



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

Facultad de Ingeniería

Carrera:

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Tesis previa a la obtención del título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

Tema:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA
EL CONTROL DE UNA SILLA DE RUEDAS UTILIZADA EN PERSONAS**

CON PARAPLEJIA

Autores:

JUAN GABRIEL CORREA ASTUDILLO

HOLGER FRANCISCO MIRANDA ARÉVALO

Director:

ING. RAÚL ÁLVAREZ GUALE

GUAYAQUIL – ECUADOR

2014

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad de los conceptos desarrollados, los análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”.

Guayaquil, Septiembre del 2014

Juan Gabriel Correa Astudillo

Holger Francisco Miranda Arévalo

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios, a la Santísima Virgen María, al Divino Niño Jesús y a San Juan Bosco por darnos cada día las fuerzas necesarias para seguir adelante en este camino diario para el desarrollo de nuestra Tesis de Grado.

Segundo a nuestras familias por apoyarnos en todo momento que lo necesitamos, brindándonos una mano a cada instante.

A nuestros profesores que en cada año de estudio nos supieron brindar sus conocimientos que fueron adquiridos por nosotros y ahora nos ayudaron a resolver los problemas que se nos presentaban en el desarrollo de nuestra tesis.

Juan Gabriel Correa Astudillo.

Holger Francisco Miranda Arévalo.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las personas que están a mi lado en cada momento de mi vida como son mis padres y hermana, los cuales me aconsejaron que esta tesis va hacer lo mejor para mi vida ya que con esta puedo encontrar mayores oportunidades.

A mi madre de crianza mi abuelita que desde chiquito me enseñó que la vida puede llegar a ser dura pero siempre hay motivos por los cuales seguir adelante y nunca quedarse atrás y desde el cielo siempre cuida de mí.

A mis amistades que siempre estuvieron a mi lado brindándome su compañerismo en los momentos que los necesité.

Por último al nuevo miembro de mi familia mi sobrino, ahijado, el cual llegó a dar toda la alegría a nuestra familia y que con la bendición de Dios pueda ser un niño sano, feliz para toda su vida.

Holger Francisco Miranda Arévalo.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a dos personas que quiero mucho y ahora no se encuentran a mi lado, Mi Papito Enrique y a mi Tío Toyo, sé que Dios siempre los lleva a su lado y yo los tengo presente siempre.

A mi Padre y a mi Madre que siempre estuvieron ahí de una u otra manera, me estaban empujando a hacer esto realidad, a ellos, gracias.

A mi fiel Esposa y amiga, siempre creíste en mí, a mi hijo mi motor para seguir luchando cada día. A mi hermano, Leito y Belén, gracias. Siempre por sus comentarios pues ustedes fueron mi mayor fuerza de perseverancia y sacrificio, para ustedes el producto de mi lucha.

También quiero agradecer a Ramiro Solano, Fernando León y Cristhian García, personas que siempre estuvieron ayudándome y aconsejándome en este hermoso proyecto para ellos, Gracias.

A mis compañeros de trabajo por su paciencia y sus buenos deseos.

Y en especial ¡para todos los que piensan y pensaban que no podía hacerlo!, Gracias.

Juan Gabriel Correa Astudillo.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN EXPRESA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ABSTRACT ESPAÑOL.....	X
ABSTRACT ENGLISH.....	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
EL PROBLEMA.....	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Delimitación del problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general:.....	2
1.3.2 Objetivos específicos:.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Variables e indicadores	4
1.6 Metodología.....	5
1.7 Población y muestra.....	6
1.8 Descripción de la propuesta	6
1.8.1 Beneficiarios:	6
1.8.2 Impacto:.....	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Antecedentes	8
2.2 Discapacidades	8
2.2.1 Tetraplejia	8
2.2.2 Paraplejia	8

2.3	Silla de ruedas.....	9
2.3.1	Silla de ruedas electrónica	9
2.4	Bluetooth.....	9
2.5	Lenguaje Java.....	10
2.6	Display LCD.....	10
2.7	Celular Nokia Xpress Music	11
2.8	Bluetooth Hardware RN-41-1	12
2.9	Microcontrolador PIC 16F877A.....	13
2.9.1	Motores M1 y M2 reductores	14
2.9.2	Batería de 12VDC	14
2.9.3	Capacitores	15
2.9.4	Resistencias.....	16
2.9.5	Cristal de Cuarzo.....	16
2.9.6	Potenciómetros.....	17
2.9.7	Regulador L7805.....	18
2.9.8	Leds	19
2.9.9	Sensor SG2BC	19
2.9.9.1	Regulador LM317T	20
2.9.9.2	Relé RH-012C	21
2.9.9.3	Transistor 2N3904	21
2.9.9.4	Diodo 1N4007	22
2.9.9.5	Sensor SRF05	23
CAPÍTULO III		24
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS TARJETAS ELECTRÓNICAS		24
3.1	Diseño Sistema de control para la silla obteniendo movilidad de la misma	24
3.1.1	Diseño Sistema de comunicación, recepción de la señal bluetooth para comunicación con el celular	25
3.1.2	Implementación de Tarjeta de control y comunicación.....	25
3.2	Diseño Sistema de potencia para los motores	26
3.2.1	Implementación del Sistema de potencia	27
3.3	Diseño Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla.....	28
3.3.1	Implementación del Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla.	29
3.4	Diseño Sistema de comunicación guante.....	30
3.4.1	Implementación del Sistema de comunicación guante.....	31
3.5	Diseño Sistema de sensor distancia, proximidad y velocidad.....	31

3.5.1	Implementación del Sistema de sensor de distancia y velocidad	32
3.6	Diseño Variador de velocidad.....	33
3.6.1	Implementación del Variador de velocidad	34
CAPÍTULO IV		35
INFRAESTRUCTURA Y MANTENIMIENTO DE SILLA ELECTRÓNICA.....		35
4.	Estructura de la silla	35
4.1	Armazón:.....	35
4.1.2	Ruedas delanteras.....	36
4.1.3	Ruedas traseras.....	36
4.1.4	Aros de empuje	37
4.1.5	Reposabrazos	38
4.1.6	Reposapiés y plataformas	38
4.1.7	Cadena de Bicicleta.....	39
4.1.8	Catalina.....	39
4.1.9	Eje transversal de rueda a rueda.....	40
MANTENIMIENTO DE SILLA ELECTRÓNICA		41
4.2	Acerca de la batería.....	41
4.3	Acerca del mantenimiento e inspección de la silla de ruedas electrónica ...	41
CONCLUSIONES		42
RECOMENDACIONES		43
CRONOGRAMA		44
PRESUPUESTO.....		45
BIBLIOGRAFÍA		46
ANEXOS.....		48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Display LCD.....	10
Figura 2 Celular Nokia Xpress Music	11
Figura 3 Bluetooth RN41-1	12
Figura 4 Microcontrolador PIC 16F877A.....	13
Figura 5 Motores reductores M1, M2	14
Figura 6 Batería 12VDC	15
Figura 7 Capacitores	15
Figura 8 Resistencias	16
Figura 9 Cristal de Cuarzo	17
Figura 10 Potenciómetro	17
Figura 11 Regulador L7805	18
Figura 12 Led	19
Figura 13 Sensor SG2BC	20
Figura 14 Regulador LM317T.....	20
Figura 15 Relé 12VDC	21
Figura 16 Transistor 2N3904	22
Figura 17 Diodo 1N4007	22
Figura 18 Sensor SRF05	23
Figura 19 Diseño Sistema de control.....	24
Figura 20 Diseño de Sistema de comunicación.....	25
Figura 21 Implementación Tarjeta de control y comunicación.....	26
Figura 22 Diseño Sistema de potencia.....	27
Figura 23 Implementación Sistema de potencia.....	28
Figura 24 Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla.....	29
Figura 25 Implementación Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla.....	30

Figura 26 Diseño Sistema de comunicación guante	30
Figura 27 Implementación del Sistema de comunicación guante	31
Figura 28 Diseño Sistema de sensor distancia, proximidad y velocidad.....	32
Figura 29 Implementación del Sistema de sensor de distancia y velocidad	33
Figura 30 Diseño Variador de velocidad	33
Figura 31 Implementación del Variador de velocidad.....	34
Figura 32 Armazón de la silla de ruedas.....	35
Figura 33 Ruedas delanteras.....	36
Figura 34 Ruedas traseras	37
Figura 35 Aros de empuje	37
Figura 36 Reposabrazos.....	38
Figura 37 Reposapiés.....	38
Figura 38 Cadena de bicicleta	39
Figura 39 Catalina.....	39
Figura 40 Eje transversal.....	40
Figura 41 Cargar el programa al celular	56
Figura 42 Nombre del archivo.....	57
Figura 43 Ejecución del programa.....	57
Figura 44 Uso de conectividad	58
Figura 45 Pantalla de inicio.....	59
Figura 46 Pantalla de movimientos	59

ABSTRACT ESPAÑOL

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE TESIS	TEMA TESIS
2014	CORREA ASTUDILLO JUAN CORREA MIRANDA ARÉVALO HOLGER FRANCISCO	ING. RAÚL ÁLVAREZ	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE UNA SILLA DE RUEDAS UTILIZADA EN PERSONAS CON PARAPLEJIA

El presente proyecto se lleva a cabo con la finalidad de ayudar a personas con paraplejia y con cierto grado de tetraplejia, El sistema a realizarse permite controlar la movilidad de una silla a través de cuatro mandos:

- El mando inalámbrico (Bluetooth, manejo celular)
- El mando semiautomático (Manejo local)
- El mando guante sensorial (Manejo por medio de un guante sensorial)
- El mando manual (Manejo de un Agente externo)

Nuestra tesis tendrá varias tarjetas electrónicas que permiten el uso de cada uno de los mandos previamente mencionados, el sistema de control integrará al mando inalámbrico que será manejado por el paciente con paraplejia o con personas en la capacidad de movilizar al paciente. Este sistema tiene el uso del celular con su programación Java previamente instalada en el mismo.

Dentro del sistema de control se utiliza el mando de los movimientos de la silla con pulsantes que activan las distintas señales para las direcciones deseadas.

El mando guante sensorial se encarga a través del movimiento de cierto dedo y con la ayuda de sensores de reflectantes enviar la señal para que el microcontrolador reciba esta señal y por su programación interna emita la señal de acción para el movimiento de la silla.

Palabras claves:

Programación Java, microcontrolador, bluetooth, guante sensorial.

ABSTRACT ENGLISH

YEAR	STUDENTS	MANAGER OF THESIS	THESIS TOPIC
2014	CORREA ASTUDILLO JUAN CORREA MIRANDA ARÉVALO HOLGER FRANCISCO	ING. RAÚL ÁLVAREZ	DESIGN AND IMPLEMENTATION AN ELECTRONIC SYSTEM FOR THE CONTROL OF A WHEELCHAIR USED IN PERSONS WITH PARAPLEGIA

This project is carried out in order to help people with paraplegia and quadriplegia with some degree, to be held system allows controlling the mobility of a chair through four commands:

- The Wireless Controller (Bluetooth, cell handling)
- The semi-automatic control (local management)
- The glove sensory control (management by a sensory glove)
- Manual operation (Operation of an external agent)

Our thesis have several electronic cards that allow the use of each of the aforementioned controls, the control system will integrate the wireless controller that will be handled by the patient with paraplegia or people's ability to mobilize the patient. This system has the use of the phone with java programming previously installed in it.

Within the control system control the movements of the chair with pulsed signals that activate different desired directions for use.

The control handles sensory glove through the movement of a finger and with the help of reflective sensors send a signal to the microcontroller receives this signal and its internal programming output the signal of action for the movement of the chair.

Keywords:

Java programming, microcontroller, bluetooth, sensory glove.

INTRODUCCIÓN

La tecnología cada día se impone a las diferentes dificultades físicas que presenta el ser humano conforme evoluciona, sin embargo, por medio del desarrollo tecnológico de los diferentes equipos para mejorar el modo de vida de personas que padecen de un problema físico en este caso paraplejia, problemas físicos en extremidades inferiores, que les impide movilizarse por sí mismos viene siendo un factor muy importante en lo social y lo psicológico.

Uno de los equipos más utilizados y de alta demanda son las sillas de ruedas electrónicas que por falta de recursos económicos en ciertos casos, no todos pueden adquirir una sea por tema costo o tecnología. Sin embargo los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana desarrollaron un sistema de control electrónico para el manejo de una silla de ruedas, basados en tres tipos de usos generales que son: Semiautomático, Inalámbrico y Sensorial.

Son sistemas electrónicos muy versátiles para atender cualquier tipo de discapacidad física. Todo esto generado a un bajo costo y con repuestos y partes accesibles en el mercado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Hoy en día en el Ecuador existen alrededor de 175.463 personas con discapacidades varias de las cuales tan solo el 70% de esta población son personas con problemas de paraplejia y de bajos recursos. (Nacional, 2014)

Estas sillas de alta tecnología son muy costosas y adicional solo cumplen una función específica dando limitaciones al paciente como el uso del control que se encuentra en el respaldo de brazos, velocidad no regulada y finalmente la dependencia a una persona generando un problema psicológico y social del mismo.

1.2 Delimitación del problema

La silla de ruedas que se va a implementar con su “Diseño e Implementación de un Sistema Electrónico para el Control de una Silla de Ruedas utilizada en personas con Paraplejia”, se delimitará a personas con discapacidad motriz en sus extremidades inferiores, así como también con discapacidad de sus facultades de orientación, esto se dará con la ayuda del uso del celular.

Las personas con discapacidad superior (brazos, hombros) se ayudarán de la implementación del guante y de las direccionales que están ubicados a la altura de sus manos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

- Diseñar e implementar un sistema electrónico para controlar una silla de ruedas utilizada por personas con paraplejia.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Diseñar un sistema de control para la silla obteniendo movilidad de la misma.
- Diseñar un guante sensorial mediante el cual se envíe órdenes para el movimiento de la silla.
- Diseñar un sistema Java instalado en un celular de bajo costo para el manejo de la silla.
- Diseñar un sistema de recepción de señal de bluetooth para la comunicación celular.
- Diseñar un sistemas de sensores de proximidad y velocidad.
- Diseñar un sistema electrónico para los motores que se incorporan a la silla.

1.4 Justificación

El implementar la silla se lleva a cabo con la finalidad de ayudar a personas con paraplejia y con cierto grado de tetraplejia, también adultos mayores en el proceso de independencia (actividad social, educativa, cultural, deportiva) y reincorporación en la sociedad. El sistema realizado permite controlar la movilidad de una silla a través de cuatro mandos:

- El mando inalámbrico (Bluetooth, manejo celular)
- El mando semiautomático (Manejo local)
- El mando sensorial (Manejo por medio de un guante)
- El mando manual (Manejo de un Agente externo)

El mando inalámbrico es manejado por el paciente con paraplejia y que posee un problema a nivel de codo u hombro lo cual es molesto el uso de los respaldos para los brazos, con esta bondad que ofrece la silla el paciente tiene contacto mediante una conexión bluetooth y se podrá manejar desde un celular mediante una aplicación de Java incrustada.

El mando semiautomático es manejado por la persona que posee paraplejia sin ningún problemas en sus extremidades superiores, este tiene accesibilidad del movimiento de la silla mediante una consola en el cual mantendrá datos de los movimientos, velocidad y distancia recorrida.

El mando sensorial es utilizado por las personas que tienen paraplejia con un grado de tetraplejia o problema en las extremidades superiores también se incluye a los adultos mayores, el guante es desarrollado con el fin de dar la capacidad de desarrollo de independencia a personas que poseen más del 80% de su cuerpo inhabilitado, con esta bondad el paciente tiene manejo de la silla desde un guante el cual da mando con el movimiento de los dedos y es enviado a la silla para que ejecute el movimiento deseado por el paciente.

La importancia del proyecto realizado radica en poner en funcionamiento a la silla cumpliendo con las condiciones de operación estándar para este tipo de sistemas, mediante la programación del controlador, que permita al usuario desplazarse de forma libre dentro de su área de trabajo y brindarle comodidad.

Nosotros como estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, trabajamos en un proyecto denominado “**Implementación de una silla de ruedas con múltiples funciones electrónicas**”, ya que es de conocimiento público, que la Universidad cumple con un programa de ayuda social, con la creatividad del estudiante, nuestra idea es haber armado esta silla con el objetivo que el discapacitado logre su independencia, con un costo flexible para el beneficiario de un valor máximo de \$1.000 y así poder seguir con sus actividades sin ningún obstáculo.

1.5 Variables e indicadores

La silla de ruedas electrónica se implementó mediante un plan de acciones a seguir a nivel estructural, hardware, software.

Se recolectó información a través de páginas webs, libros de electrónica, y lo aprendido en el transcurso de la carrera.

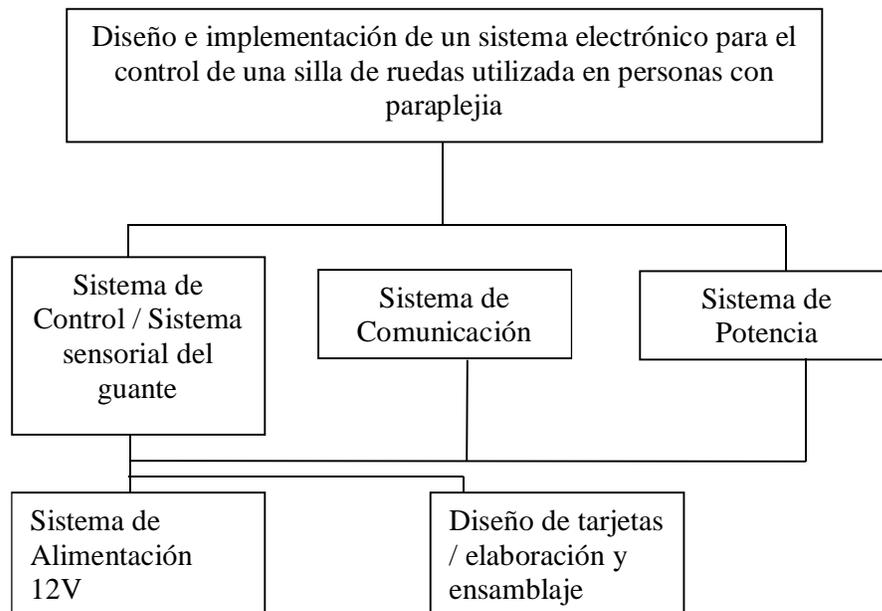
El conocimiento adquirido durante la carrera nos permitió desarrollar las tarjetas electrónicas que se usan para el movimiento de la misma a nivel electrónico.

Los estudiantes que hicieron la tesis son personas capacitadas y profesionales en sus labores, los mismos que, con los procesos antes mencionados desarrollaron lo planteado.

La necesidad en el país de tener sillas electrónicas desarrolladas por estudiantes es altamente beneficiaria para las personas con discapacidad, ya que las sillas extranjeras poseen un alto valor adquisitivo.

1.6 Metodología

Como parte del conocimiento para administrar las actividades para el desarrollo de nuestra tesis, se aplica la metodología a fin de reducir tiempos del proyecto y facilitar interacción entre los participantes del trabajo.



Cuando nuestra tesis fue conceptualizada la dividimos en etapas tales como: diseño de las tarjetas a usar, implementación de las tarjetas, pruebas de control y mando.

El método consiste en determinar qué tipos de elementos integrarán cada una de nuestras tarjetas de control, del sistema de comunicación, del sistema de potencia, ya que de esta manera podemos realizar simulaciones en softwares para verificar que el uso de los mismos sean los correctos.

Una vez compraba la simulación de estas tarjetas se procede a diseñarlas con ayuda de programas de diseño electrónicos. Luego del diseño de cada tarjeta se realiza pruebas con todas para saber si se necesitan cambios en los mismos.

Ya realizadas las primeras pruebas de movimiento, se evalúa si las tarjetas necesitan o no cambios en sus diseños o si elementos deben incorporarse a cada una.

Si esto sucede, es decir, se necesitan cambios en el diseño, se vuelve a la etapa de simulación de las tarjetas con las mejoras, luego de esto se implementan y se desarrollan los cambios.

Cuando se hicieron los cambios necesarios para implementar nuevamente las tarjetas a la silla, las pruebas son satisfactorias y a gusto de lo necesitado por los autores para el desenvolvimiento correcto de cada característica de nuestra silla.

1.7 Población y muestra

Actualmente en el Ecuador existe alrededor de 175,463 personas con discapacidades físicas, problemas en cadera y extremidades, dentro de esta cantidad de personas más del 70% de ellas son de bajos recursos económicos, consecuentemente genera un perjuicio que impide llevar una vida social normal. (Nacional, 2014)

Datos estadísticos del CONADIS indican que es muy bajo la obtención de estos tipos de sillas modelos ya que su costo es muy elevado van desde sumas de \$2,300.00 hasta \$6,000.00. El uso de una silla manual no es tampoco una solución porque desde el punto de vista psicológico la dependencia generada deficiencia del pensamiento social y baja de autoestima.

1.8 Descripción de la propuesta

1.8.1 Beneficiarios:

Es importante notificar que una vez presentada la silla electrónica, la misma será para beneficio de las personas con discapacidad motriz y de bajos recursos económicos que se encuentran en los diferentes asilos que posee nuestra ciudad o en el país.

Así mismo es un aporte didáctico, educativo y una demostración que con bajos presupuesto se puede implementar este tipo de proyectos para el beneficio de las personas antes señaladas.

La Universidad Politécnica Salesiana también se beneficiará del proyecto ya que al tenerlo puede dar ayuda a entidades que necesiten del mismo incrementando su labor con la sociedad.

1.8.2 Impacto:

El impacto que deseamos tener con la implementación de la silla electrónica es el dar a conocer a las personas con discapacidad motriz un recursos de independencia de otras personas para la movilidad de ellos.

Así mismo, deseamos tener un impacto positivo para las entidades públicas como los asilos para que puedan tener una opción para el movimiento de las personas con discapacidades.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El proyecto desarrollado es una silla de ruedas capaz de moverse de manera manual, electrónica y puede adaptarse a pacientes con problemas de paraplejia, adicional problemas en las extremidades superiores y pacientes con tetraplejia. Los motores son dispositivos que pueden funcionar desde 12V hasta 24V voltios de corriente continua.

También el uso general de manera electrónica, la silla consta de un sistema inalámbrico con una recepción de bluetooth, teniendo como resultado una comunicación silla-celular.

Recientes estudios estadísticos revelan que el proceso de envejecimiento demográfico avanza aceleradamente, de manera tal que se espera que la tasa de crecimiento de la población de 60 años y más, vaya en aumento hacia el año 2025, lo cual motiva y justifica la elaboración de una silla con control inteligente que supla las necesidades identificadas para una actividad específica.

2.2 Discapacidades

Una discapacidad es toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano. (Infomed, 2001)

2.2.1 Tetraplejia

La tetraplejia, también conocida como cuadriplejia, es un estado de parálisis que afecta a las cuatro extremidades. Es consecuencia de una lesión situada a un nivel alto de la médula espinal, por encima de la quinta vértebra cervical, en la mayoría de los casos después de un traumatismo o un accidente. (Salud.kioskea)

2.2.2 Paraplejia

La paraplejia es la lesión que se sufre en las extremidades inferiores del cuerpo humano, provocado por algún accidente o lesión en la zona de la espalda baja.

2.3 Silla de ruedas

Permite a las personas que no pueden andar poderse desplazar. Su aspecto es el de un sillón equipado con cuatro ruedas motrices. Puede utilizarse de forma temporal mientras que el paciente recupera sus facultades: es el caso de piernas rotas, una operación muy complicada. También puede utilizarse de forma regular y constante en caso de hándicap físico como una parálisis de las piernas. Algunos arreglos urbanos son necesarios para facilitar el desplazamiento de las personas en silla de ruedas. También existen sillas especiales para la práctica de un deporte. tenis, básquet, atletismo, los “handisports” son numerosos y muy variados. (Salud.kioskea)

2.3.1 Silla de ruedas electrónica

Una silla de ruedas electrónica es la construcción de una silla de ruedas convencional a una silla que posee motores, partes electrónicas ensambladas a su estructura para su movilización.

Esta silla de ruedas electrónicas dependiendo de los fabricantes poseen diferentes maneras de movilizar, como por ejemplo: joystick, pulsadores, etc.

Así mismo las sillas de ruedas electrónicas no son plegables debidos a la estructura de la misma se dificultan doblarlas.

2.4 Bluetooth

Bluetooth es una tecnología de comunicación entre dispositivos de corto alcance. La tecnología es bastante ventajosa, pues permite la comunicación entre diversos dispositivos sin la necesidad de cables. Además de eso, es una tecnología barata.

Entre los dispositivos que pueden ser conectados vía bluetooth, podemos citar: teléfonos celulares, ordenadores, videojuegos, impresoras, escáner, mouses, teclados, etc.

La desventaja de esta tecnología es el hecho de su alcance corto. Además de eso, el número máximo de dispositivos conectados al mismo tiempo también es limitado.

(Informatica hoy, 2007-2012)

2.5 Lenguaje Java

Java es un lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems. En la actualidad es un lenguaje muy extendido y cada vez cobra más importancia tanto en el ámbito de Internet como en la informática en general. Una de las principales características por las que Java se ha hecho muy famoso es que es un lenguaje independiente de la plataforma. (Java)

2.6 Display LCD

El LCD 16x2 (LCD 2x16) tiene en total 16 pines (tome en cuenta que la posición correcta del display es con los pines en la parte superior, aunque existen modelos en los que la posición correcta es con los pines en la parte inferior). La ficha de datos muestra 14 pines, los dos pines adicionales son el ánodo (15) y el cátodo (16) del LED de fondo. Debe notarse que el controlador Hitachi HD44780 se encuentra incorporado al circuito impreso del módulo LCD y que sirve de interfaz entre la propia pantalla LCD (donde se muestran los caracteres) y el microcontrolador PIC. Por lo tanto, de todos los pines del HD44780 únicamente se tiene acceso a aquellos necesarios para la conexión al PIC y para el control de contraste. (TecMikro, 2015)

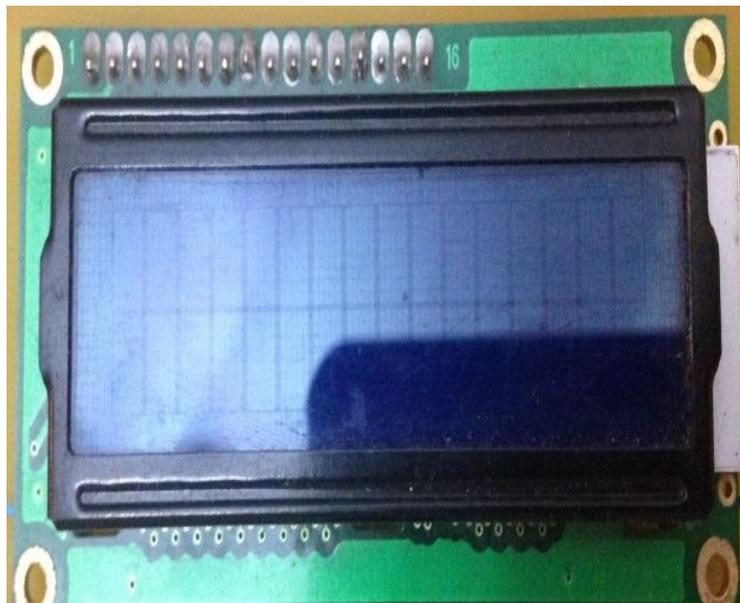


Figura 1 Display LCD

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

En la Figura 1 Display LCD, se muestra el display LCD que es usado en nuestra tesis, en el mismo se muestra un mensaje de bienvenida, los tipos de controles que tiene la silla de ruedas, es decir, para control con las direccionales (modo manual) y con el celular (modo automático), otro muestra la velocidad y el último muestra el sistema del guante sensorial.

Así como en el modo manual se observa en qué dirección se está moviendo la silla.

2.7 Celular Nokia Xpress Music

El Nokia XpressMusic es un teléfono celular cuatribanda GSM con factor de forma candybar. Posee una pantalla QVGA de 262k colores, cámara de 2MP, radio FM con RDS, ranura para memoria microSD y altoparlante. (Smart GSM, 2004-2014)

Este dispositivo se encarga de realizar los movimientos cuando se habilite el botón de control automático. Esta programación se realiza desde un programa Java que sea compatible con la programación del celular, como se observa en la

Figura 2
Nokia
Music.



Celular
Xpress

Figura 2 Celular Nokia Xpress Music

Fuente: <http://www.smart-gsm.com/moviles/nokia-xpressmusic>

Este dispositivo se encarga de realizar los movimientos cuando se habilite el botón de control automático. Esta programación se realiza desde un programa Java que sea compatible con la programación del celular, como se observa en la

Figura 2 Celular Nokia Xpress Music.

2.8 Bluetooth Hardware RN-41-1

El módulo RN41 es un elemento de forma pequeña, de baja potencia, clase 1 radio Bluetooth que es ideal para los diseñadores que quieren añadir capacidad inalámbrica a sus productos sin gastar mucho tiempo y dinero en el desarrollo. La RN41 soporta múltiples protocolos de interfaz, es fácil de diseñar. Con su alto rendimiento, en el chip antenna y soporte para Bluetooth EDR, la RN41 ofrece hasta una velocidad de datos de 3 Mbps a distancias de hasta 100 metros. La RN41 también está disponible sin una antena (RN41N). (Microchip, 2013)



Figura 3 Bluetooth RN41-1

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Este dispositivo es el que está en la tarjeta de control, su función se realiza cuando se haya seleccionado el control de la silla automáticamente, por medio de la comunicación enlazada con el celular recibe las señales que se envían desde el

mismo para que sean interpretadas, y por medio del pic las codifique y se ejecute la acción deseada. El hardware se puede observar en la Figura 3 Bluetooth RN41-1.

2.9 Microcontrolador PIC 16F877A

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. (Electronica Estudio)



Figura 4 Microcontrolador PIC 16F877A

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Es la parte más importante de la tarjeta de control, de la tarjeta para el guante sensorial y para la tarjeta de control de velocidad y sensor, ya que en estos se codifican las distintas señales emitidas ya sean desde los pulsantes o desde el celular, así como los sensores del guante y se ejecutan por medio de la programación que llevan incrustados, el pic se lo puede observar en la Figura 4 Microcontrolador PIC 16F877A. La programación del pic se encarga de ejecutar las señales recibidas por los dispositivos antes mencionados, y para ser ejecutados en el sistema de fuerza, finalizando en el movimiento de los motores.

2.9.1 Motores M1 y M2 reductores

Un motor reductor es aquel que tiene un motor acoplado directamente, el reductor no tiene un motor acoplado directamente.



Figura 5 Motores reductores M1, M2

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Estos motores son los encargados de mover la silla con el paciente, son de alto torque. Los motores usados en la elaboración de la silla se los observa en la Figura 5 Motores reductores M1, M2.

2.9.2 Batería de 12VDC

Encargada de enviar la alimentación a los motores M1 y M2, así como también se encarga de dar el voltaje para las diferentes tarjetas, que a su vez es regulado a 5VDC, se la observa en la Figura 6 Batería 12VDC.



Figura 6 Batería 12VDC

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

2.9.3 Capacitores

El condensador eléctrico o capacitor eléctrico almacena energía en la forma de un campo eléctrico (es evidente cuando el capacitor funciona con corriente directa) y se llama capacitancia o capacidad a la cantidad de cargas eléctricas que es capaz de almacenar. (Unicrom, 2002-2012)



Figura 7 Capacitores

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Los capacitores usados en el desarrollo se pueden observar en la Figura 7 Capacitores.

2.9.4 Resistencias

Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica. (Asi Funciona, 2004-2015)



Figura 8 Resistencias

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. La resistencia usada en nuestro proyecto se la puede observar en la Figura 8 Resistencias.

2.9.5 Cristal de Cuarzo

Como es sabido, el cuarzo, también llamado cristal de roca, es un mineral compuesto por silicio y oxígeno, (óxido anhidro de silicio, bióxido de silicio o anhídrido silícico, SiO_2) cuyos cristales tienen forma de prisma hexagonal terminado por dos romboedros que parecen una bipirámide hexagonal. El cuarzo es el mineral más difundido en la corteza terrestre, bien en forma de cristales o formando parte otras rocas, como el granito (cuarzo, feldespato y mica). (Pérez, 2012)



Figura 9 Cristal de Cuarzo

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Estos dispositivos están formados por una fina lámina de cuarzo situada entre dos electrodos. El modelo de cristal de cuarzo usado en la tesis es el que se observa en la Figura 9 Cristal de Cuarzo.

2.9.6 Potenciómetros

Un potenciómetro permite controlar la intensidad de corriente a lo largo de un circuito conectándolo en paralelo o la caída de tensión al conectarlo en serie. Por lo general los potenciómetros son generalmente usados para variar el voltaje en un circuito colocados en paralelo. (Ingeniatic, 2000)

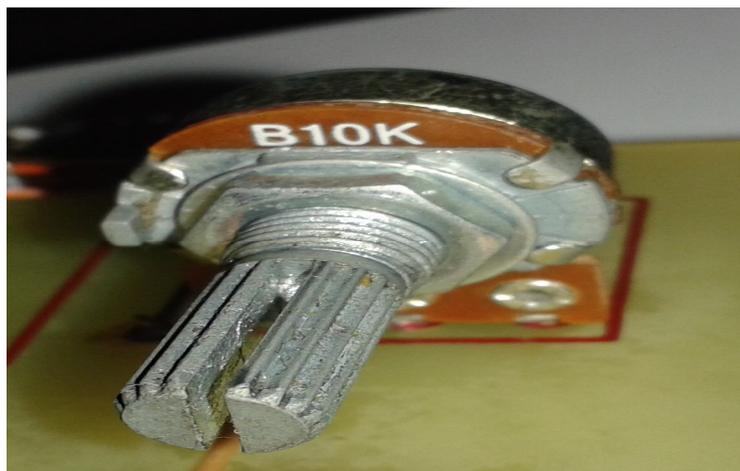


Figura 10 Potenciómetro

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Componente electrónico similar a los resistores pero cuyo valor de resistencia en vez de ser fijo es variable. Uno de los potenciómetros usados en nuestra tesis es el que se observa en la Figura 10 Potenciómetro.

2.9.7 Regulador L7805

La serie L78xx pueden proporcionar una regulación local en la tarjeta, eliminando la problemas de distribución asociadas a un solo punto de regulación. Cada tipo emplea corriente interna limitada, zona segura de protección, por lo que es esencialmente indestructible. Si se proporciona una adecuada disipación de calor, pueden entregar más de 1 A de corriente de salida. Aunque se ha diseñado principalmente como reguladores de voltaje fijos, estos dispositivos se pueden utilizar con componentes externos a obtener la tensión y corrientes ajustables. (Microelectronics, 2008)

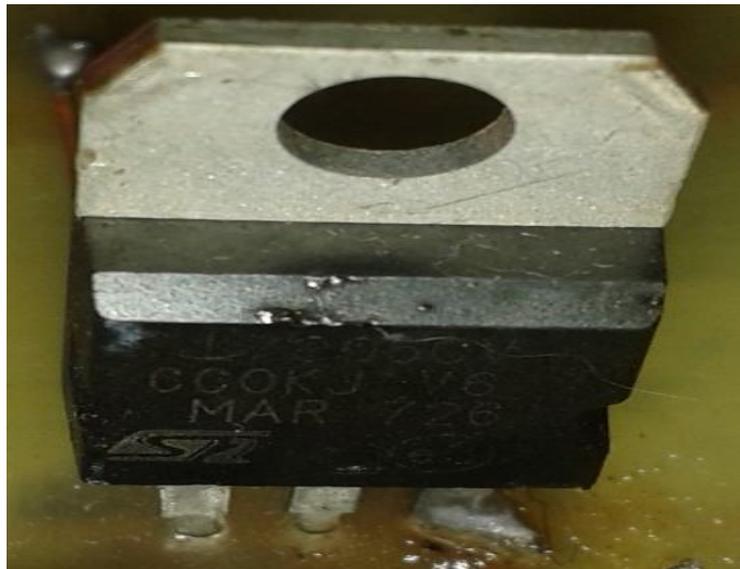


Figura 11 Regulador L7805

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Dispositivo de tres terminales reguladores está disponible en TO-220, TO-220FP, A-3, paquetes de D2Pak y DPAK y varios fijo tensiones de salida, por lo que es útil en una amplia gama de aplicaciones. El usado por nosotros en nuestro tesis es el L7805, observado en la Figura 11 Regulador L7805

2.9.8 Leds

Eléctricamente el diodo LED se comporta igual que un diodo de silicio o germanio. Si se pasa una corriente a través del diodo semiconductor, se inyectan electrones y huecos en las regiones P y N, respectivamente. Debe de escogerse bien la corriente que atraviesa el LED para obtener una buena intensidad luminosa y evitar que este se pueda dañar. (Unicrom, 2002-2012).



Figura 12 Led

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Los leds tienen un voltaje de operación entre 1.5 a 2.3 VDC, la corriente que circula por ellos va desde los 10 a 40 miliamperios. El usado en nuestra tesis se lo observa en la Figura 12 Led.

2.9.9 Sensor SG2BC

El sensor reflectante SG-2BC combina un GaAs IRED con un fototransistor de alta sensibilidad en un súper-mini (4ϕ) paquete de cerámica, lo que reduce el espacio de instalación. El usado en nuestra tesis se lo observa en la Figura 13 Sensor SG2BC.



Figura 13 Sensor SG2BC

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

2.9.9.1 Regulador LM317T

Es un regulador de tensión, para lograr esta variación de tensión sólo se necesita de 2 resistencias externas (una de ellas es una resistencia variable). (Unicrom, 2002-2012)

El regulador usado en la tesis se puede observar en la Figura 14 Regulador LM317T.

El LM317 es un regulador de tensión positivo con sólo 3 terminales y con un rango de tensiones de salida desde los 1.25 hasta 37 voltios.

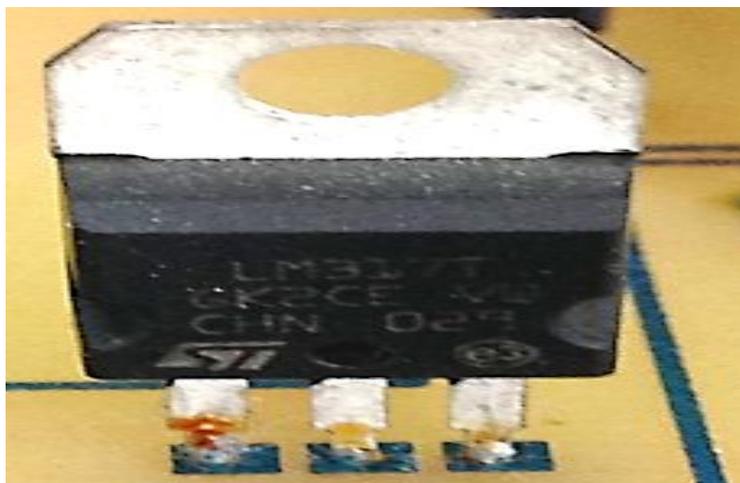


Figura 14 Regulador LM317T

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

2.9.9.2 Relé RH-012C

Relé electromecánico con bobina de 12 VDC, contactos NA y NC de 7A/250V o 10A/125V, 5 pines de conexión, resistencia de la bobina: 400 Ω aproximadamente, dimensiones: 19.5×16.5×16.5 mm aproximadamente.

El usado en nuestra tesis es el de la Figura 15 Relé 12VDC.



Figura 15 Relé 12VDC

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

2.9.9.3 Transistor 2N3904

Este dispositivo está diseñado a modo de amplificador y enchufe de propósito general. El margen dinámico útil se extiende a 100 mA en el caso del enchufe y a 100 MHz en el caso del amplificador. (Fairchild)

El utilizado se lo observa en la Figura 16 Transistor 2N3904.



Figura 16 Transistor 2N3904

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

2.9.9.4 Diodo 1N4007

Baja caída de tensión directa, capacidad de picos elevados de corriente, alta fiabilidad, capacidad de alta corriente, encapsulado DO-41, intensidad que soporta 1 Amperio. (Vicente, 2011)

El usado se lo observa en la Figura 17 Diodo 1N4007.



Figura 17 Diodo 1N4007

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

2.9.9.5 Sensor SRF05

SRF05 es un nuevo sensor de distancias pensado para ser una actualización del clásico SRF04 con el que es compatible, pero además añadiendo nuevas funciones y características. En el modo estándar, el SRF05 se comporta igual que el SRF04 con la diferencia de que el rango de trabajo se ha aumentado de 3 a 4 metros.

Esto significa que todo el software que funciona con el SRF04, funciona con el SRF05. Por otro lado, el SRF05 cuenta con un nuevo modo de trabajo que emplea un solo pin para controlar el sensor y hacer la lectura de la medida.

Lo que se hace es mandar un impulso para iniciar la lectura y luego poner el pin en modo entrada. Después basta con leer la longitud del pulso devuelto por el sensor, que es proporcional a la distancia medida por el sensor.

El SRF05 es mecánicamente igual al SRF04, por lo que puede ser un sustituto de este. (Super Robotica, 2002-2015).

El usado en nuestra tesis se lo observa en la Figura 18 Sensor SRF05.



Figura 18 Sensor SRF05

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS TARJETAS ELECTRÓNICAS

3.1 Diseño Sistema de control para la silla obteniendo movilidad de la misma

El sistema de control como se observa la Figura 19 Diseño Sistema de control, se trabaja en una de las partes más significativas de la tesis que consiste en programar el pic en su lenguaje, un microcontrolador 16F877A. En el cual asignamos sus entradas como variables y sus salidas con altos y bajos de voltaje DC.

Dentro de la parte de diseño del programa tenemos las dos primeras opciones a elegir que presenta el menú.

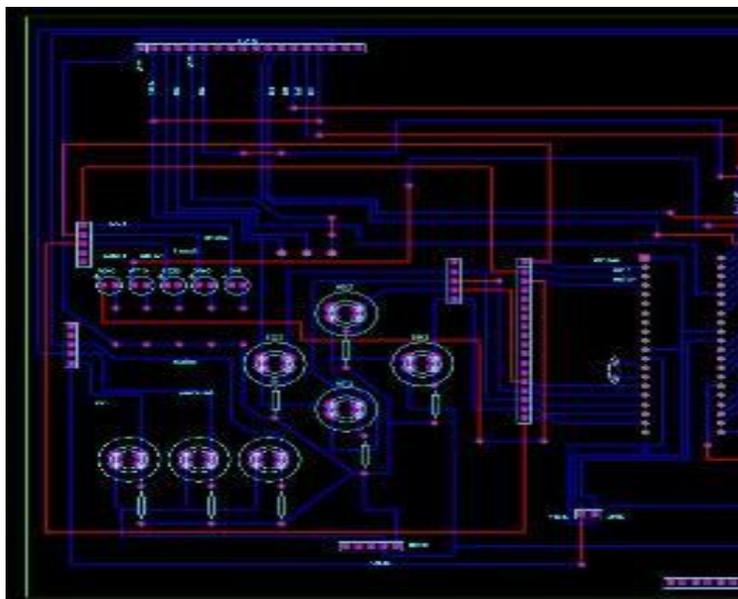


Figura 19 Diseño Sistema de control

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Los estados que deseamos utilizar serán manual o automático. Al elegir el estado manual ingresamos a la programación del pic propiamente, pues aquí le decimos al microcontrolador como debe actuar ante las opciones que el usuario desea seguir.

Al pulsar cualquiera de los movimiento de la silla, en el diplay se muestra que movimiento fue seleccionado para que el usuario sepa hacia donde se dirige.

3.1.1 Diseño Sistema de comunicación, recepción de la señal bluetooth para comunicación con el celular

En la Figura 20 Diseño de Sistema de comunicación, se observa la estructura que tiene la misma, es decir, desde el microcontrolador se recibirán las señales que receptorá el bluetooth cuando esté seleccionado el estado automático.

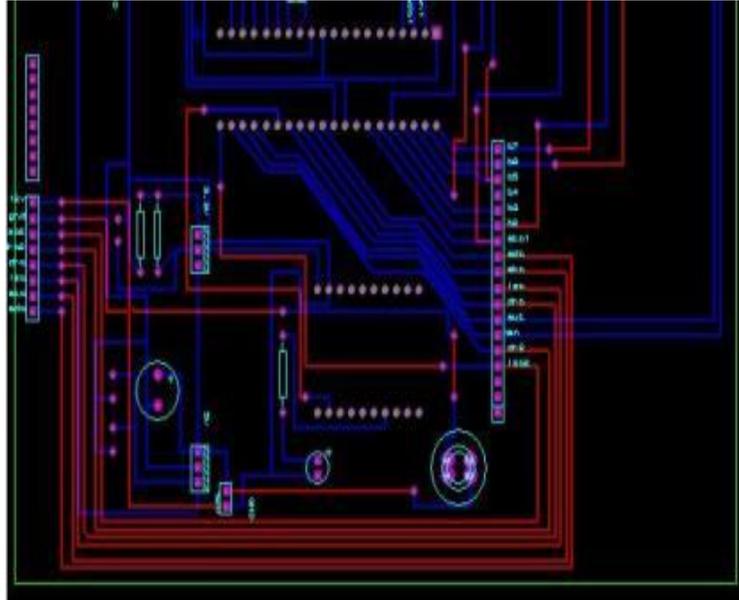


Figura 20 Diseño de Sistema de comunicación

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.1.2 Implementación de Tarjeta de control y comunicación

En la Figura 21 Implementación Tarjeta de control y comunicación, se observa que una vez diseñada la tarjeta desde el software Proteus, se la imprime sobre la placa correspondiente.

Ya impresa la tarjeta, con la ayuda de caudín, estaño y pasta de soldar se comienza con la colocación de los elementos requeridos en la tarjeta.

Los elementos que se utilizó son los siguientes:

- Display
- Diodos leds
- Resistencias de 150 ohmios

- Resistencias de 470 ohmios
- Potenciómetro de 10 K ohmios
- Microcontrolador Pic 16F877A
- Controlador bluetooth RN41-1
- Botoneras
- Pulsantes
- Transistores LM317, KIA7805PI
- Capacitores 1 uf, 1000 uf, 47 uf
- Bornera

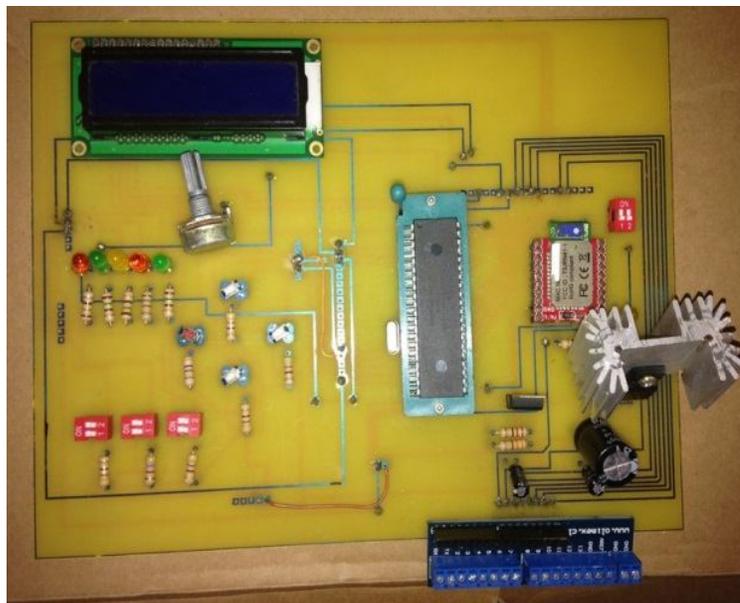


Figura 21 Implementación Tarjeta de control y comunicación
Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.2 Diseño Sistema de potencia para los motores

En la Figura 22 Diseño Sistema de potencia, se observa que esta tarjeta se basó en relés de 12VDC, los mismos que se encargan de dar el voltaje que permite el movimiento de los motores, que a su vez mueven la silla hacia la dirección deseada.

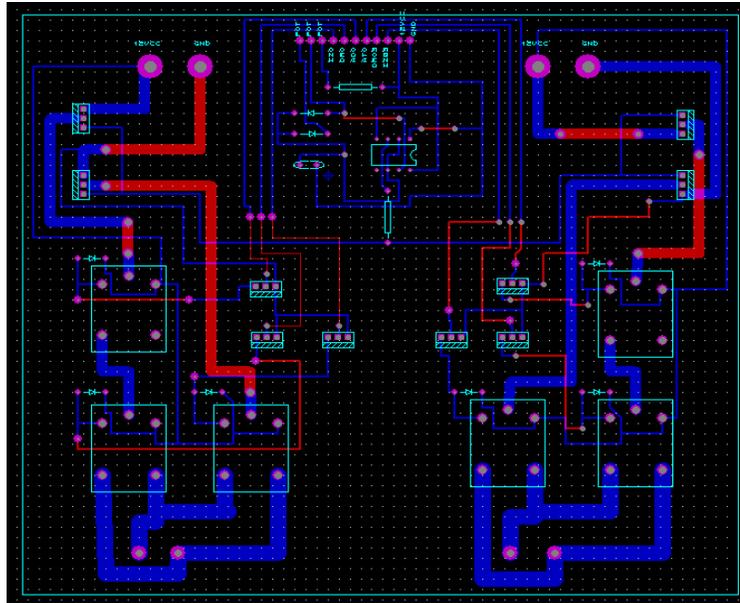


Figura 22 Diseño Sistema de potencia

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.2.1 Implementación del Sistema de potencia

En la Figura 23 Implementación Sistema de potencia, se observa que ya diseñada la tarjeta desde el software Proteus, se la envió a imprimir sobre la placa correspondiente.

Ya impresa la tarjeta, con la ayuda de un caudín, estaño y pasta de soldar se comienza con la colocación de los elementos requeridos en la tarjeta.

Los elementos que se utilizó son los siguientes:

- Relés de 12VDC
- Resistencias de 5100 ohmios
- Transistores 2N3904
- Diodos rectificadores
- Cable

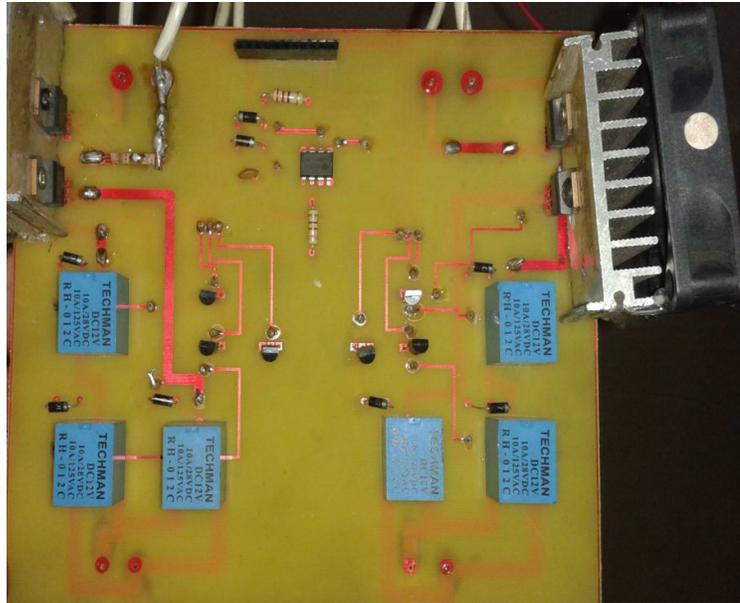


Figura 23 Implementación Sistema de potencia

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.3 Diseño Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla

En la Figura 24 Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla, se observa que esta tarjeta se basó en un microcontrolador de los antes mencionados en nuestra tesis, así como también de diodos leds que nos servirán como indicadores de los movimientos que realizará nuestra silla y de otros elementos electrónicos.

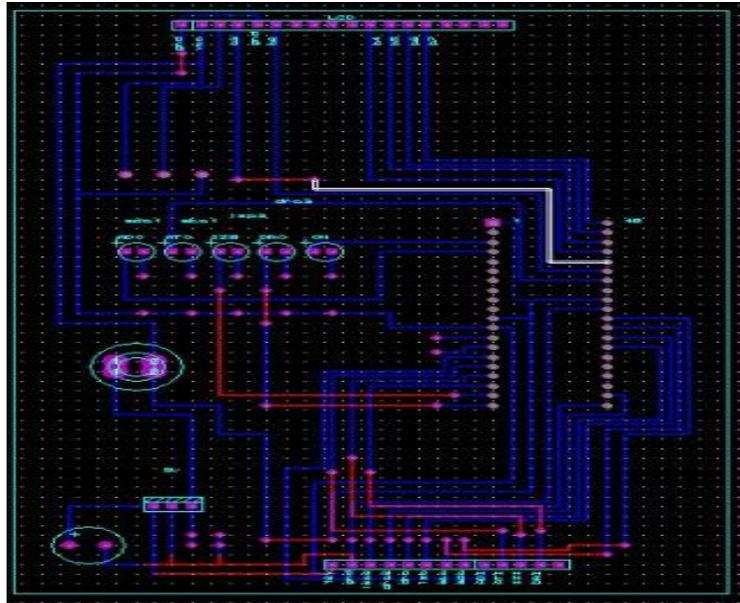


Figura 24 Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.3.1 Implementación del Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla.

En la Figura 25 Implementación Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla, se observa que ya diseñada la tarjeta desde el software Proteus, se la envió a imprimir sobre la placa correspondiente.

Ya impresa la tarjeta, con la ayuda de un caudín, estaño y pasta de soldar se comienza con la colocación de los elementos requeridos en la tarjeta.

Los elementos que se utilizó son los siguientes:

- Display
- Resistencias de 220 ohmios
- Regulador 7805
- Capacitor 1000 uf
- Capacitor 47 uf
- Borneras

- Switch dobles

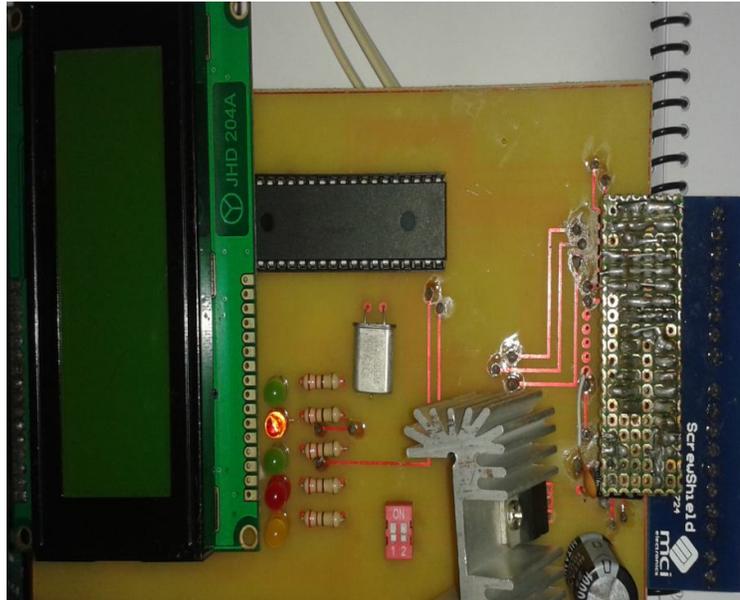


Figura 25 Implementación Sistema de control del guante sensorial para el envío de órdenes para el movimiento de la silla

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.4 Diseño Sistema de comunicación guante

En la Figura 26 Diseño Sistema de comunicación guante, se observa que esta tarjeta se basó en borneras, capacitores de 20 K ohmios, diodos leds, resistencias de 220 ohmios, la misma se encargara de llevar la señal emitida desde el guante hacia el pic.

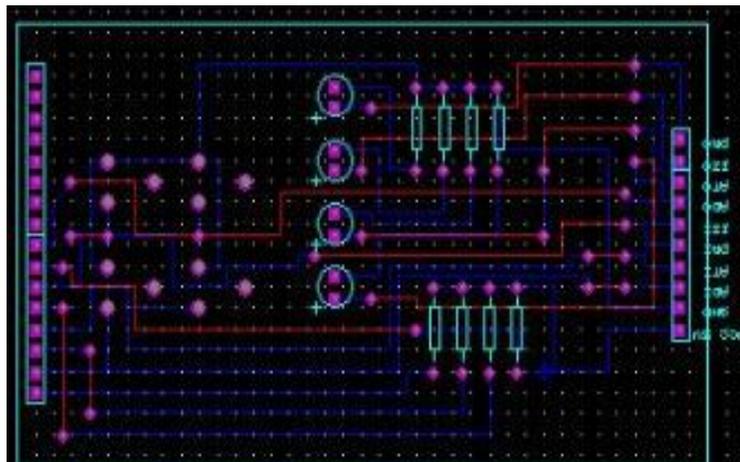


Figura 26 Diseño Sistema de comunicación guante

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.4.1 Implementación del Sistema de comunicación guante

En la Figura 27 Implementación del Sistema de comunicación guante, se observa que ya diseñada la tarjeta desde el software Proteus, se la envió a imprimir sobre la placa correspondiente

Ya impresa la tarjeta, con la ayuda de un caudín, estaño y pasta de soldar se comienza con la colocación de los elementos requeridos en la tarjeta.

Los elementos que se utilizó son los siguientes:

- Capacitores de 20 K ohmios
- Resistencias de 220 ohmios
- Borneras
- Diodos leds

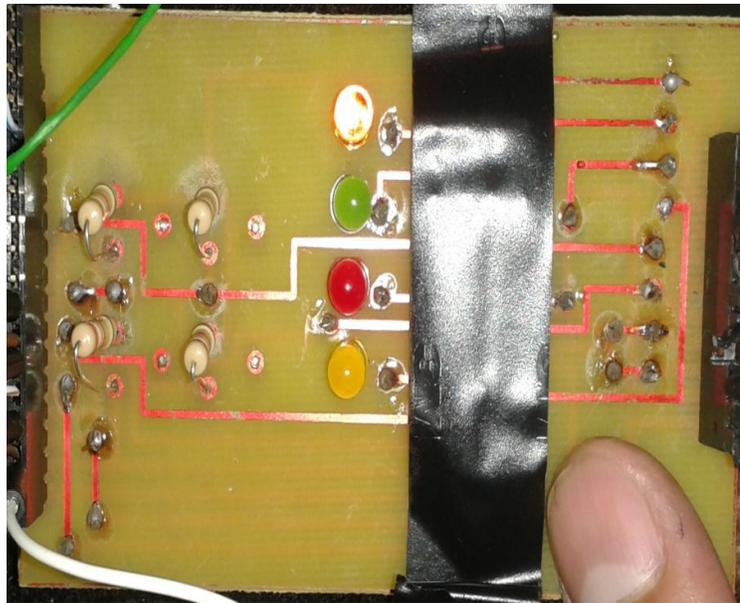


Figura 27 Implementación del Sistema de comunicación guante

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.5 Diseño Sistema de sensor distancia, proximidad y velocidad

En la Figura 28 Diseño Sistema de sensor distancia, proximidad y velocidad, se observa que esta tarjeta se basó en borneras, microcontrolador, diodos leds, regulador

7805, capacitor 47uf, capacitor 100 nf, capacitor 1000 uf.

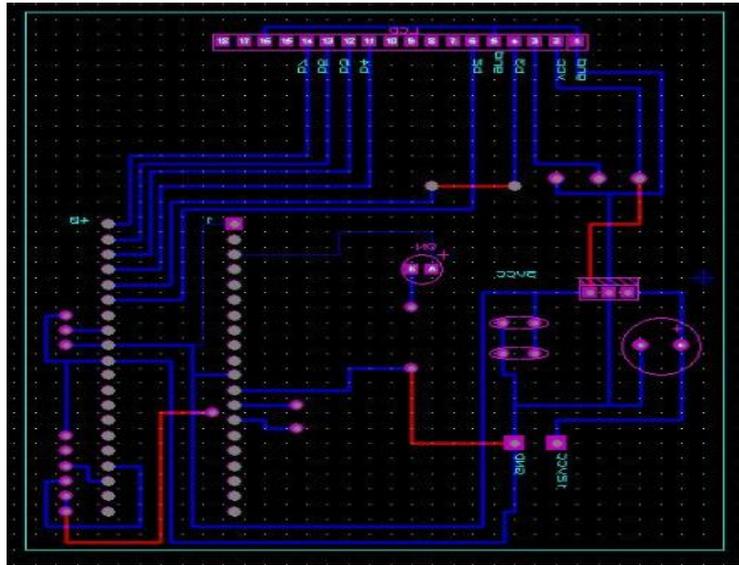


Figura 28 Diseño Sistema de sensor distancia, proximidad y velocidad

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.5.1 Implementación del Sistema de sensor de distancia y velocidad

En la Figura 29 Implementación del Sistema de sensor de distancia y velocidad, se observa que ya diseñada la tarjeta desde el software Proteus, se la envió a imprimir sobre la placa correspondiente.

Ya impresa la tarjeta, con la ayuda de un caudín, estaño y pasta de soldar se comienza con la colocación de los elementos requeridos en la tarjeta.

Los elementos que se utilizó son los siguientes:

- Microcontrolador 16F877
- Resistencias de 220 ohmios
- Borneras
- Diodos leds
- Capacitor 1000 uf
- Capacitor 100 nf

- Capacitor 47 uf

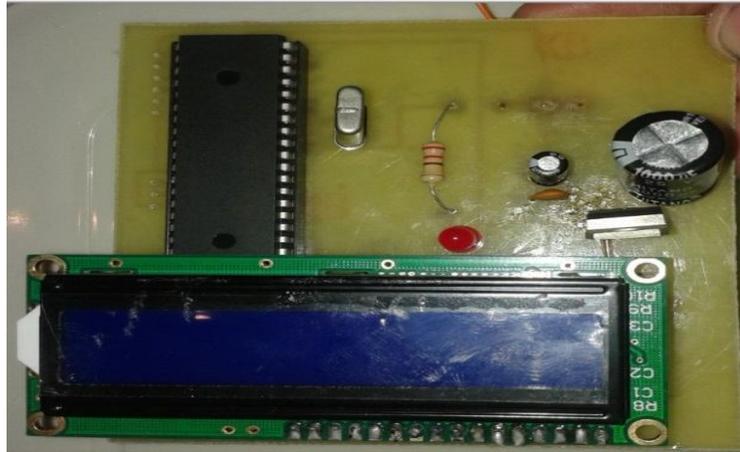


Figura 29 Implementación del Sistema de sensor de distancia y velocidad

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.6 Diseño Variador de velocidad

En la Figura 30 Diseño Variador de velocidad, se observa que esta tarjeta se basó en un integrado mono estable 555, resistencias, diodos rectificadores 1N4008, capacitor 10nf.

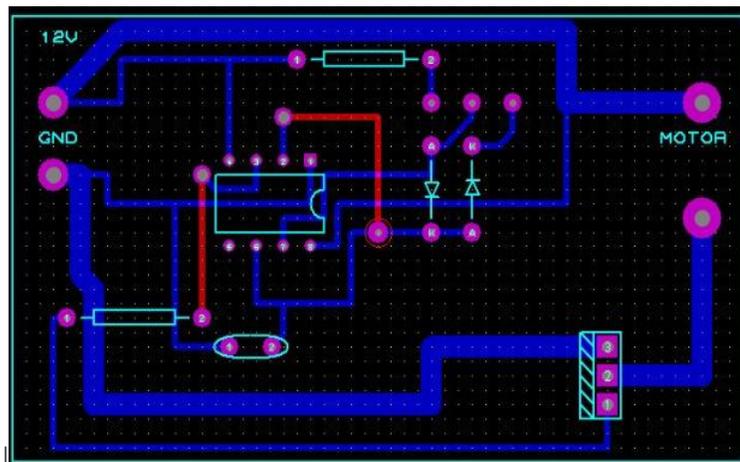


Figura 30 Diseño Variador de velocidad

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

3.6.1 Implementación del Variador de velocidad

En la Figura 31 Implementación del Variador de velocidad, se observa que ya diseñada la tarjeta desde el software Proteus, se la envió a imprimir sobre la placa correspondiente

Ya impresa la tarjeta, con la ayuda de un cautín, estaño y pasta de soldar se comienza con la colocación de los elementos requeridos en la tarjeta.

Los elementos que se utilizó son los siguientes:

- Integrado 555
- Resistencias de 220 ohmios
- Diodos rectificadores 1N4007
- Capacitor 10nf
- Transistor IRFZ44N

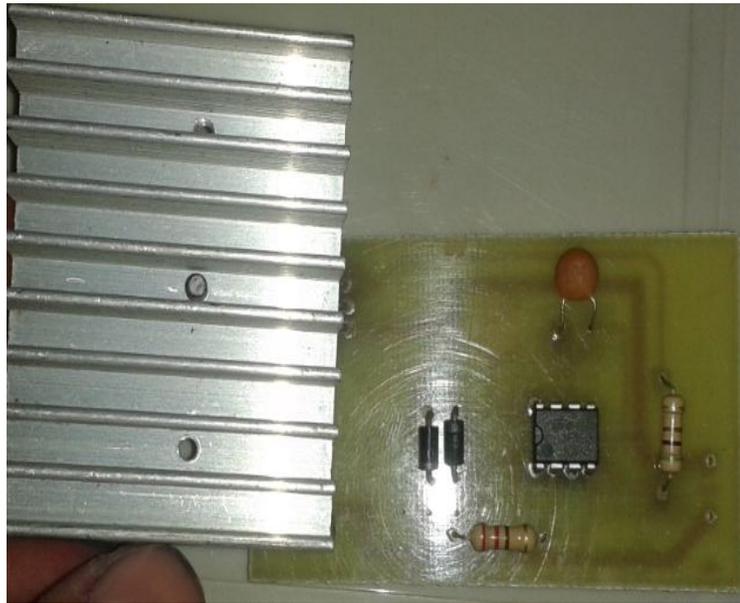


Figura 31 Implementación del Variador de velocidad

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

CAPÍTULO IV

INFRAESTRUCTURA Y MANTENIMIENTO DE SILLA ELECTRÓNICA

4. Estructura de la silla

4.1 Armazón:

La silla plegable convencional resulta generalmente más cómoda de transportar y guardar al ocupar menos espacio plegado.



Figura 32 Armazón de la silla de ruedas

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

El armazón de una silla como se observa en la Figura 32 Armazón de la silla de ruedas puede ser rígido o plegable.

4.1.2 Ruedas delanteras

El tamaño puede ir desde los 75 mm de diámetro hasta 200 mm de las ruedas delanteras, tal como se observa en la Figura 33 Ruedas delanteras.



Figura 33 Ruedas delanteras

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

4.1.3 Ruedas traseras

Una de las ruedas traseras que posee nuestra silla se puede observar en la Figura 34 Ruedas traseras.

En una silla de ruedas convencional estas ruedas permiten a la persona discapacitada impulsarse de las mismas para desplazarse hacia el lugar deseado.



Figura 34 Ruedas traseras

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

4.1.4 Aros de empuje

Pueden ser de aluminio, acero, titanio o recubiertos de plástico, tal como se observa en la Figura 35 Aros de empuje.

Estos aros están ubicados en el interior de las ruedas posteriores para la movilidad de las mismas.



Figura 35 Aros de empuje

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

4.1.5 Reposabrazos

Los reposabrazos pueden venir de diferentes formas, pero la más común es la forma estable como se la presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, este tipo de reposabrazos son rígidos para no poder moverse a ningún lado.



Figura 36 Reposabrazos

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

4.1.6 Reposapiés y plataformas

Pueden ser fijos o desmontables. Para acortar la longitud de la silla en espacios reducidos como ascensores, es mejor que sean desmontables. Si no hay problemas de espacio es más aconsejable que los reposapiés sean fijos. La posición anatómica ideal de los reposapiés es a 90°. (Sunrisemedical)



Figura 37 Reposapiés

Fuente: http://marketing.sunrisemedical.com/education_es/formacion4.html

4.1.7 Cadena de Bicicleta

En nuestra tesis se implementa como lo muestra la Figura 38 Cadena de bicicleta, que la misma hace la acción de una bicicleta comun, partiendo con la traccion de la rueda trasera, rueda por la cual se impulsa la silla, se encuentra conectada a un eje rotatorio con el motor a través de la cadena.



Figura 38 Cadena de bicicleta

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

4.1.8 Catalina

En la Figura 39 Catalina, se observa como la misma se adaptó a la rueda posterior de la silla, para que conjunto con la cadena y el eje del motor generen el impulso de la silla de ruedas.



Figura 39 Catalina

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

4.1.9 Eje transversal de rueda a rueda

Este eje es para mantener la estabilidad de la silla referente a la ubicación de los motores, en pruebas anteriores al no existir este eje y moverse los motores la cadena tendía a salirse de su eje normal, con la colocación de este eje se mejoró mucho en este aspecto, se lo observa en la Figura 40 Eje transversal.



Figura 40 Eje transversal

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

MANTENIMIENTO DE SILLA ELECTRÓNICA

4.2 Acerca de la batería

- La silla posee una batería de 12VDC, la batería es sellada.
- No almacenar o tener la batería a temperaturas menores a 10 grados y mayores a 40 grados centígrados.
- Mantener la batería alejada de objetos inflamables.
- No fumar cerca de la batería.
- Para cambiar la batería se debe desconectar los cables de alimentación de voltaje que van hacia los circuitos electrónicos.
- Una vez cambiada la batería ajustar bien los cables.

4.3 Acerca del mantenimiento e inspección de la silla de ruedas electrónica

- La silla debe presentar un movimiento ligero en sus direcciones sin ningún tipo de obstáculos.
- Donde va sentado el usuario debe estar limpio sin ningún tipo de manchas u objetos que obstruyan.
- Las ruedas deben estar seguras en sus pernos.
- Sobre el mantenimiento que se le debe dar a la silla aparte de lo antes mencionado de las baterías, se debe tener un control sobre la botonera, cables de conexión, tarjetería electrónica, motores, engranajes, que los movimiento de la silla sean los correctos al momento de ejecutarlos.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la tesis, se concluye lo siguiente:

- Al momento de armar la silla de ruedas y colocar los motores se tiene que alinear correctamente entre ellos y la catalina que se encuentra en la rueda, ya que si no se tiene lo indicado, en cada giro del motor pierde alineación de aproximadamente 30° y la cadena se sale de su lugar.
- Al desarrollar el programa de manejo desde el celular, se debe de tener en cuenta generar el enlace con el celular, no solo generar una conexión, esta última se establece en un aproximado de 3 segundos, ya que al momento de cargar el archivo al celular se tiene inconvenientes si no generas lo antes explicado.
- En la parte de control se debe colocar siempre a la salida de nuestro microcontrolador un sistema de protección para él, ya que los voltajes superiores a 5.5VDC, corrientes mayores aproximadas a 4 mili amperios que se generan a la salida del mismo pueden causar daños sin la debida protección.
- La parte de potencia se debe realizar a 12VDC ya que si se utiliza una fuente de voltaje más pequeña los relés no se accionan correctamente generando calentamiento a los mismos y dañando las tarjetas. Los relés usados soportan 28VDC a 10 amperios de corriente continua.

RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de la tesis, se recomienda lo siguiente:

- Tener en cuenta el estado de la batería, es decir, que voltaje está generando a la salida de la misma (12VDC). Si se tiene un voltaje inferior al señalado los elementos no tendrán un funcionamiento correcto.
- La alineación de los motores, para el uso correcto del movimiento de la silla.
- Verificar el estado de la cadena que une la catalina de la rueda con el engranaje del motor ya que sin un mantenimiento correcto de la misma, se daña y hay que reemplazarla para continuar con el uso de la silla.
- Inspeccionar los cables que llevan el voltaje desde la batería, así como también los cables que salen de la tarjeta de fuerza al motor. El cuidado que se debe tener es el de no tropezar los mismos con las ruedas o con algún otro tipo de conductor.

CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	SEMANAS					
	4	8	12	16	20	24
Recopilación de información	■	■				
Análisis de la información y selección del software BLUETOOTH	■	■				
Diseño y construcción de la máquina		■	■			
Diseño y elaboración de circuitos		■	■			
Integración de cada una de las partes del sistema, software y hardware				■		
Pruebas de funcionamiento y puesta a punto del sistema				■	■	
Elaboración del manual de operación					■	
Análisis y evaluación de resultados					■	■
Difusión del desarrollo y los resultados del proyecto		■		■		■

PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR
PC configuración 2 GB DE RAM DD 100GB, Multimedia, Monitor de 15”	1	\$700.00
Programador de PIC	1	\$ 40.00
Micro controlador	1	\$ 15.00
Multímetro	1	\$ 60.00
Pinza Am perimétrica	1	\$ 60.00
Estructura de la máquina Silla de ruedas	1	\$ 60.00
Fuente de Poder	1	\$120.00
Motores	1	\$ 10.00
Tarjeta de Potencia y Control para Motor	2	\$450.00
Materiales de uso de oficina	1	\$ 20.00
Tarjeta de control de sistema con interfaz bluetooth		\$ 40.00
Componentes Electrónicos Varios	2	\$ 50.00
Papelería		\$ 30.00
Imprevistos		\$ 40.00
<i>Total</i>		\$ 50.00
		\$1,745.00

BIBLIOGRAFÍA

- Asi Funciona. (2004-2015). Obtenido de Asi Funciona:
http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_resistencia/ke_resistencia_1.htm
- Electronica Estudio. (s.f.). Obtenido de Electronica Estudio:
<http://www.electronicaestudio.com/microcontrolador.htm>
- Fairchild. (s.f.). Recuperado el 07 de Marzo de 2015, de Fairchild:
<http://mit.ocw.universia.net/6.301/NR/rdonlyres/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-301Solid-State-CircuitsSpring2003/2A9D6D81-74A6-4FEA-BE44-AF521D5F9CA2/0/2N3904Fairchild.pdf>
- Infomed. (noviembre de 2001). Recuperado el 07 de marzo de 2015, de Infomed:
<http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-temprana/clasificacionesomsdiscapacidad.pdf>
- Informatica hoy. (2007-2012). Recuperado el 07 de Marzo de 2015, de Informatica hoy: <http://www.informatica-hoy.com.ar/telefonos-celulares/Que-es-Bluetooth.php>
- Ingeniatic. (2000). Obtenido de Ingeniatic:
<http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/556-potenci%C3%B3metro>
- Jama, Nathau, & Muller. (2002). Vuelapluma. España: MCGRAW-HILL.
- Java. (s.f.). Recuperado el 07 de Marzo de 2015, de Java:
https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml
- Microchip. (2013). Obtenido de Microchip:
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/rn-41-ds-v3.42r.pdf>
- Microelectronics. (2008). Obtenido de Microelectronics:
http://www.electronicaembajadores.com/datos/pdf1/sm/smci/178xx_178xxc.pdf
- Nacional, G. (2014). Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades. Obtenido de Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades:
<http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/>
- Nathan J. Muller, S. M.-H. (2002). Tecnologia de Bluetooth. INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
- Pérez, L. S. (2012). ea4nh. Recuperado el 07 de Marzo de 2015, de ea4nh:
<http://www.ea4nh.com/articulos/cuarzo/cuarzo.htm>

- Salud.kioskea. (s.f.). Recuperado el 07 de Marzo de 2015, de Salud.kioskea:
<http://salud.kioskea.net/faq/9777-tetraplejia-definicion>
- Smart GSM. (2004-2014). Obtenido de Smart GSM: <http://www.smart-gsm.com/moviles/nokia-5130-xpressmusic>
- Sunrisemedical. (s.f.). Recuperado el 08 de Marzo de 2015, de Sunrisemedical:
http://marketing.sunrisemedical.com/education_es/formacion4.html
- Super Robotica. (06 de Febrero de 2002-2015). Obtenido de Super Robotica:
<http://www.superrobotica.com/s320111.htm>
- TecMikro. (Marzo de 2015). Obtenido de TecMikro:
<http://www.programarpicenc.com/libro/cap03-display-lcd-16x2-2x16-hd44780-mikroc-pro.html>
- Unicrom. (2002-2012). Obtenido de Unicrom:
http://unicrom.com/Tut_condensador.asp
- UNICROM. (01 de Enero de 2014). UNICROM. Obtenido de UNICROM:
http://www.unicrom.com/Tut_LM317.asp.
- Vicente. (2011). Electronica teoría y práctica. Obtenido de Electronica teoría y práctica: <http://electronica-teoriaypractica.com/diodo-1n4001-1n4007/>

ANEXOS

Software de celular (programación Java)

//Manejamos la acción del usuario

```
public void commandAction(Command c, Displayable d) {  
    if (d == s) {  
        if (c.getLabel().equals("Avanzar")) { // se declara la acción avanzar  
            s.Mover("A"); // con la letra A }  
        if (c.getLabel().equals("Retroceder")) { // se declara la acción retroceder  
            s.Mover("T"); // con la letra T }  
        if (c.getLabel().equals("Izquierda")) { // se declara la acción izquierda  
            s.Mover("I"); // con la letra I }  
        if (c.getLabel().equals("Derecha")) { // se declara la acción derecha  
            s.Mover("R"); // con la letra R }  
        if (c.getLabel().equals("Detener")) { // se declara la acción detener  
            s.Mover("P"); // con la letra P }  
        if (c.getLabel().equals("Salir")) { // se declara la acción salir  
            try {  
                s.Mover("P");  
                s.fin = true;  
                s.con.close();  
                s.servidor.close();  
            } catch (Exception e) { }  
            salir();  
        }  
    }  
}
```

Programación del Pic

```
INCLUDE "modedefs.bas"
// se declaran las distintas variables para los puertos del pic
ADI var portC.0
ATI var portC.1
IZI var portC.2
DRI var portC.3
MAN VAR portC.4
AUT VAR portC.5
ADO1 VAR PORTA.2
ATO1 VAR PORTB.1
ON1 VAR PORTA.
ADO var portD.7
ATO var portD.6
IZO var portD.5
DRO var portD.4
DRO2 VAR PORTD.3
IZO2 VAR PORTD.2
DRO3 VAR PORTA.0
IZO3 VAR PORTD.0
dat var byte
RX VAR PORTC.7 //

// define variables para el uso del LCD

DEFINE LCD_DREG PORTB ; define pines del LCD B4 a B7
DEFINE LCD_DBIT 4 ; empezando desde el Puerto B4 hasta el B7
DEFINE LCD_RSREG PORTB ;define el puerto B para conectar el bit RS
DEFINE LCD_RSBIT 3 ;este es el puerto B3
DEFINE LCD_EREG PORTB ;define el puerto B para conectar el bit Enable
DEFINE LCD_EBIT 2 ;este es el puerto B2

// se da valores de "0" a las variables
ADO=0
ATO=0
IZO=0
DRO=0
DRO2=0
IZO2=0

// inicio del programa

INICIO:
high ON1 // se da un valor de alto a ON
lcdout $fe,1 // se define salida para el LCD
// pantalla de inicio en el display
lcdout $fe,$80, "UNIVERSIDAD"
lcdout $fe,$c0, "POLITECNICA"
lcdout $fe,$94, "SALESIANA"
```

```

lcdout $fe,$d4, "SEDE GUAYAQUIL" //
PAUSE 1000 // se genera pausa
low on1 // se da un valor de bajo a ON

// Segunda pantalla en el display

SECONT:
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "ESCOGER"
lcdout $fe,$c0, "CONTROL MANUAL"
lcdout $fe,$94, "CONTROL AUTO"
lcdout $fe,$d4, ":)"
PAUSE 1000
if MAN=1 THEN //si variable MAN es alto, comienza las acciones de estado
manual
GOTO MANUAL //se dirige MANUAL
ELSE //caso contrario
IF AUT=1 THEN //si variable AUTes alto, comienza las acciones de estado
automatico
GOTO AUTO // se dirige a AUTO
else //caso contrario
goto INICIO //va a INICIO
ENDIF
ENDIF

//se declara las acciones de AUTO

AUTO:
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "ESTADO"
lcdout $fe,$c0, "AUTOMATICO" ;//AQUI VA LA PARTE DEL BLUETOOTH
hserin [dat]
ADELANTE1: //instrucción de ADELANTE
if dat= "A" then //si el dato recibido es A
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONÓ"
lcdout $fe,$c0, "ADELANTE"
HIGH ADO1 //se da un valor de alto a ADO1
HIGH ADO //se da un valor de alto a ADO
ENDIF
ATRAS1: //instrucción de ATRAS1
if dat= "T" then //si el dato recibido es T
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONÓ"
lcdout $fe,$c0, "ATRAS"
HIGH ATO//se da un valor de alto a ATO
HIGH ATO1//se da un valor de alto a ATO1
HIGH DRO//se da un valor de alto a DRO
HIGH IZO//se da un valor de alto a IZO
HIGH DRO2//se da un valor de alto a DRO2

```

```

HIGH IZO2//se da un valor de alto a IZO2
Endif
DERECHA1: //instrucción de DERECHA1
if dat= "R" then //si el dato recibido es R
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONÓ"
lcdout $fe,$c0, "DERECHA "
HIGH ATO //se da un valor de alto a ATO
high dro3 //se da un valor de alto a DRO3
HIGH DRO //se da un valor de alto a DRO
HIGH DRO2 //se da un valor de alto a DRO2
endif
IZQUIERDA1: //instrucción de IZQUIERDA1
if dat= "I" then
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONÓ"
lcdout $fe,$c0, "IZQUIERDA "
HIGH ADO //se da un valor de alto a ATO
high izo3 //se da un valor de alto a IZO3
HIGH IZO2 //se da un valor de alto a IZO2
HIGH IZO //se da un valor de alto a IZO
Endif
DETENER: //instrucción de DETENER
IF DAT= "P" THEN //si el dato recibido es P
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONÓ"
lcdout $fe,$c0, "PARO"
LOW ADO1 //se da un valor de bajo a ADO1
LOW ATO1 //se da un valor de bajo a ATO1
LOW ATO //se da un valor de bajo a ATO
LOW ON1 //se da un valor de bajo a ON1
LOW ADO //se da un valor de bajo a ADO
LOW ATO //se da un valor de bajo a ATO
LOW IZO //se da un valor de bajo a IZO
LOW DRO //se da un valor de bajo a DRO
LOW DRO2 //se da un valor de bajo a DRO2
LOW IZO2 //se da un valor de bajo a IZO2
LOW DRO3 //se da un valor de bajo a DRO3
LOW IZO3 //se da un valor de bajo a IZO3
GOTO AUTO
ENDIF
IF AUT=0 THEN
GOTO INICIO
ELSE
GOTO AUTO
ENDIF

```

// se declara la instrucción MANUAL

MANUAL:

```
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "ESTADO"
lcdout $fe,$c0, "MANUAL"
PAUSE 1000
```

//aparece en el display

```
DIRE:
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONA"
lcdout $fe,$c0, "DIRECCION"
PAUSE 700
```

//se declara la instrucción ADELANTE

```
ADELANTE:
IF ADI=1 THEN
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONÓ"
lcdout $fe,$c0, "ADELANTE"
PAUSE 1000
HIGH ADO1 //se da un valor de alto a ADO1
HIGH ADO //se da un valor de alto a ADO
PAUSE 1000
IF ADI=0 THEN
LOW ADO //se da un valor de bajo a ADO
LOW ADO1 //se da un valor de bajo a ADO1
GOTO DIRE
ENDIF
ENDIF
```

//se declara la instrucción ATRÁS

```
ATRAS:
iF ATI=1 THEN
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONÓ"
lcdout $fe,$c0, "ATRAS"
PAUSE 1000
HIGH ATO //se da un valor de alto a ATO
HIGH ATO1 //se da un valor de alto a ATO1
HIGH DRO //se da un valor de alto a DRO
HIGH IZO //se da un valor de alto a IZO
HIGH DRO2 //se da un valor de alto a DRO2
HIGH IZO2 //se da un valor de alto a IZO2
IF AtI=0 THEN
LOW atO //se da un valor de bajo a ATO
LOW ATO1 //se da un valor de bajo a ATO1
LOW DRO //se da un valor de bajo a DRO
LOW IZO //se da un valor de bajo a IZO
```

```
LOW DRO2 //se da un valor de bajo a DRO2
LOW IZO2 //se da un valor de bajo a IZO2
GOTO DIRE
ENDIF
ENDIF
```

// se declara la instrucción IZQUIERDA

```
IZQUIERDA:
iF IZI=1 THEN
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONÓ"
lcdout $fe,$c0, "IZQUIERDA"
PAUSE 1000
HIGH ADO
high izo3 //se da un valor de alto a IZO3
HIGH IZO2 //se da un valor de alto a IZO2
HIGH IZO //se da un valor de alto a IZO
pause 1000
if izi=0 then
low izo3 //se da un valor de bajo a IZO3
LOW ADO //se da un valor de bajo a ADO
LOW IZO2 //se da un valor de bajo a IZO2
LOW IZO //se da un valor de bajo a IZO
GOTO DIRE
ENDIF
ENDIF
```

// se declara la instrucción DERECHA

```
DERECHA:
iF DRI=1 THEN
lcdout $fe,1
lcdout $fe,$80, "SELECCIONÓ"
lcdout $fe,$c0, "DERECHA"
PAUSE 1000
HIGH ATO //se da un valor de alto a ATO
high dro3 //se da un valor de alto a DRO3
HIGH DRO //se da un valor de alto a DRO
HIGH DRO2 //se da un valor de alto a DRO2
pause 1000
IF DRI=0 THEN
LOW ATO //se da un valor de bajo a ATO
low dro3 //se da un valor de bajo a DRO3
LOW DRO2 //se da un valor de bajo a DRO2
LOW DRO //se da un valor de bajo a DRO
GOTO DIRE
ENDIF
ENDIF
```

// se declara la instrucción DERECHA

```
SALIR:  
if MAN=0 THEN  
  lcdout $fe,1  
  lcdout $fe,$80, "GRACIAS"  
  lcdout $fe,$c0, "SALIR"  
  PAUSE 1000  
  GOTO SECONT  
ELSE  
  GOTO DIRE  
ENDIF  
End
```

Manual de usuario

Antes de manejar la silla de ruedas electrónica

La persona con discapacidad debe tener la facultad de poder maniobrar la silla en sus distintos movimientos, además de lo siguiente:.

- No levantarse de la silla mientras conduce.
- Mantenerse alejados de lugares estrechos.
- No llevar objetos demasiados pesados al maniobrar la silla.
- Mantener una velocidad prudente para evitar choques con personas u objetos.
- No manejar la silla cuando esté con clima en contra, es decir, lluvia, tormentas eléctricas.

Manejo de la silla de ruedas electrónica

- Sentarse debidamente en la posición correcta para una postura indicada.
- Si la silla va ser usada desde el celular la persona que opera no debe estar a una distancia mayor a los 10 metros para el manejo correcto de la misma.
- Observar bien el trayecto deseado para los movimientos de la silla.
- No colocar objetos que puedan dañar el funcionamiento de la silla.
- Para frenar dejar de pulsar una de las botoneras que estén activas con precaución.

Manual de instalación del programa al celular

Programa en el celular

En la Figura 41 Cargar el programa al celular, se observa que el programa desarrollado se lo carga al celular con la ayuda de un cable usb o a través de la utilización de una tarjeta de memoria, es decir, el programa se lo instala como cualquier otro archivo a un celular con soporte Java.

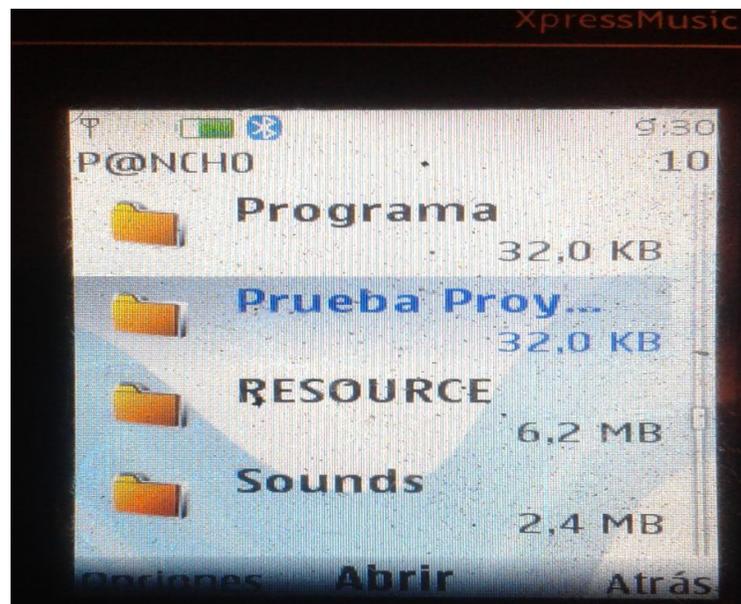


Figura 41 Cargar el programa al celular

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

En la Figura 42 Nombre del archivo, se observa el nombre del archivo que se colocó para nuestra tesis. Como se observa es en lenguaje JAVA, soportado para los celulares bajo este lenguaje.



Figura 42 Nombre del archivo

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Luego de estar instalado el programa se comienza con la ejecución del mismo, como se observa Figura 43 Ejecución del programa, como es un software que no fue instalado desde el inicio del celular lanza este mensaje de alerta, pero no debemos de preocuparnos ya que lo hemos desarrollado con las seguridades debidas.

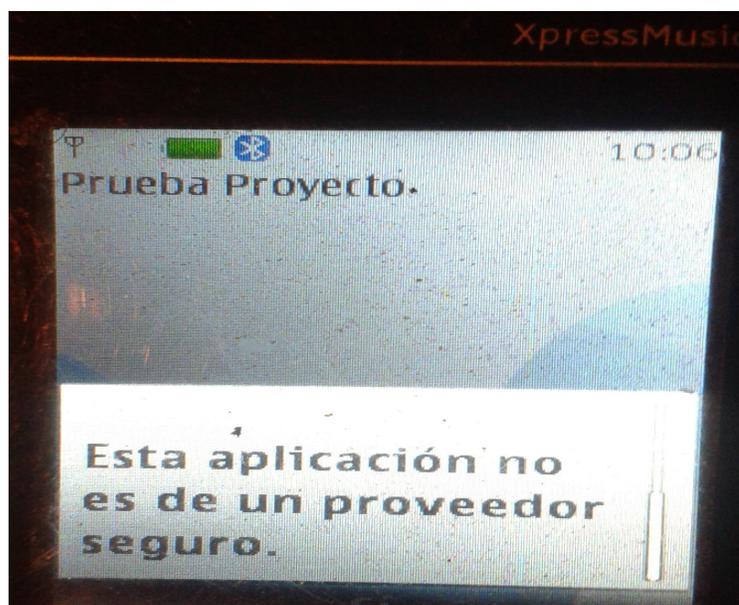


Figura 43 Ejecución del programa

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Luego de ejecutar la aplicación, se indica un mensaje donde se pide usar la “aplicación de conectividad”, como se observa en la Figura 44 Uso de conectividad. Esto es porque nuestro programa va a necesitar de la conectividad vía bluetooth.

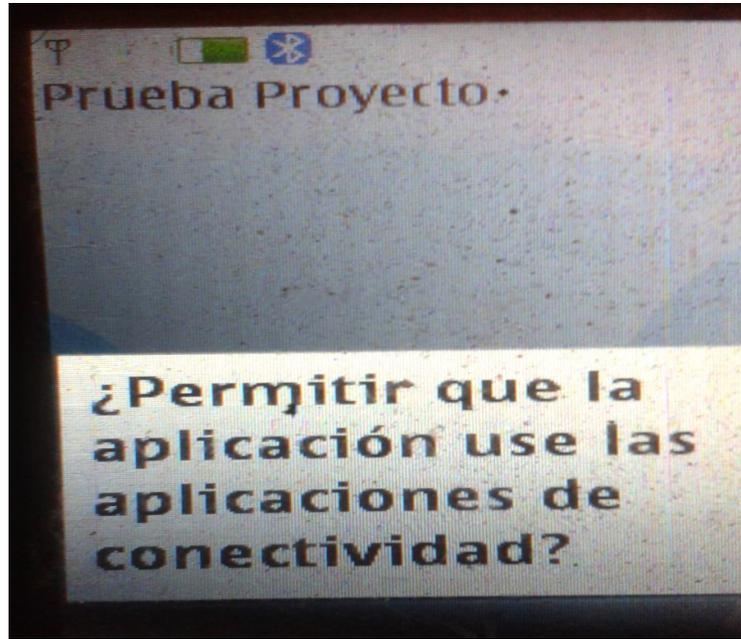


Figura 44 Uso de conectividad

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Una vez ejecutada la aplicación y haber aceptado que la misma permita el uso de la conexión bluetooth, podemos observar que nos encontramos con el primer movimiento que hace nuestra silla de ruedas el cuál es “Avanzar”. Como se observa en la Figura 45 Pantalla de inicio al aplastar esta opción los motores se moverán a la opción antes mencionada con la ayuda del sistema de potencia antes expuesto.

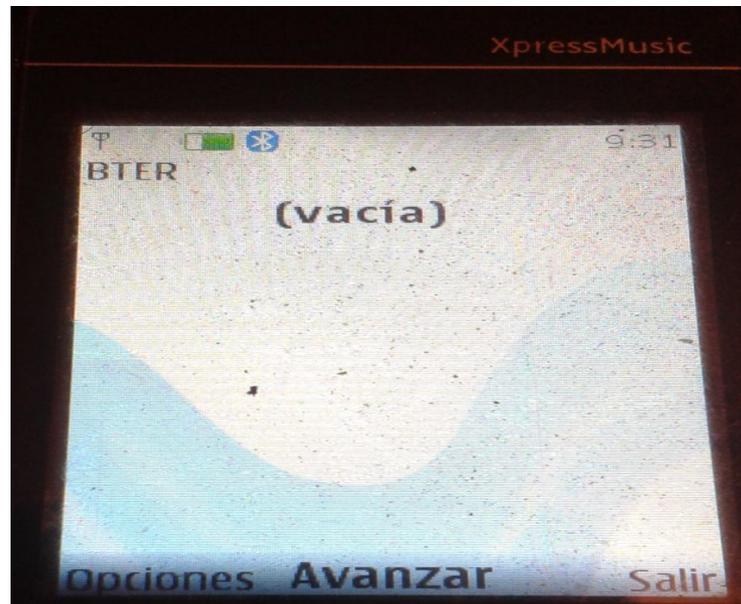


Figura 45 Pantalla de inicio

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis

Como observamos en la Figura 46 Pantalla de movimientos, estos son los movimientos restantes que realiza nuestra silla de ruedas.

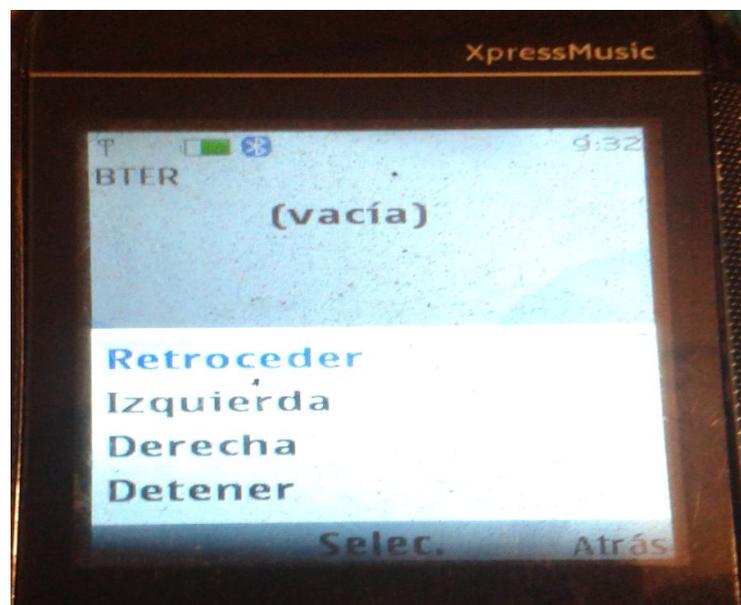


Figura 46 Pantalla de movimientos

Fuente: Fotografía obtenida durante proceso del proyecto de tesis