un sirviente para empujarla.

No obstante, es necesario remontarse mucho más atrás en el tiempo para encontrar los verdaderos inicios de la silla de ruedas.

Se cree que el primer intento de instalar unas ruedas en una silla fue alrededor del año 4000 AC, ya que tanto la silla como la rueda se descubrieron en esa época, aunque la primera representación gráfica de una silla con ruedas, data del año 525 AC (Cruz, 2013).

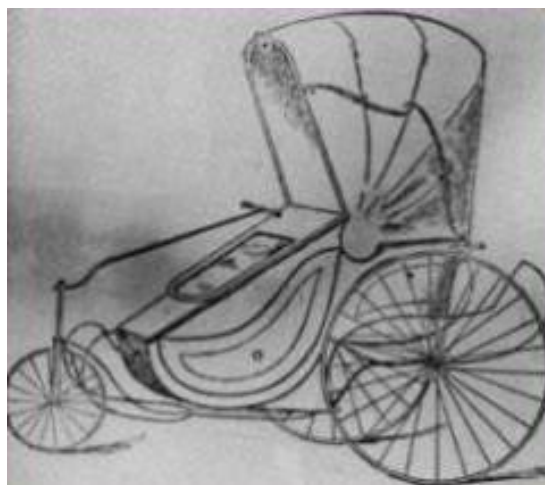
En este grabado chino se muestra lo que parece un sillón con tres ruedas destinado a ser impulsado por terceras personas.

**Figura 4 Silla china**

Fuente: <http://www.minusval2000.com/>

El siguiente desarrollo es una silla inventada en 1783 por John Dawson. El trabajo de Dawson se ubica en Bath, Inglaterra, a donde muchos inválidos viajan para beber y bañarse en las aguas del balneario. La silla “Bath” de Dawson, con su tercera rueda que el ocupante puede dirigir usando una manivela rígida agregada, es un gran suceso. Existe un número de versiones, algunas de ellas abiertas, otras con capuchas y frentes de vidrio, pero todas deben ser empujadas desde atrás o tiradas por un pequeño caballo o burro.

Este modelo de tres ruedas domina el mercado hasta el siglo XIX. No obstante, la silla “Bath” no es muy cómoda y durante el siglo siguiente se añaden mejoras, pensando sobre todo en el confort del usuario, como respaldo y reposapiés ajustables. Una patente de 1869 describe una silla con ruedas traseras con autopropulsión y delanteras pequeñas, llegando a verdaderas sillas de ruedas impulsadas por el propio usuario.

**Figura 5 Silla Bath**

Fuente: <https://wheelchairbeyonlimits.wordpress>

Entre 1867 y 1875 se siguen añadiendo mejoras, como aros de propulsión y ruedas de goma. Cabe destacar que gran parte de estas mejoras se producen gracias a la invención de la bicicleta en el siglo XIX y su posterior evolución.

Durante el siglo diecinueve, las sillas de ruedas se vuelven menos voluminosas y más confortables. Como resultado, algunos usuarios son capaces de girar las grandes ruedas traseras con sus manos, aunque esto es desagradable si la silla corría a través de un charco de barro. El problema se soluciona en 1881 cuando los fabricantes empiezan a agregar un segundo borde con una menor circunferencia a cada rueda.

Estos bordes mantienen las manos limpias y se conocen como bordes para empujar. A comienzos del siglo veinte, las sillas de ruedas se desarrollan aún más y disponen de ruedas con rayos de alambre, respaldos ajustables y apoyos móviles para brazos y

pies. También hay modelos livianos hechos de mimbre montados sobre marcos de metal.

En 1900 se introducen las ruedas radiadas en las sillas manuales y en 1916 se fabrica en Londres la primera silla de ruedas motorizada.

Las primeras sillas motorizadas son manuales adaptadas con diversos sistemas de engranajes poco eficientes difíciles de manejar, más adelante se adoptan los motores de tracción directa y sistemas de control más precisos.

En 1915, ingenieros británicos producen la primera silla de ruedas motorizada, aunque la mayoría de los usuarios continúan en las versiones manuales que se están volviendo mucho más baratas. A pesar de esto, las sillas aún son rígidas y difíciles de guardar y transportar, particularmente en autos. Pero en 1932, un ingeniero de Los Ángeles llamado Harry Jennings, diseña y construye una silla plegable para su amigo, Herbert Everest. Los dos hombres inmediatamente ven el potencial de este invento y establecen una compañía para producir en masa las nuevas sillas portátiles.

Estos son los precursores de las sillas de ruedas de uso común hoy. Juntos fundan Everest & Jennings, una compañía que monopoliza las ventas de sillas de ruedas durante muchos años. Hasta tal punto que el Gobierno de Estados Unidos interpone una demanda antimonopolio contra Everest & Jennings, por controlar el precio de las sillas de ruedas. El caso finalmente es sobreseído, gracias al Departamento de Justicia de los EEUU por la demanda antimonopolio contra ellos. Nuevas compañías surgen

con diseños innovadores y expanden el rango de opciones para los usuarios de sillas de ruedas.

Las últimas dos décadas suponen un enorme avance, tanto para las manuales como las eléctricas. Nuevos materiales, mejor rendimiento y sobre todo la posibilidad de personalizar las sillas de acuerdo a las necesidades individuales de cada persona.

### **2.1.2.1 La silla plegable**

Otro invento que influye decisivamente en la evolución de las sillas de ruedas es el automóvil. La necesidad de transportar la silla determina la invención de la silla plegable.

**Figura 6 Silla plegable**



Fuente: <https://wheelchairbeyondlimits.wordpress.com/>

El diseño original de esta primera silla plegable se sigue utilizando hoy en sillas básicas en todo el mundo, por supuesto con algunas mejoras. A comienzos del siglo veinte, las sillas de ruedas se desarrollan aún más y disponen de ruedas con rayos de

alambre, respaldos ajustables y apoyos móviles para brazos y pies. También hay modelos livianos hechos de mimbre montados sobre marcos de metal.

### **2.1.2.2 La diferencia de las primeras sillas de rueda hasta la actualidad**

Las primeras sillas son hechas de madera, muy pesadas de acuerdo a los estándares de hoy y tienen respaldos altos. Proveen una movilidad muy limitada, la mayoría de los usuarios incluso no pueden empujarse a sí mismos y deben depender de otras personas para hacerlo.

Las primeras sillas a poder usan cintas en el tren de tracción. El motor enciende un rotor que tiene una cinta enrollada a su alrededor y la cinta transmite la energía a las ruedas. Las sillas de hoy usan transmisión directa, significando que el motor enciende engranajes que encendidos mueven la energía a través de una transmisión de engranajes a las ruedas. La transmisión directa es más confiable y necesita menos mantenimiento.

**Figura 7 Silla de hoy**



Fuente: <https://wheelchairbeyondlimits.wordpress.com/>

Las sillas motorizadas en un tiempo son llamadas “sillas eléctricas”, hasta que los comerciantes se dan cuenta de que el público piensa en las sillas eléctricas como máquinas para ejecuciones. Las primeras sillas motorizadas son sillas manuales con baterías y mecanismos de engranaje hechos de cualquier forma. Las sillas son abultadas y difíciles de navegar.

Los diseñadores arreglan esos problemas desde entonces y las sillas motorizadas modernas tienen todos sus elementos integrados en un sistema coherente. Mientras las primeras sillas motorizadas usan la energía eléctrica solo para mover las ruedas hacia adelante, los sistemas de hoy incluyen ajustes motorizados para los asientos, los descansos de los pies, los respaldos y los reposacabezas.

En el futuro se piensa en sillas manuales ligeras. Los fabricantes apuestan por hacer sillas cada día más ligeras y compactas, adaptadas al ritmo de vida moderno. En el futuro más cercano, es lógico que se siga por ese camino, investigando nuevos materiales, fuertes, pero ligeros e incorporando innovaciones de diseño.

El campo de las sillas motorizadas es mucho más abierto, debido al rápido avance de la electrónica. La meta más cercana es el desarrollo de motores con menor consumo y la implantación en el mercado de nuevas baterías, que recarguen más deprisa y tengan mayor capacidad. Todo destinado a ofrecer la mayor autonomía diaria al usuario.

De nuevo la industria automovilística puede ayudar a conseguir estos avances, esta vez gracias a su auge por los autos eléctricos, lo que puede hacer realidad nuevas tecnologías en baterías y otros componentes. Diversas innovaciones como ser guiado vía GPS ya están en desarrollo y pueden estar disponibles en pocos años.

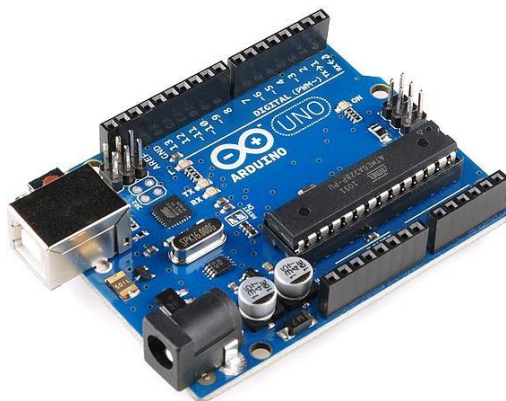
Los kits de motorización para sillas manuales previsiblemente son cada día más discretos y ligeros, siendo útiles para mayor cantidad de personas.

### **2.1.3 Arduino**

Arduino es una plataforma de *hardware* libre basada en un microcontrolador y un ambiente de desarrollo. Su objetivo principal es facilitar el uso de la electrónica en proyectos multitarea, es decir, en lo que se necesite realizar más de una tarea a la vez.

“Arduino es una plataforma de *hardware* de código abierto, basada en una sencilla placa de circuito impreso que contiene un microcontrolador de la marca ‘ATMEL’ que cuenta con entradas y salidas, analógicas y digitales” (Ayala y Manzano, 2013, p. 25).  
Muy amigable con el usuario por su facilidad uso y amplia forma de uso en proyectos.

**Figura 8 Placa Arduino**



**Fuente:** <http://arduino.cl/arduino-uno/>

Arduino se considera una revolución DIY (*Do It Yourself*, hazlo tú mismo) y desde su nacimiento ha pasado a liderar este campo por diversas razones: su sencillez, tanto de programación como de compatibilidad; precio económico, hoy se pueden encontrar placas Arduino por alrededor de \$ 25 en sus modelos sencillos; y las posibilidades son ilimitadas, se puede hacer casi cualquier cosa utilizando el material necesario y dedicándole tiempo.

Arduino se inventa en Italia, como proyecto en el Instituto de Diseño Interactivo Ivrea en el 2005 por Massimo Banzi y David Cuartielles. El objetivo principal del proyecto es hacer una herramienta para los estudiantes que sea más moderna, simple y económica, sobre todo porque la placa que utilizan antes tiene un precio de 76 euros y los alumnos no están dispuestos a comprarlas a precios tan altos.

A partir de entonces Arduino ha aumentado su mercado hasta el punto de que hoy se puede encontrar en cualquier parte del mundo. Han salido distintos modelos y placas, cada una específica para unos tipos de proyectos.

Para los microcontroladores, hay una interfaz de entrada, que puede estar directamente unida a los periféricos o conectarse a ellos por puertos. El objetivo de esa interfaz de entrada es llevar la información al microcontrolador, encargada de procesar esos datos. El microcontrolador varía dependiendo de las necesidades del proyecto en el que se desea usar la placa, y hay una buena variedad de fabricantes y versiones disponibles. Arduino es una placa basada en un microcontrolador, concretamente un ATMEL.

También, hay una interfaz de salida, que lleva la información procesada a los periféricos encargados de hacer el uso final de esos datos, que en algunos casos puede bien tratarse de otra placa en la que se centraliza y procesa de nuevo la información u otro tipo de proceso por realizar. Arduino es un sistema y no una placa única. Por esto, el funcionamiento concreto depende del proyecto.

Arduino puede ser controlado desde un servidor web y conectar los proyectos a internet. Una gran cantidad de desarrollos que incluyen diseños de *hardware* y código fuente de *software* están disponibles gratuitamente en la red para ayudar a los principiantes a comenzar un plan tecnológico.

Existen también tarjetas de expansión *plug-in* denominadas *shields*, que añaden funcionalidad adicional a las placas Arduino. Asimismo, se cuenta con una amplia gama

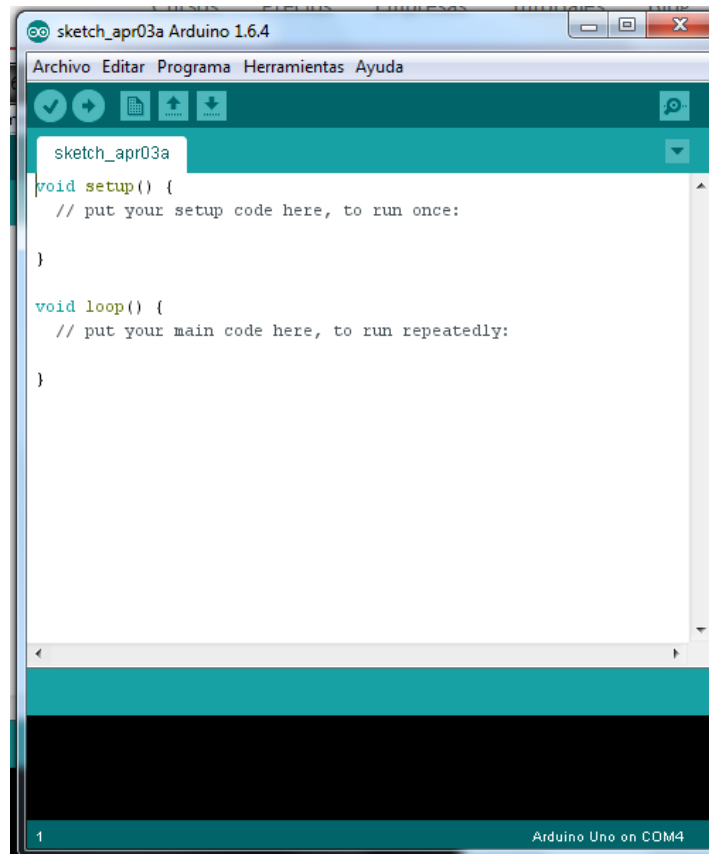
de módulos para facilitar la incorporación de sensores, controladores, entradas y salidas de sonido, así como retroalimentación visual en los proyectos.

La versión actual de referencia en *hardware* Arduino se llama "ONE", proporciona cuatro elementos funcionales básicos: un microcontrolador ATM de Atmel, una fuente de alimentación de 5V, un convertidor USB de serie para cargar nuevos programas en la placa y cabeceras E/S para conectar sensores, controladores, tarjetas de expansión, etc.

Dado que el Arduino es como una pequeña computadora, que ejecuta una serie de códigos previamente introducidos, se necesita un programa para poder ingresar estos códigos a la propia placa. Este programa se llama IDE, que significa Integrated Development Environment (Entorno de Desarrollo Integrado).

Este IDE se instala en la computadora, es un entorno muy sencillo de usar y en él se escribe el programa que se desea que el Arduino ejecute. Una vez escrito, se carga a través del USB y Arduino comienza a trabajar de forma autónoma.

Figura 9 IDE de Arduino



Fuente: Tomada del IDE de Arduino

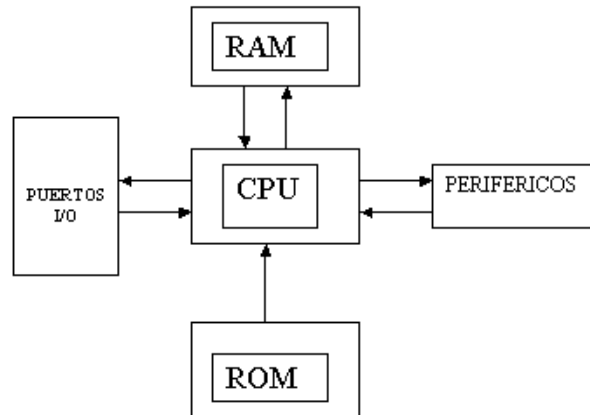
### 2.1.4 Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos. Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador y en conjunto forman lo que se le conoce como microcomputadora.

Se puede decir que un microcontrolador es una microcomputadora completa encapsulada en un circuito integrado. “Los microcontroladores están concebidos fundamentalmente para ser utilizados en aplicaciones puntuales, es decir, aplicaciones

donde el microcontrolador debe realizar un pequeño número de tareas, al menor costo posible” (Crespo, 2014). Por lo tanto, un microcontrolador es una pequeña computadora asignada a un trabajo específico.

**Figura 10 Microcontrolador**



Fuente: <http://www.electronicaestudio.com/>

### 2.1.5 Bluetooth

La palabra Bluetooth proviene del rey danés Herald Blatand, cuya traducción del apellido a inglés es “Bluetooth”, personaje de notable relevancia escandinava en la época feudal.

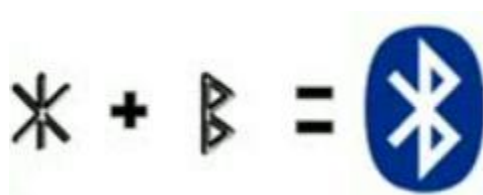
En el año 1994, los holandeses Jaap Haartsen y Mattisson Sven desarrollan en la empresa Ericsson un sistema para reemplazar el tradicional y a veces engorroso cable, el resultado es una tecnología de saltos de frecuencia de amplio espectro.

El alcance suele ser de diez metros, aunque gracias a distintos repetidores se puede controlar un dispositivo a cien metros. “Bluetooth es un tipo de conexión inalámbrica

usada para la transferencia de datos entre dos dispositivos y usa un ancho de banda de 2.4 GHz” (Méndez, 2017).

El logo de Bluetooth es para el ámbito del mercado, de fácil memorización. El logo es una combinación de dos letras del alfabeto rúnico, la H y la B.

Figura 11 Logo del Bluetooth

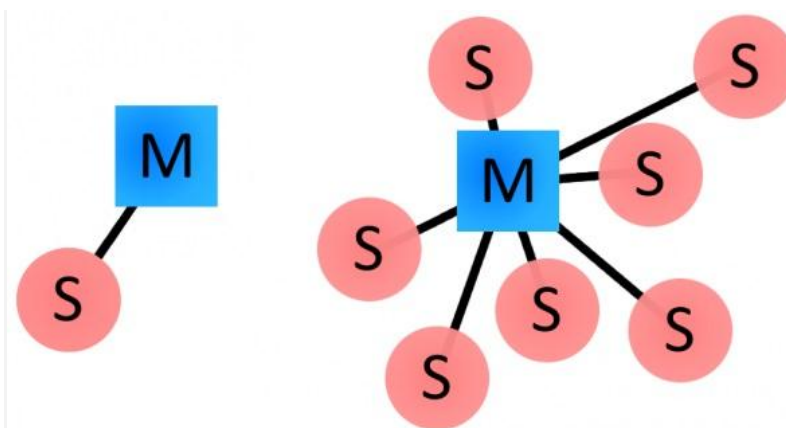


Fuente: <https://www.wayerless.com/>

Bluetooth define un canal de comunicación de máximo 720 Kb/s (1Mbps de capacidad bruta) con rango óptimo de 10 metros (opcionalmente 100 m con repetidores). Los dispositivos Bluetooth pueden actuar como maestros o como esclavos.

La diferencia es que un Bluetooth esclavo solo puede conectarse a un maestro, en cambio un maestro puede conectarse a varios esclavos o permitir que ellos se conecten y recibir y solicitar información de todos ellos, arbitrando las transferencias de información (hasta un máximo de 7 esclavos).

Figura 12 Modos de conexión del Bluetooth



Fuente: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/>

Cada uno de los dispositivos que se identifica vía Bluetooth presenta una dirección única de 48 bits y además un nombre de dispositivo que sirve para identificarlo cómodamente. La dirección propia también se puede identificar, pero es un poco menos cómoda y tiene menos utilidad.

Un nodo Bluetooth puede ser maestro o esclavo y dispone de una dirección única, así como de un nombre para identificarse y muy habitualmente también incluye un PIN de conexión o número de identificación que debe teclearse para acceder al mismo.

Como el Bluetooth lo desarrolla Nokia para conectar teléfonos móviles a otros dispositivos como auriculares, micrófonos o conexiones al audio de un automóvil, existe un procedimiento definido que se llama *pairing* (o emparejamiento), el cual vincula a dos dispositivos Bluetooth.

Cuando se asocia a dos dispositivos Bluetooth, se inicia un proceso en el que ellos se identifican por nombre y dirección interna y se solicita la clave PIN para autorizar la conexión. Si el emparejamiento se hace con éxito, ambos nodos suelen guardar la identificación del otro y cuando se encuentran cerca, se vuelven a vincular sin necesidad de intervención manual.

A lo largo de los años la norma ha variado y existen varias versiones de la misma, con compatibilidad siempre con las versiones anteriores que se diferencian en la distancia que pueden alcanzar (entre 50 y 100 metros, teóricamente y sin obstáculos), además de la velocidad de transferencia.

#### **2.1.5.1 Módulo Bluetooth HC-06**

HC-06, o también conocido como LINVOR, es un nodo Bluetooth conectado a una interfaz serie. En principio se conectan los pines Rx y Tx a los equivalentes de Arduino en los pines 0 y 1 digitales, sin más que cruzarlos (BT Tx a Arduino Rx y BT Rx a Arduino Tx). Sin embargo, se recomienda no hacerlo así, porque los pines 0 y 1 se utilizan en la comunicación serie de Arduino con la computadora a través del USB y, por tanto, si se usan para comunicar con el módulo BT, se pierde la conexión con la computadora.

Por eso se prefiere destinar otro par de pines cualesquiera a la transmisión, aunque para eso se debe importar una librería que habilite la comunicación serie con otros pines como es la librería Software Serial. La librería viene de serie en el IDE y se crea un nuevo objeto serie llamado BT, pudiendo así conectar a otros pines.

El módulo de Bluetooth HC-06 solo opera de modo esclavo, el modelo HC-06 dispone de 4 pines.

Figura 13 Módulo HC-06



Fuente: <http://www.prometec.net/>

### 2.1.6 Smartphone

La idea inicial del *smartphone* o teléfono inteligente es de unir las funciones de un PDA (*Personal Digital Assistant*) con las de un teléfono para mayor comodidad y compactibilidad. El primer dispositivo en cumplir con esta definición es el IBM Simon, que tiene todas las funciones de un PDA de aquella época (1992) con capacidades telefónicas y de SMS, y una pantalla totalmente táctil que puede ser manipulada con el dedo, a diferencia de otros PDA de esos tiempos que requerían un *stylus* (lápiz de punta capacitiva).

El primer teléfono móvil en usar el término *Smartphone* es el Ericsson GS88, el cual es más avanzado y posee funciones de correo electrónico, navegación web, reloj mundial, un teclado QWERTY físico, modo avión, puerto infrarrojo, conexión a PC, etc.

Es posible que el *boom* de los *smartphones* empezara con el sistema operativo Windows Pocket PC (2000) y los teléfonos y dispositivos que llegan al mercado con este sistema operativo como los de la marca HTC, los cuales tienen un gran auge en Europa con sus teléfonos Wallaby, Falcon e Himalaya, entre el 2002 y el 2004.

El mundo de los *smartphones* abarca gran cantidad de funciones, celulares que toman fotos, marcan el ritmo de la música en una fiesta, proyectan videos y se convierten en GPS en el camino, además con ellos se puede llamar por teléfono y conversar. El mundo de las comunicaciones está cambiando para siempre, si hablar por teléfono hace unos años es primordial y acceder a *e-mails*, hoy hasta eso pasa a ser secundario por la nueva capacidad del *smartphone*.

Los sistemas operativos móviles más frecuentes utilizados por los teléfonos inteligentes son Android (de Google), iOS (de Apple), Windows Phone (de Microsoft) y BlackBerry OS (de BlackBerry). Otros sistemas operativos de menor uso son Bada (de Samsung), Symbian (de Nokia), Firefox OS (de Mozilla), MeeGo (de Moblin y Maemo), webOS, Windows CE, etc.

**Figura 14 Sistemas operativos para *smartphones***



Fuente: <http://www.enter.co/>

### **2.1.7 Aplicación móvil**

Una aplicación móvil o App (en inglés) es un *software* diseñado para ser ejecutado en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles y que permite al usuario efectuar una tarea concreta de cualquier tipo. El término App comienza a utilizarse especialmente para referirse a las aplicaciones para teléfonos celulares en 2008. “El término App es la abreviatura de Application y como tal, siempre se ha utilizado para denominar a éstas en sus diferentes versiones” (QODE, 2012).

Los sistemas operativos móviles Android, Apple, Microsoft y BlackBerry tienen tiendas de aplicaciones que operan en línea en las cuales se puede buscar, descargar e instalar las aplicaciones.

Google Play (antes Android Market) es una tienda virtual de contenido digital para dispositivos basados en el sistema operativo Android. Desde esta tienda, desarrollada y gestionada por Google, se pueden descargar aplicaciones, juegos, revistas, libros,

música y películas para el celular (móvil) o tableta Android.

La descarga se puede realizar directamente desde el dispositivo Android, mediante la aplicación Play Store, o desde la computadora a través del sitio de Google Play. En ambos casos se necesita una cuenta de Google. Se hace mención al sistema operativo Android al ser el que se utiliza en el presente proyecto.

### **2.1.7.1 App inventor**

La plataforma se pone a disposición del público el 12 de julio de 2010 y está dirigida a personas que no están familiarizadas con la programación informática. En la creación de App Inventor, Google se basa en investigaciones previas significativas en informática educativa.

App Inventor es un entorno de desarrollo de *software* creado por Google Labs para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo Android. El usuario puede de forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, enlazar una serie de bloques para crear la aplicación.

App Inventor es un entorno de desarrollo visual de aplicaciones para dispositivos Android. Para desarrollar aplicaciones con App Inventor sólo necesitas un navegador web y un teléfono o tablet Android. App Inventor se basa en un servicio web que te permitirá almacenar tu trabajo y te ayudará a realizar un seguimiento de sus proyectos. App Inventor 2 es también un entorno de

aprendizaje de lenguaje de programación fácil de usar, con la que incluso los no programadores podrán desarrollar sus aplicaciones (Gómez, 2016).

El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web. Las aplicaciones creadas con App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

Figura 15 App inventor 2



Fuente: <http://orientapas.blogspot.com/>

### 2.1.8 Motor eléctrico

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas.

El principio de funcionamiento de los motores eléctricos de corriente directa o continua se basa en la repulsión que ejercen los polos magnéticos de un imán permanente.

La silla de ruedas que se facilita para realizar el proyecto cuenta con un par de motores de corriente directa, cada motor es de 24V, 14A, 350W, con una capacidad de 3800 RPM.

**Figura 16 Motores eléctricos utilizados en sillas de ruedas**



Fuente: <https://spanish.alibaba.com/>

Las sillas de ruedas eléctricas cuentan con un par de pequeños motores que las impulsan; alimentados por baterías recargables y pueden ser de diferente amperaje.

### **2.1.9 Baterías**

Se denomina batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente pila, al dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad. Cada celda consta de un electrodo positivo, un electrodo negativo y electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos, permitiendo que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función.

Las baterías son pequeños recipientes de energía química. Cuando uno de estos componentes se conecta a la red eléctrica, arranca una reacción química en el interior y se transfieren electrones desde el ánodo (polo positivo) hasta el cátodo

(polo negativo). Una vez cargada, podrá alimentar un dispositivo hasta que se hayan transferido todos los electrones y un interruptor *built-in* la desconecte (Carballo, 2016).

Las baterías se presentan en muchas formas y tamaños. A mayor amperaje de las baterías, mayor autonomía.

Figura 17 Baterías



Fuente: <https://www.ortosoluciones.com/>

### 2.1.10 Controlador de motores

Los microcontroladores no pueden manejar tensiones e intensidades más allá de los 5 V y 50 mA, aproximadamente. Cuando el circuito que controla dicho microcontrolador requiere controlar cantidades superiores a las soportadas, se debe disponer de un controlador de potencia. “Cuando el sistema que controla dicho micro, requiere de una potencia mediana a gran potencia, a todos nos recuerda la necesidad de disponer de un elemento, *driver* o manejador de potencia para mover el sistema bajo control” (García, 2013).

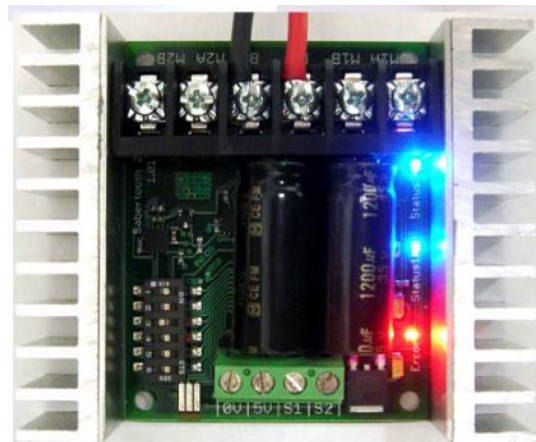
Para la realización de este proyecto, se pretende utilizar un controlador o *driver* denominado Sabertooth 2X25, es uno de los *drivers* para doble motor más versátiles, eficientes y fáciles de usar del mercado.

El Sabertooth tiene capacidad para controlar dos motores DC con hasta 25 A cada uno. Las corrientes máximas de 50 A por canal son alcanzables durante unos segundos, poseen protección de sobreintensidad y protección térmica.

Sabertooth posibilita controlar dos motores con: voltaje analógico, radio control, serie y paquete de serie (USB) esto a través del modo de funcionamiento que se ajusta con los interruptores DIP incorporados. Sabertooth cuenta con conectores de terminal de tornillo lo que le ayuda a construir sin soldar.

Sabertooth también permite hacer paradas y retrocesos muy rápidos dando al motor agilidad y rapidez.

**Figura 18 Driver Sabertooth Dual 2 X 25A**



Fuente: <https://www.dimensionengineering.com/>

### 2.1.11 Sensor ultrasónico HC-SR04

El sensor ultrasónico Arduino utiliza las propiedades de propagación del sonido para medir distancias, más concreto emplea los ultrasonidos; este tipo de ondas sonoras se encuentran por encima del espectro audible por los seres humanos.

El funcionamiento es muy sencillo; el sensor envía una onda ultrasónica a través del disparador o *trigger*, rebota contra el objeto y el receptor o eco detecta la onda.

Sabiendo cuánto tarda en viajar dicha onda, se puede determinar la distancia. Como la velocidad del sonido es de 343 metros/segundo, se necesitan  $1/343 = 0,00291$  segundos para recorrer un metro. Si se desea usar una medida más cómoda, se puede pasar esto a microsegundos por centímetro:

$$0,00291 * \frac{1.000.000 \mu s}{segundo} * \frac{1 metro}{100 cm} = 29,1 \mu s / cm$$

Como eco mide el tiempo que tarda el pulso en ir y venir, la distancia recorrida es la mitad:

$$distancia = \frac{duracion}{29,1} * \frac{1}{2}$$

De esta manera funciona el sensor ultrasónico HC-SR4.

Figura 19 Sensor ultrasónico HC-SR04



Fuente: <http://bot-boss.com>

## 2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS

El alcance de este proyecto abarca varias áreas de la ingeniería, logrando así un enriquecimiento en cuanto al conocimiento adquirido durante la carrera, pero esta vez de una forma aplicada, con lo que se tiene un precedente en cuanto a conocimiento adquirido y una manera de desarrollar en la práctica.

Este proyecto pretende utilizar herramientas como:

**-Microcontrolador Arduino Uno:** versatilidad y fácil programación, permite el uso de módulos, los cuales son tarjetas especializadas para una única función como por ejemplo comunicación telefónica, inalámbrica por WiFi o Bluetooth, tarjetas de *driver* para control de motores, entre otros.

**-Módulo HC-06 Bluetooth:** la comunicación es posible desde cualquier dispositivo móvil, tableta, computadora, etc.

**-APP inventor 2:** se trata de una herramienta de desarrollo visual muy fácil de usar, con la que incluso los no programadores pueden desarrollar sus aplicaciones.

**-Driver:** facilidad de uso y eficiencia es lo que caracteriza al controlador para motores Sabertooth Dual 2 X 25A.

Este último (Sabertooth) es la innovación y promete ser de alto impacto. Como ya se mencionó, la eficiencia de este dispositivo de control es muy alta por lo que a mediano y largo plazo se espera observar mucho más en proyectos de este índole, para la innovación de sillas de ruedas.

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DE UN PROYECTO**

La importancia de este proyecto es alta; en un área como lo es la discapacidad, la sociedad debe procurar involucrarse para ayudar a esta población. Es fundamental poder colaborar para que la población con discapacidad tenga una buena calidad de vida.

Al iniciar con este proyecto, se pretende generar un impacto a corto, mediano y largo plazo.

A corto plazo se tiene la inclusión del Departamento de Ortopedia, el cual está anuente a participar. No había escuchado sobre el tema por realizar, siendo una motivación para continuar al servicio de las personas con discapacidad, así como el ser parte de la historia en cuanto a esta tecnología a nivel nacional.

A mediano plazo, el impacto es observar cómo avanza el proyecto por medio de la interacción y el involucramiento del personal y a la vez tener resultados tangibles de

diferentes pruebas por realizar, motivando así el auge de esta tecnología aún no utilizada, al brindar sugerencias que son un gran aporte a la tecnología del proyecto.

Por último se encuentra el impacto a largo plazo, porque se pretende llevar a grandes dimensiones. Una vez que el proyecto sea funcional, ajustado y operacional, se busca que sea un producto comercial, lo cual significa un gran logro porque ayudaría a la población con lesión medular del país. Cada vez que históricamente hay un éxito de algún producto innovador no solo es nacional, sino que traspasa la barrera nacional y se convierte en un éxito mundial.

Por lo tanto, a largo plazo los efectos son muy beneficiosos y con unas expectativas altas, no solo a nivel de un posible producto comercial, sino el beneficio que lleva consigo, esperando que a la vez sirva de base para otras tecnologías venideras y contribuya a una mejor calidad de vida.

“Las nuevas tecnologías han mejorado la calidad de vida integral de 6 de cada 10 personas con discapacidad” (Prnoticias, 2015).

**Figura 20 Tecnología al servicio de la discapacidad**



Fuente: <http://www.eltiempo.com/>

## **2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS: RESULTADOS DE EXPERIENCIAS ANTERIORES, SIMILITUDES O DIFERENCIAS**

### **2.4.1 Autores consultados: coincidencias o discrepancias**

Al revisar trabajos similares con respecto a este proyecto, se ubica un material realizado en el año 2015, en la ciudad de Quito, titulado: *Diseño e implementación del sistema de movimiento direccional de una silla de ruedas para ser controlada por reconocimiento de un patrón de voz mediante electrónica de potencia y motores dc como actuadores* de Agama y Ramírez de la Cruz (2015).

En este proyecto sus autores concluyen entre varios aspectos que el proyecto de la silla de ruedas tiene mucho potencial para recibir mejoras. Este genera gran interés en la institución de Secretaría Técnica de Discapacidades, al considerarlo como objetivo institucional, el cual es innovación e investigación aplicada para mejorar la calidad de las personas con discapacidad.

Asimismo recomiendan crear una aplicación móvil, la cual se pueda conectar vía Bluetooth a la silla para garantizar una mayor precisión en la etapa de reconocimiento de voz al sistema. Debido al gran interés de este tipo de proyecto, se aconseja también que se utilice como base investigativa para el desarrollo del prototipo. Como se puede observar, tiene similitudes con el tema del presente proyecto, por lo cual este se efectúa como parte de las recomendaciones.

Otro trabajo encontrado es el proyecto de graduación: *Desarrollo e implementación de un prototipo de silla de ruedas eléctrica controlada por Arduino para el II cuatrimestre del año 2016 de Jerez (2016)*, donde el autor utiliza como dispositivo de control para la silla de ruedas un microcontrolador Arduino y emplea una aplicación móvil.

En este caso el autor concluye que se puede controlar una silla de ruedas con la placa Arduino y una aplicación móvil. También se recomienda investigar otras aplicaciones móviles ya que la utilizada es para sistemas operativos Android y considerando que hay usuarios, por ejemplo, con sistema operativo IOS, se deben buscar medios para emplearla en este tipo de dispositivos.

El caso de este proyecto es desarrollado en Costa Rica y aunque los objetivos son diferentes, existe una semejanza en cuanto a la parte del diseño del control de la silla de ruedas, pudiendo tomarse como experiencia y que ayude a la elaboración del presente proyecto.

Por lo tanto, cabe mencionar que este proyecto posee antecedentes tanto nacionales como internacionales, esperando que sirvan como bases y guías para ejecutar el proyecto.

## **CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO**

## **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1.1 Finalidad de la investigación**

La investigación por realizar en la Ortopédica Chupis tiene la característica de ser aplicada. Consiste en hacer un prototipo de silla de ruedas, la cual pueda ser controlada por medio de voz y vía remota. En el desarrollo de este prototipo, se toman en cuenta aspectos como la compra del equipo para lograr el control por medio de la voz, el control que sea a distancia, la velocidad de la silla por control de comandos de voz y el mando desde el celular; un diseño adecuado para este proyecto debido a la seguridad que debe existir en el control.

Estas características están estrechamente relacionadas con la definición de una investigación del tipo aplicada, debido a que una vez finalizada esta práctica supervisada, se espera como resultado un prototipo eficiente, sin pérdidas de control de la silla de ruedas y con un documento finalizado, el cual sirva como precedente para futuros proyectos o mejoras a este.

### **3.1.2 Dimensión temporal de la investigación**

Hernández (2014) define el propósito de una investigación transversal como “describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”. Este proyecto es actual por lo cual es del tipo transversal, al efectuarse, implementarse y obtenerse resultados en el mismo período.

En este caso, por tratarse de la modalidad práctica supervisada, el tiempo de investigación comienza el 01 de mayo de 2017 y está organizado para finalizar el 01 de octubre 2017.

### 3.1.3 Marco de la investigación

Dentro de las definiciones que sirven para caracterizar la investigación, se realiza una ubicación en cuanto a su tamaño, la cual se expone a continuación:

**Tabla 1 Marco de la investigación**

<b>Tamaño</b>	<b>Localización</b>
<b>Mega</b>	Chupis Ortopédica como proveedor en Latinoamérica.
<b>Macro</b>	Diferentes sucursales de Chupis Ortopédica a nivel nacional, Alajuela, Heredia, Calderón.
<b>Micro</b>	Chupis Ortopédica Sede Central en frente de Cenare.

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.1.4 Naturaleza de la investigación**

Por la naturaleza, este proyecto se califica como cuantitativo, debido a que tiene un enfoque positivista, donde, acorde con la situación actual, se establece el problema y se plantea la hipótesis.

Con esta información, se realiza el diseño y se implementa la solución, que proporciona resultados tangibles, como las pruebas por comandos de voz a la silla de ruedas motorizada, a su vez permite ver el nuevo diseño de control a las mismas, además de ampliar la gama de productos en la ortopedia para el mejoramiento de las personas con lesión medular.

Según Barrantes (2008), una investigación cuantitativa “Se fundamenta en los aspectos observables y susceptibles de cuantificar. Utiliza una metodología empírico-analítica y se sirve para el análisis de los datos”.

Si se compara lo descrito por el autor y el nivel de la investigación, se puede asumir que para la realización de este proyecto se necesita de la experiencia de otros trabajos y el análisis de los resultados de estos.

### **3.1.5 Carácter de la investigación**

En este proyecto se hace un estudio de la situación tecnológica del control actual de las sillas de ruedas, también se analizan los equipos o elementos que se enlazan a este control. Con ello se obtiene información para determinar la tecnología necesaria por

utilizar y, posteriormente, se desarrolla un nuevo tipo de control para la silla de ruedas eléctrica.

Este trabajo, por su carácter, se clasifica como tipo investigación-acción, el cual se basa en el análisis de los factores que causan el problema y una vez que se tengan claros los requerimientos, se implementa la solución de inmediato, todo esto en forma paralela.

### **3.2 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO**

Para poder obtener los resultados esperados basados en la problemática, primero se analiza cada uno de los puntos de mejora que se pueden realizar con este proyecto.

1. Determinación de las partes de control de las sillas eléctricas actuales y las tecnologías involucradas, para lo cual se elabora un inventario de las sillas que la ortopédica ofrece actualmente, organizando en los siguientes aspectos: marca, modelo, fabricante, especificaciones técnicas, características e indicaciones de uso.

2. Se selecciona la tarjeta Arduino más apropiada para el proyecto dependiendo de sus entradas y salidas digitales y analógicas, también salidas en modo serial.

### **3.3 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

#### **3.3.1 Metodología para la implementación del proyecto**

Determinar las partes que conforman las sillas eléctricas actuales y las tecnologías involucradas, por lo cual se elabora un inventario de las sillas de ruedas con las que la empresa cuenta actualmente, para así determinar los elementos necesarios para la elaboración del prototipo de la silla de ruedas.

Considerar y consultar el uso de ciertos componentes que ya se encuentran en *stock* para aprovecharlos en el prototipo. Obtener un estimado de las partes que se deben comprar.

Selección de la tarjeta Arduino más apropiada para el proyecto dependiendo de sus entradas y salidas digitales y analógicas (se realizan las pruebas de funcionamiento con respecto a la compilación del programa de Arduino y pruebas a la tarjeta).

Revisión y actualización del itinerario de actividades con propósito de observar y cuantificar el tiempo de desarrollo del proyecto y anticipar eventuales retrasos.

## **CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO**

## **4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **4.1.1 Instrumento para un diagnóstico**

Para determinar la situación actual, en primer lugar se obtiene información en torno al lugar o contexto. Se hacen varias visitas previas a la realización del proyecto, recopilando datos con base en las consultas del funcionamiento de las sillas de ruedas y los diferentes tipos con que cuenta la Ortopédica.

Segundo, se observa el funcionamiento de lugar, donde se aprecia que esta empresa tiene dos edificios: administrativo y operativo. En el administrativo se reciben cotizaciones, órdenes de compra y programaciones de trabajos en general; y en el operativo se encuentran la tienda, la atención al cliente y los talleres de elaboración de prótesis y reparación de sillas de ruedas.

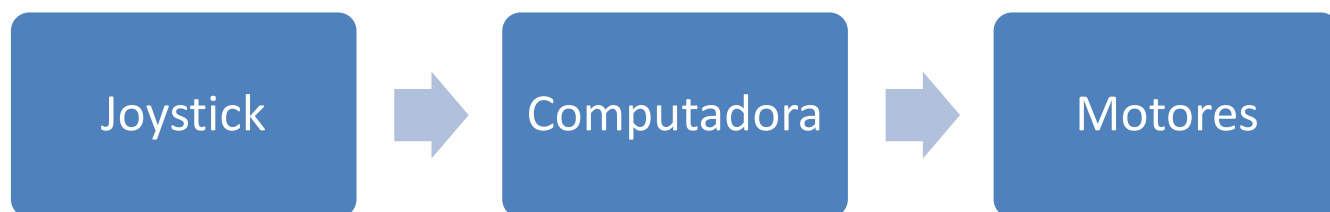
Tercero, se lleva a cabo una interacción con los miembros de las áreas para familiarizarse con el tema. Se interactúa más con el Departamento de Taller de Reparaciones ya que cuenta con un ingeniero electrónico, quien permite entender más el funcionamiento de componentes electrónicos de la silla de ruedas.

Cuarto, se consigue el consentimiento de recolección de datos tanto de parte de las gerencias como del resto del personal, siendo de gran ayuda para la toma de entrevistas que se efectúan como parte de la obtención de datos en general.

## 4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO

La empresa Chupis Ortopédica es reconocida a nivel nacional en cuanto a sillas de ruedas motorizadas, lo que da una seguridad al consumidor. En Ortopédica Chupis los productos respecto a sillas de ruedas motorizadas poseen el tipo de control, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 21 Control de sillas motorizadas actualmente



Fuente: Elaboración propia

En la actualidad el control de las sillas de ruedas motorizadas se realiza a través de un *joystick* que envía las señales a una computadora de control para que esta procese los datos y así los motores reciban las señales para el movimiento deseado por los mismos.

En la Ortopédica no solo se tienen sillas de ruedas motorizadas, sino también esta se preocupa por proveer al cliente variedad en sus productos. Posee sillas de ruedas manuales, cubriendo así la posibilidad de adquisición pues estas son de un precio más económico.

En la siguiente tabla se muestran las marcas de las sillas de ruedas con las que la empresa trabaja en su mayoría y se clasifican según motorizada o manual:

**Tabla 2 Tipos de sillas de ruedas en la Ortopédica Chupis**

MARCA	MODELO	FABRICANTE	TIPO
INVACARE	Stream	Invacare	Motorizada
Q 6 EDGE	Pride Quantum Q6 Edge	Pride Quantum	Motorizada
FUSION	Fusion Quantum	Pride Quantum	Motorizada
SPARKY	Sparky Quantum	Pride Quantum	Motorizada
FOCUS CR	Focus CR	Ki Mobility	Manual
LITTLE WAVE	Little Wave	Ki Mobility	Manual
ROGUE	Rogue	Ki Mobility	Manual
CATALYST	Catalyst	Ki Mobility	Manual
SPARK	Spark	Ki Mobility	Manual

**Fuente: Ortopédica Chupis**

Cabe resaltar que ningún modelo de silla de ruedas motorizadas tiene el control por medio de comandos de voz por lo cual el proyecto se enfoca en esto.

La siguiente tabla resume las limitaciones encontradas al momento de analizar este sistema de control y una propuesta de mejora.

**Tabla 3 Análisis de control actual**

Ítem	Situación actual	Problemática	Propuesta de mejora
1	Silla de ruedas solo se controla desde un <i>joystick</i> .	El paciente que esté lejos de la silla no puede acceder a la misma de forma independiente.	Un sistema de control que permita el acceso vía remota.
2	Sillas de ruedas solo se controla desde un <i>joystick</i> .	En el mercado actual solo se cuenta con este tipo de control.	Lograr que por medio del celular se pueda controlar la silla de ruedas.
3	Sillas de ruedas solo se controla desde un <i>joystick</i> .	El paciente lejos de la silla no puede acceder a la misma de forma independiente.	Por medio de una comunicación Bluetooth se logra la comunicación entre el usuario y la silla de ruedas.

**Fuente:** Elaboración propia

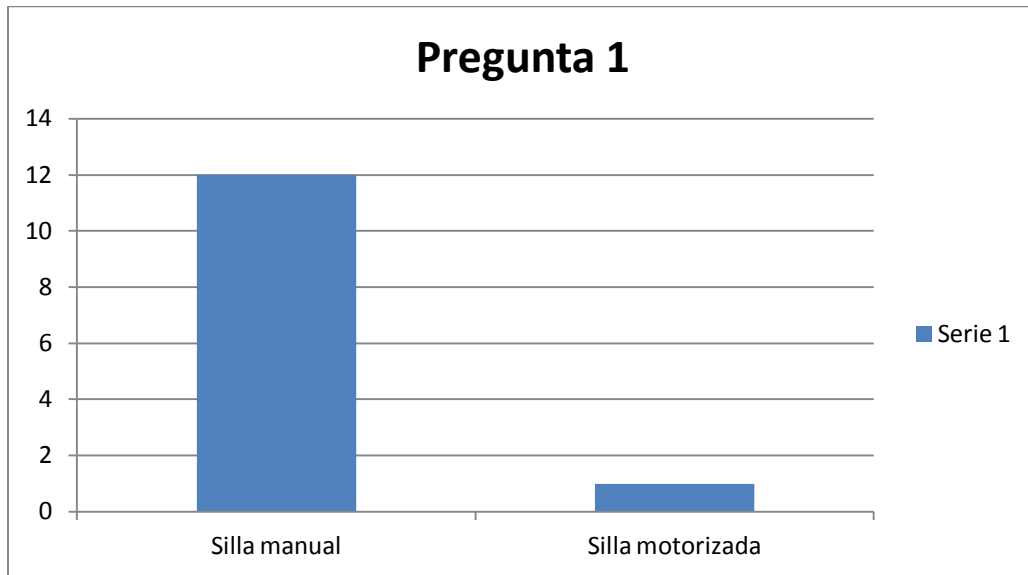
La técnica utilizada para la recolección de datos es por medio de la entrevista. La muestra es la cantidad de personal en la Ortopédica Chupis sede Uruca.

Como instrumento se utiliza el cuestionario por ser un método cuantitativo y la técnica de instrumentación para la recolección de datos. Se plantean 6 preguntas cerradas y 2 preguntas abiertas con el objetivo de comprender el pensar del personal del método actual e innovación tecnológica por implementar. Se desea saber cómo interpreta el personal de la empresa el método actual y ver qué tipo de mejora se puede desarrollar.

Las 8 preguntas se efectúan a una población de 13 personas, entre las cuales está el personal de diferentes áreas, quienes se encuentran en contacto diario con estos aparatos.

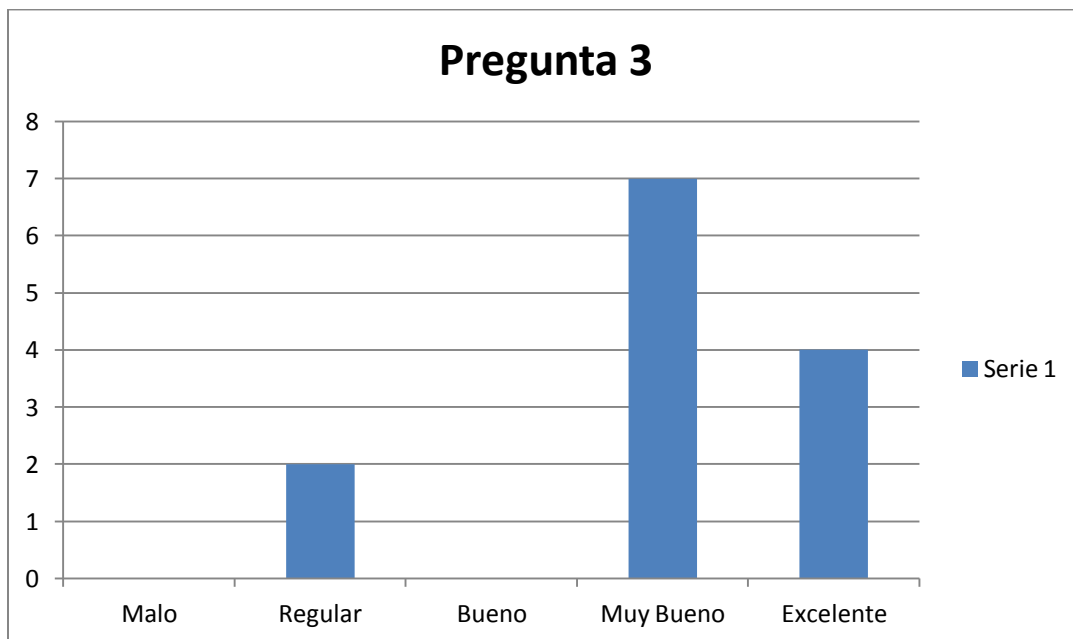
Los gráficos a las respuestas cerradas del instrumento de medición son los siguientes:

Gráfico 1. Resultado de la encuesta, pregunta 1



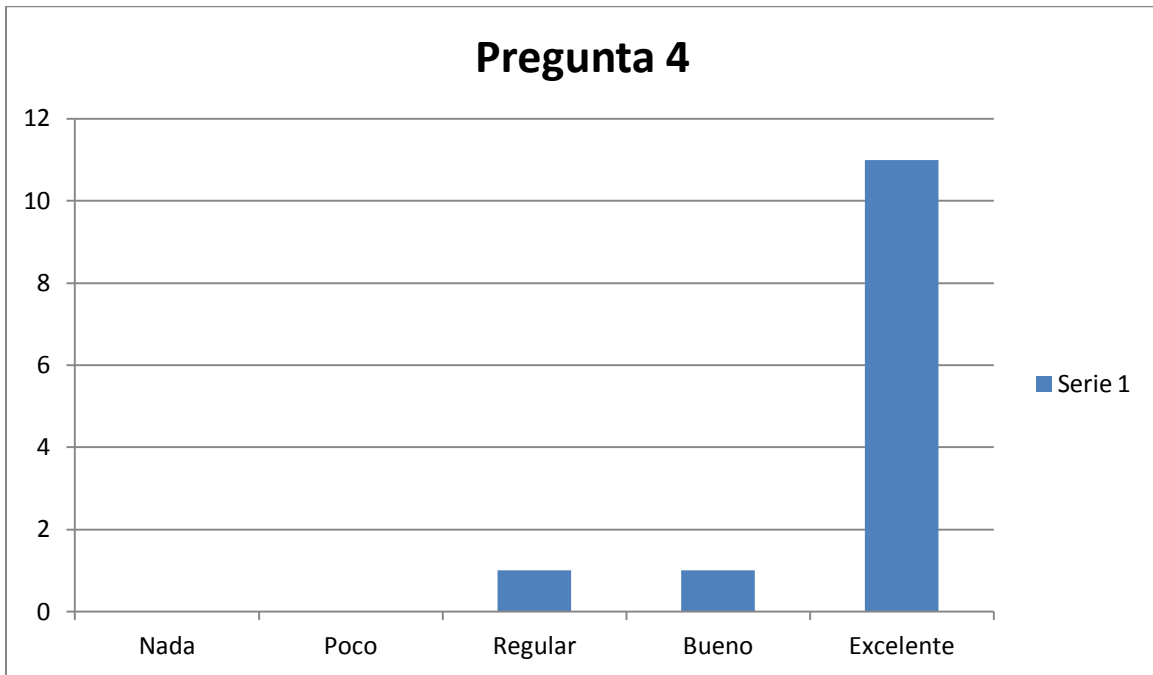
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Resultado de la encuesta, pregunta 3



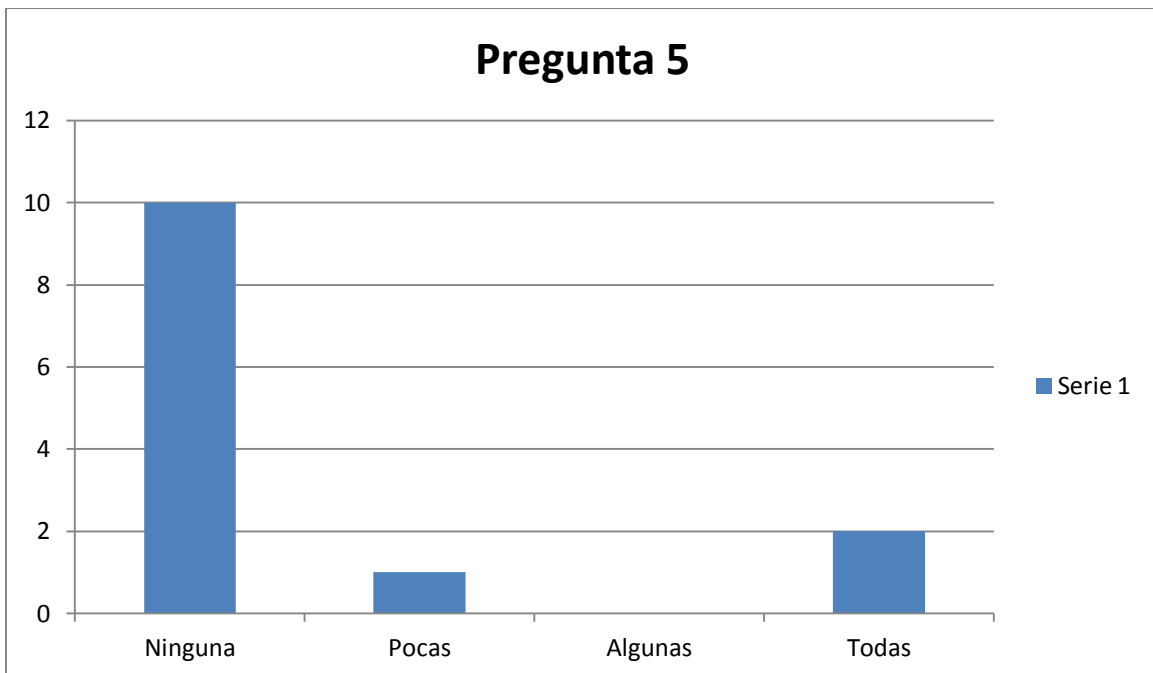
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Resultado de la encuesta, pregunta 4



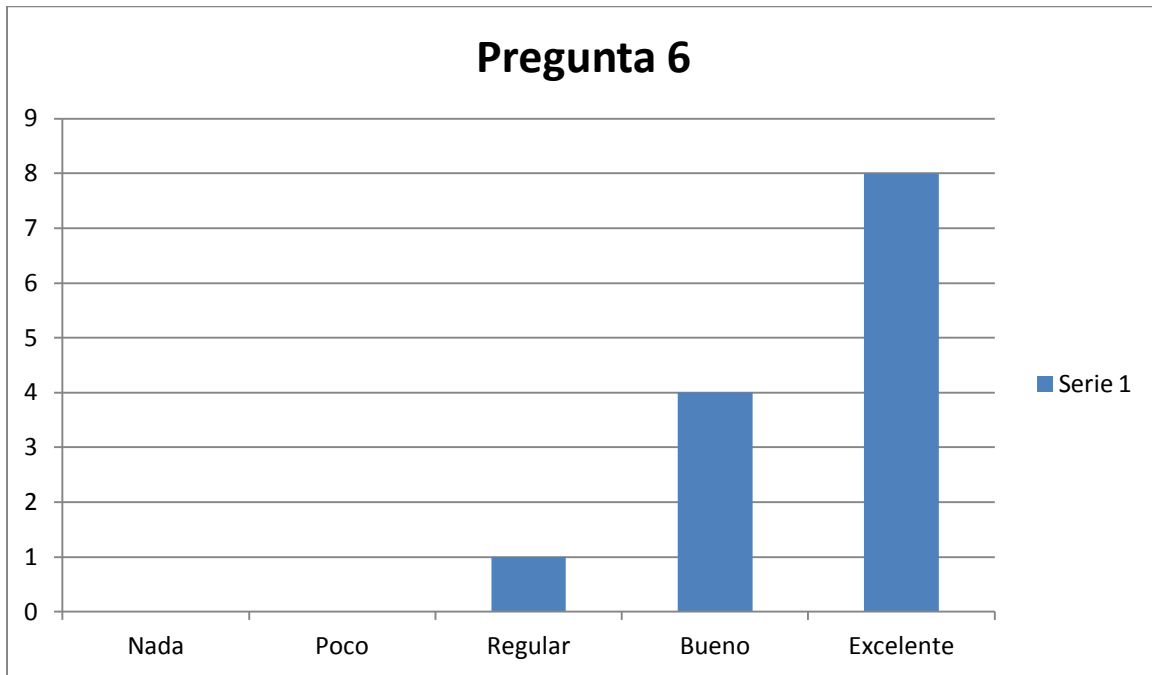
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Resultado de la encuesta, pregunta 5



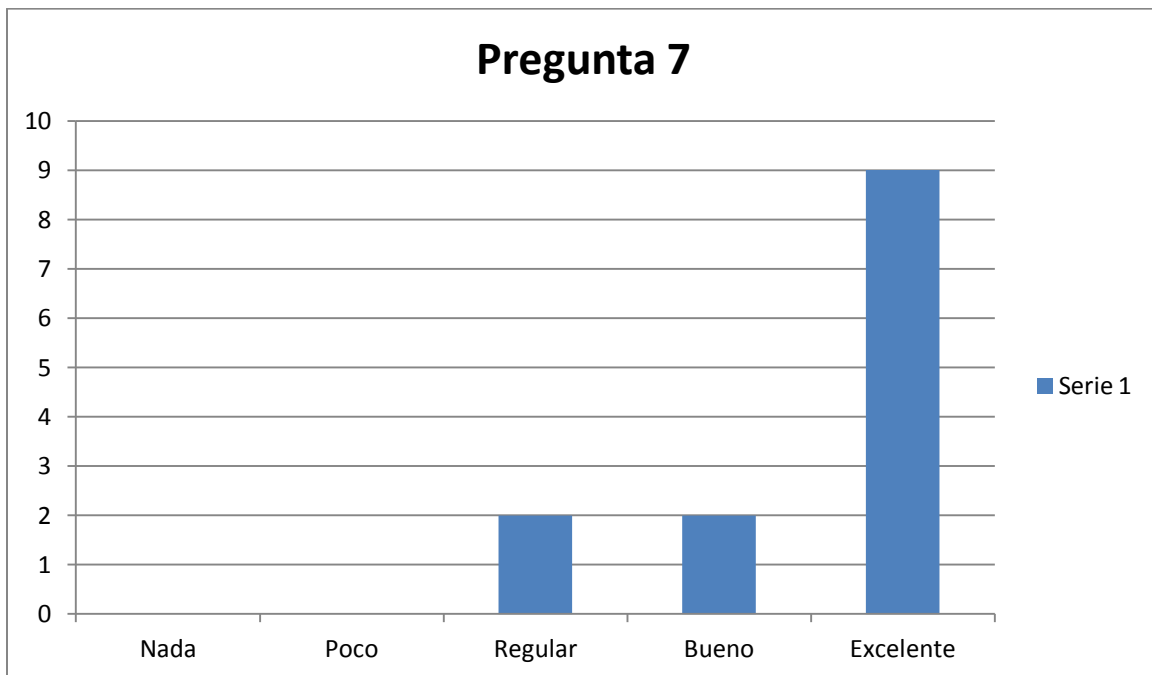
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Resultado de la encuesta, pregunta 6



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6 Resultado de la encuesta, pregunta 7



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las respuestas abiertas del instrumento de medición se tiene que:

Para la pregunta 2: **¿Cuáles ventajas considera usted que las sillas de ruedas motorizadas tienen sobre las manuales, si considera que las hubiese?**

El personal responde básicamente:

- Es de gran ayuda ya que generalmente tienen poca movilidad.
- El paciente tiene más independencia.
- Menos desgaste físico.

En la pregunta 8: **Mencione algunas recomendaciones que usted considere que podrían aportar un beneficio a este proyecto**

El personal contesta:

- Pueda ser instalado en todo tipo de silla de ruedas.
- Que se pueda utilizar un micrófono en la silla de ruedas.
- Que sea de bajo costo en caso de reparación.
- Un comando que se adapte a personas con poca movilidad, por ejemplo que se controle con el mentón.

Según el resultado obtenido en la encuesta, el personal de Chupis Ortopédica está consciente de la importancia de este proceso de innovación tecnológica para el control de las sillas de ruedas. Además, los entrevistados creen que el proyecto puede tener un auge en este tipo de tecnología por desarrollar y tienen claro que aunque posiblemente no sea a corto plazo si va a generar un precedente en este tipo de desarrollo tecnológico.

## **CAPÍTULO V: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

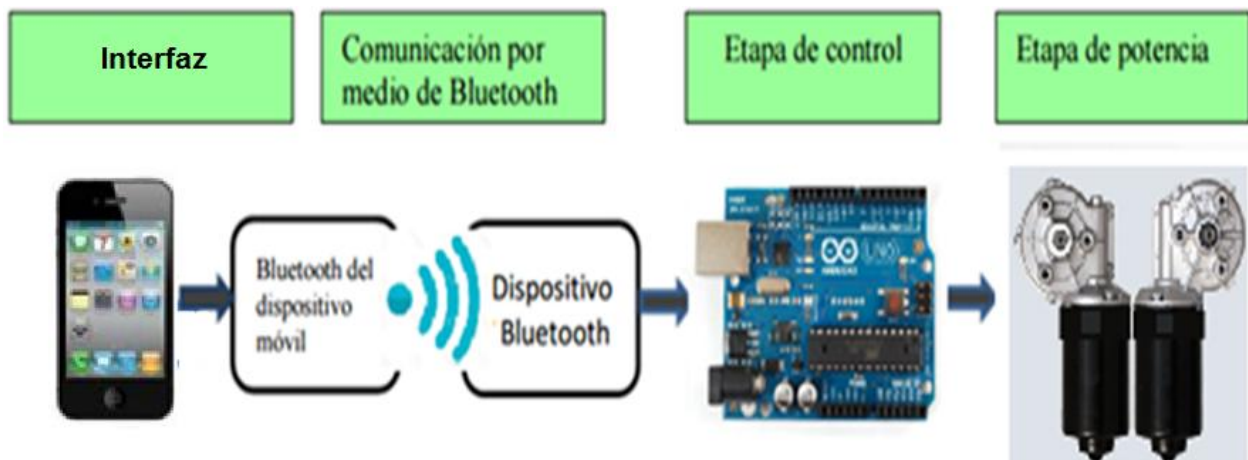
## 5.1 ASPECTOS DE DISEÑO

Una necesidad debe ser satisfecha con buenas soluciones, tanto realistas como alcanzables, además de tener un fundamento económico que demuestre por qué es necesario implementar la solución ofrecida.

Con el desarrollo del cuestionario se determina que en más de un 92 % el desarrollo de un control por medio de comandos de voz a través del celular sería muy beneficioso para personas con lesión medular.

Para las etapas del proyecto y la tecnología por utilizar, se tiene el siguiente diagrama de bloques:

Figura 22 Diagrama de bloques de las etapas y tecnologías



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la investigación de los diferentes tipos de tarjetas para proyectos, es necesario identificar cuál se adapta a los requerimientos de este proyecto y se establece que la tarjeta de Arduino Uno es la que mejor lo hace.

Primeramente se indican ciertas características de otras tarjetas para así demostrar por qué la selección de la tarjeta de Arduino Uno.

### **Arduino mega**

- Procesador ATm2560
- Flash: 256 kB
- Puertos de entrada y salida (I/O): 54

### **Arduino Uno**

- Microcontrolador: ATmega328
- Flash: 32 kB (de los cuales 0.5 kB son utilizados para el programa de arranque o *bootloader*)
- Puertos de entrada y salida (I/O): 14

Se hace mención al Arduino mega al considerarse menos ventajoso con respecto al Arduino Uno para este proyecto, debido principalmente a que si se llega a dañar el microcontrolador en el Arduino Uno, este se reemplaza y se reprograma a un costo más barato en comparación con adquirir una tarjeta Arduino mega pues en este caso la tarjeta queda inservible y se debe comprar otra nueva.

Aunque la *flash memory* es más grande en el Arduino mega, el programa propuesto no es tan grande como para requerirla, sino que con un Arduino Uno es suficiente y a un costo más económico; en razón de comprar en cantidad, la diferencia es considerable.

Otra tarjeta de uso popular es la Raspberry Pi, la cual es como una computadora ya que utiliza sistema operativo, razón por la que no se emplea aunque sea más potente. Al tener su propio sistema operativo, la tarjeta ejecuta procesos en todo momento, mientras que el Arduino Uno solo está pendiente en este caso del comando de voz. Al ser la silla de ruedas un elemento crítico de uso, al comandarle que se detenga la silla, el tiempo de respuesta del Arduino Uno es más rápido que si se utilizara un Raspberry Pi. Otra razón es el precio, debido a que la Raspberry es de un costo más elevado.

También al ser Arduino Uno una plataforma más extendida, porque es la pionera en su clase, la accesibilidad de otros módulos para adaptarse a esta la hace más versátil, en caso de que se quisiera agregarle mejoras al diseño original del prototipo. Además el Arduino Uno es más fácil de manipular por la gran cantidad de ejemplos de proyectos que se pueden encontrar en la Web.

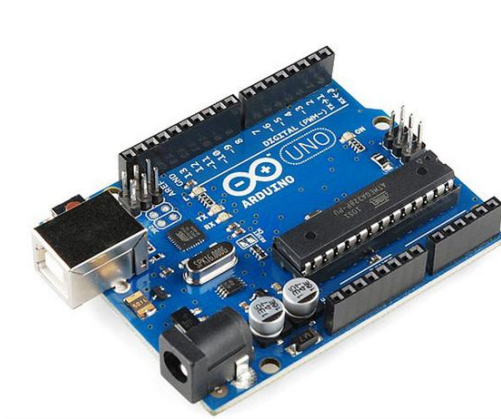
### **5.1.1 Microcontrolador Arduino Uno**

Se selecciona el Arduino Uno al cumplir con las características necesarias para la realización del proyecto y satisfacer la parte económica del proyecto.

Entre sus características básicas, cabe mencionar:

- Microcontrolador: ATmega328
- Voltaje de operación: 5 V
- Voltaje de entrada (recomendado): 7-12 V
- Voltaje mínimo y máximo de entrada: 6-20 V

Figura 23 Microcontrolador Arduino Uno

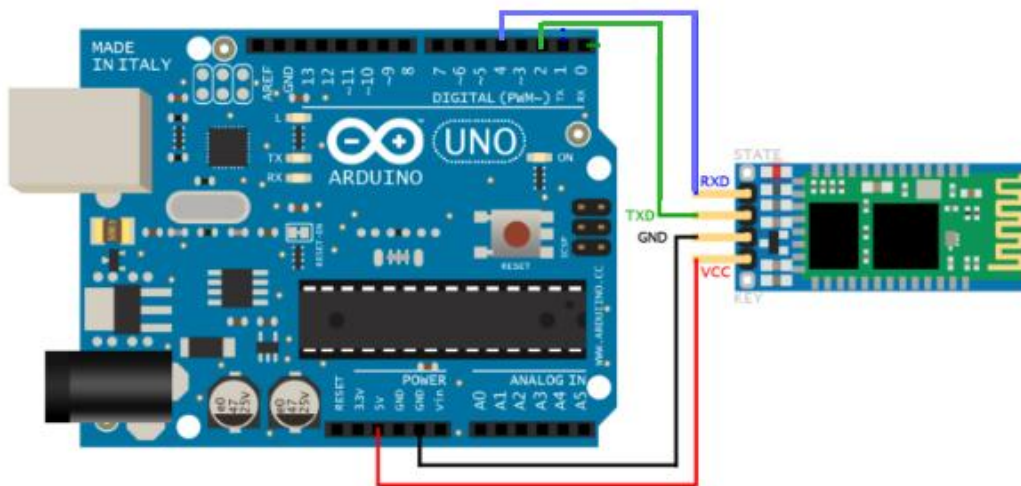


Fuente: <https://www.electronicaembajadores.com>

### 5.1.2 Módulo HC-06 Bluetooth

El módulo Bluetooth HC-06 dispone de 4 pines, solo puede actuar como esclavo, cuenta con un pin RX y un TX lo que permite la comunicación serial mediante la recepción y salida de niveles lógicos.

Figura 24 Módulo HC-06 conexión al microcontrolador



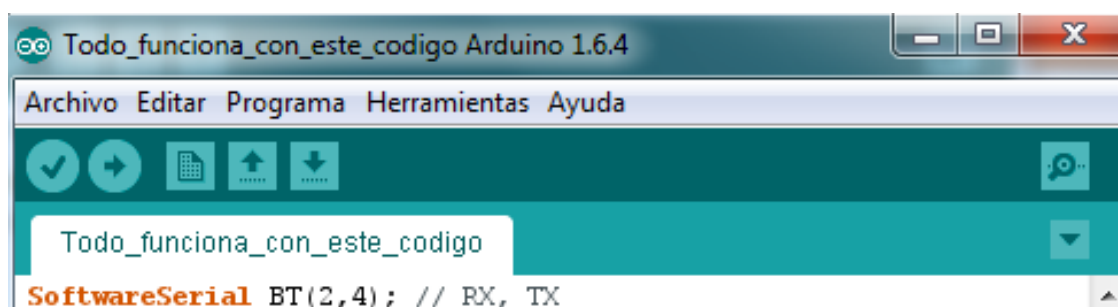
Fuente: Elaboración propia

Para conectar los pines Rx y Tx a los equivalentes de Arduino en los pines 0 y 1 digitales, se deben cruzar, esto es conectar del Bluetooth el pin Tx al pin Rx del Arduino y el pin Rx del Bluetooth al pin Tx de Arduino. Sin embargo, no se realiza de esta manera porque al hacerlo los pines 0 y 1 se utilizan en la comunicación serie de Arduino con la computadora a través del USB y, por tanto, si se usan para comunicar con el módulo Bluetooth, se perdería la conexión con la computadora. Asimismo, se necesita del pin Tx libre, pues con este el controlador de motores, el Sabertooth dual 2X 25A, efectúa la comunicación con el Arduino Uno.

Por tal motivo se selecciona otro par de pines cualesquiera a la transmisión, solo que para esto se debe importar una librería que habilite la comunicación serie con otros pines como es la librería Software Serial.

Para esto se importa la librería que viene en el IDE y se crea un nuevo objeto serie llamado BT; en este caso se selecciona la conexión a los pines 2 y 4, como se observa en la siguiente figura.

Figura 25 librería SoftwareSerial



Fuente: Tomada del IDE de Arduino

El módulo Bluetooth HC-06 viene de fábrica configurado a 9600, por lo cual se utiliza este módulo Bluetooth y no el HC-05 que viene a 38400 y debido a que el proyecto trabaja a una velocidad de 9600 baudios, se prefiere el módulo Bluetooth HC-06 y no invertir tiempo en tratar de configurar el módulo Bluetooth a la velocidad requerida por el sistema, además que el módulo Bluetooth HC-06 es un poco más económico que el HC-05.

**Figura 26 Velocidad de transmisión del HC-06**

```
void setup(){  
  Serial.begin(9600); //Iniciando comunicación Serial a 9600 baudios  
  BT.begin(9600);  
}
```

**Fuente: Tomada del IDE de Arduino**

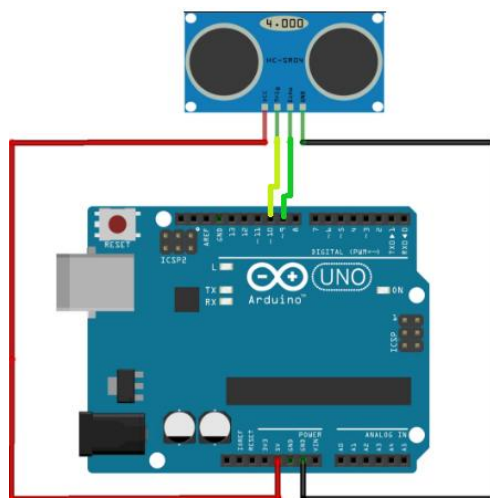
### **5.1.3 Sensor de proximidad**

El funcionamiento del HC-SR04 se basa en un sistema de ecos, se envía un pulso digital alto de 10  $\mu$ s al pin del disparador (Trig), el sensor ultrasónico lanza 8 ondas de 40 kHz, se establece en alto la señal de eco (Echo) hasta que se recibe el rebote de las ondas y se cuenta el tiempo que tarda en recibirse la señal. Sabiendo que la velocidad del sonido en el aire es aproximadamente de 340 m/s y conociendo el tiempo que tarda la onda en su recorrido desde el sensor hasta el obstáculo, se calcula la distancia.

## Características

Voltaje de trabajo: 5 V, corriente de trabajo: 15 mA, frecuencia de trabajo: 40 kHz, distancia máxima: 4 m, distancia mínima: 2 cm, ángulo de apertura: 15°, precisión: 3 mm.

Figura 27 Módulo HC-SR04 conexión al microcontrolador



Fuente: Tomada de Fritzing

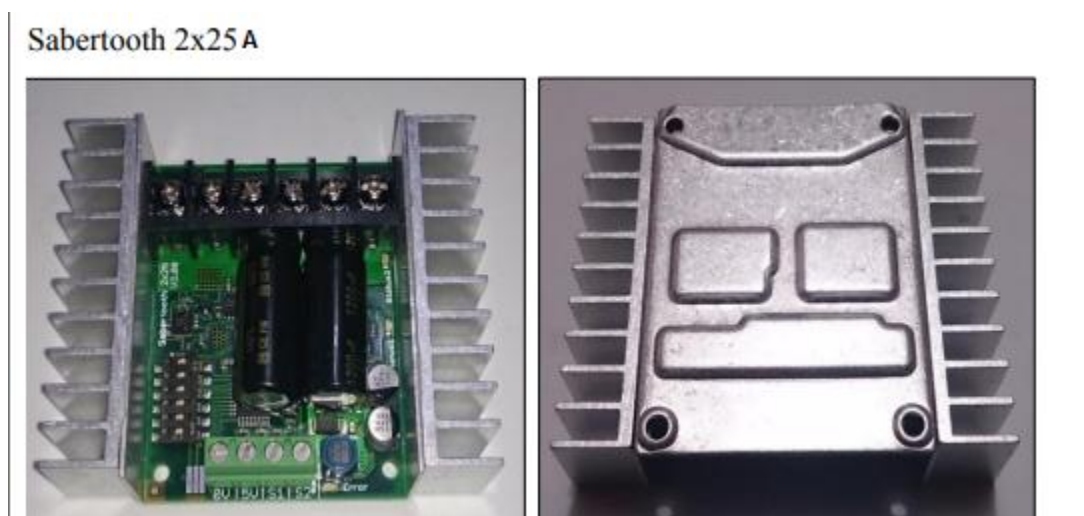
Existen otros tipos de sensores con los cuales se puede calcular la distancia de un objeto como el sensor PIR de Arduino y el sensor infrarrojo de Arduino. En ambos casos debido a que son infrarrojos se basan en la detección de cambios de temperatura y pueden no ser tan efectivos, por lo que se recomiendan más como sensores de movimiento, para detectar la presencia de personas y animales. Por otro lado el sensor infrarrojo solo tiene la capacidad de detectar objetos de 2 cm a 30 cm y en las pruebas realizadas en el sensor trasero fue necesario colocarlo a 35 cm por las llantas que sobresalen unos centímetros de donde es colocado el sensor (ver figura 46), por lo que en el presente proyecto el sensor que mejor se ajusta es ultrasónico.

#### 5.1.4 Controlador de motores

Para la implementación del prototipo se elige el controlador de motores DC el Sabertooth dual 2X25A, cuyas principales características son:

- Capacidad de suministro 25 A para ambos motores de manera independiente, alcanzando picos de corriente de hasta 50 A por canal durante algunos segundos. Esta característica permite manejar los motores DC que se utilizan en el prototipo ya que es de 14 A cada uno.
- Diseñado para sistemas robóticos de hasta 137 Kg.
- El *driver* permite el control de los motores mediante señales de voltaje analógico, señales de radio control y comunicación serial.
- Protección térmica y de sobrecarga, con lo cual no existe la preocupación de dañar el *driver* con conexiones erróneas o por sobrecarga del motor.
- Controlador para motores síncrono-regenerativo, lo cual permite que las baterías sean recargadas cada vez que los motores invierten o disminuyen la velocidad de su movimiento.
- El tiempo de respuesta del *driver* permite hacer paradas y retrocesos de manera instantánea, lo que posibilita al sistema ser más eficiente.

Figura 28 Sabertooth dual 2X25A



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se expone el funcionamiento del *driver*, el Sabertooth dual 2X25A, para el modo por emplear: el modo serial.

Tabla 4 Funcionamiento del *driver* en modo en modo serial

MOTOR 1		MOTOR 2	
DEL BIT 1 AL 127		DEL BIT 128 AL 255	
<b>Adelante</b>	65 al 127	<b>Adelante</b>	193 al 255
<b>Atrás</b>	1 al 63	<b>Atrás</b>	128 al 191
<b>Detenido</b>	64	<b>Detenido</b>	192

Fuente: Elaboración propia

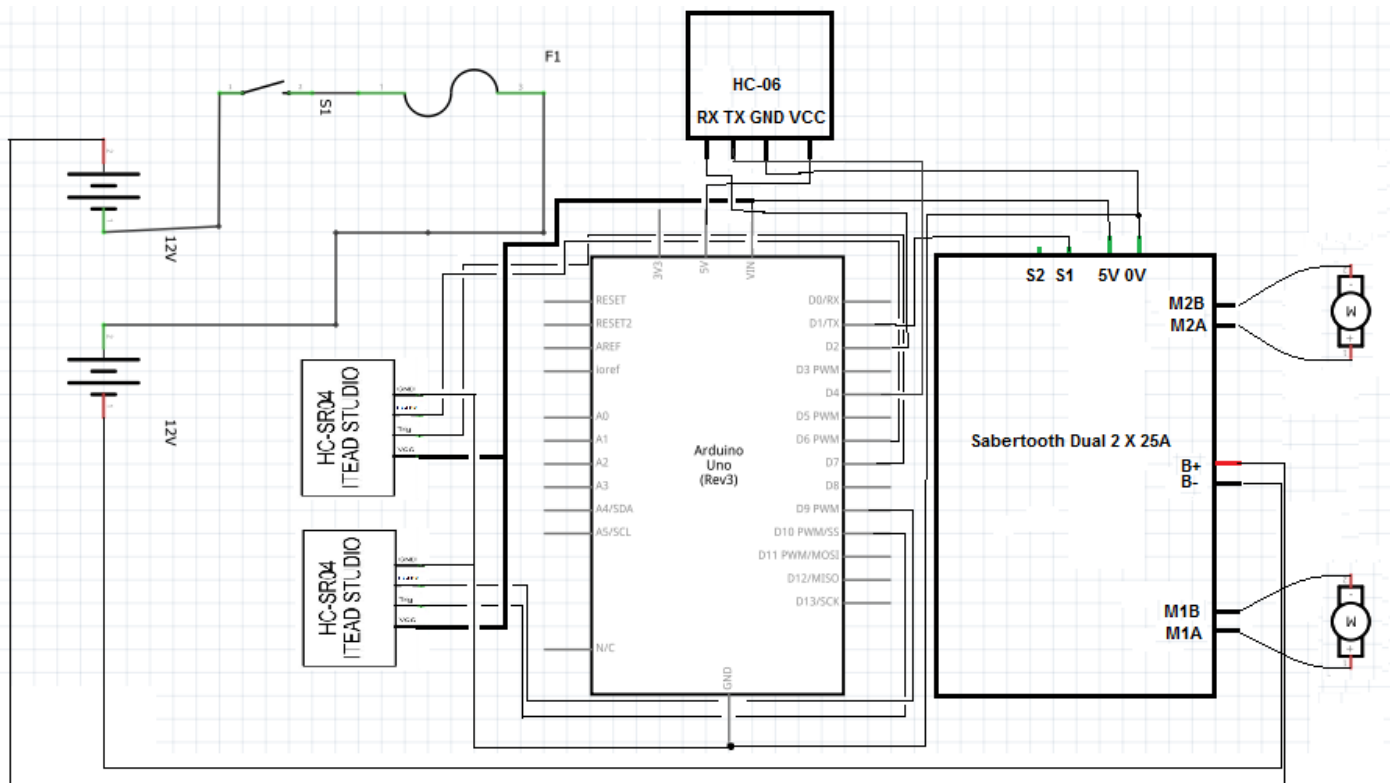
Donde a 65 es la velocidad más lenta posible y 127 es la mayor velocidad posible hacia adelante; 1 corresponde a la velocidad máxima hacia atrás y 63 es la velocidad mínima para el motor 1.

En el motor 2, a 193 corresponde a la velocidad mínima, 255 a la velocidad máxima hacia adelante, 128 lo más rápido posible hacia atrás y 191 lo más despacio posible hacia atrás.

### 5.1.4 Circuito electrónico del prototipo

En la siguiente figura se muestra el circuito del prototipo, donde se aprecian las conexiones de todos los elementos que conforman el control en la silla de ruedas.

Figura 29 Diagrama esquemático del prototipo de control

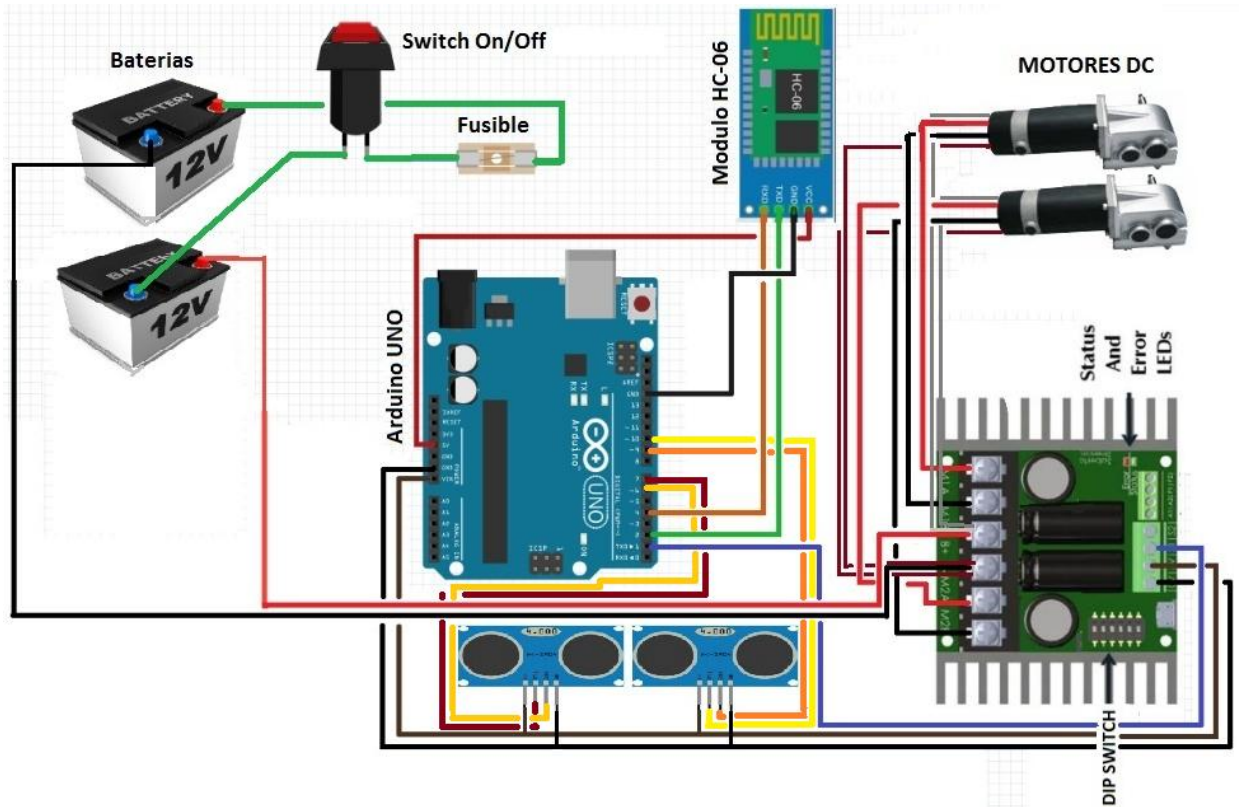


Fuente: Elaboración propia

### 5.1.5 Diagrama general de prototipo

En la siguiente imagen se presenta la imagen general del proyecto:

Figura 30 Imagen general del proyecto



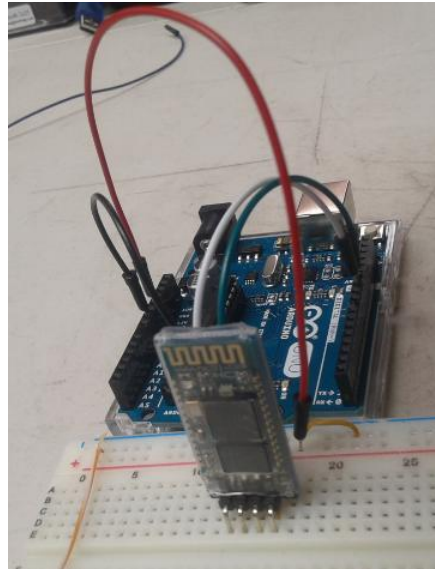
Fuente: Elaboración propia

## 5.2 PROTÓTIPO

### 5.2.1 Hardware

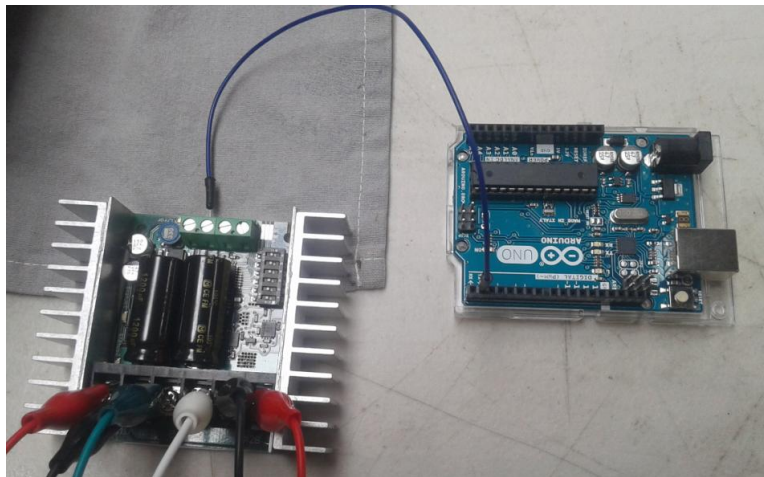
En las siguientes imágenes se expone el desarrollo del prototipo de silla de ruedas controlada por medio de comandos de voz vía Bluetooth:

**Figura 31 Sección de Bluetooth**



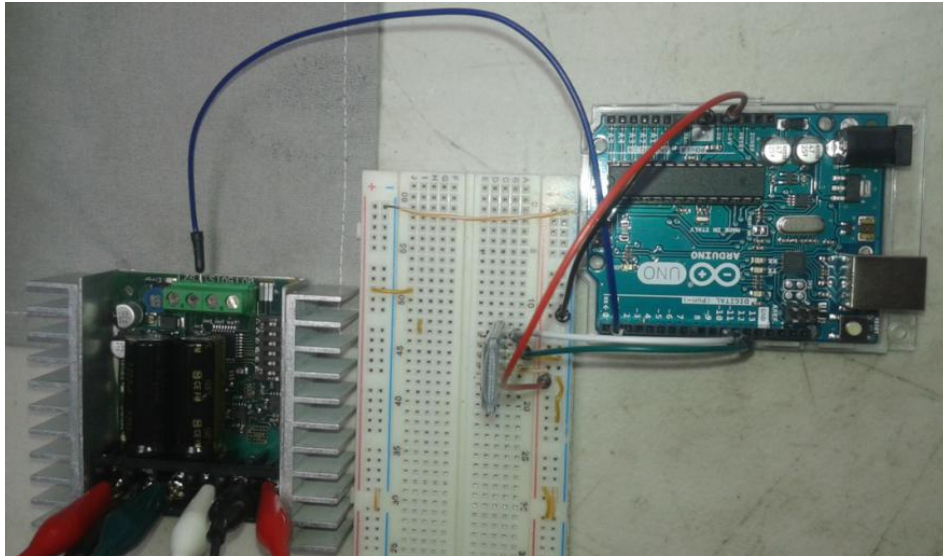
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 32 Sección del controlador de motores**



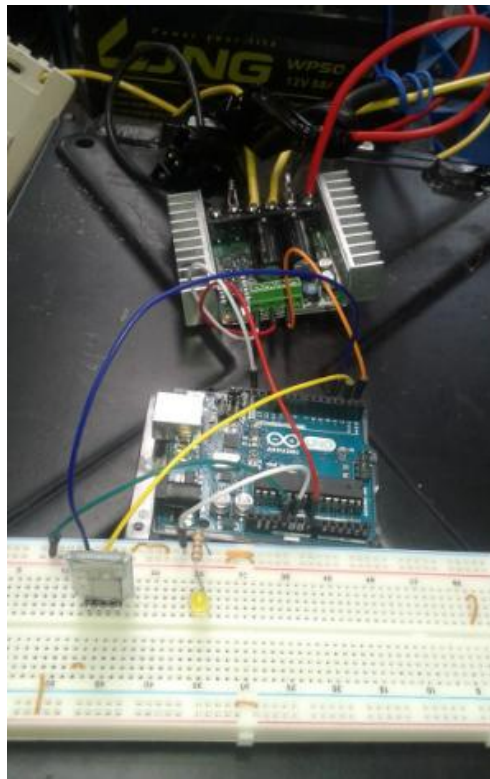
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 33 Secciones de Bluetooth y driver**



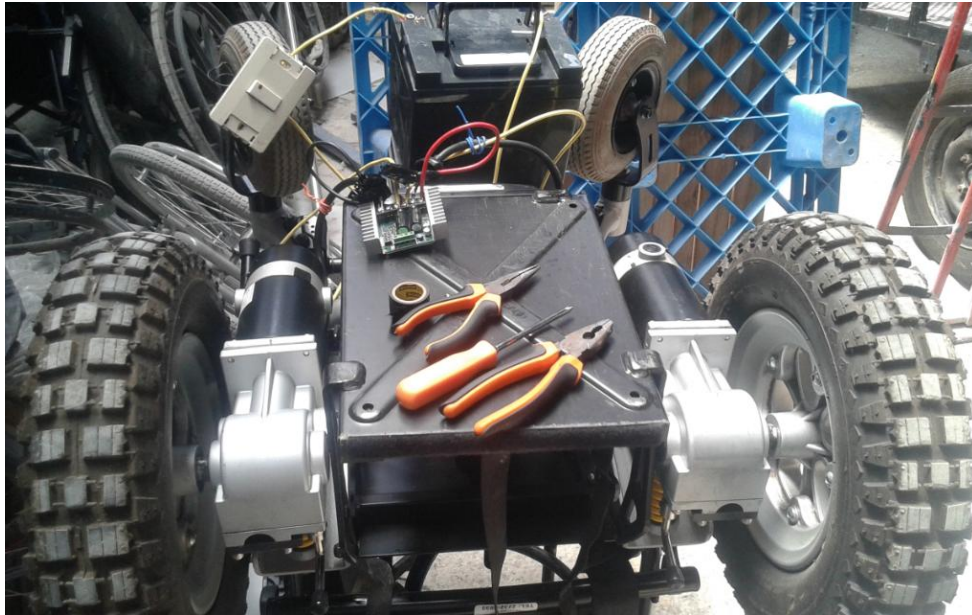
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 34 Montaje de pruebas**



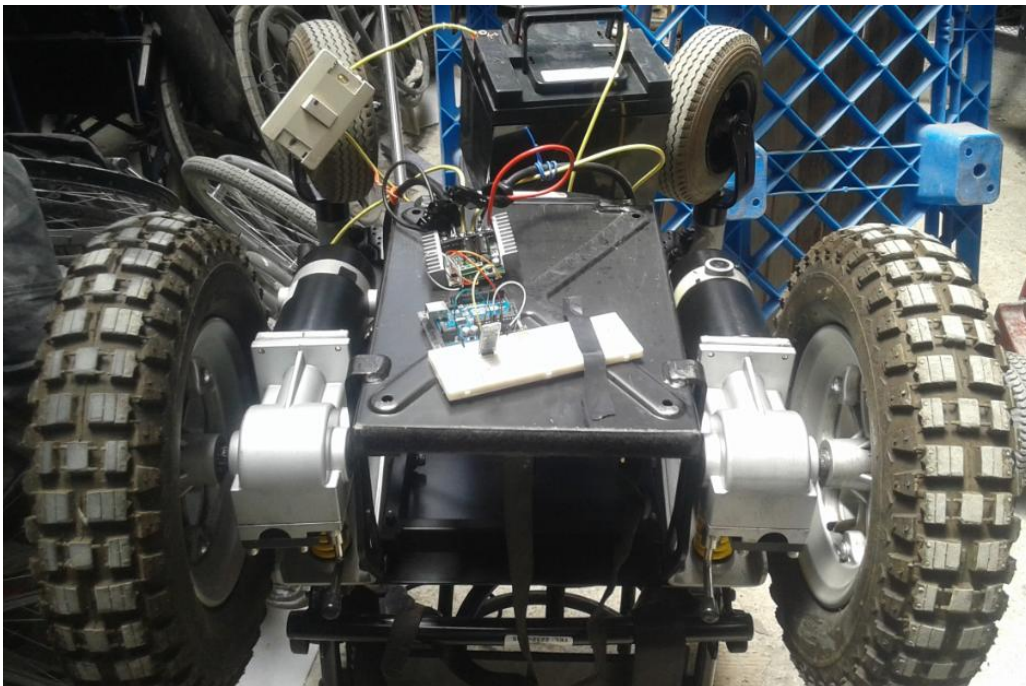
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 35 Inicio del montaje de pruebas en la silla de ruedas**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 36 Montaje de pruebas**



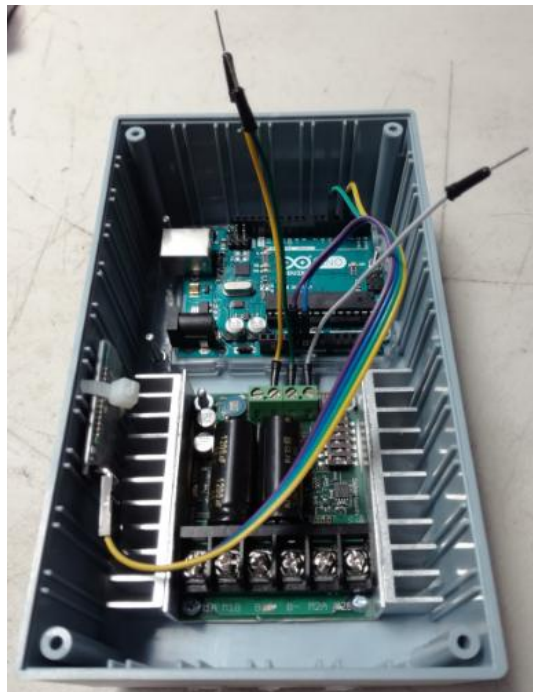
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 37 Colocación de componentes en la caja de control**



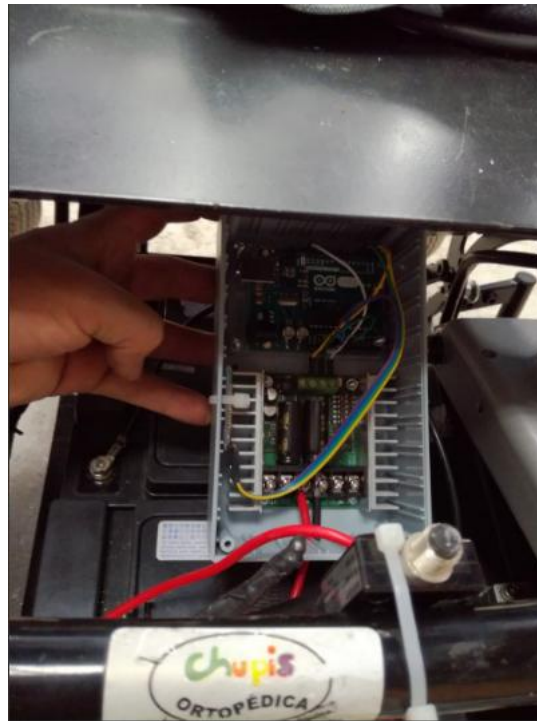
**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 38 Conexión de componentes en la caja de control**



**Fuente: Elaboración propia**

Figura 39 Colocación de las baterías al *driver*



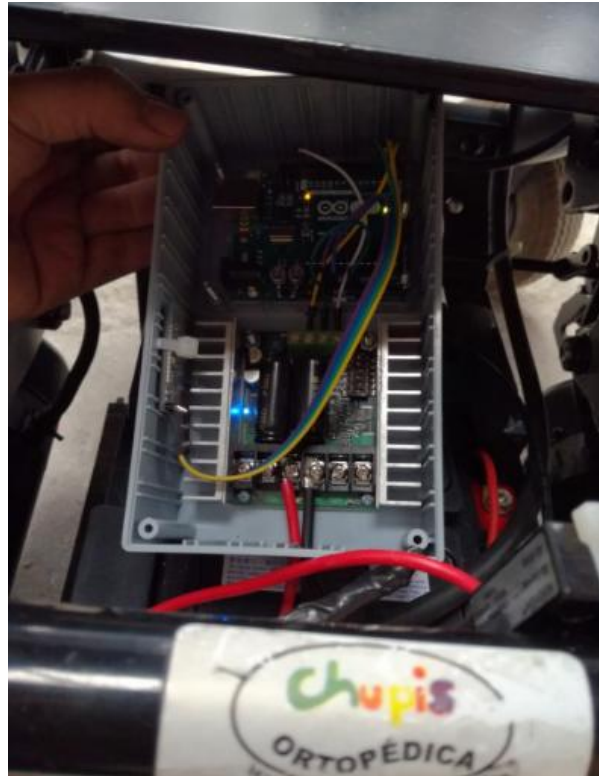
Fuente: Elaboración propia

Figura 40 Colocación de la caja de control en posición final



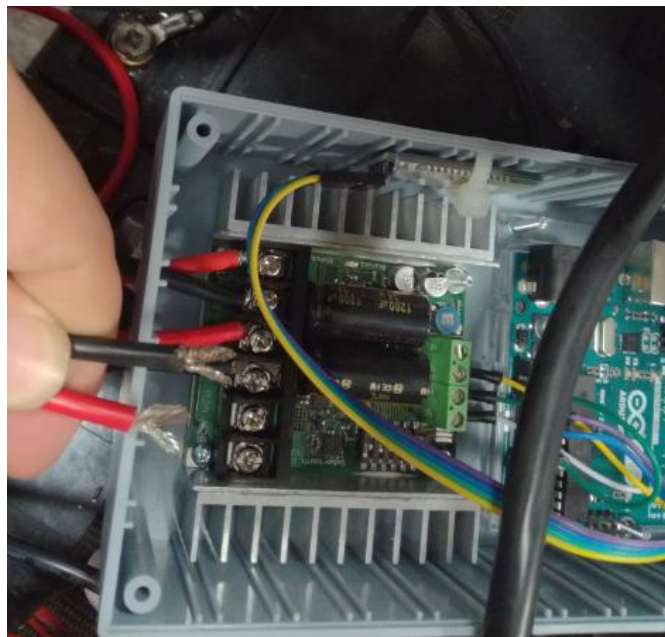
Fuente: Elaboración propia

Figura 41 Pruebas de alimentación



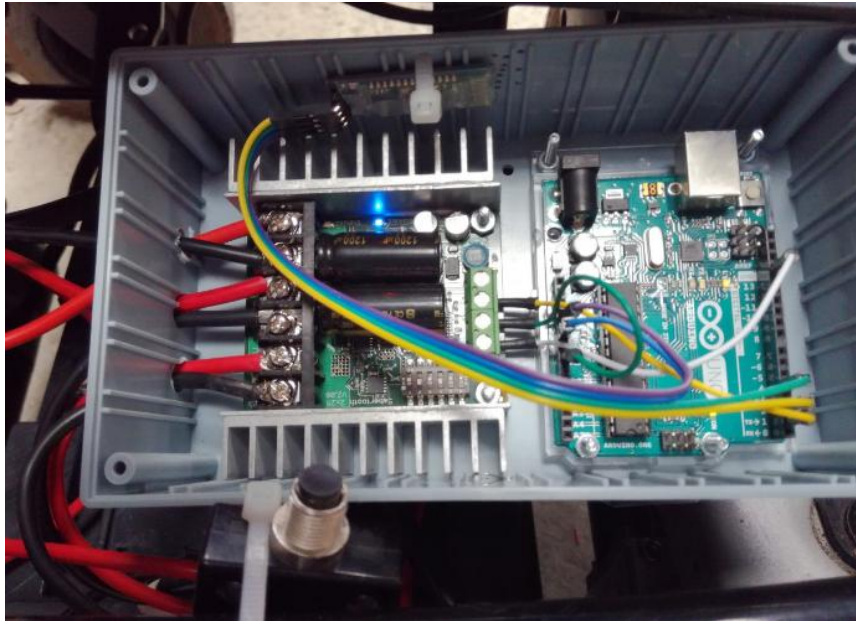
Fuente: Elaboración propia

Figura 42 Conexión de motores al driver



Fuente: Elaboración propia

Figura 43 Conexión de alimentación de motores al *driver*



Fuente: Elaboración propia

Figura 44 Montaje y conexiones en la caja de control



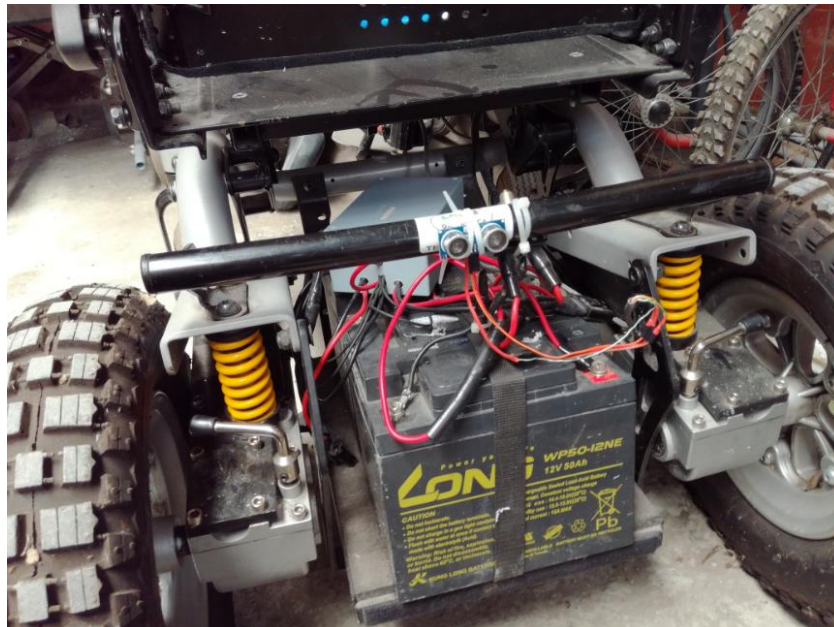
Fuente: Elaboración propia

**Figura 45 Colocación del sensor delantero**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 46 Colocación del sensor trasero**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 47 Caja de control**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura 48 Silla usada para el prototipo**



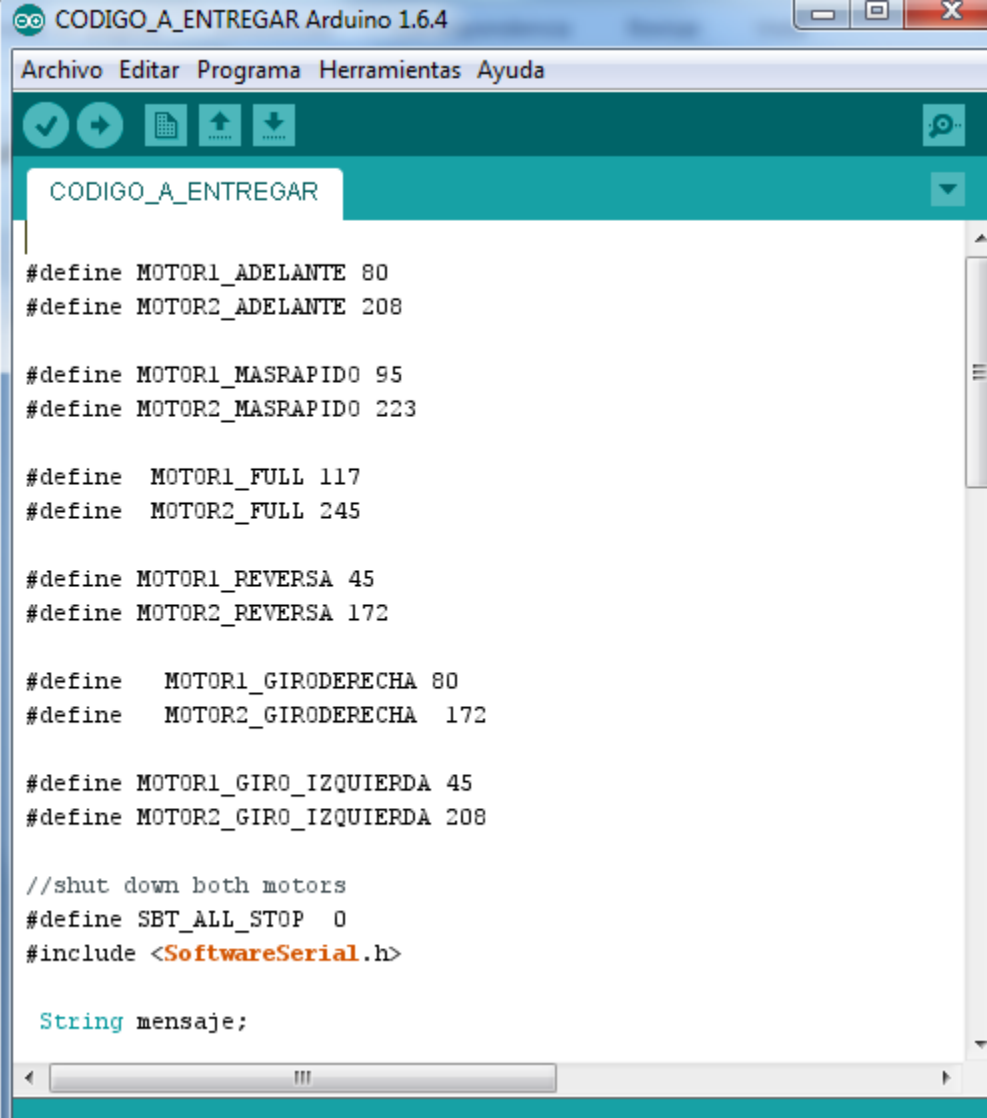
**Fuente: Tomada en el taller de la Ortopédica Chupis**

## 5.2.2 Software

### 5.2.2.1 Código de programación Arduino para el prototipo

A continuación se muestra la programación utilizada a efectos del prototipo

Figura 49 Programación Arduino para el prototipo

The image shows a screenshot of the Arduino IDE window titled "CODIGO\_A\_ENTREGAR Arduino 1.6.4". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas", and "Ayuda". The toolbar contains icons for saving, running, uploading, and downloading. The main editor area displays the following code:

```
CODIGO_A_ENTREGAR

#define MOTOR1_ADELANTE 80
#define MOTOR2_ADELANTE 208

#define MOTOR1_MASPAPIDO 95
#define MOTOR2_MASPAPIDO 223

#define MOTOR1_FULL 117
#define MOTOR2_FULL 245

#define MOTOR1_REVERSA 45
#define MOTOR2_REVERSA 172

#define MOTOR1_GIRODERECHA 80
#define MOTOR2_GIRODERECHA 172


#define MOTOR1_GIRO_IZQUIERDA 45
#define MOTOR2_GIRO_IZQUIERDA 208

//shut down both motors
#define SBT_ALL_STOP 0
#include <SoftwareSerial.h>

String mensaje;
```

Fuente: Tomada del programa realizado en el IDE de Arduino

Figura 50 Programación Arduino para el prototipo



```
String mensaje;

void setup() {

  Serial.begin(9600); //Iniciando comunicación Serial a 9600 baudios
  BT.begin(9600);

}

void loop() {

  while(BT.available()) { //Confirmando que la comunicación esté disponible para hacer la lectura del mensaje
    delay(10); //para dar estabilidad al programa
    char c = BT.read(); //c almacena la lectura de la comunicación BT
    mensaje += c; //sumando el contenido de la variable c en la variable mensaje
  }

  if(mensaje.length() > 0) { //verificando que la variable mensaje no esté vacía

    if(mensaje == "*adelante") {
      delay(10);
      Serial.write(MOTOR1_ADELANTE);
      Serial.write(MOTOR2_ADELANTE); //hacia adelante
    }
  }
}
```

Fuente: Tomada del programa realizado en el IDE de Arduino

Figura 51 Programación Arduino para el prototipo



```
void loop(){

  while(BT.available()){//Confirmando que la comunicación esté disp
    delay(10);//para dar estabilidad al programa
    char c =BT.read() ;//c almacena la lectura de la comunicación E
    mensaje += c; //sumando el contenido de la variable c en la var
  }
  if(mensaje.length(>0){//verificando que la variable mensaje no es

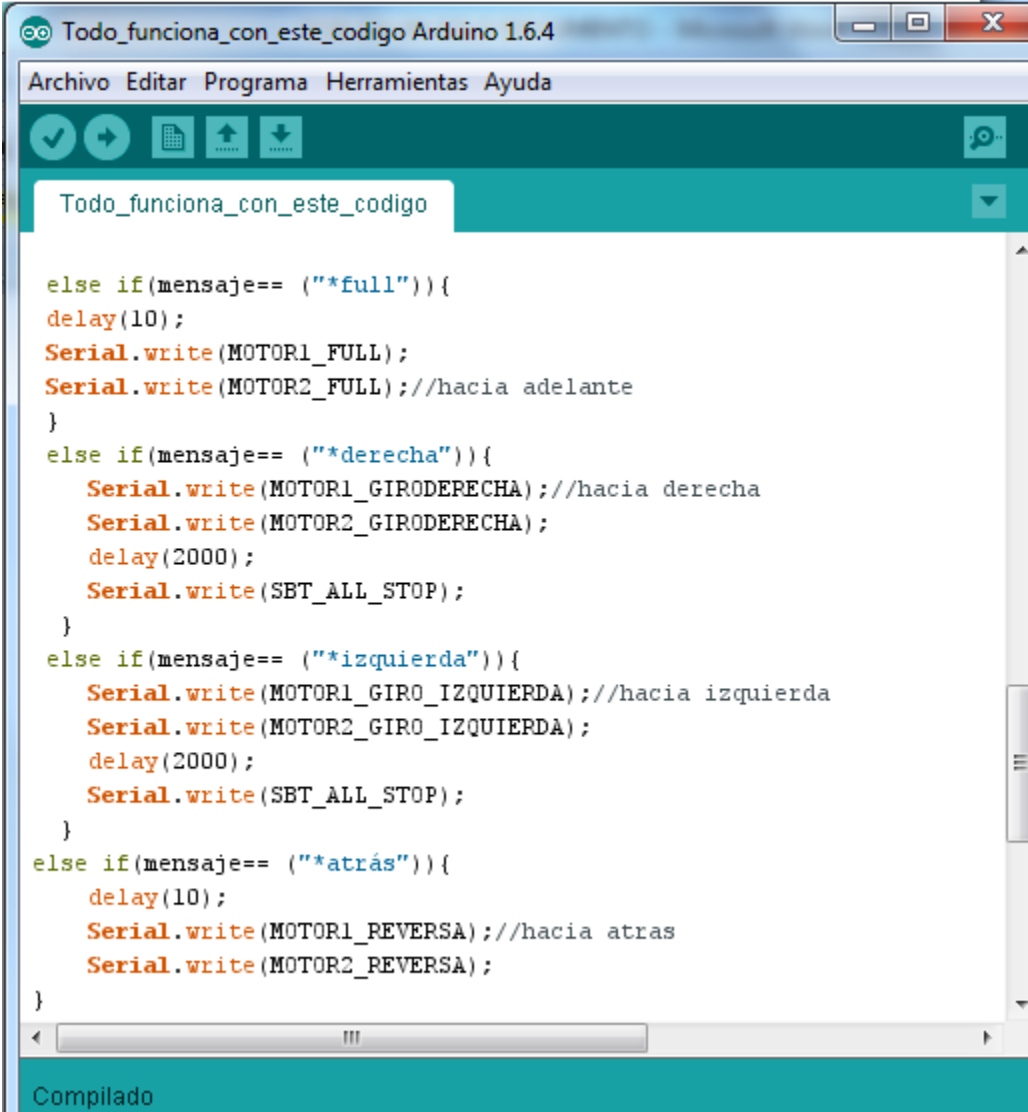
    if(mensaje=="*adelante"){
      delay(10);
      Serial.write(MOTOR1_ADELANTE);
      Serial.write(MOTOR2_ADELANTE);//hacia adelante
    }

    else if(mensaje== ("*más rápido")){
      delay(10);
      Serial.write(MOTOR1_MASRAPIDO);
      Serial.write(MOTOR2_MASRAPIDO);//hacia adelante
    }

    else if(mensaje== ("*full")){
      delay(10);
      Serial.write(MOTOR1_FULL);
      Serial.write(MOTOR2_FULL);//hacia adelante
    }
  }
```

Fuente: Tomada del programa realizado en el IDE de Arduino

Figura 52 Programación Arduino para el prototipo

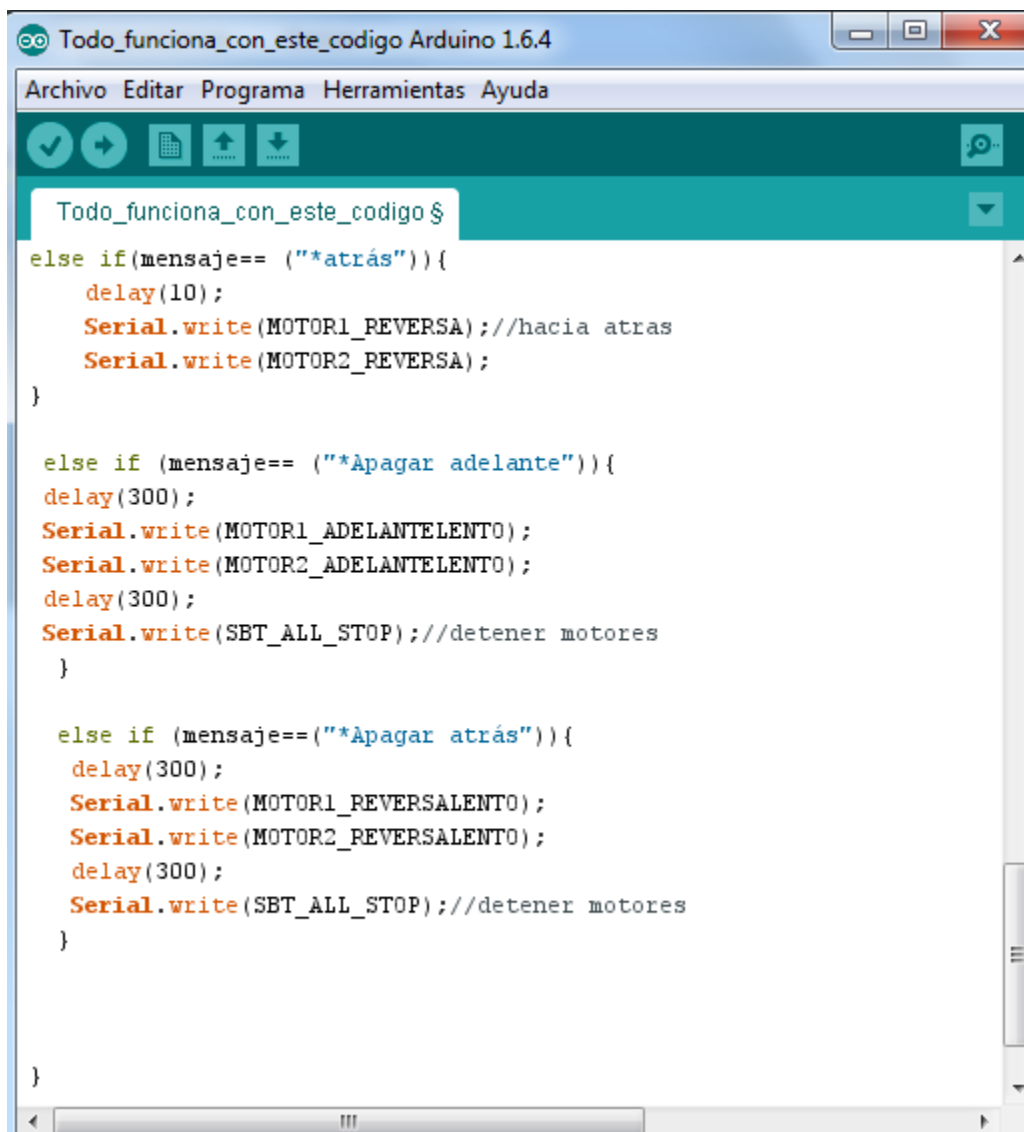
The image shows a screenshot of the Arduino IDE 1.6.4. The window title is "Todo\_funciona\_con\_este\_codigo Arduino 1.6.4". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas", and "Ayuda". The toolbar contains icons for saving, undo, redo, and other functions. The main editor area shows a C++ program with the following code:

```
else if(mensaje== ("*full")){
  delay(10);
  Serial.write(MOTOR1_FULL);
  Serial.write(MOTOR2_FULL);//hacia adelante
}
else if(mensaje== ("*derecha")){
  Serial.write(MOTOR1_GIRODERECHA);//hacia derecha
  Serial.write(MOTOR2_GIRODERECHA);
  delay(2000);
  Serial.write(SBT_ALL_STOP);
}
else if(mensaje== ("*izquierda")){
  Serial.write(MOTOR1_GIRO_IZQUIERDA);//hacia izquierda
  Serial.write(MOTOR2_GIRO_IZQUIERDA);
  delay(2000);
  Serial.write(SBT_ALL_STOP);
}
else if(mensaje== ("*atrás")){
  delay(10);
  Serial.write(MOTOR1_REVERSA);//hacia atras
  Serial.write(MOTOR2_REVERSA);
}
}
```

The status bar at the bottom indicates "Compilado".

Fuente: Tomada del programa realizado en el IDE de Arduino

Figura 53 Programación Arduino para el prototipo

The image shows a screenshot of the Arduino IDE 1.6.4. The window title is "Todo\_funciona\_con\_esto\_codigo Arduino 1.6.4". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas", and "Ayuda". The toolbar contains icons for saving, running, uploading, and downloading. The code editor shows the following C++ code:

```
Todo_funciona_con_esto_codigo $
else if(mensaje== ("*atrás")){
    delay(10);
    Serial.write(MOTOR1_REVERSA);//hacia atras
    Serial.write(MOTOR2_REVERSA);
}

else if (mensaje== ("*Apagar adelante")){
    delay(300);
    Serial.write(MOTOR1_ADELANTELENTO);
    Serial.write(MOTOR2_ADELANTELENTO);
    delay(300);
    Serial.write(SBT_ALL_STOP);//detener motores
}

else if (mensaje== ("*Apagar atrás")){
    delay(300);
    Serial.write(MOTOR1_REVERSALENTO);
    Serial.write(MOTOR2_REVERSALENTO);
    delay(300);
    Serial.write(SBT_ALL_STOP);//detener motores
}

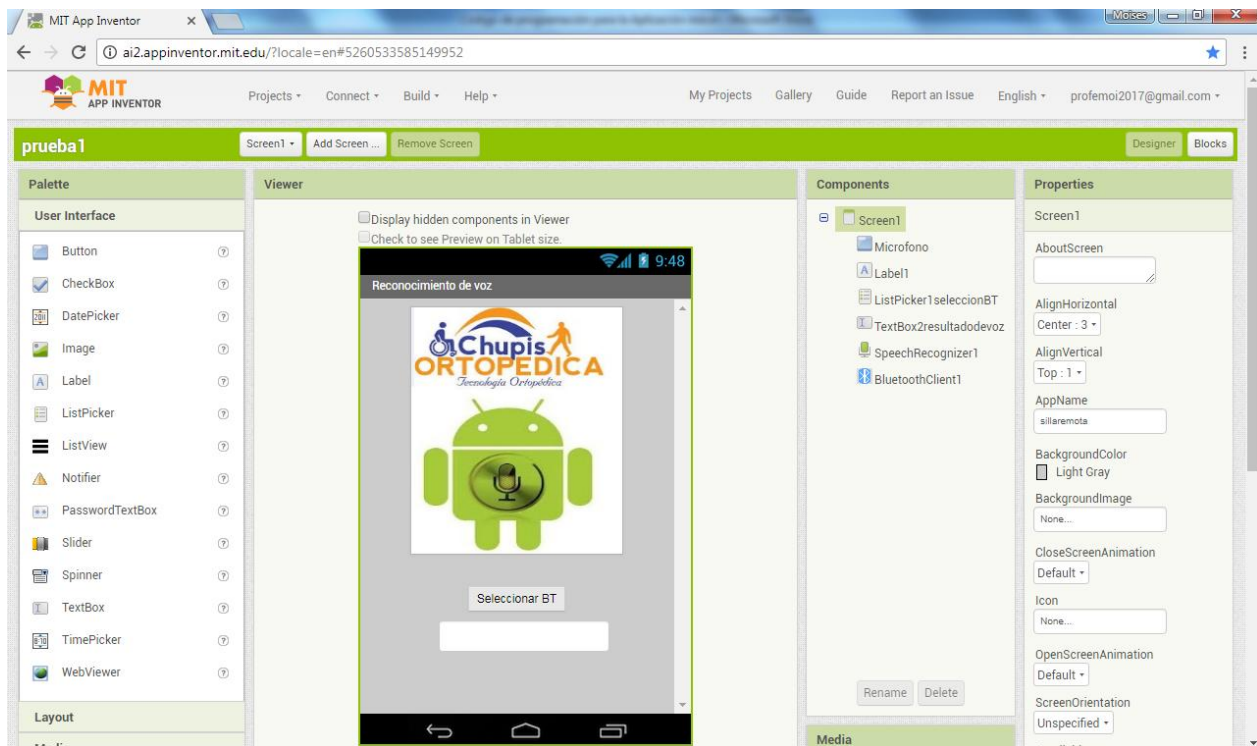
}
```

Fuente: Tomada del programa realizado en el IDE de Arduino

### 5.2.2.2 Código de programación para la aplicación móvil

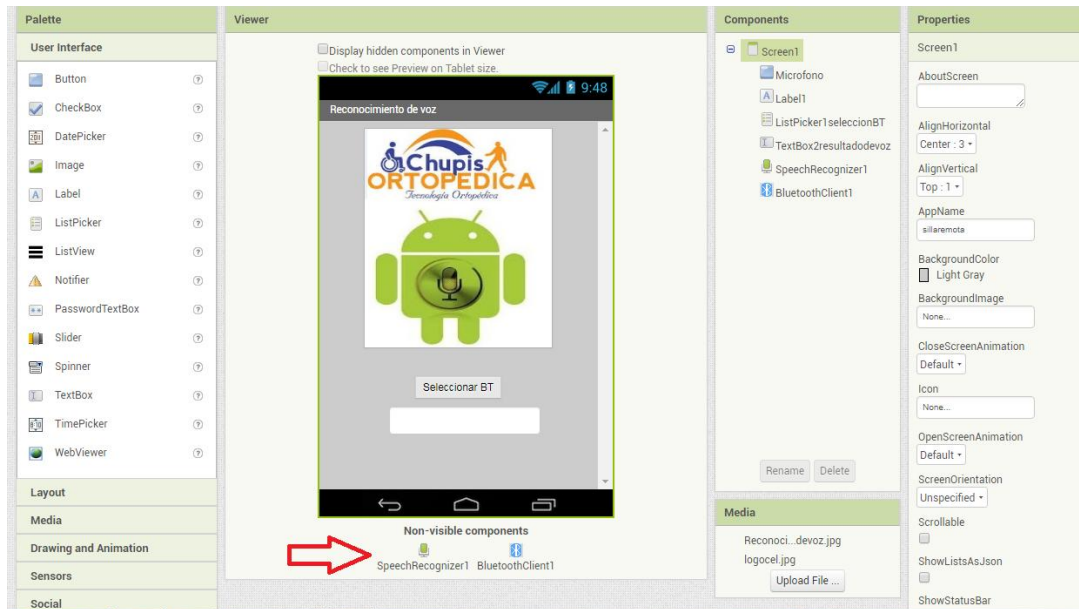
A continuación se muestra la programación utilizada en el prototipo. La aplicación se programa con un código de bloques como se aprecia en las siguientes imágenes, esto lo hace muy fácil de comprender y utilizar.

Figura 54 Programación para el APP inventor



Fuente: Tomada del programa realizado en App inventor2

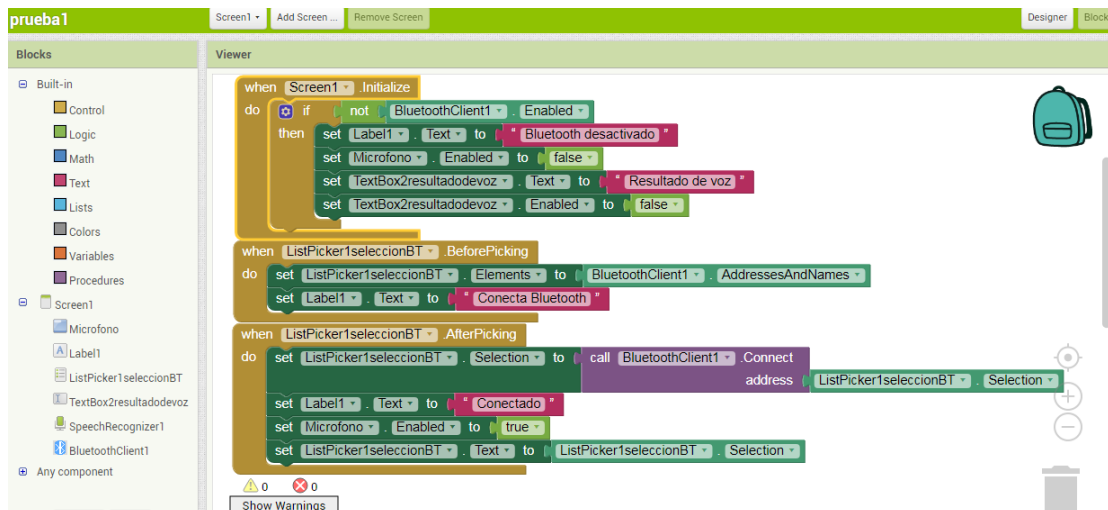
Figura 55 Programación para el APP inventor



Fuente: Tomada del programa realizado en App inventor2

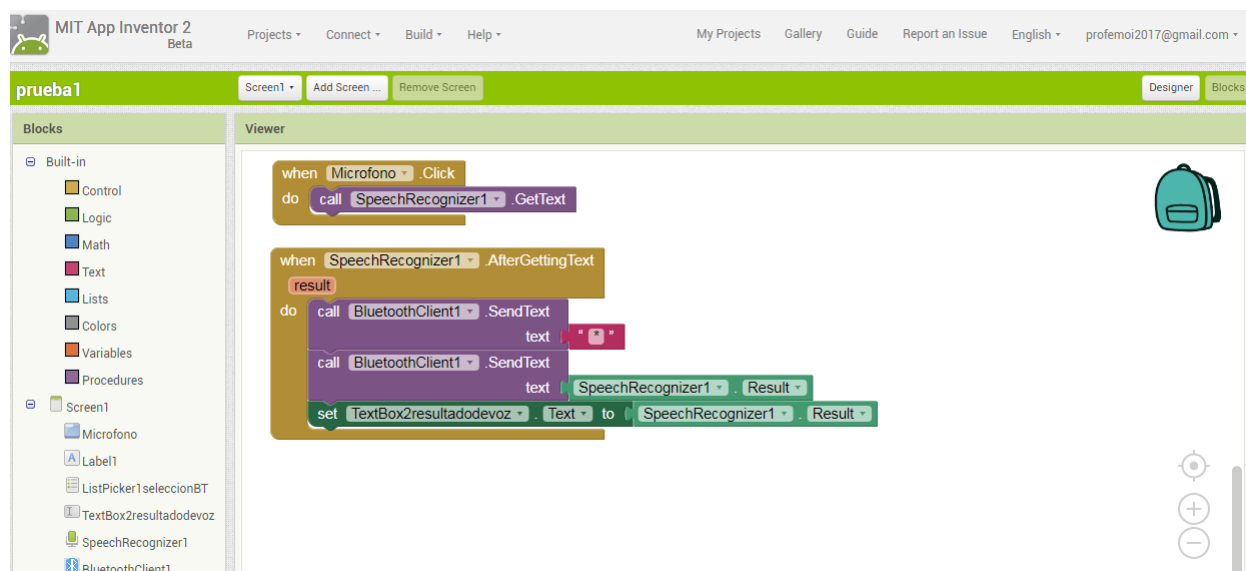
Se puede observar la utilización de las herramientas tanto de reconocimiento de voz como de Bluetooth.

Figura 56 Programación APP inventor 2



Fuente: Tomada del programa realizado en App inventor2

Figura 57 Programación APP inventor 2



Fuente: Tomada del programa realizado en App inventor2

### 5.3 DEPURACIÓN Y RESULTADOS

Durante el desarrollo de cualquier proyecto se presentan errores, atrasos, situaciones negativas e inconvenientes, los cuales deben ser evaluados, estudiados y comprendidos para atacarlos de una manera eficiente e inteligente. A continuación se mencionan algunas situaciones que se manifiestan durante el desarrollo del prototipo de la silla de ruedas, pero que se logran solucionar.

Al inicio del desarrollo del prototipo, el primer inconveniente que surge es que el Arduino Uno solo tiene un par de puertos Rx y Tx, por lo que se necesitaría otro puerto para el Tx del controlador de motores para la transmisión serial, ya que el puerto el puerto Tx estaba siendo ocupado por una de las conexiones del Bluetooth HC-06. La solución es configurar otros pines del Arduino Uno como Tx y Rx, según se aprecia en la figura 24, utilizando la librería Software Serial. La búsqueda de información para solucionar este inconveniente implica tiempo de investigación.

Al inicio del proyecto, uno de los inconvenientes es el controlador de motores “Sabertooth dual 2 X 25A”, ya que este al poseer diferentes configuraciones de operación, primeramente se debe configurar para que opere de modo serial. Luego se debe configurar la velocidad en baudios de operación del *driver*; en este caso en un inicio solo se configura para que opere en modo serial y después al realizarle las pruebas de funcionamiento, no se obtiene ningún resultado, debido a que la velocidad de transmisión del *driver* es distinta a la velocidad de operación del programa, como se muestra en la figura 26, por lo que no hay sincronía en la velocidad de transmisión de datos. Una vez configurado el *dipswitch* para que la velocidad de comunicación sea de 9600 baudios, el *driver* opera correctamente.

Uno de los fallos encontrados durante el proceso de pruebas es que al efectuar el comando de voz no se obtiene ningún resultado, no se entiende el porqué de esto, por lo que una de las mejoras es colocarle una caja de texto al programa en la cual se pueda visualizar la palabra que la aplicación está entendiendo. Esta mejora representa un logro muy significativo ya que ahora sí se puede observar si se está pronunciando el comando de una forma correcta.

Otra de las mejoras es en el código de Arduino en la sección correspondiente a detener la silla de ruedas, debido a que en un inicio se realiza el programa para que cuando se mencione el comando “Detener”, produzca que la silla se detenga de manera abrupta, por lo que se cambia a “Apagar adelante” cuando la silla va hacia adelante y

“Apagar atrás” cuando la silla esté en movimiento hacia atrás, ya con esto se hace una disminución de velocidad antes del frenado completo.

Luego de solucionar estos imprevistos, se concluye satisfactoriamente el desarrollo del prototipo de la silla de ruedas.

## 5.4 ANÁLISIS DE COSTOS

En la siguiente tabla se aprecian los costos de los componentes utilizados para la fabricación del prototipo, a esto se le agregan alrededor de 40 horas en el desarrollo del código para el Arduino, 10 horas aproximadamente de la elaboración de la aplicación móvil y alrededor de unas 30 horas en el ensamble del prototipo y pruebas generales.

Tabla 5 Costos de componentes

Componente	€ Costo	€ Subtotal
Arduino Uno	17,280.00	17,280.00
Bluetooth HC-06	6,900.00	6,900.00
Sensor Ultrasonico	4,100.00	8,200.00
Controlador de motores	95,600.00	95,600.00
Caja	3,500.00	3,500.00
Mano de obra de programación	24,273.00	1.213,650.00
Mano de obra de montaje de hardware	24,273.00	728,190.00
<b>Total</b>		<b>2.073,320.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Solo considerando los costos de los componentes del control de la silla de ruedas, donde se contemplan dos motores, dos baterías, un *joystick* y una computadora como

control central, se encuentra muy por debajo del precio del control de las sillas de ruedas eléctricas en el mercado, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6 Costos del sistema de control actual**

Elementos de la silla de ruedas	PRECIO DE COMPONENTES EN DIFERENTES EMPRESAS				
	ORTOPEDICA CHUPIS	Alliexpress	ORTOPEDICA MIMAS	Loh Medical	Accesibilidad Total
Localidad	Nacional	Internacional	Internacional	Nacional	Nacional
Marca	Invacare	Invacare	Invacare	Go Chair	SAT-Fgo
Modelo	Stream	Stream	Stream	Go Chair	SAT-Fgo
Motores (x 2)	€576,000.00	€400,000.00	€620,000.00	€611,000.00	Incluido en precio
Computadora central	€748,000.00	€262,000.00	€250,000.00	€250,000.00	Incluido en precio
Joystick	€490,000.00	€170,000.00	€185,000.00	€332,000.00	Incluido en precio
Baterías (x 2)	€460,800.00	€475,000.00	€240,000.00	€650,000.00	Incluido en precio
<b>Total de los componentes de control</b>	<b>€2.274,800.00</b>	<b>€1.307,000.00</b>	<b>€1.295,000.00</b>	<b>€2.168,000.00</b>	<b>N/A</b>
<b>Silla de ruedas</b>	<b>€4.492,800.00</b>	<b>N/A</b>	<b>€1.339,065.00</b>	<b>€1.415,000.00</b>	<b>€2.764,800.00</b>

Fuente: Aliexpress.com, Gerencia Chupis, Ortopédica Mimas, Loh Medical y Accesibilidad Total

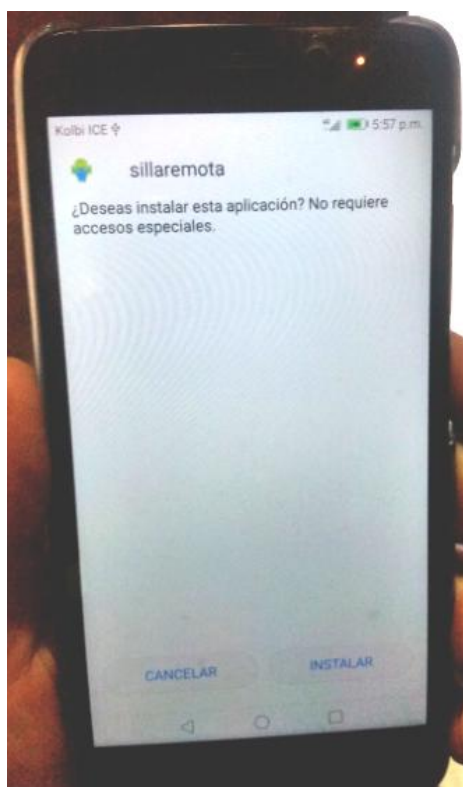
En la tabla 6, respecto a los datos obtenidos de Aliexpress y Ortopédica MIMAS, no se están considerando los impuestos de entrada al país porque como se observa en la tabla, estas empresas son internacionales; este dato lo brinda aduanas a la entrada del producto al país. En cambio los datos obtenidos por medio de la Gerencia de la Ortopédica Chupis, Loh Medical y Accesibilidad Total, son el precio final al consumidor.

Por lo tanto, se puede concluir que en el prototipo de este trabajo el sistema de control de la silla de ruedas es más económico que el utilizado actualmente en la silla de ruedas.

## 5.5 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

- Primeramente, se obtiene un teléfono celular con sistema operativo Android
- Al teléfono celular se le debe cargar la aplicación “sillaremota”.

**Figura 58 Carga de aplicación al móvil**



**Fuente: Elaboración propia**

- Se le activa el Bluetooth.
- Luego si es la primera vez que se utiliza la aplicación, se debe realizar el vínculo del Bluetooth.
- Una vez que el vínculo esté hecho, se observa el módulo Bluetooth HC-06 con la luz parpadeando.
- Luego se procede a enlazar el módulo Bluetooth y una vez esté enlazado, la luz deja de parpadear y queda fija, lo cual es un indicativo de que el dispositivo se encuentra conectado y listo para ser utilizado.

- Una vez conectado el dispositivo, se procede a la utilización del mismo. Si se desea que la silla de ruedas avance hacia adelante, se presiona el micrófono de la aplicación y se pronuncia el comando “Adelante”; si se desea ir con un poco más de velocidad, se debe presionar el micrófono de la aplicación y pronunciar el comando “Más rápido”; si se desea ir aún más veloz, se presiona el micrófono de la aplicación y se pronuncia el comando “full”, esto si lo que se desea es ir hacia adelante. Caso contrario, cuando se desea ir hacia atrás, se debe presionar el micrófono de la aplicación y pronunciar el comando “atrás”; de igual manera si lo que se desea es dirigirse a la derecha o a la izquierda, se presiona el micrófono de la aplicación y se pronuncia el comando “derecha” o “izquierda”. Los comandos para detenerse son “Apagar adelante” si en ese momento la silla se mueve hacia adelante; por el contrario, “Apagar atrás” si se mueve hacia atrás. De esta manera se logra la manipulación del control de la silla de ruedas por medio de la voz.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

Una vez terminada la práctica supervisada en el diseño e implementación de un prototipo de control para silla de ruedas mediante el uso de Arduino y Bluetooth por medio de comandos de voz, en la empresa Ortopédica Chupis, se concluye:

Se obtiene un prototipo de control para silla de ruedas mediante el uso de Arduino, Bluetooth y una aplicación móvil, para que pueda ser utilizada por medio de comandos de voz, de manera tal que las personas con lesión medular tengan acceso a su silla de ruedas motorizada de forma remota.

Se desarrolla un código de programación a través de la interfaz Arduino Uno que permite la movilización de una de silla de ruedas motorizada, para lo cual se utilizan varios comandos de código Arduino, logrando de manera satisfactoria la recepción de datos y el proceso de los mismos, con el fin de que la silla de ruedas motorizada se mueva hacia adelante, atrás, derecha e izquierda; se detenga y adicionalmente cuando esta se dirija hacia adelante, lo haga a tres velocidades distintas. Otra parte del código le brinda al usuario seguridad de no colisionar, debido a los sensores de obstáculos que se le implementan.

Por medio del *software* App inventor 2 de Google, que posee entre sus herramientas de trabajo el reconocimiento de voz, se crea la aplicación para dispositivos móviles con la cual al pronunciar el comando deseado, este es interpretado por el micrófono del

dispositivo y mostrado en pantalla, para obtener el resultado deseado en la silla de ruedas motorizada.

Por medio del módulo Bluetooth HC-06, se integra el celular con la silla de ruedas, primeramente con la aplicación, la cual posee una herramienta de trabajo que permite el uso del Bluetooth, luego a través de la activación del Bluetooth del dispositivo y, por último, al módulo HC-06, teniendo en cuenta que uno de los requerimientos es que el sistema operativo del móvil sea Android.

Una vez realizadas las pruebas independientes tanto del microcontrolador Arduino con su respectivo código, lo mismo que la programación de la aplicación móvil, el dispositivo Bluetooth y el controlador de motores, se elabora la interfaz del *hardware*, donde se verifica la funcionalidad del prototipo.

Es posible controlar una silla de ruedas por medio de una tarjeta Arduino y además hacerlo mediante un dispositivo móvil a través de una aplicación.

La situación actual contempla dos componentes que llevan a cabo el proceso de control de la silla de ruedas motorizada de la marca Invacare modelo Stream, la cual no dispone un dispositivo móvil ni los comandos por medio de voz. Por lo tanto, basándose en el tipo de control, se convierte en una necesidad tecnológica el nuevo tipo de control de sillas de ruedas motorizadas.

Una vez seleccionados los componentes, se procede a la construcción del prototipo, buscando el objetivo principal que es controlar la silla de ruedas motorizada por medio del dispositivo móvil mediante comandos de voz.

Se realiza una encuesta al personal para saber realmente las necesidades de las personas con lesión medular y en los resultados se observa la importancia de este prototipo. Además, el personal entrevistado cree que el proyecto tiene un gran auge debido a que considera que la tecnología va rumbo a centralizar que todo artefacto o dispositivo llegue a ser controlado por el móvil.

Tomando en cuenta lo anterior, se desarrolla un prototipo basado en las últimas tecnologías, como Arduino Uno, Sabertooth dual, entre otros, que posibilita la creación de un equipo confiable, seguro y sencillo de utilizar para el operador. Este prototipo se compone de tres grandes bloques de diseño, el primero es la aplicación móvil con el *software* de brinda Google llamado App Inventor 2, el cual permite la comunicación con el móvil; el segundo es la etapa de control que se realiza con el Arduino Uno y por último la etapa de potencia que se efectúa por medio del controlador de motores el driver Sabertooth dual.

Además debido a los componentes que lo conforman, se le puede agregar una gran variedad de futuras mejoras, dándole mucha versatilidad.

Como resultado del desarrollo de este prototipo, se evidencian los beneficios adquiridos con la posible implementación de nuevas tecnologías en el campo de control

de sillas de ruedas, puesto que hoy no se tiene el control por medio del dispositivo móvil. También el costo de los componentes que conforman el control es más económico.

El aporte a nivel social de este proyecto es muy significativo, al brindar un dispositivo para el manejo de silla de ruedas con el fin de mejorar la calidad de vida de la población con lesión medular.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

A continuación se formulan las siguientes recomendaciones para realizar mejoras a proyectos futuros:

1. Implementar un sistema que sirva de respaldo al prototipo en caso de que este falle.
2. Utilizar como base el presente proyecto de investigación para ser implementado en varias compañías o empresas que deseen que sus sillas de ruedas tengan esta opción en el manejo de las mismas.
3. Debido a las condiciones de ambiente en donde se realiza el prototipo, se nota que el ruido del ambiente (automóviles, motos, ambulancias, etc.) es captado por el micrófono del teléfono celular, por lo que se recomienda un micrófono con eliminación de ruido para una mayor eficacia.

4. Buscar otra aplicación en la cual no se deba apretar el botón del micrófono para ejecutar la acción, sino que funcione directamente con el micrófono.
  
5. Aplicar este proyecto del prototipo como base para futuros proyectos, con el objetivo de que en un futuro la comunicación no sea solo a través del Bluetooth, sino por medio de internet.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, C. y Manzano, H. (2013). *Evaluación de la plataforma Arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal*. (Tesis de Ingeniería Electrónica). Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Recuperado de:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5522/1/UPS-GT000511.pdf>
- Agama, V. y Ramírez de la Cruz, D. (2015). *Diseño e implementación del sistema de movimiento direccional de una silla de ruedas para ser controlada por reconocimiento de un patrón de voz mediante electrónica de potencia y motores dc como actuadores*. (Tesis de Ingeniería Electrónica). Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Recuperado de:  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9148>
- Barrantes, R. (2008). *Investigación: un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo y cuantitativo*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Carballo, J. (2016). *¿Cómo funcionan las baterías y por qué algunas explotan?*  
Recuperado de: <https://computerhoy.com/noticias/hardware/como-funcionan-baterias-que-algunas-explotan-52396>
- Crespo, J. E. (2014). *Curso Arduino Empresas*. Recuperado de:  
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com>
- Cruz, D. (2013). *Davis Cruz Colón–Juncos, Puerto Rico*. Recuperado de:  
<https://wheelchairbeyondlimits.wordpress.com/2013/08/24/davis-cruz-colon-juncos-pr-2/>

- García, V. (10 de abril de 2013). Controladores básicos con transistores y otros dispositivos en ayuda del micro. *Diario Electrónico Hoy*. Recuperado de: <http://www.diarioelectronico hoy.com>
- Gómez, A. (2016). *Primeros pasos con App Inventor 2*. Recuperado de: <http://codigo21.educacion.navarra.es>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hidalgo, Y. A. (2013). *Desarrollo e implementación de un sistema de automatización para el proceso de llenado de soda cáustica en Yanber S.A.* (Tesis de Yeiner Esquivel Hidalgo). Universidad Hispanoamericana. Costa Rica.
- Jerez, N. R. (2016). *Desarrollo e implementación de un prototipo de silla de ruedas eléctrica controlada por Arduino para II cuatrimestres de año 2016.* (Práctica Universitaria Supervisada). Universidad Hispanoamericana. San José.
- Méndez, U. (2017). *Bluetooth, clases y versiones desde v1.0 hasta v5.0*. Recuperado de: <https://www.330ohms.com/blog/post/bluetooth-clases-y-versiones-desde-v1-0-hasta-v5-0/>
- Prnoticias. (15 de julio de 2015). Las nuevas tecnologías mejoran la calidad de vida de 6 de cada 10 discapacitados. *Prnoticias*. Recuperado de: <http://prnoticias.com/salud/20142949-nuevas-tecnologias-discapacidad>
- QODE. (2012). *¿Qué es una App?* Recuperado de: <http://qode.pro/blog/que-es-una-app/>
- Ramírez, J. V. (2016). *Diseño e implementación de un sistema óptico para la detección de etiquetado y ubicación en el proceso de inspección en el ensamble externo, Hospira Costa Rica.* (Tesis de Jairo Montoya Ramirez). Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

*Resumen de la historia de Grecia Antigua: origen de la civilización griega.* (2014).

Recuperado de: [https://historiaybiografias.com/grecia\\_antigua/](https://historiaybiografias.com/grecia_antigua/)

Retana, O. M. (2016). *Desarrollo e implementación de un sistema automatizado para la recarga de baterías en el proceso de manufactura, Hospira Costa Rica.* (Tesis de Olger Mora Retana). Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica.

Reyes, L. A. (2015). *¿Qué es la electrónica, para qué nos sirve y cómo la podemos utilizar?* Recuperado de: <https://ingenieriaelectronica.org/que-es-la-electronica-para-que-nos-sirve-y-como-la-podemos-utilizar/>

## **ANEXOS**



# DimensionEngineering

## Sabertooth 2x25 V2 User's Guide

March 2011



**Input voltage:** 6-30V nominal, 33.6V absolute max.

**Output Current:** Up to 25A continuous per channel. Peak loads may be up to 50A per channel for a few seconds.

**5V Switching BEC:** Up to 1A continuous and 1.5A peaks across the entire range of input voltages.

**Recommended power sources are:**

- 5 to 20 cells high capacity NiMH or NiCd
- 2s to 8s lithium ion or lithium polymer. Sabertooth motor drivers have a lithium battery mode to prevent cell damage due to over-discharge of lithium battery packs.
- 6v to 30V high capacity lead acid
- 6v to 30V power supply (when in parallel with a suitable battery).

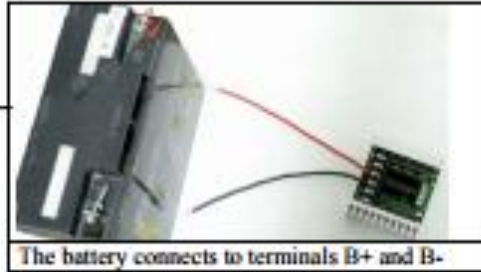
All batteries must be capable of maintaining a steady voltage when supplying 20+ amps (AA or 9V batteries aren't going to cut it! An 18Ah lead-acid battery is a good starting point)

**Dimensions:**

Size: 2.6" x 3.2" x .82"      65 x 80 x 21mm
Weight: 3.2oz / 90g

## Battery Terminals B+ and B-

The battery or power supply is connected to terminals B- and B+. B- connects to the negative side of the battery (usually black.) B+ connects to the positive side of the battery (usually red or yellow.) It is usually best to connect the battery through a connector instead of directly to the motor driver. This makes it easy to unplug the battery for charging, and prevents plugging in the battery backwards.



The battery connects to terminals B+ and B-



Using a battery connector to connect/disconnect power to Sabertooth

**Warning! Be very careful to wire and plug in the battery and connector correctly. Connecting the battery backwards will destroy the Sabertooth and will void the warranty.**

## Operating Modes Overview

---

### **Mode 1: Analog Input**

Analog input mode takes one or two analog inputs and uses those to set the speed and direction of the motor. The valid input range is 0v to 5v. This makes the Sabertooth easy control using a potentiometer, the PWM output of a microcontroller (with an RC filter) or an analog circuit. Major uses include joystick or foot-pedal controlled vehicles, speed and direction control for pumps and machines, and analog feedback loops.

### **Mode 2: R/C Input**

R/C input mode takes two standard R/C channels and uses those to set the speed and direction of the motor. There is an optional timeout setting. When timeout is enabled, the motor driver will shut down on loss of signal. This is for safety and to prevent the robot from running away should it encounter interference and should be used if a radio is being used to control the driver. If timeout is disabled, the motor driver will continue to drive at the commanded speed until another command is given. This makes the Sabertooth easy to interface to a Basic Stamp or other low-speed microcontrollers.

### **Mode 3: Simplified serial.**

Simplified serial mode uses TTL level RS-232 serial data to set the speed and direction of the motor. This is used to interface the Sabertooth to a PC or microcontroller. If using a PC, a level converter such as a MAX232 chip must be used. The baud rate is set via DIP switches. Commands are single-byte. There is also a Slave Select mode which allows the use of multiple Sabertooth 2x25 from a single microcontroller serial port.

### **Mode 4: Packetized serial**

Packetized serial mode uses TTL level RS-232 serial data to set the speed and direction of the motor. There is a short packet format consisting of an address byte, a command byte, a data byte and a 7 bit checksum. Packetized serial automatically detects the transmitted baud rate based on the first character sent, which must be 170. Address bytes are set via dip switches. Up to 8 Sabertooth motor drivers may be ganged together on a single serial line. This makes packetized serial the preferred method to interface multiple Sabertooths to a PC or laptop. Because Sabertooth uses the same protocol as our SyRen single motor drivers, both can use used together from the same serial master.

## Mode 3: Simplified Serial Mode

Simplified serial uses TTL level single-byte serial commands to set the motor speed and direction. This makes it easy to interface to microcontrollers and PCs, without having to implement a packet-based communications protocol. Simplified serial is a one-direction only interface. The transmit line from the host is connected to S1. The host's receive line is not connected to the Sabertooth. Because of this, multiple drivers can be connected to the same serial transmitter. If using a true RS-232 device like a PC's serial port, it is necessary to use a level converter to shift the -10V to 10V rs-232 levels to the 0v-5v TTL levels the Sabertooth is expecting. This is usually done with a Max232 type chip. If using a TTL serial device like a microcontroller, the TX line of the microcontroller may be connected directly to S1.

Because Sabertooth controls two motors with one 8 byte character, when operating in Simplified Serial mode, each motor has 7 bits of resolution. Sending a character between 1 and 127 will control motor 1. 1 is full reverse, 64 is stop and 127 is full forward. Sending a character between 128 and 255 will control motor 2. 128 is full reverse, 192 is stop and 255 is full forward. Character 0 (hex 0x00) is a special case. Sending this character will shut down both motors.

### Baud Rate Selection

Simplified Serial operates with an 8N1 protocol – 8 data bytes, no parity bits and one stop bit. The baud rate is selected by switches 4 and 5 from the following 4 options

	
2400 Baud: 01x00x	9600 Baud: 01x10x
	
19200 Baud: 01x01x	38400 Baud: 01x11x

What baud rate to use is dependent on what your host can provide and the update speed necessary. 9600 baud or 19200 baud is recommended as the best starting points. If communication is unreliable, decrease the baud rate. If communications are reliable, you may increase the baud rate. The maximum update speed on the Sabertooth is approximately 2000 commands per second. Sending characters faster than this will not cause problems, but it will not increase the responsiveness of the controller either.

The baud rate may be changed with power on by changing the DIP switch settings. There is no need to reset or cycle power after a baud rate change.

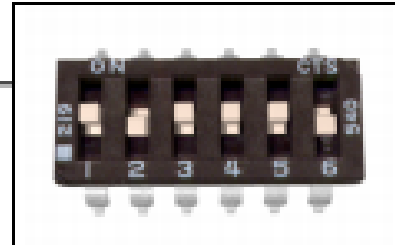
There are 2 operating options for Simplified Serial. These are selected by the position of Switch 6.

## Option 1: Standard Simplified Serial Mode

Serial data is sent to input S1. The baud rate is selected with switches 4 and 5. Commands are sent as single bytes. Sending a value of 1-127 will command motor 1. Sending a value of 128-255 will command motor 2. Sending a value of 0 will shut down both motors.

## Option 2: Simplified Serial with Slave Select

This mode is used when it is desirable to have multiple Sabertooth motor drivers running from the same serial transmitter, but you do not wish to use packetized serial. A digital signal (0v or 5v) is fed to the S2 input. This is controlled by the host microcontroller. If the signal on S2 is logic high (5v) when the serial command is sent, then the driver will change to the new speed. If the signal on S2 is not high when the command is sent, then command will be ignored. Pseudo-code demonstrating this is shown below. After sending the signal, allow about 50 us before commanding the Slave Select line to a logic LOW to allow time for processing. A hookup diagram and example pseudo-code are shown in Figures 6.2 and 6.3.



Simplified Serial with Slave Select

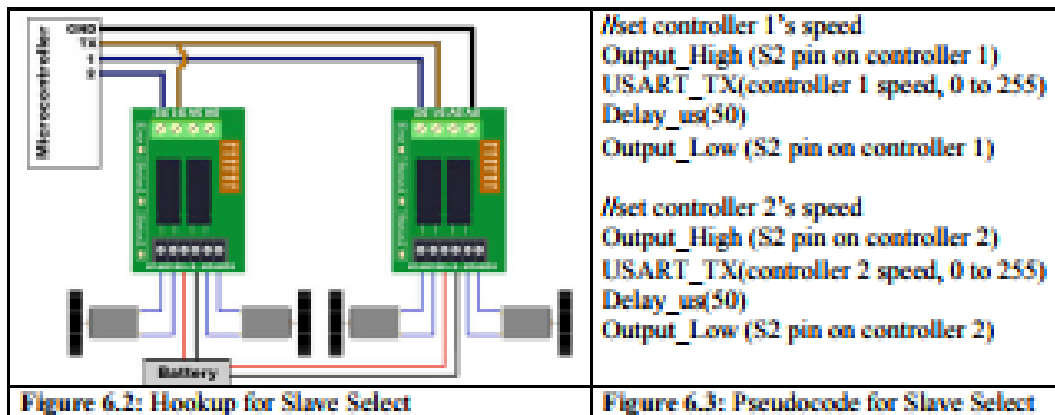


Figure 6.2: Hookup for Slave Select

Figure 6.3: Pseudocode for Slave Select



## Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

### Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time×velocity of sound (340M/S) / 2,

### Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

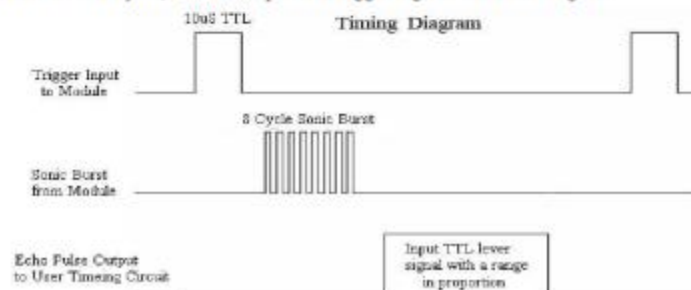
### Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



### Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula:  $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$  or  $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$ ; or: the range = high level time \* velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



### Attention:

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise, it will affect the results of measuring.

## Cuestionario

Las 15 preguntas realizadas al personal de Chupis son las siguientes:

1. ¿Cuál tipo de silla de ruedas considera usted que se utiliza con más frecuencia?

Silla manual

Silla motorizada

2. ¿Cuáles ventajas considera usted que las sillas de ruedas motorizadas tienen sobre las manuales, si cree que las hubiese?

---

---

3. ¿Qué opina acerca de que la empresa esté dando un aporte en el avance de la tecnología para desarrollar nuevos productos en el campo de las sillas de ruedas?

Malo  Bueno  Regular  Muy bueno  Excelente

4. La silla de ruedas por desarrollarse por medio de comandos de voz, a través del celular, ¿lo considera como ayuda técnica beneficiosa para las personas con lesión medular?

Nada  Poco  Regular  Bueno  Excelente

5. ¿Qué sillas de ruedas controladas mediante comandos de voz conoce usted actualmente en el mercado que utilicen los comandos de voz para ser controladas?

Ninguna  Pocas  Algunas  Todas

6. ¿Considera que utilizar el teléfono celular como medio de comunicación para controlar la silla de ruedas es un avance tecnológico y beneficioso?

Nada  Poco  Regular  Bueno  Excelente

7. ¿Cree usted que este proyecto es de interés de ayuda social, tanto a nivel de la comunidad como de la institución?

( ) Nada    ( ) Poco    ( ) Regular    ( ) Bueno    ( ) Excelente

8. Mencione algunas recomendaciones que usted considere que podrían aportar un beneficio a este proyecto.

---

---

---



Chupis Ortopédica CRC S.A. Cedula Jurídica 3-101-242737

Frente al Centro Nacional de Rehabilitación,  
La Uruca- San José. Tel 222-5835 Fax 2314464  
chupisgerencia@gmail.com karlmodaglia@gmail.com

San José, 13 de marzo de 2017  
COCRC-SA-143-2017

Universidad Hispanoamericana,  
San José- Costa Rica.

Asunto: Proyecto de Graduación

Estimado señor:

Reciba un cordial saludo.

Por este medio les informamos que el estudiante Moisés Josué Torres Aguilar, cedula: 1-1196-0371, quien cursa la carrera Ingeniería en Electrónica, en su Institución, fue aceptado en nuestra empresa Chupis Ortopédica CRC S.A., a realizar el proyecto requisito para su graduación.

Atentamente,

*Mario Granados M.*

---

Sr. Mario Granados Masis.  
Representante Legal  
Chupis Ortopédica CRC S.A.



Cc. Consecutivo  
Glow



## 1. Hora profesional:

<b>Hora profesional:</b>	<b>¢24.273.00</b>	<i>La Gaceta N° 14, enero de 2015</i>
<b>Valor (i) avalúos</b>	<b>23.317</b>	<i>La Gaceta N° 14, enero de 2015</i>
<b>Valor (i) Topografía</b>	<b>29.2082</b>	<i>La Gaceta N° 75, Abril de 2017</i>

### Montos mínimos para los Honorarios de Topografía y Agrimensura

<b>Lote Destino Urbano</b>	0.1m <sup>2</sup> a 300 m <sup>2</sup>	¢ 87.100,00
<b>Lote Urbano</b>	0.1m <sup>2</sup> a 300 m <sup>2</sup>	¢ 98.500,00
<b>Lote Rural</b>	1000 m <sup>2</sup> a 20000 m <sup>2</sup>	¢ 248.000,00

## 2. Salarios mínimos (Primer semestre 2017):

<b>Bachiller Universitario:</b>	<b>¢524.477,85</b> <i>Decreto N° 40022-MTSS, publicado en la gaceta 230, Alcance No. 278 del 30/11/2016</i>
<b>Licenciado Universitario:</b>	<b>¢629.395,00</b> <i>Decreto N° 40022-MTSS, publicado en la gaceta 230, Alcance No. 278 del 30/11/2016</i>

# Manual básico de APP inventor



## BÁSICOS APP INVENTOR

### Manual de Introducción a AppInventor

# Manual básico de APP inventor



## 1. ¿Qué es AppInventor?

Appinventor es una aplicación web de Google que permite crear aplicaciones para el sistema operativo de dispositivos móviles Android. Utiliza un editor Drag and Drop (Arrastrar y soltar) para la generación de interfaces gráficas y un sistema de bloques para gestionar el comportamiento de la aplicación. Los proyectos generados a través de esta herramienta se almacenan automáticamente en los servidores de App inventor, permitiendo llevar en todo momento un seguimiento y control de todo nuestro trabajo.

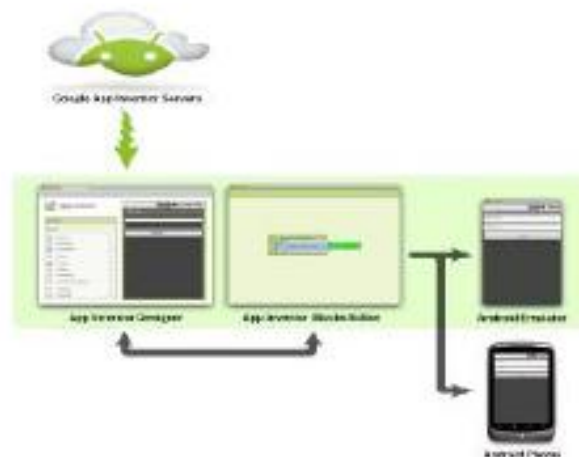


Figura 1. Visión global de Appinventor

La principal característica de Appinventor es que no es necesario tener ningún conocimiento de programación para desarrollar las aplicaciones. Simplemente basta con disponer de un navegador web y una cuenta de usuario de Google.



## Manual básico de APP inventor

### 3. ¿Cómo se construye una aplicación en AppInventor?

Las aplicaciones construidas mediante AppInventor están compuestas por los elementos que se muestran en el siguiente diagrama:



Figura 2. Arquitectura interna de una aplicación creada con AppInventor

Una buena manera de entender una aplicación, es descomponerla en dos partes, por un lado los componentes y por otro los comportamientos.

# Manual básico de APP inventor



## Componentes

Hay dos tipos de componentes principales en cualquier aplicación: los visibles y los no visibles.

Los componentes visibles son aquellos que podemos ver una vez hemos ejecutado nuestra aplicación (botones, cajas de texto, etiquetas, etc.). el conjunto de estos elementos se denomina comúnmente como la interfaz de usuario de la aplicación.

Por otro lado, los componentes no visibles son aquellos que no podemos ver en la aplicación, ya que no son parte de la interfaz de usuario. Proporcionan acceso a la funcionalidad interna de los dispositivos; por ejemplo, el componente `Texting` permite enviar y procesar mensajes de texto, y el componente `LocationSensor` permite determinar la localización del dispositivo. Ambos componentes están definidos mediante una serie de propiedades. Las propiedades son fragmentos de memoria que permiten almacenar información relativa al componente al que referencian. Los componentes visibles, por ejemplo, disponen de propiedades relativas a su posición, altura y anchura, y alineación, que definen conjuntamente su aspecto dentro de la aplicación global. todas estas propiedades se definen dentro del diseñador de componentes de AppInventor.



# Manual básico de APP inventor



A partir de este momento, ya podremos empezar a utilizar y crear nuestras aplicaciones mediante Appinventor.

## El Entorno de Desarrollo

El entorno de programación de AppInventor tiene tres partes fundamentales:

- El *Diseñador de Componentes* se ejecuta en el navegador web. Es utilizado para seleccionar los componentes de nuestra aplicación y especificar sus propiedades. A través de él, iremos definiendo el aspecto visual.
- El *Editor de bloques* se ejecuta en una ventana independiente del *Diseñador de Componentes*. Nos permitirá crear los comportamientos necesarios de nuestra aplicación y asociarlos a sus respectivos componentes.
- Un dispositivo Android nos permitirá ejecutar y comprobar nuestras aplicaciones mientras las estamos desarrollando. Si no disponemos de ningún dispositivo adecuado, podremos probar nuestras aplicaciones utilizando el emulador de Android, el cual viene integrado dentro del sistema.

En la siguiente figura se puede visualizar cada una de las partes mencionadas anteriormente.



## Manual básico de APP inventor



Figura12. El Diseñador de Componentes, el Editor de Bloques y el Emulador de Android.

Para empezar a utilizar AppInventor, comenzaremos introduciendo la siguiente dirección web en nuestro navegador <http://appinventor.googlelabs.com>. La primera vez que iniciemos sesión en la aplicación, podremos ver nuestra Página de Proyecto, la cual estará vacía porque aún no hemos desarrollado ninguna aplicación. Para crear un proyecto, haremos clic sobre el botón *new* situado en la parte superior izquierda de la pantalla, introduciremos el nombre que queramos para el proyecto y haremos clic en *OK*.

La primera ventana que nos aparecerá a continuación es el *diseñador de componentes*. Una vez que estamos dentro, haremos clic sobre el botón *Open Blocks Editor* situado en la parte superior derecha. En este momento, el editor de bloques aparecerá en una nueva ventana. Este proceso puede tardar en torno a 30 segundos.

En la ventana del Editor de Bloques podemos observar dos botones en la parte superior derecha, como muestra la siguiente figura.



## Manual básico de APP inventor



Figura 12. Parte superior del editor de bloques

Si disponemos de un dispositivo Android y un cable USB, conectaremos el dispositivo al ordenador y seleccionaremos "Connect to Device". Por el contrario sino disponemos de ningún dispositivo Android o si queremos probar nuestras aplicaciones utilizando un emulador, haremos clic en "New Emulator" y esperaremos en torno a 30 segundos hasta que el emulador termina de cargar. cuando haya terminado el proceso, haremos clic en "connect to device" y seleccionaremos el emulador creado previamente.

### Diseñando los Componentes

Los componentes son los elementos que combinamos para crear nuestras aplicaciones. Algunos son muy simples, como por ejemplo una etiqueta que muestra un texto en la pantalla, o un botón, mediante el cual podemos iniciar una determinada acción. Otros componentes son más elaborados; un componente Canvas que permite visualizar imágenes o animaciones; el acelerómetro, un sensor de movimiento que detecta cuando movemos o agitamos el teléfono; o componentes que nos permiten enviar mensajes de texto, reproducir música y video, obtener información desde páginas web, etc.

Cuando abrimos el Diseñador de Componentes, aparecerá la siguiente ventana.



# Manual básico de APP inventor



Figura 14. ventana principal del diseñador de componentes

El *Diseñador de Componentes* está dividido en varias partes:

En la parte central encontramos un área denominada *Viewer*. Aquí es donde colocaremos nuestros componentes en función de cómo queramos que sea el diseño visual de nuestra aplicación. Una vez especificados y añadidos los componentes, debemos probar como se visualiza realmente nuestra aplicación en un dispositivo Android, utilizando para ello un dispositivo físico o el emulador.

A la izquierda de la aplicación encontramos un área denominada *Palette*, en la que podemos encontrar la lista completa de componentes de Appinventor.



# Manual básico de APP inventor



## 6. Referencias

<http://code.aspose.com/pl/twilio/>

<http://appinventorintro.com/>

<http://www.tuappinventorandroid.com/>

<http://www.appinventorbeta.com/forum/>

<http://appinventorblog.com/>



