



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA  
TECNOLOGÍAS APLICADAS**

**TEMA  
SIMULACIÓN DE SISTEMA PORTABLE PARA  
CORREGIR MOVIMIENTOS INVOLUNTARIOS  
OCASIONADOS POR TRASTORNOS DE  
PARKINSON EN LA MANO.**

**AUTOR  
RENDÓN RIOFRÍO GEOVANNY DAVID**

**DIRECTORA DEL TRABAJO  
ING. TELE. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG**

**2017  
GUAYAQUIL – ECUADOR**

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

“La Responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

**Rendón Riofrío Geovanny David**  
**C.C. 0931604359**

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar esta etapa de nuestras vidas, podemos decir que todo esfuerzo valió la pena y que esto es sólo el inicio del gran camino que falta por recorrer para alcanzar el éxito.

Deseo agradecer primeramente a Dios por darme la vida y por todo lo que he recibido de ella.

A mi madre por la formación como persona y por permitirme contar con ella para seguir adelante y ser mi fuente de inspiración.

A la Ing. Ximena Trujillo Borja por compartir sus conocimientos, experiencia y por su apoyo académico durante la ejecución de la tesis.

A la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal de Guayaquil por abrirme las puertas para así formarme como profesional competente.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo primeramente a Dios por fortalecerme espiritualmente y estar conmigo desde el inicio de mi vida.

A mi madre por su apoyo y amor incondicional y a mi hermana por ayudarme siempre en todas mis metas y a mi novia ya que con el apoyo de ellas eh podido salir adelante.

Gracias a todas, los amo mucho.

## ÍNDICE GENERAL

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	
<b>Pág.</b>		
	<b>PRÓLOGO</b>	<b>1</b>
	<b>CAPÍTULO I</b>	
	<b>EL PROBLEMA</b>	
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.1	Planteamiento del problema	3
1.1.1	Formulación del problema	5
1.1.2	Sistematización del problema	5
1.2	Objeto de la investigación	6
1.3	Objetivos	6
1.3.1	Objetivo general	6
1.3.2	Objetivos específicos	7
1.4	Justificación	7
1.5	Delimitación del problema	8
1.5.1	Impacto del sistema Estimulador Cerebral Profundo en contra del Parkinson.	8
1.5.2	Sistemas contra el trastorno del Parkinson en el campo tecnológico.	9
1.6	Alcance	10
1.7	Hipótesis de la investigación	10
1.8	Variables	10
1.8.1	Variable independiente	11
1.8.2	Variable dependiente	11
1.9	Operacionalidad de las variables	12

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.1	Antecedentes	13
2.1.1	Tecnologías para la ayuda contra el trastorno del Parkinson	16
2.1.1.1	Lift Labs Inc.	16
2.1.1.2	The 'Emma Watch'	17
2.1.1.3	GyroGlove	18
2.1.1.4	Estimulación Cerebral Profunda (E.C.P)	20
2.2	Marco teórico	21
2.2.1	Sensores	21
2.2.2	Tipos de sensores	21
2.2.2.1	Según su funcionamiento	22
2.2.2.2	Según el tipo de señal que generan	22
2.2.2.3	Según el rango de valores	23
2.2.2.4	Según el tipo de variable física	24
2.2.2.5	Según el tipo de sensores térmicos	25
2.2.3	Arduino	27
2.3	Marco legal	28

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Diseño de la investigación	30
3.2	Enfoque de la investigación	30
3.3	Método de investigación	33
3.3.1	Método deductivo	33
3.2.2	Método hipotético-deductivo	33
3.4	Tipos de investigación	34
3.4.1	Método Bibliográfico o Documental	34

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.4.2	Método Experimental	34
3.5	Instrumentos de la investigación	34
3.5.1	La observación	35
3.5.2	Encuesta	35
3.6	Población y Muestra	36
3.7	Resultados de la encuesta	38
3.8	Resultado general de la encuesta	47

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.1	Diseño de bloques	49
4.2	Software	52
4.2.1	Tinkercad	52
4.2.2	Fritzing	53
4.3	Procesos de simulación	52
4.3.1	Adquisición de datos	54
4.3.2	Toma de decisiones	55
4.3.3	Proceso	56
4.4	Procesos de funcionamiento	57
4.5	Diseño esquemático de la simulación	60
4.6	Análisis de resultado	60
4.6.1	Comparación entre simulación y futuro prototipo	60
4.7	Conclusiones	62
4.8	Recomendaciones	62

<b>ANEXOS</b>	<b>67</b>
---------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>70</b>
---------------------	-----------

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Evolución del Parkinson	13
2	Prevalencia del Parkinson a nivel mundial	14
3	Niveles de medición del Parkinson	15
4	Tremorómetro	16
5	Steady Spoon	17
6	The Emma's Watch	18
7	Gyroglove	19
8	Estimulación cerebral profunda	21
9	Sensor análogo y digital	23
10	Sensor On/Off	24
11	Sensor tipo de variable física medida	25
12	Sensores térmicos	26
13	Arduino	28
14	Enfoques de investigación	31
15	Conocimiento acerca del trastorno del Parkinson	40
16	Limitaciones producidas por el trastorno del Parkinson	41
17	Rango de edades promedio	42
18	Tecnologías contra el trastorno del Parkinson	43
19	Tecnologías contra el trastorno del Parkinson en el país	44
20	Factores que limitan la adquisición de equipos para tratar el trastorno del Parkinson	45
21	Tecnologías existentes para tratar el trastorno del Parkinson	47
22	Diseño lógico del sistema	50



<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
23	Entorno de Tinkercad	53
24	Fritzing	54
25	Sensor tilt serie 28036	55
26	Arduino Uno	56
27	Sensor de temperatura LM35-DZ	57
28	Motor stepper EBK- 5157	58
29	Esquema de simulación	59
30	Movimientos generados por la simulación	59
32	Esquema total con todos los componentes	60
32	Diagrama estructural del prototipo a simular	61
33	Diagrama estructural del prototipo	61
34	Esquema de la simulación	63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Incidencia de ataque del trastorno del Parkinson y tecnologías existentes	12
2	Características, procesos y bondades del enfoque cualitativo	32
3	Características, procesos y bondades del enfoque cuantitativo	32
4	Población en Guayaquil	37
5	Población en Guayaquil que padecen Parkinson	37
6	Conocimiento acerca del trastorno del Parkinson	40
7	Limitaciones producidas por el trastorno del Parkinson	41
8	Rango de edades promedio	42
9	Tecnologías contra el trastorno del Parkinson	43
10	Tecnologías contra el trastorno del Parkinson en el país	44
11	Factores que limitan la adquisición de equipos para tratar el trastorno del Parkinson	45
12	Tecnologías existentes para tratar el trastorno del Parkinson	46
13	Presupuesto para la fabricación de la simulación y futuro prototipo	50
14	Tabla de relación entre el sensor de inclinación y el trastorno del Parkinson	51
15	Tabla de relación entre afectación en grados y fuerza para corregir	52

**AUTOR: RENDÓN RIOFRÍO GEOVANNY DAVID**  
**TEMA: SIMULACIÓN DE SISTEMA PORTABLE PARA**  
**CORREGIR MOVIMIENTOS INVOLUNTARIOS**  
**OCASIONADOS POR TRASTORNOS DE PARKINSON EN**  
**LA MANO.**  
**DIRECTOR: ING. TELE. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA. MG.**

## **RESUMEN**

Este Trabajo de Investigación tiene por objeto diseñar un dispositivo portable para corregir los movimientos involuntarios ocasionados por el trastorno del Parkinson mediante una simulación, en la cual se pretende dar hincapié para que se pueda construir en un futuro un prototipo con bajo costo. La simulación se realizará mediante programas tales como Fritzing y Tinkercad los cuales son los encargados de la parte electrónica y la parte programable respectivamente, añadiendo una serie de sensores los cuales ayudarán a regular valores tales como el pulso, la frecuencia del temblor y la intensidad. Cuando los datos son ingresados, el programa reconoce el movimiento que se genera mientras el nivel de coherencia sea mayor a 0.6 EMG, tomando en cuenta el tiempo, tipo e intensidad, los procesa y decide, en caso de que cumplan las condiciones previamente estipuladas en el sistema de sensores se procede a realizar la corrección del movimiento involuntario, el diseño está basado adicionalmente en encuestas realizadas a los posibles usuarios. Al concluir se demostrará por medio de la simulación el funcionamiento del diseño realizado.

**PALABRAS CLAVES:** Sistema, Parkinson, Portable, Sensores, Electrónico, Pacientes.

**AUTHOR: RENDÓN RIOFRÍO GEOVANNY DAVID**  
**SUBJECT: SIMULATION OF PORTABLE SYSTEM TO CORRECT INVOLUNTARY MOVEMENTS CAUSED BY PARKINSON DISORDERS IN THE HAND**  
**DIRECTOR: ING. TELE. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA. MG.**

### **ABSTRACT**

This Research Work aims to design a portable device to correct the involuntary movements caused by Parkinson's disorder through a simulation, in which it is intended to give emphasis so that a prototype can be built at a low cost in the future. The simulation will be carried out by programs such as Fritzing and Tinkercad which are in charge of the electronic part and the programmable part respectively, adding a series of sensors which will help to regulate values such as the pulse, the frequency of the tremor and its intensity. When the data is entered, the program recognizes the movement generated while the level of coherence is greater than 0.6 EMG, taking into account the time, type and intensity, then they are processed and decide, if they meet the conditions previously stipulated in the sensor system, if this happens it will proceed to do the involuntary movement correction, the design is additionally based on surveys made for potential users. At the end, the functioning of the design that was developed will be demonstrated through simulation.

**KEY WORDS:** System, Parkinson, Portable, Sensors, Electronic, Patients.

## **INTRODUCCIÓN**

La siguiente investigación trata sobre la simulación de un sistema portable para ayudar a corregir los movimientos involuntarios causados por el trastorno neurológico conocido como mal de Parkinson, ya que la medicina moderna no ha podido darle una solución definitiva, el objetivo de esta investigación se basa en generar un método portable el cual corrija este trastorno en personas que posean hasta un nivel de 3 de Parkinson en la mano.

Capítulo 1: En él se detalla el problema mediante la búsqueda y análisis de este tipo de trastornos, el mismo que se define por niveles de Parkinson que existen y enfocar al nivel el cual se desea contrarrestar ante la presencia de temblores ocasionados por este trastorno, los objetivos generales y específicos con los que se procura llegar a la realización de la simulación de este sistema, la justificación el alcance de este proyecto para nosotros y la sociedad.

Capítulo 2: Este capítulo trata del Marco Teórico, se encuentra con información de los antecedentes, teorías y modelos de investigación tomados para la realización de la investigación como información sobre productos similares que se encuentren en venta o de los cuales se existan a disposición en hospitales, así como la definición de términos, finalizando con normativas que permiten la elaboración de una simulación que se asemeje a un proyecto ya realizado.

Capítulo 3: Se encuentra titulado Metodología, el diseño, la modalidad, los métodos, instrumentos, población – muestra así como se describe los medios que se usaron para dar a conocer tecnologías existentes que se usan para tratar el trastorno y la viabilidad mediante

encuestas para poder plasmar una idea de cómo sería el dispositivo portable más fiable.

Capítulo 4: Se detalla paso a paso el procedimiento que se realizó en la simulación, desde la elección del software óptimo como las conclusiones y recomendaciones para la realización del sistema hasta la obtención de datos mostrados en el resultado final.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

De acuerdo con (Parkinson's Disease Foundation, 2012) la enfermedad de Parkinson es un trastorno del movimiento que es crónico y progresivo, lo que significa que los síntomas continúan y empeoran con el tiempo. Mientras aproximadamente el cuatro por ciento de las personas con Parkinson son diagnosticadas antes de los 50 años, la incidencia aumenta con la edad.

Sus síntomas principales varían de persona a persona, pero pueden incluir temblor, lentitud de movimientos, rigidez de las extremidades y dificultades para caminar y mantener el equilibrio. Se desconoce la causa de la enfermedad y, aunque actualmente no existe cura, existen opciones de tratamiento, como medicamentos y cirugía para controlar los síntomas. La enfermedad es el segundo trastorno neurológico más común afectando la discapacidad después del accidente cerebrovascular.

Según (Parkinson's Disease Foundation, 2012) la prevalencia en los países de Asia es ligeramente inferior, la prevalencia de todas las edades varió de 51,3 a 176.9 / 100,000 personas y la incidencia de 6.7 a 8.7 por 100.000 personas por año. Las tasas de prevalencia e incidencia son las más bajas en Países africanos: la prevalencia del crudo varió de 7 a 31.4/100,000 personas y la tasa bruta de incidencia del trastorno del Parkinson fue de 4,5 / 100.000 personas por año.

La enfermedad ocurre con más frecuencia en los hombres que en

las mujeres en cada década de la vida. Lo que se explica por el efecto neuroprotectores de los estrógenos.

La prevalencia e incidencia del trastorno del Parkinson en los países europeos fue estimado en aproximadamente 108 a 257 / 100,000 y 11 a 19 / 100,000 por año, respectivamente, pero varió de un país a otro.

Cuando solo se incluyeron grupos de mayor edad ( $\geq 60$  años), las tasas prevalencia e incidencia en Europa varía de 1280 a 1500 / 100,000 personas y 346 / 100.000 personas por año, respectivamente.

Actualmente en el país no existe una cifra exacta de enfermos de Parkinson según (Parkinson's Disease Foundation, 2012), únicamente la que se maneja en los hospitales. Esto se debe a que “no es necesario conocer el número de individuos que están afectados por este síndrome porque no es un virus, como la gripe, que causa epidemias, sino más bien una enfermedad que se mantiene constante.

Teniendo en cuentas estos antecedentes se encuentra que en el país existen tratamientos para esta enfermedad, sin embargo no se tiene un constante seguimiento de los mismos. Se propone crear un sistema portable para corregir movimientos involuntarios ocasionados por el Parkinson, de esta manera se prevé ayudar a la inclusión y aceptación de las personas que sufren de este trastorno.

Existe relación entre el Parkinson y problemas de memoria, pero estos eran leves, y no hay una causa subyacente de la enfermedad que los explique.

Implementando dicho sistema en un dispositivo portable, el cual se encarga de receptar los movimientos involuntarios y corrigiéndolos, mediante sensores tales como el sensor de inclinación para percibir los movimientos y un motor los cuales obtienen la información necesaria



basada en función del tiempo y en la frecuencia de esta manera utilizando programación en Arduino se procede a generar un movimiento opuesto que contrarreste la acción involuntaria.

### **1.1.1 Formulación del problema**

En la actualidad existen tecnologías para hacer llevadera una vida con el trastorno del Parkinson tales como “Steady Spoon” la cual utiliza cancelación activa, se trata de compensar los batidos, en lugar de suprimirlos.

Implementando un sensor de movimiento y una pequeña computadora en la base recargable, estas trabajan juntas la estimulación en pacientes con el trastorno del Parkinson insertando múltiples electrodos en el tálamo para estimular los objetivos con el fin de identificar el mejor sitio lesionado (similar a un marcapasos cardiaco).

Sin embargo estas tecnologías lidian con problemas como los costos elevados, el poco entendimiento de los mecanismos que utilizan, su escaso conocimiento de la existencia en el país y al uso limitado para las cuales fueron creadas, así como es el caso de su no portabilidad y su no óptimo rendimiento en el caso de ser usado en periodos prolongados debido a que no fueron creados para exteriores.

El problema se basa en la no existencia o falta de conocimiento acerca de tecnologías que compensen las necesidades de una persona con el trastorno de Parkinson considerando una portabilidad de la misma, un costo moderado y una utilidad basada en su vida diaria.

### **1.1.2 Sistematización del problema**

La situación actual de las personas que sufren de este trastorno es el no contar con los recursos necesarios para poder seguir un

tratamiento en contra el trastorno del Parkinson, sin embargo el sistema portable para la corrección de movimientos involuntarios ayudará con las interacciones básicas tales como poder escribir, poder agarrar utensilios de comida o realizar actividades diarias en diferentes áreas de la vida cotidiana.

Por esta razón se desea simular un entorno con componentes ideales, de bajo coste y fácil adquisición para maximizar la respuesta positiva y poder en un futuro crear un prototipo del mismo. La finalidad de este Trabajo de Titulación es solventar preguntas comunes tales como :

- a) ¿Cuáles son las tecnologías existentes en el país para ayudar al tratamiento en contra el trastorno del Parkinson y cuáles son sus costos?
- b) ¿Cuáles serían los componentes ideales para la posible generación de un prototipo?
- c) ¿Cómo se podrá evaluar los niveles de movimientos involuntarios?

## **1.2 Objeto de la investigación**

El Objeto de esta investigación está basado en realizar la corrección de los movimientos involuntarios ocasionados por el trastorno Parkinson en la mano, simulando un sistema portable el cual tendría dispositivos electrónicos que receptarán los movimientos involuntarios ocasionados por este trastorno y las corregirá de forma oportuna hacia el usuario final.

Básicamente se trata de contrarrestar un pulso con otro que actué de forma opuesta, además de filtrar y posibilitar la corrección del nivel de Parkinson que se desee enmendar según el tipo de movimiento que se obtiene (espasmos, nervios).

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Simular un sistema portable para corregir movimientos involuntarios ocasionados por el trastorno Parkinson en la mano.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Estudiar los movimientos involuntarios generados por el trastorno del Parkinson a nivel de la mano.
2. Analizar las tecnologías que permitan contrarrestar los movimientos involuntarios ocasionados por el trastorno del Parkinson en la mano.
3. Simular un sistema portable para corregir movimientos involuntarios ocasionados por el trastorno del Parkinson a nivel de la mano (Arduino y Tinkercad).

### **1.4 Justificación**

En la actualidad en el país no se ha presentado una investigación previa acerca del estudio de este tipo de trastorno a nivel de tecnologías. Por lo tanto se simulará un sistema de ayuda para personas que presenten el trastorno de Parkinson de etapa 3 que influya hacia la mejora calidad de vida y lograr estimular la reintegración de los afectados por este mal, debido a que este trastorno afecta a lo neuronal y a lo anímico.

Establecer lazos entre entidades públicas y privadas, para de esta manera promover mejoras en la salud física e incentivar a

emprendedores relacionados con proyectos innovadores los cuales empleen tecnologías relacionadas con sensores y aportar con una ayuda social hacia las personas que padezcan de este trastorno.

En Ecuador no hay cifras oficiales sobre esta enfermedad, sin embargo La neuróloga clínica Magdalena Gómez, del hospital Metropolitano, señala que es muy difícil recopilar información sobre este mal, así como conocer sus causas exactas o cuando se presentará según (Diario El Comercio, 2015).

En la actualidad existen dispositivos los cuales han sido creados para la ayuda de este trastorno una de las empresas que se dedicó a este investigación es Google (Lift Labs) la cual es una cuchara según (Diario El Comercio, 2014) que está enfocada hacia la ayuda con la alimentación de las personas las cuales sufren de este trastorno.

Estos sensores ayudan a una microcomputadora a detectar los movimientos de la mano y separa aquellos temblores involuntarios del movimiento natural de la mano. Al interior, dos motores mueven la cuchara - o tenedor - en la dirección contraria al movimiento involuntario, varias veces por segundo, logrando una estabilización del aditamento al momento de comer.

## **1.5 Delimitación del problema.**

Esta investigación se basa en la simulación de un sistema portable el cual ayudara con la corrección de movimientos involuntarios ocasionados por el trastorno Parkinson en la mano enfocándose principalmente hasta el nivel 3 del Parkinson el cual se trata de espasmos débiles pero frecuentes, su estructura se complementa en receptar los cambios de movimientos a través del sensor de inclinación, siendo un mecanismo sencillo y óptimo así como el uso de un motor para estabilizar

este impulso involuntario.

### **1.5.1 Impacto del sistema Estimulador Cerebral Profundo en contra al Parkinson.**

Según (Diario El Comercio, 2015) en el país se ha implementado una técnica la cual crea una reducción inmediata en la que se debe instalar un Estimulador Cerebral Profundo (compuesto por un electrodo, una extensión y el estimulador) bajo la piel cerca de la clavícula.

Según las investigaciones del Instituto de Medicina Experimental y la Academia de Ciencias Médicas de Leningrado, se utilizó inicialmente electrodos de profundidad implantados para el registro y la estimulación en pacientes con el trastorno del Parkinson insertando múltiples electrodos en el tálamo para estimular los objetivos con el fin de identificar el mejor sitio lesionado.

Estos electrodos a menudo se dejaban en el cerebro del paciente durante varios meses, sin efectos secundarios, luego de las respuestas de estimulación, para crear lesiones progresivas escalonadas en el área objetivo. Una vez conectados, los impulsos eléctricos viajan desde el neuroestimulador, a lo largo del cable de extensión, hasta la derivación y hacia el cerebro (similar a un marcapasos cardiaco). Estos diminutos impulsos interfieren y bloquean las señales eléctricas que causan síntomas de ciertas enfermedades.

En el país actualmente se está implementando este tipo de tecnologías para el mal del Parkinson sin embargo son pocos los hospitales los cuales son acreditados para tener este tipo de tecnologías debido a que deben ser de acceso para toda clase social (Hospital del Seguro IESS), sin embargo el costo de cada equipo bordea los \$ 50.000.

Y aunque este costo parece elevado, según especialistas el paciente reduce la cantidad de medicinas que consumen las cuales son costosas y de esta manera se mejora la calidad de vida. Sin embargo es más optado por personas cuyos síntomas no pueden ser controlados con medicamentos, cuando la enfermedad lo incapacita para hacer sus actividades diarias o los fármacos provocan efectos secundarios nocivos como la toxicidad.

### **1.5.2      Sistemas contra el trastorno del Parkinson en el campo tecnológico**

Si se habla de sistemas portables los cuales permitan interactuar con múltiples tareas se habla de “Steady Spoon” la cual utiliza cancelación activa, se trata de compensar los batidos, en lugar de suprimirlos. Implementando un sensor de movimiento y una pequeña computadora en la base recargable, estas trabajan juntas para analizar las frecuencias de movimiento y distinguir el temblor involuntario de los movimientos intencionales.

En base a esa retroalimentación, el accesorio utensilio compensa el movimiento involuntario; si el temblor envía el estabilizador de base hacia la izquierda, la cabeza de la cuchara se ajustará a la derecha.

## **1.6          Alcance**

Proveer un medio simulado para una futura implementación de un sistema portable para la corrección de movimientos involuntarios ocasionados por el trastorno Parkinson en la mano detectado por uno o múltiples sensores que generaran una respuesta oportuna para de esta manera contrarrestar los impulsos involuntarios.

Simular una herramienta tecnológica que corrija de forma oportuna

e inmediata los espasmos del paciente para proveer ayuda en las tareas más sencillas y cotidianas en la vida diaria.

### **1.7 Hipótesis de la investigación**

En este proyecto tiene como finalidad simular un sistema portable corrector de estímulos utilizando programas tales como Tinkercad y Fritzing para demostrar que dicha simulación genere la corrección de movimientos involuntarios, entonces se dará hincapié para la futura elaboración de un futuro prototipo optimizando costos para de esta manera facilitar la adquisición de estos equipos que dará ayuda para tratar este trastorno.

### **1.8 Variables**

#### **1.8.1 Variable independiente**

Trastorno del Parkinson.

#### **1.8.2 Variable dependiente**

Tecnologías existentes.

1.9 Operacionalidad de las variables

**TABLA N° 1**  
**INCIDENCIA DE ATAQUE DEL TRASTORNO DEL PARKINSON Y TECNOLOGIAS EXISTENTES**

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES
Trastorno del Parkinson	Independiente	Un trastorno del movimiento que es crónico y progresivo, lo que significa que los síntomas continúan y empeoran con el tiempo	Tiempo de repetición de espasmos.	Cuantitativo continuo	Recursos técnicos
			Niveles existentes de Parkinson.	Cualitativo discreto	Recursos técnicos
			Fuerza de cada espasmo.	Cuantitativo continuo	Recursos técnicos
Tecnologías existentes	Dependiente	Tecnologías desarrolladas para ayudar a personas con este trastorno	Costo	Cuantitativo discreto	Comparación con datos reales
			Portabilidad	Cualitativo continuo	
			Funcionalidad		
			Facilidades de uso	Cualitativo continuo	

Fuente: Investigación Desarrollada

Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David



## CAPITULO II

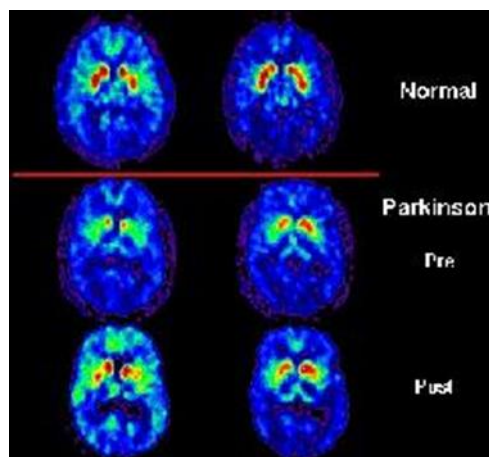
### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

El Parkinson se trata de un trastorno crónico, progresivo, desorden neurodegenerativo del movimiento el cual conlleva a tener temblores, rigidez, movimientos lentos, balance pobre y dificultad para caminar (en etapa avanzada) llamada marcha parkinsoniana.

Esta enfermedad fue descrita y documentada por primera vez en 1817 por el médico británico Dr. James Parkinson al que llamó "parálisis agitante". Los cambios bioquímicos asociados a la enfermedad fueron identificados en los años 1960. (Perla Morena Castilla , 2013)

**FIGURA N° 1**  
**EVOLUCIÓN DEL PARKINSON**

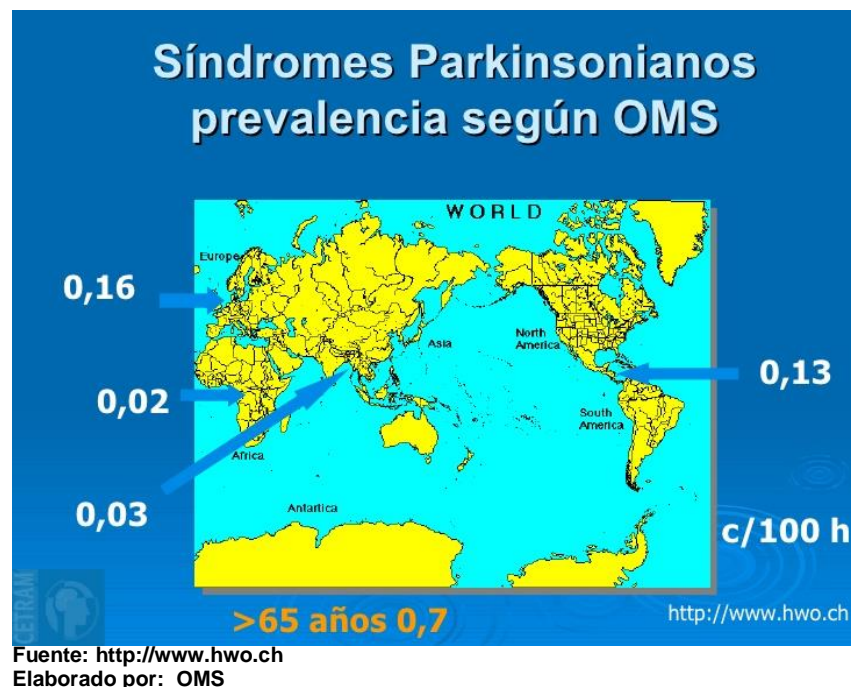


Fuente: <http://movementdisorders.ufhealth.org>  
Elaborado por: Michael Okun

Hoy en día las estadísticas de personas que padecen el trastorno del Parkinson no sobrepasan la cantidad de personas que

sufren de Alzheimer, según Parkinson's Foundation existen alrededor de 5 millones de personas que padecen del trastorno el Parkinson, la incidencia del trastorno del Alzheimer, según Parkinson's Foundation existen alrededor de 5 millones de personas que padecen del trastorno el Parkinson, la incidencia del trastorno del Parkinson aumenta conforme avanza la edad generando un riesgo de mortalidad una vez detectada la enfermedad de 6 a 15.8 años.

**FIGURA N°2**  
**PREVALENCIA DEL PARKINSON A NIVEL MUNDIAL**



Tomando en cuenta los antecedentes suscitados en investigaciones recientes sobre el tema del cual se está tratando, se da a entender a pesar del avance tecnológico no se registran datos que cercioren la disminución de este trastorno en países subdesarrollados, sin embargo se está al tanto de diversos aspectos relacionados a la salud de las personas que los padecen.

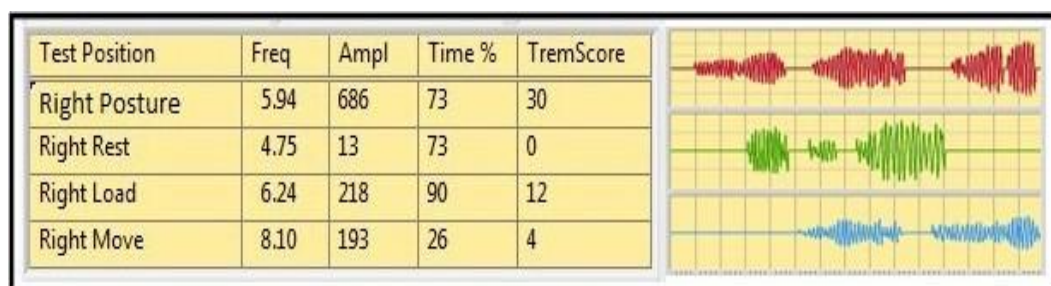
Mediante el uso de herramientas en línea, sincronizadas con equipos médicos, y el uso de diversos avances científicos se puede

generar tecnología que no perjudique a salud humana, teniendo la facilidad de ser implementadas en personas que padezcan los diversos niveles del trastorno del Parkinson para obtener de forma eficaz datos reales sobre las mejoras de estas personas durante su vida diaria y de esta forma ayudar a conseguir un diagnostico recopilando la información de acuerdo al nivel de mejora que este pueda tener, para luego utilizar los datos y presentar un informe que será de utilidad al médico que siga el tratamiento.

En la actualidad se utilizan tecnologías que han sido acopladas para la medición de este trastorno como lo es el sistema de tremorómetro este proporciona medidas objetivas rápidas, fáciles y asequibles del temblor humano para ayudar en el cribado y el tratamiento del temblor.

Mide rápidamente el temblor activo, intencional y en reposo en una prueba estandarizada de un minuto. La frecuencia de temblor, la amplitud y el porcentaje de tiempo presente se calculan y utilizan para generar automáticamente informes de pacientes, informes de referencia y documentos de reclamaciones de seguros, frecuentemente es usado para ser usado objetivamente en el temblor humano provocado por el enfermedad del Parkinson a pesar que tiene como funciones secundarias la medición del temblor esencial y trastornos del movimiento tales como la epilepsia.

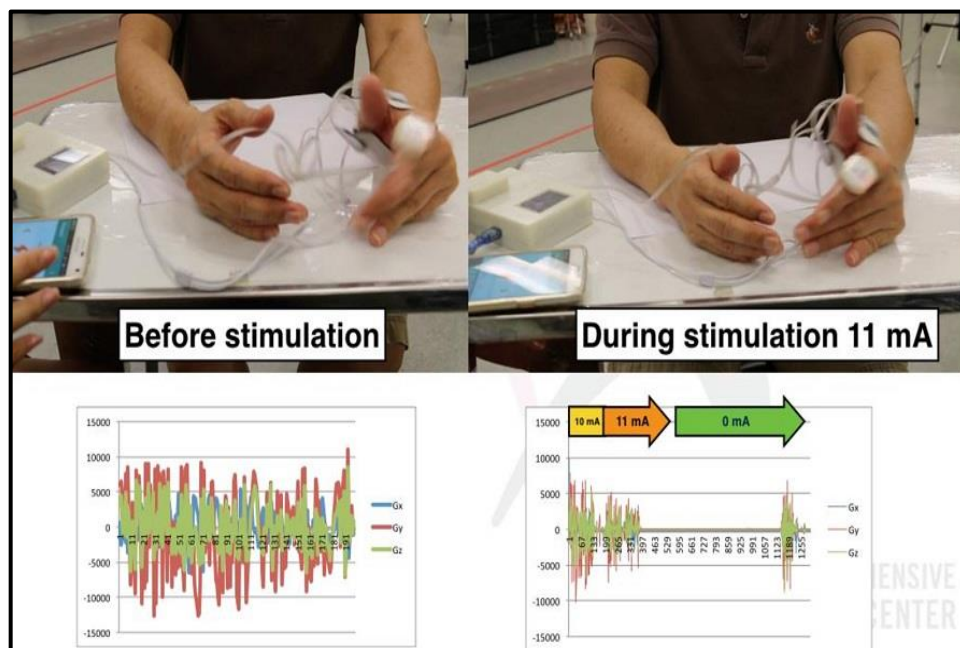
**FIGURA N°3**  
**NIVELES DE MEDICION DEL PARKINSON**



Fuente: prlog.com  
Elaborado por: Frank Miller

Las medidas de temblor son útiles para educar a los pacientes acerca de su temblor y pueden aumentar la confianza del paciente al mostrarles gráficamente cómo está cambiando con el tiempo y el tratamiento. Las medidas objetivas se pueden compartir entre los médicos para mejorar la comprensión del temblor del paciente.

**FIGURA N°4**  
**TREMORÓMETRO**



Fuente: prlog.com

Elaborado por: Frank Miller

## 2.1.1 Tecnologías para la ayuda contra el trastorno del Parkinson

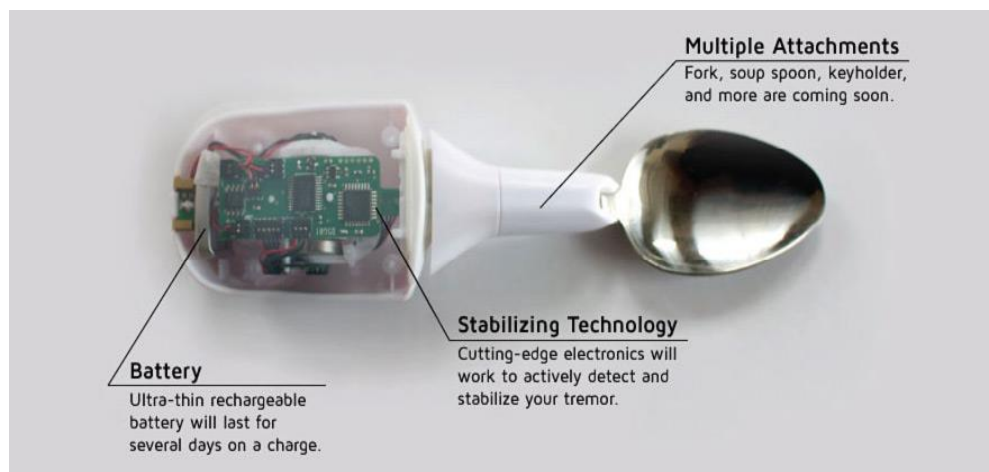
### 2.1.1.1 Lift Labs Inc.

Liftware Steady (anteriormente comercializado como "Liftware") se fundó en 2012 el cuál ayuda a contrarrestar los temblores de las manos y estabilizar el movimiento para facilitar el disfrute de una comida.

El mango estabilizador contiene sensores de movimiento que detectan el movimiento de la mano y una pequeña computadora de a

bordo que distingue el temblor de la mano no deseado del movimiento previsto de la mano. Para contrarrestar el temblor de la mano y estabilizar el utensilio, la computadora de a bordo dirige dos motores en el mango para mover el accesorio del utensilio en la dirección opuesta a cualquier temblor detectado.

**FIGURA N°5**  
**STEADY SPOON**



Fuente: <https://www.liftware.com/faqs/general>  
Elaborado por: An Xiao Mina

#### 2.1.1.2 The 'Emma Watch'.

Desarrollado por Microsoft e investigadores de neurociencias mediante ensayos con un pequeño grupo de enfermos de Parkinson. Actualmente no hay cura disponible para la afección degenerativa, que causa temblores y movimientos lentos, y daña gradualmente el cerebro durante varios años.

El reloj contiene pequeños motores del tamaño de una moneda que vibran en la muñeca del usuario. Este se utiliza para clasificar la información del sensor y obtener respuestas en tiempo real en dispositivos pequeños.

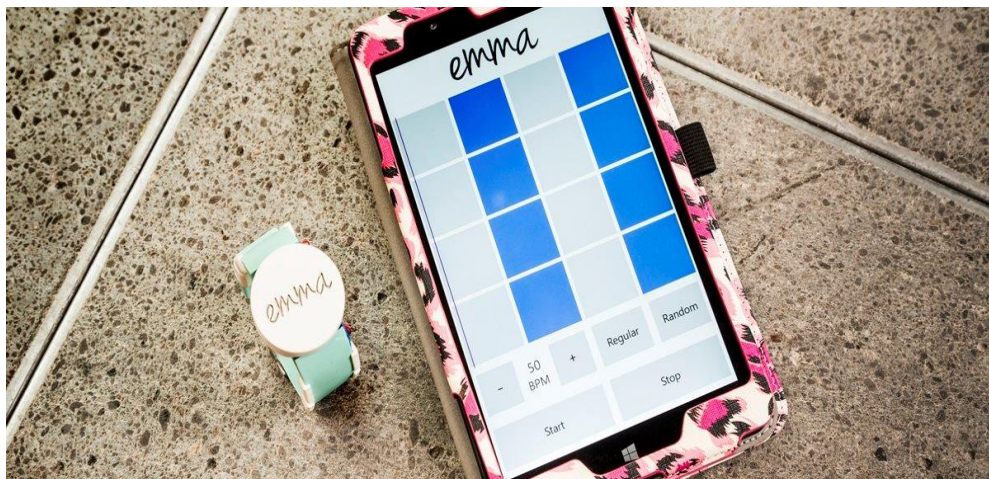
Como son dispositivos portátiles se enfatiza que no son una cura para la enfermedad neurológica: "Más bien, su tecnología tiene el



potencial de ayudar a los pacientes con Parkinson a manejar los síntomas que impiden las funciones regulares.

Esta vibración" cortocircuita "el circuito de retroalimentación entre el cerebro y la mano que causa los temblores. Emma Watch de Microsoft funciona a través de una combinación de sensores de movimiento e inteligencia artificial. Esto permite que el reloj detecte y reaccione a síntomas como temblores, rigidez e inestabilidad, entre otros.

**FIGURA N°6**  
**THE 'EMMA WATCH'**



Fuente: <https://news.microsoft.com/>  
Elaborado por: Andrew Trotman

### 2.1.1.3 GyroGlove

Según (East, 2016) consiste en el uso de las leyes de la física (más que en la química) para estabilizar la mano del paciente y controlar los temblores por medios mecánicos. El cual es uno de los principales elementos del tratamiento para el mal de Parkinson en la actualidad.

Se espera que sirva no solo para el mal de Parkinson, sino también para los temblores esenciales, un trastorno ocho veces más común que el trastorno del Parkinson, según la Fundación Internacional para los Temblores Esenciales.

"Se siente como si la mano se moviera a través de melaza densa", explica Faii Ong, joven de 26 años que fundó GyroGear. "Significa que puedes hacer movimientos suaves y lentos y que cualquier temblor fino se contrarresta automática e instantáneamente. Puedes hacer lo que tengas que hacer: preparar tu café, cocinar, esa clase de cosas". El guante funciona de acuerdo a un concepto asombrosamente sencillo: una cubierta giratoria que ayuda a estabilizar la mano del usuario.

Las cubiertas giratorias se mantienen rectas al girar ya que convierten el momento angular. Esto significa que se resisten a cualquier fuerza que se aplique (tal como los temblores) de forma inmediata y proporcional.

A pesar de tener como objetivo principal a pacientes con temblores, el guante puede usarse para la arquería, la fotografía y para la práctica médica gracias a su capacidad de estabilizar las manos.

GyroGlove es un guante que incorpora sensores y giroscopios cuyo objetivo es reducir, en al menos un 80 por ciento, los temblores de la mano, mejorando notablemente tareas básicas en la vida de cualquier paciente como comer, conducir o escribir.

Según los primeros pacientes que han probado GyroGlove, la sensación al ponerse este dispositivo es como si la mano se sumergiera en un líquido espeso, que provoca que los movimientos sean libres aunque más lentos.

El mecanismo se basa en los giroscopios los cuales siempre tratan de mantenerse en posición vertical, por lo que la idea es que éstos puedan contrarrestar el movimiento de la mano, reduciendo considerablemente el movimiento involuntario de la mano.

**FIGURA N°7**  
**GYROGLOVE**



Fuente: <https://cnnespanol.cnn.com/>  
Elaborado por: Susle East

#### **2.1.1.4 Estimulación Cerebral Profunda (E.C.P)**

Según (Pluta, R. M., & Perazza, W. G. D., 2011) la estimulación cerebral profunda (deep brain stimulation, DBS) es una técnica quirúrgica en la cual un electrodo (un cable no aislado) se coloca en las estructuras subcorticales (debajo de la superficie) del cerebro. Este electrodo se conecta a un estimulador (una batería), colocado generalmente cerca de la clavícula.

Después de abrir un pequeño orificio en el cráneo con un taladro, equipos especiales permiten la colocación precisa, guiada por imágenes, de un electrodo en la parte afectada del cerebro. Durante la cirugía, pueden hacerse análisis para garantizar que el electrodo estimulará únicamente las neuronas (células nerviosas) que reducen los síntomas.

Dado que la intensidad y frecuencia de la estimulación eléctrica varían entre las enfermedades y los pacientes, después de la colocación

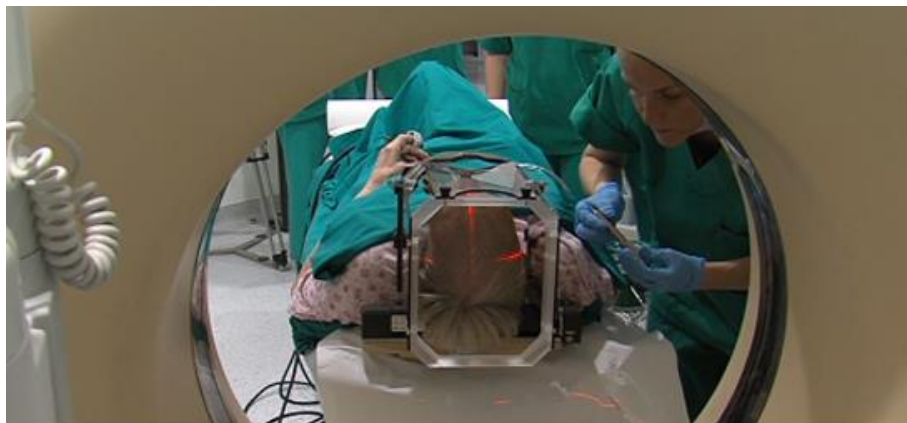


del electrodo se realizan análisis para elegir la configuración de estimulación adecuada, la explicación se basa en la reconexión de los circuitos cerebrales y lleva a un mejor equilibrio entre las vías de inhibición y excitación del cerebro.

Los riesgos asociados con la colocación de la estimulación cerebral profunda pueden incluir desde una ligera reacción alérgica a las partes de la ECP, dificultad para concentrarse, vértigo, infección, pérdida leve del movimiento, problemas del habla o la visión y dolor o hinchazón temporal en el sitio donde se implantó el dispositivo

### **FIGURA N°8**

#### **ESTIMULACIÓN CEREBRAL PROFUNDA**



Fuente <http://tv.us.es/estimulacion-cerebral/>  
Elaborado por: Enrique Naula Calle

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Sensores.**

Según la RAE (Real Academia Española, 2017) define a los sensores como dispositivos los cuales son creados para detectar una determinada acción externa, temperatura, presión, etc. y la transmite adecuadamente.

Por lo consiguiente el uso de sensores está orientado a la

mayoría de ámbitos relacionados con la electrónica los cuales sirven para realizar calibraciones, mediciones o correcciones de varios objetos. El uso de estos tiene propósitos variados desde la implementación de la industria hasta la incursión en la medicina para el uso y apoyo de personas que tengan algún mal que perjudique su facilidad de movilización.

Según el propósito para los cuales son diseñados se clasifican según su principio de funcionamiento, el tipo de señal de salida, el rango de valores de salida, el nivel de integración, el tipo de variable medida.

## **2.2.2 Tipos de sensores**

### **2.2.2.1 Según su funcionamiento**

Según el principio de funcionamiento se encuentran dos tipos de sensores: Activos y Pasivos. En los cuales los Sensores Activos son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes a medir en forma autónoma, sin requerir de fuente alguna de alimentación mientras que los sensores pasivos son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes a medir por intermedio de una fuente auxiliar.

### **2.2.2.2 Según el tipo de señal que generan**

Se clasifican en sensores digitales y sensores análogos. Los sensores digitales son aquellos que frente a un estímulo pueden cambiar de estado ya sea de cero a uno o de uno a cero (hablando en términos de lógica digital) en este caso no existen estados intermedios y los valores de tensión que se obtienen son únicamente dos, 5V y 0V (o valores muy próximos).

Los sensores digitales son los sucesores modernos de los sensores analógicos. Los sensores digitales reemplazan los sensores

analógicos paso a paso, porque superan los inconvenientes tradicionales de los sistemas de sensores analógicos

Los sensores análogos son aquellos que, como salida, emite una señal comprendida por un campo de valores instantáneos que varían en el tiempo, y son proporcionales a los efectos que se están midiendo, por su parte los sensores temporales entregan una señal variable en el tiempo la cual puede ser una onda sinusoidal, triangular o cuadrada.

El sensor analógico debe poseer ciertas propiedades indispensables como: calibración, rango de funcionamiento, confiabilidad, velocidad de respuesta, exactitud precisión, sensibilidad, linealidad entre otros. Esto con el fin de que el control de la variable que se mida, se lleve a cabo de la mejor manera y en el menor tiempo posible.

**FIGURA N° 9**  
**SENSOR ANÁLOGO Y DIGITAL**



Fuente: rnds.com.ar

Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

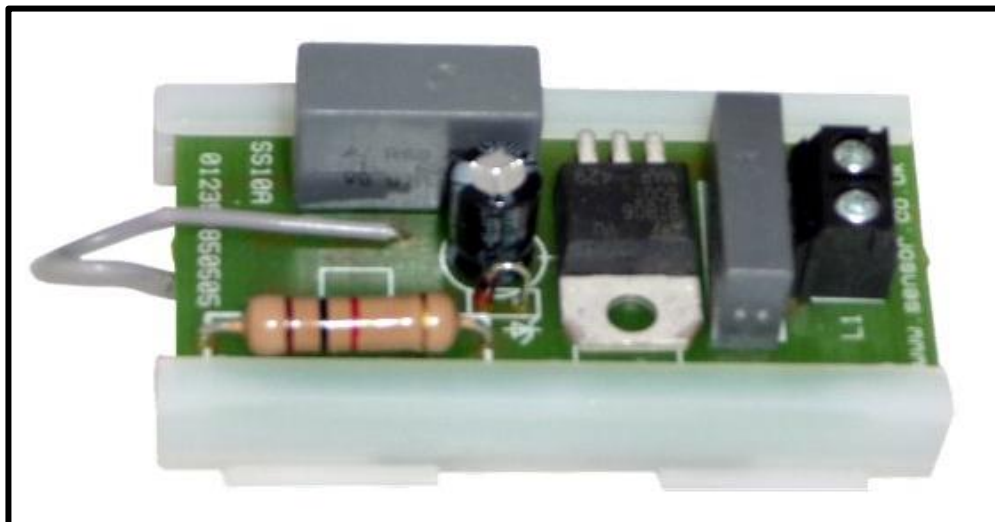
### 2.2.2.3 Según el rango de valores

Se clasifica en sensores On/Off. También conocidos como sensores si-no, sensores 0-1, sensores on-off, o sensores binarios son en

general dispositivos mecánicos simples son aquellos dispositivos que transforman una magnitud física en una señal lógica o binaria primordialmente en una señal con una salida eléctrica con estados de prendidos/apagados.

Los más comunes son: Interruptores Reed que se conectan por la proximidad de un imán. Interruptor de péndulo, donde un peso cuelga de un hilo conductor dentro de un anillo metálico y las vibraciones o movimiento del anillo producen el cierre del circuito algunos, sensores de nivel, sensores de contacto o final de carrera y los termostatos, así como también los Sensores de Medida en los que se obtiene una salida proporcional a la señal de entrada.

**FIGURA N° 10**  
**SENSOR ON/OFF**



Fuente: <http://www.sensor.co.uk>  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

#### **2.2.2.4 Según el tipo de variable física de medida**

Los cuales son Mecánicos, Eléctricos, Magnéticos, Térmicos, Acústicos, Ultrasónicos, Químicos, Ópticos, Radiación, Laser.

Los sensores mecánicos son dispositivos que cambian su

comportamiento bajo la acción de una magnitud física que pueden directa o indirecta a su vez son utilizados para medir: Desplazamiento, posición, tensión, movimiento, presión, flujo para transmitir una señal que indica cambio.

Los sensores eléctricos son sensores capaces de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, desplazamiento, etc.

Los sensores magnéticos sirven del efecto Hall para la medición de campos magnéticos o corrientes o para la determinación de la posición.

Los sensores térmicos se usan para la medición precisa de la temperatura, proporcionan una indicación visual o una señal de realimentación mecánica o eléctrica que puede ser utilizada en un sistema de lazo cerrado para permitir el control automático de procesos térmicos. Se clasifican en Sensores termorresistivos, Sensores termoelectrónicos, Sensores monolíticos o de silicio, Sensores piroeléctricos

**FIGURA N° 11**  
**SENSOR TIPO DE VARIABLE FÍSICA MEDIDA**



Fuente: <http://www.sensor.co.uk>

Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

#### **2.2.2.4.1 Según el tipo de sensores Térmicos.**

Los sensores termorresistivos o termorresistencias son dispositivos cuya resistencia cambia a medida que lo hace la temperatura. Los más conocidos son los detectores de temperatura resistiva o RTD (resistance temperatura detectors), basados en materiales metálicos como el platino y el níquel, y los termistores, basados en óxidos metálicos semiconductores.

Sensores termoeléctricos, llamados termocuplas o termopares, son dispositivos que producen un voltaje proporcional a la diferencia de temperatura entre el punto de unión de dos alambres metálicos disímiles (unión caliente) y cualquiera de los extremos libres (unión fría).

Sensores monolíticos o de silicio los cuales son dispositivos basados en las propiedades térmicas de las uniones semiconductoras (PN), particularmente la dependencia de la tensión base emisor (VBE) de los transistores bipolares con la temperatura cuando la corriente de colector es constante. Generalmente incluyen sus propios circuitos de procesamiento de señales, así como varias funciones de interface especiales con el mundo externo.

Sensores piroeléctricos también denominados termómetros de radiación, son dispositivos que miden indirectamente la temperatura a partir de la medición de la radiación térmica infrarroja que emiten los cuerpos calientes. Los termostatos, termorresistencias y sensores de silicio son dispositivos generalmente invasivos, es decir deben estar en contacto físico con la sustancia u objeto cuya temperatura se desea medir.

**FIGURA N° 12****SENSORES TÉRMICOS**Fuente: <http://www.sensor.co.uk>

Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**2.2.3 Arduino**

Arduino es el ecosistema de hardware y software de código abierto líder en el mundo. La compañía ofrece una gama de herramientas de software, plataformas de hardware y documentación que permiten a casi cualquier persona ser creativo con la tecnología.

Arduino es una herramienta popular para el desarrollo de productos IoT así como una de las herramientas más exitosas para la educación STEM / STEAM. Cientos de miles de diseñadores, ingenieros, estudiantes, desarrolladores y fabricantes de todo el mundo están utilizando Arduino para innovar en música, juegos, juguetes, hogares inteligentes, agricultura, vehículos autónomos y más. Arduino está basado en C y soporta todas las funciones del estándar C y algunas de C++.

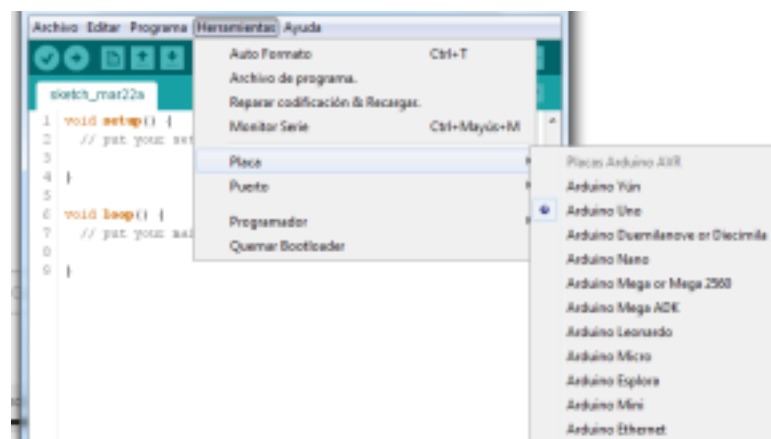
La primera placa Arduino se presentó en 2005 para ayudar a los estudiantes de diseño, que no tenían experiencia previa en electrónica o programación de micro controladores, a crear prototipos de trabajo que

conectarán el mundo físico con el mundo digital. Desde entonces, se ha convertido en la herramienta de creación de prototipos de electrónica más popular utilizada por ingenieros e incluso grandes empresas.

Desde la fundación del proyecto Arduino, se han introducido muchas nuevas placas de desarrollo y bibliotecas de software, ampliando el rango de posibilidades disponibles para la comunidad. Hoy, más de una década después, Arduino continúa brindando hardware y software de código abierto para dar vida a nuevas ideas.

**FIGURA N° 13**

### **INTERFAZ DE ARDUINO**



Fuente: <https://www.auselectronicsdirect.com.au/>  
Elaborado por: ARDUINO INC.

## **2.3 Marco legal**

Según el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología del Ecuador en su registro artículo N° 385 mediante su mandato constitucional indica que el sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y



contribuyan a la realización del buen vivir.

De esta manera planteando objetivos claros para el desarrollo de una mejora hacia la calidad de vida de las personas facilitando el diario vivir de las personas que presenten limitaciones enfatizando en objetivos tales como:

1. Auspiciar la igualdad, cohesión e integración social y territorial en la diversidad.
2. Mejorar las capacidades y potencialidades de la ciudadanía.
3. Mejorar la calidad de vida de la población.
4. Garantizar el trabajo estable, justo y digno en su diversidad de formas. OBJETIVOS DEL PLAN NACIONAL PARA EL BUEN VIVIR
5. Garantizar el acceso a la participación pública y política.
6. Establecer un sistema económico social, solidario y sostenible.

Por lo tanto se permite acelerar los procesos para una futura adaptación del sistema propuesto rigiéndose bajo los estatutos y normas planteadas por el mandato general vigente en el Plan Nacional del Buen Vivir.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

La realización de este capítulo tiene como fin, detallar explícitamente cada uno de los pasos y elementos utilizados en este proyecto.

Documentando cada método utilizado, generando una solución ante el problema planteado al inicio.

#### **3.1      Diseño de la investigación**

En el desarrollo de este Trabajo de Titulación se tomaron en cuenta metodologías y técnicas, mediante las cuales se conseguirá los objetivos previamente planteados.

Por lo consiguiente se decidió optar por algunas metodologías existentes como: la bibliográfica o documental, experimental, analítico, deductivo; y a su vez herramientas tales como la encuesta y entrevista.

Ayudando mediante la aplicación de estas técnicas investigativas tales como la de laboratorio y exploratoria con el fin de obtener datos que fueron analizados e interpretados de forma estadística.

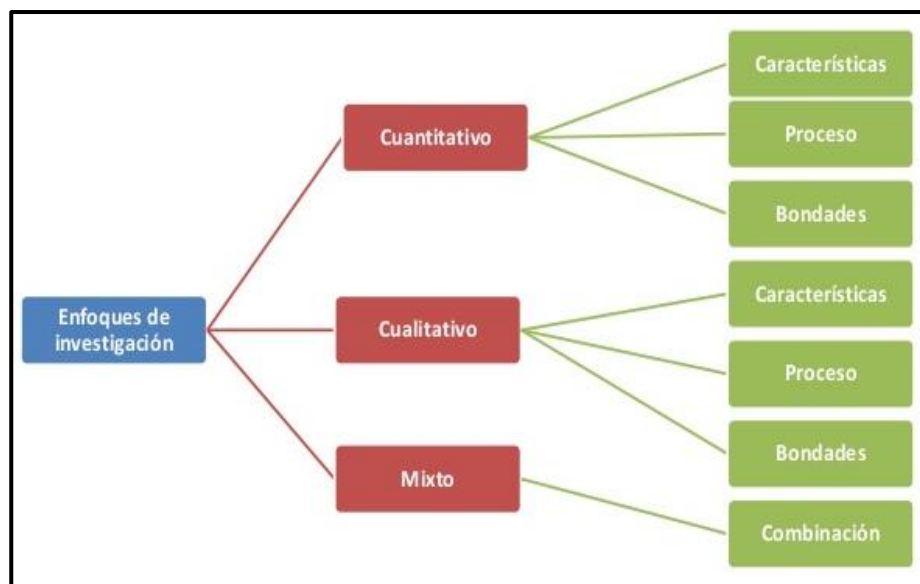
#### **3.2      Enfoque de la investigación**

Según (Ferrer Jesús , 2010) en su libro “Metodología de la investigación”, indica que son un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un tema en específico.

Además detallan que los trabajos de investigación se encuentran sustentados en dos enfoques principales el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo, los mismos que de manera conjunta componen un tercer enfoque: El enfoque mixto.

El enfoque de la investigación es un proceso sistemático, disciplinado y controlado y está directamente relacionada a los métodos de investigación que son dos: método inductivo generalmente asociado con la investigación cualitativa que consiste en ir de los casos particulares a la generalización; mientras que el método deductivo, es asociado habitualmente con la investigación cuantitativa cuya característica es ir de lo general a lo particular.

**FIGURA Nº 14**  
**ENFOQUES DE INVESTIGACIÓN**



Fuente: [normasapa.net](http://normasapa.net)  
Elaborado por: Normas APA

La investigación en conceptos de (Cauas D, 2015) las investigación cualitativa es aquella que utiliza preferente o exclusivamente información cuyo análisis se dirige a lograr descripciones detalladas de los fenómenos estudiados, el objetivo de la investigación cualitativa es el de proporcionar una descripción que permita comprender el complejo mundo

de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven. La mayoría de estas investigaciones pone el acento en la utilización práctica de la investigación.

**TABLA Nº 2**  
**CARACTERÍSTICAS, PROCESOS Y BONDADES**  
**DEL ENFOQUE CUALITATIVO**

CARACTERÍSTICAS	PROCESO	BONDADES
No busca la replica	Inductivo	Ideas profundas
Usa ambientes naturales	Recurrente	Amplitud
Significados se obtienen de datos	Realidad subjetiva	Riqueza interpretativa
No se basa en estadísticas	No secuencia circular	Contextualiza el tema

Fuente: [normasapa.net](http://normasapa.net)

Elaborado por: Normas APA

Mientras la investigación cuantitativa es aquella que utiliza preferentemente información medible. Algunos ejemplos de investigaciones cuantitativas son: diseños experimentales, diseños cuasi experimentales, investigaciones basadas en la encuesta social, entre otras; siendo una de las más usadas la encuesta social.

**TABLA Nº 3**  
**CARACTERÍSTICAS, PROCESOS Y BONDADES**  
**DEL ENFOQUE CUANTITATIVO**

CARACTERÍSTICAS	PROCESO	BONDADES
Mide fenómenos	Secuencial	Generaliza resultados
Utiliza estadísticas	Deductivo	Control de fenómenos
Prueba hipótesis	Probatorio	Precisión
Análisis causa - efecto	Realidad objetiva	Predicción

Fuente: [normasapa.net](http://normasapa.net)

Elaborado por: Normas APA

### **3.3 Método de investigación**

En esta sección se describirán los métodos investigativos usados en este trabajo, en la cual se integra la experiencia acumulada y la independencia cognoscitiva dirigidas para resolver determinados problemas, considerando que se encuentran definidos una serie de pasos que ayudan la obtención de resultados basados en diferentes métodos y técnicas..

#### **3.3.1 Método deductivo**

Es una forma de razonamiento que parte de una verdad universal para obtener conclusiones particulares, el método deductivo se contrapone a la inducción. Según (Ferrer, 2010) A través de observaciones que fueron efectuadas en un caso particular se concluye planteando el problema. El mismo que lleva a un proceso de inducción.

Según (Carvajal, 2013) Es una herramienta estratégica de razonamiento usada para lograr el encadenamiento lógico de principios para llegar a una conclusión o, en este caso, un descubrimiento; es un proceso que va de lo general a lo particular el cual permite inferir nuevos conocimientos o leyes aún no conocidas.

#### **3.3.2 Método hipotético-deductivo**

Según (Jose Cegarra Sánchez, 2012) el método hipotético-deductivo es el camino lógico para buscar la solución a los problemas que se planteen, consiste en emitir una hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar con los datos disponibles si estos están de manera correcta mediante la observación de hechos y que de esa observación se plantea una hipótesis que se puede analizar.

Según (Ferrer, 2010) se basa en observaciones realizadas a través de un caso particular en el cual se plantea un problema.

Éste lleva a un proceso de inducción que remite el problema a una teoría para formular una hipótesis, que a través de un razonamiento deductivo intenta validar la hipótesis empíricamente.

### **3.4 Tipos de investigación**

#### **3.4.1 Método Bibliográfico o Documental**

Según (Maldonado Rangel Vanessa, 2013) se aplica este método debido a la información obtenida acerca de dispositivos previamente creados y evaluados los cuales se encuentran en circulación actualmente, teniendo en cuenta estos datos se usara los siguientes métodos:

1. **Investigación Hemerográfica:** Se basa en la recopilación y colección, de manera organizada, las distintas publicaciones seriadas (diarios, periódicos de diversas frecuencias y revistas), así como también algunos otros documentos impresos que estén sujetos a determinado tipo de periodicidad.
2. **Investigación Bibliográfica:** Que se basa en la investigación y revisión de libros.

#### **3.4.2 Método Experimental**

Esta técnica se aplica al realizar las pruebas de manera práctica directamente con valores reales mediante una simulación, así se determina el funcionamiento, los sensores y diferente información que contiene dicha simulación.

### **3.5 Instrumentos de la investigación**

Son procedimientos o recursos fundamentales de recolección de información, de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento así poder dar solución al problema en las cuales se obtienen observaciones y mediciones de las variables que son de interés para solventar el problema planteado.

#### **3.5.1 La observación**

La observación tiene la capacidad de describir y explicar algún comportamiento, al haber obtenido datos adecuados y fiables correspondientes a conductas, eventos y /o situaciones perfectamente identificadas e insertadas en un contexto teórico.

Este trabajo utilizó esta técnica para de obtener indicadores que verifiquen si la información la cual es ingresada a la simulación genera un efecto real al que se presenta en casos verdaderos de temblores que aquejan las personas que padecen del mal del Parkinson, se llegó al fin de que era preciso observar el funcionamiento detalladamente de la simulación para optimizar el nivel de medición y corrección de dicha simulación.

#### **3.5.2 Encuesta**

Según (Contreras Roldán, 2017) son instrumentos de investigación descriptiva que precisan identificar las preguntas a realizar, las personas seleccionadas en una muestra representativa de la población, especificar las respuestas y determinar el método empleado para recoger la información que se vaya obteniendo sistemáticamente de los encuestados a través de preguntas con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación.

### 3.6 Población y Muestra

Según (Franco Y., 2014) señala que la población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina la población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a una investigación.

La investigación fue realizada en la ciudad de Guayaquil visitando varios centros de atención en los cuales se dan tratamientos a personas que padecen del trastorno del Parkinson. En la cual encontramos un número de habitantes los cuales se alojan en la ciudad de Guayaquil, y se generó un 95% de confiabilidad que es un equivalente al 1.96 intervalo de confiabilidad o un límite de error aceptado al 5% que equivalen 0.05.

Según (De la Hoz, 2015) la muestra es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas y lógica.

Según (Jacqueline Wigodski , 2010) la muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población y la muestra dependerá de la calidad y cuán representativo se quiera sea el estudio de la población.

Con datos existentes tomados de la página web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo “INEC” se tiene en cuenta la cantidad de familias que viven en la ciudad de Guayaquil las cuales tienen familiares que padecen de Parkinson y a su vez relacionando con datos



médicos de hospitales que tienden a atender a pacientes que padecen de este trastorno se tomará su totalidad para realizar una referencia estadística.

**TABLA N° 4**  
**POBLACIÓN EN GUAYAQUIL**

	<b>POBLACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Hombres, mujeres y niños mayores de 10 años</b>	3.239.021	87.5%
<b>Niños entre 1 y 9 años</b>	406.462	12.5%
<b>Total de Habitantes en la ciudad de Guayaquil</b>	3.645.483	100%

Fuente: INEC

Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Tomando en cuenta las referencias asociadas a varias casas de salud, subcentros y hospitales; así como a la fundación “Parkinson Ecuador” la cantidad de pacientes que se tiene conocimiento sufren de este trastorno hasta la actualidad denotan un valor aproximado del 0.13 % en la ciudad de Guayaquil es decir 5087 personas, a las cuales se procede a clasificar en 2 grupos seccionados por edades en las que se tiene una mayor presencia del surgimiento del trastorno del Parkinson.

**TABLA N° 5**  
**POBLACIÓN EN GUAYAQUIL QUE PADECEN PARKINSON**

	<b>POBLACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Hombres y mujeres mayores de 30 años</b>	4.476,56	88%
<b>Jóvenes entre 18 y 29 años</b>	610,44	12%
<b>Total de Habitantes adultos en la ciudad de Guayaquil</b>	5.087	100%

Fuente: INEC

Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

La muestra seleccionada se estableció un conjunto de lugares en la urbe de Guayaquil los cuales tratan y han tratado con pacientes que sufran de esta enfermedad neuronal. Según la fundación “Parkinson Ecuador” en la localidad de Guayaquil no se tiene un valor exacto debido a que se tienen personas quienes a pesar de que padecen este trastorno se rehúsan a visitar centros de salud para tratar este mal. Guayaquil bordea un valor aproximado 3.645.483 de habitantes, mediante estos datos se obtendrá la siguiente fórmula para la saber la muestra conociendo el número de habitantes en la ciudad de Guayaquil.

$$n = \frac{N \times p \times q}{(N - 1) \times \frac{d^2}{Z_a^2} + p \times q}$$

Dónde:

- n = Tamaño de la muestra
- N= Tamaño de la población (406.462 niños)
- Z= Nivel de confiabilidad (95%) = 1.96
- p= Probabilidad de éxito = (0.5)
- q= Probabilidad de fracaso 1-p = (0.5)
- d= es el mínimo de error aceptado (5%) =0.05
- p x q= Constante de varianza poblacional (0.25)

$$n = \frac{406.462 \times (0.5) \times (0.5)}{(406.462 - 1) \times \frac{(0.05)^2}{(1.96)^2} + (0.5) \times (0.5)}$$

$$n = \frac{101.615,5}{(406.461) \times (0.00065077) + 0.25}$$

$$n = \frac{101.615,5}{264,51 + 0.25}$$

$$n = 383,80 \approx 384 \text{ encuestas}$$

Por lo tanto se realizarán 384 encuestas en distintos centros de salud de Guayaquil, y en hogares que tengan algún tipo de cercanía con personas que sufran del trastorno del Parkinson, y sepan al respecto.

### **3.7 Resultados de la encuesta**

Se procedió a realizar la tabulación de datos obtenidos mediante las encuestas en el cual se basó el siguiente análisis acerca de las mismas.

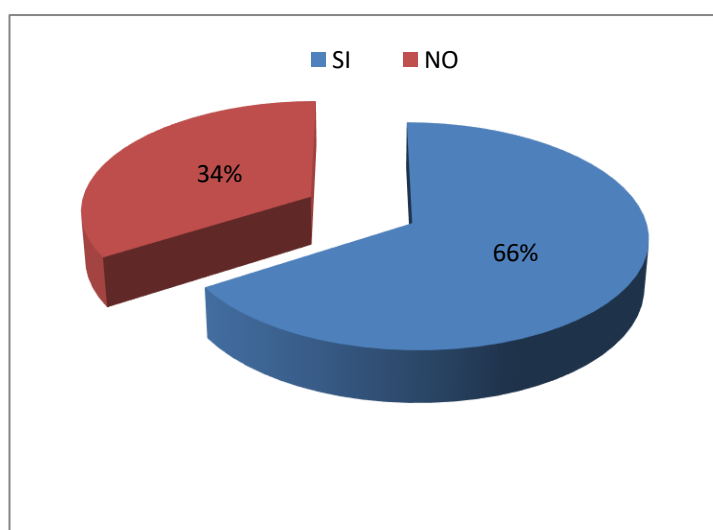
# 1. ¿Sabe usted de que trata el trastorno del Parkinson?

**TABLA N° 6**  
**CONOCIMIENTO ACERCA DEL TRASTORNO DEL PARKINSON**

Descripción	Frecuencia	%
SI	253	66%
NO	131	34%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**FIGURA N° 15**  
**CONOCIMIENTO ACERCA DEL TRASTORNO DEL PARKINSON**



Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Según los resultados obtenidos de la encuesta se puede notar que la mayoría de los participantes conocen sobre este trastorno siendo el 66%, mientras que un total del 34% desconoce o tiene poca noción del mismo

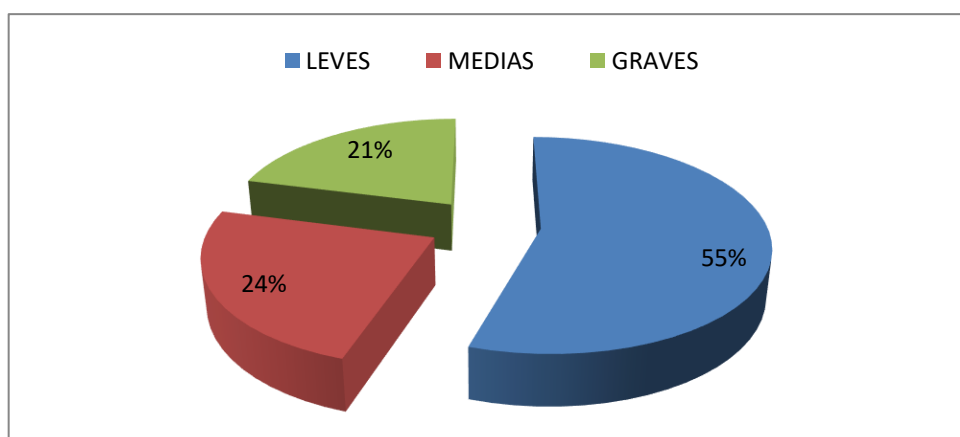
2. ¿Cómo considera usted que son las limitaciones producidas por el trastorno del Parkinson?

**TABLA Nº 7**  
**LIMITACIONES PRODUCIDAS POR EL TRASTONO DEL PARKINSON**

Descripción	Frecuencia	%
LEVES	210	55%
MEDIAS	93	24%
GRAVES	81	21%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**FIGURA Nº 16**  
**LIMITACIONES PRODUCIDAS POR EL TRASTONO DEL PARKINSON**



Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Para la realización de este trabajo era importante saber si el público tenía conocimiento acerca del estilo de vida que llevan las personas que sufren de este trastorno, de los cuales el 55% piensa que son pocas las limitaciones mientras un 21% cree que estas afectan de manera grave.

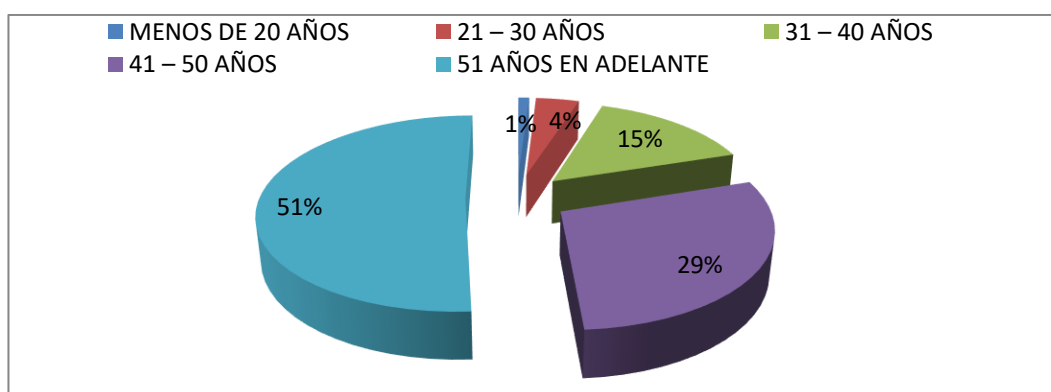
### 3. ¿En qué rango se encuentran las personas que sufren del trastorno del Parkinson?

**TABLA Nº 8**  
**RANGO DE EDADES PROMEDIO**

Descripción	Frecuencia	%
MENOS DE 20 AÑOS	2	1%
21 – 30 AÑOS	17	4%
31 – 40 AÑOS	58	15%
41 – 50 AÑOS	110	29%
51 AÑOS EN ADELANTE	197	51%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**FIGURA Nº 17**  
**RANGO DE EDADES PROMEDIO**



Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Teniendo en cuenta la poca información que existe acerca de las personas que padecen el trastorno del Parkinson nos interesaba constatar el rango de edad en el que se encontraban estos. Se encontró que el rango de edad más frecuente era a partir de los 51 años con un 51%, seguido desde los 41 a 50 años con un índice del 29% y 31 a 40 años de edad con el 15%, el grupo de 21 a 30 años ocupa el 4% y el grupo con menor porcentaje es el de menos de 20 años, siendo este el 1%.

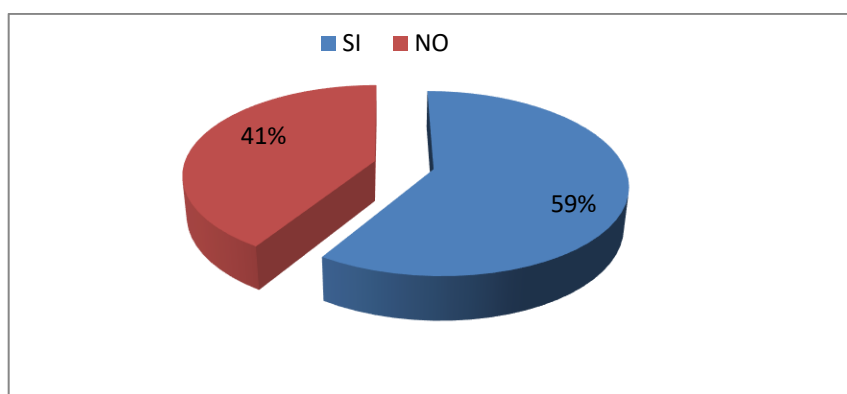
#### 4. ¿Conoce usted tecnologías que ayuden a tratar el trastorno del Parkinson?

**TABLA Nº 9**  
**TECNOLOGÍAS CONTRA EL TRASTORNO DEL PARKINSON**

Descripción	Frecuencia	%
Si	165	43%
No	219	57%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**FIGURA Nº 18**  
**TECNOLOGÍAS CONTRA EL TRASTORNO DEL PARKINSON**



Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

En la actualidad existen diversas tecnologías que ayudan a sobrellevar este trastorno con mayor facilidad debido a que aún no existe cura, el funcionamiento de la idea que se planteó mediante una simulación se basa en una tecnología ya existente pero con el aporte de la utilización de código abierto y materiales más accesibles, teniendo en cuenta que el 59% de los encuestados tienen conocimiento de tecnologías que ayudan a tratar el trastorno del Parkinson se podrá tener una mejor aceptación si en un futuro se deseara crear un prototipo, por otra parte existe un 41% que desconoce o no ha sabido de las incursiones tecnológicas en este campo.

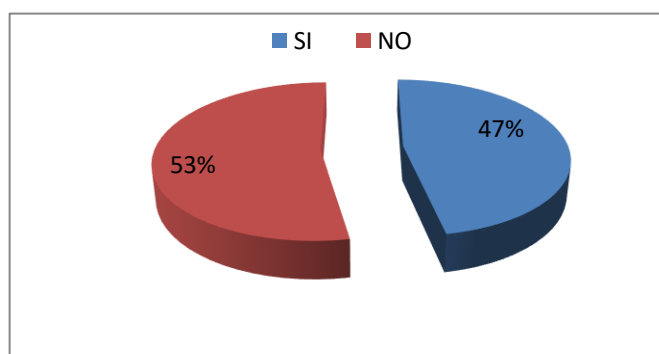
**5. ¿Considera que en Ecuador existe la tecnología necesaria para combatir el trastorno del Parkinson?**

**TABLA N° 10**  
**TECNOLOGÍAS CONTRA EL TRASTORNO DEL PARKINSON EN EL PAÍS**

Descripción	Frecuencia	%
Si	177	47%
No	207	53%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**FIGURA N° 19**  
**TECNOLOGÍAS CONTRA EL TRASTORNO DEL PARKINSON EN EL PAÍS**



Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Del 100% de nuestros encuestados solo un 47% cree que en el país existe la tecnología suficiente para poder contrarrestar el trastorno del Parkinson, sin embargo el otro 57% no cree que se puedan desarrollar este tipo de tecnologías en el país.



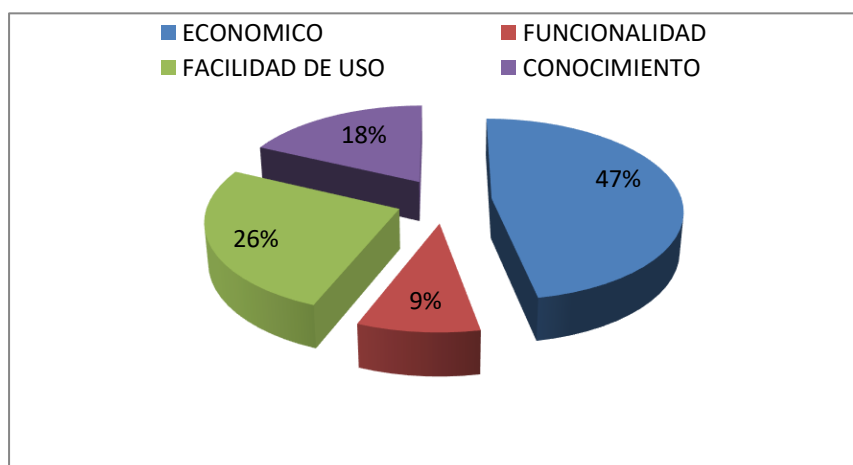
6. ¿Qué factores le limitarían adquirir alguno de los equipos para contrarrestar los efectos del trastorno del Parkinson?

**TABLA N° 11**  
**FACTORES QUE LIMITAN LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS PARA**  
**TRATAR EL TRASTORNO DEL PARKINSON**

Descripción	Frecuencia	%
ECONÓMICO	179	47%
FUNCIONALIDAD	36	9%
FACILIDAD DE USO	98	26%
CONOCIMIENTO	71	18%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**FIGURA N° 20**  
**FACTORES QUE LIMITAN LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS PARA**  
**TRATAR EL TRASTORNO DEL PARKINSON**



Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Se encuestó sobre los factores los cuales impiden hacer uso o adquisición de tecnologías para contrarrestar el trastorno del Parkinson y el 47% de las personas encuestadas afirmaron que su mayor barrera para adquirir alguno de estos equipos es el factor económico, el 9% se refirió al aspecto de funcionalidad, un 26% indicó la facilidad de uso de los mismos

debido a que solo se han visto estos artefactos mediante imágenes y el 16% dijo no tener conocimientos sobre uso, manipulación ni donde poder adquirirlos.

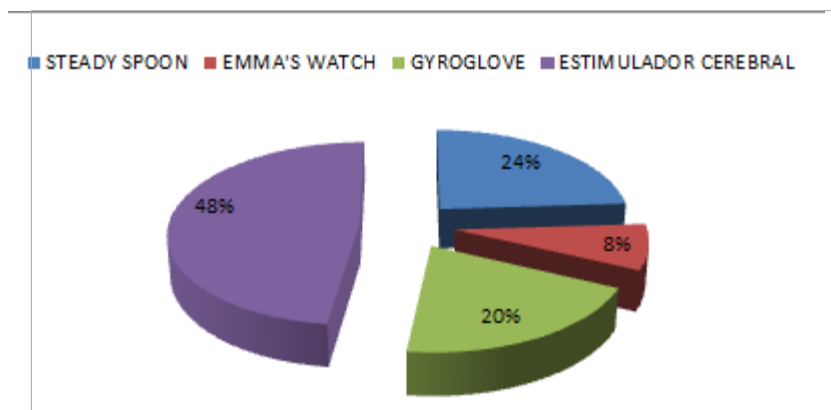
**7. Si alguna de las personas que usted conozca padece del trastorno del Parkinson ¿Cuál de los siguientes medios le recomendaría?**

**TABLA N° 12**  
**TECNOLOGÍAS EXISTENTES PARA TRATAR EL TRASTORNO DEL PARKINSON**

Descripción	Frecuencia	%
STEADY SPOON (CUCHARA ESTABILIZADORA)	89	24%
EMMA'S WATCH (RELOJ/PULSERA ESTABILIZADORA)	32	8%
GYROGLOVE (GUANTE ESTABILIZADOR)	76	20%
ESTIMULADOR CEREBRAL PROFUNDO (ESTIMULACION CEREBRAL A TRAVES DE ELECTRODOS)	187	48%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**FIGURA Nº 21**  
**TECNOLOGÍAS EXISTENTES PARA TRATAR EL TRASTORNO DEL**  
**PARKINSON**



Fuente: Encuesta realizada durante el Trabajo de Titulación  
 Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Se entregaron 4 opciones indicando que son las tecnologías actualmente con mayor uso para tratar el trastorno del Parkinson, se consultó a los participantes sobre cuáles serían las opciones que recomendarían a una persona que padezca del trastorno del Parkinson a lo que un 48% indicaba el Estimulador Cerebral, un 24% señaló que el mecanismo de Steady Spoon sería lo más recomendable, el 8% sugeriría el uso del Emma's Watch sobre los otros y el 20% restante gustaban de la opción GyroGlove para mayor portabilidad. De esta manera se logró saber cuáles serían las maneras más cómodas y fiables según su nivel de portabilidad para las personas que padezcan este trastorno.

### **3.8 Resultado general de la encuesta**

Para efectuar este Trabajo de Titulación se realizó una encuesta a 384 personas que tengan algún conocimiento, ah personas que padecen del trastorno del Parkinson y que habiten en la ciudad de Guayaquil.

Por medio de la encuesta realizada en estos se logró conocer que la mayoría de los ciudadanos tiene conocimientos sobre este

padecimientos, lo perjudicial que puede ser para la salud, las limitaciones que presentan las personas que los padecen y la poca tecnología que existe en el país para poder prestar ayuda ante la presencia de estos eventos en sus familiares o conocidos.

Se logró crear conciencia de las afectaciones que produce este trastorno si no es tratado a tiempo, además de generar un mayor entendimiento del modo de vida de las personas que sufren de Parkinson y de esta forma concientizar hacia el uso de sistemas ya existentes, así a su vez como indica el objetivo de la tema de titulación se planea generar una simulación para una futura implementación de un dispositivo que abarate los costos y sea igual de eficiente a las tecnologías ya existentes.

Se pudo visualizar la aceptación de los participantes hacia la introducción dispositivos los cuales se puedan llevar a todas partes y no generen incomodidad hacia el usuario final, para de esta manera llevar una vida placentera y poder tratar el trastorno ya antes mencionado.

De esta encuesta recolectó información valiosa para tener en cuenta en el momento de generar el diseño del dispositivo portable, en las que resaltaba su facilidad de uso y sobre todo logrando abaratar costos para una futura creación, se consiguió establecer ciertos parámetros de conformidad mediante la realización de esta investigación

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

Se propuso la Simulación de un sistema portable para corregir movimientos involuntarios ocasionados por el trastorno Parkinson en la mano.

Luego de evaluar diferentes alternativas para el desarrollo de la simulación del sistema ya antes mencionado, se optó que la simulación pueda adaptarse al sistema propuesto y por último se generó la simulación del movimiento involuntario con su respectiva corrección.

Por otro lado, la adquisición de estos productos genera un falta del capital económico debido a los altos valores que poseen en el mercado actual, la finalidad de esta documentación es generar la simulación de un sistema que genere el resultado positivo otorgado por los productos ya antes mencionados con una reducción de costos considerables, implementando tecnologías que tienen otra función pero con el correcto uso pueden ayudar a corregir y evitar el agravamiento del trastorno del Parkinson.

**TABLA N° 13**  
**PRESUPUESTO PARA LA FABRICACIÓN DE LA SIMULACIÓN**  
**Y FUTURO PROTOTIPO**

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>SIMULADORES</b>		
1	TINKERCAD	0.00
1	FRITZING	0.00

COMPONENTES FÍSICOS		
1	SENSOR TILT	10.00
1	ARDUINO MEGA	20.00
1	MOTOR STEEPER	35.00

Fuente: Investigación Desarrollada

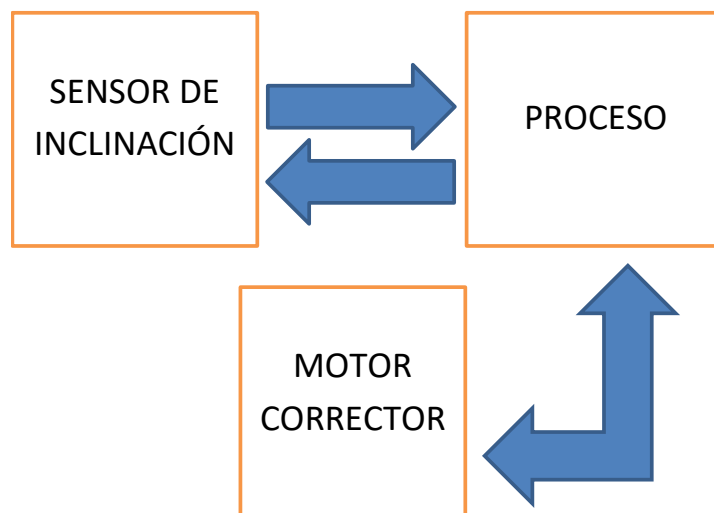
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

#### 4.1 DISEÑO DE BLOQUES

El proceso de adquisición de datos se basa en obtener la información la cual es producida mediante el cambio de orientación detectado por el sensor de inclinación el mismo que a su vez interpreta dicho cambio en grados, estos pueden variar entre 0° y 15°.

Con los datos existentes el Arduino detecta cada cambio de movimiento que se realiza y en comparación al tiempo que demora cada uno en generarse envía la información al motor para que reaccione según esta estimado en la tabla N°15 generando de esta manera una fuerza equivalente para contrarrestar el movimiento involuntario producido por el Parkinson.

**FIGURA N° 22**  
**DISEÑO LÓGICO DEL SISTEMA**



Fuente: Investigación Desarrollada

Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Cabe recalcar la limitación del tema propuesto el mismo que está enfocado hacia el nivel de la mano en la etapa 3 del Parkinson abarcando las etapas posteriores. Una vez generado el cambio de movimiento aplicando una fuerza opuesta con respecto al grado de inclinación recibido se genera el envío de información indicando la corrección del mismo, lo que produce en el sensor de inclinación se reste el ángulo generado con el ángulo corregido manteniéndolo en su posición de origen es decir 0° para la espera de un nuevo cambio que se producirá.

**TABLA N° 14**  
**TABLA DE RELACIÓN ENTRE EL SENSOR DE INCLINACION Y**  
**EL TRASTORNO DEL PARKINSON**

<b>GRADOS DE MOVIMIENTO GENERADOS POR EL TRASTORNO DEL PARKINSON</b>	<b>CAMBIOS QUE DETECTA EL SENSOR DE INCLINACIÓN</b>
0°	0°
1°	0,18°
2°	0,9°
3°	1,2°
4°	2,3°
5°	3°
6°	4,11°
7°	4,63°
8°	5°
9°	6°
10°	7°
11°	7,73°
12°	9,04°
13° hasta 15°	15°

Fuente: Investigación Desarrollada

Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**TABLA N° 15**  
**TABLA DE RELACIÓN ENTRE AFECTACIÓN EN GRADOS Y**  
**FUERZA PARA CORREGIR**

ETAPAS DEL TRASTORNO DE PARKINSON	AFECTACIÓN EN GRADOS (TEMBLOR EN LA MANO)	FUERZA APLICADA POR EL MOTOR CORRECTOR
<b>ETAPA 1</b> (RIGIDEZ EN BRAZOS EXISTE EL TEMBLOR EN LAS EXTREMIDADES MIENTRAS SE ESTA EN REPOSO)	0° - 2°	0 KGf – 0.8KGf
<b>ETAPA 2</b> (TEMBLOR LEVE CON SINTOMAS BILATERALES )	3° - 8°	1 KGf – 2 KGf
<b>ETAPA 3</b> (TEMBLOR MODERADO, AFECTA EL ESTAR DE PIE O CAMINAR, EL TEMBLOR SE AGRAVA )	9° - 15°	2 KGf – 2,5 KGf
<b>ETAPA 4</b> (SINTOMAS SEVEROS SE GENERA UNA MAYOR RIGIDEZ, EL TEMBLOR ALTERNA ENTRE LEVE Y GRAVE )	15° - 17°	2 KGf – 2,5KGf
<b>ETAPA 5</b> (RIGIDEZ TOTAL LA PERSONA PIERDE LA MOVILIDAD Y RIGIDEZ DE SUS MUSCNILOS)	0°	0KGf

Fuente: Investigación Desarrollada

Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

## 4.2 Software

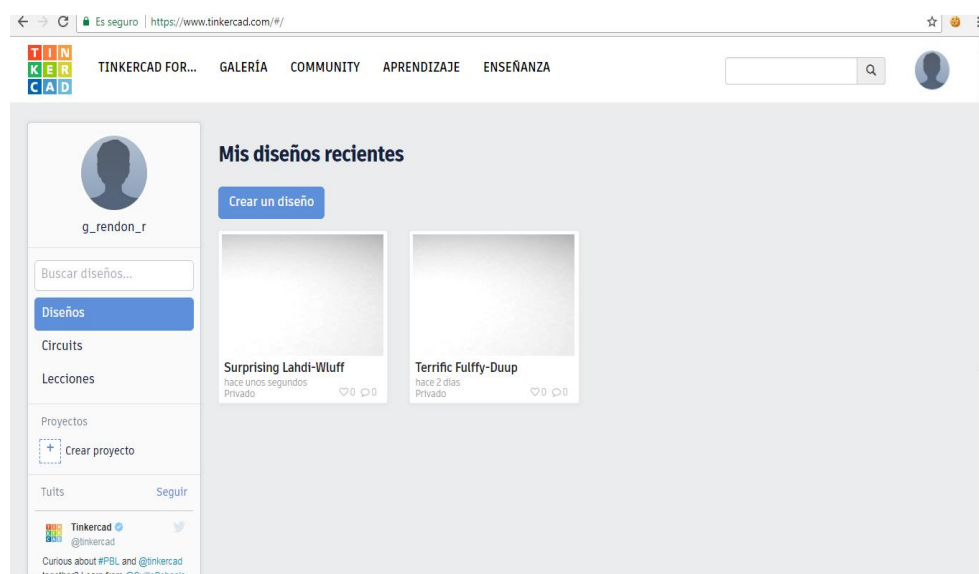
### 4.2.1 TinkerCad

Tinkercad es un software gratuito online creado por la empresa Autodesk, una de las empresas punteras en programas de diseño 3D. Funciona directamente en un navegador web moderno (Windows, Mac o Linux) y permite diseñar y modelar objetos en 3D, desde elementos simples a formas más complejas.



En la modalidad de generar esquemas y modelados de circuitos electrónicos está basado en el programa circuitos, el cual ofrece una amplia variedad de componentes para la creación de proyectos y se adapta a las necesidades de simulación de cada uno. Además, permite la visualización y evaluación del desempeño del circuito creado, evidenciando las funcionalidades de cada componente y los posibles errores en la creación.

**FIGURA N° 23**  
**ENTORNO DE TINKERCAD**



**Fuente:** Investigación Desarrollada

**Elaborado por:** Rendón Riofrío Geovanny David

#### 4.2.2 Fritzing

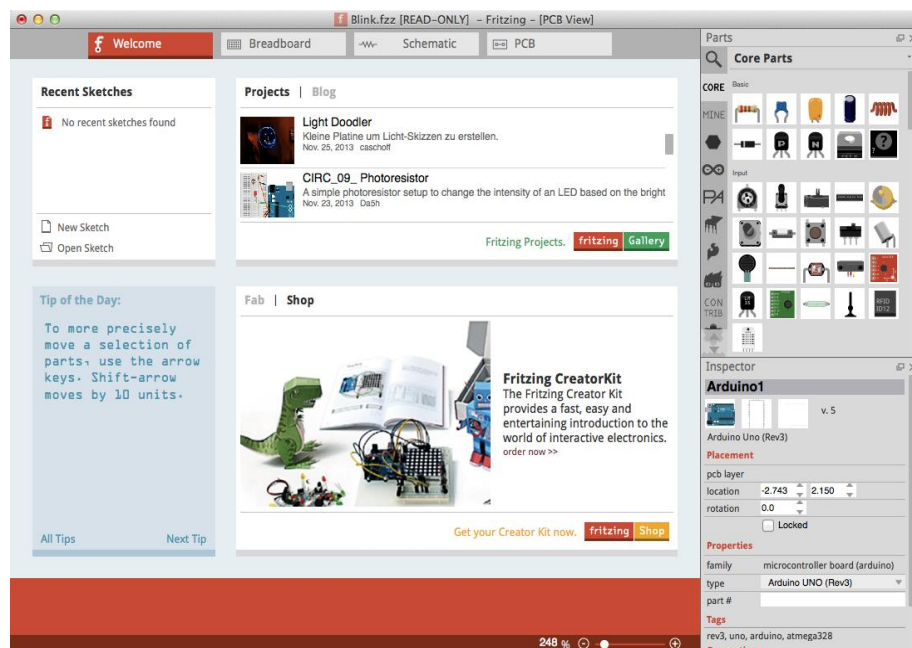
Según (fritzing.com) Fritzing es el programa por excelencia para la realización de esquemas eléctricos en proyectos con Arduino y es open source. Dispone bibliotecas con la mayoría de componentes, incluido los propios Arduino, placas de conexiones, led, motores, displays, etc. Además permite hacer esquemas eléctricos, diseñar nuestro PCB final y un sinfín de opciones que convierten a este programa en una herramienta muy útil.

También permite obtener el esquema eléctrico, listado de

componente usados y el diagrama para poder fabricar la PCB. Luego se puede solicitar la realización de la pcb con el servicio Fritzing Fab. Este permitiría diseñar un shield propio y que a su vez puede ser construido

Como se mencionó antes para generar una simulación de un sistema portable para la corrección de los movimientos involuntarios a nivel de la mano se decidió optar por materiales fáciles de obtener para en una futura implementación se proceda a abaratar costos, basado en Arduino se necesita generar el sistema el cual contrarreste estos movimientos, el cual se basa en el uso del sensor de inclinación y motores para la autocorrección de los mismos.

**FIGURA N° 24**  
**INTERFAZ DE INICIO DE FRITZING**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

## 4.3 Proceso de simulación

### 4.3.1 Adquisición de datos

En esta primera etapa, inicia el proceso con la simulación del movimiento involuntario proveniente de la mano que realiza las personas

que padecen del trastorno del Parkinson, la cual es captada mediante el sensor de inclinación y a su vez envía la información hacia la placa Arduino uno.

El sensor de inclinación que se propone para la simulación es el 28036 el cuál es un instrumento que mide la posición de inclinación con referencia a la gravedad tomando en cuenta el principio del trastorno del Parkinson basado en el movimiento involuntario ocasionado por el desorden de los nervios.

Permite una fácil detección de orientación o inclinación debido al uso de interruptores de mercurio o conocidos como interruptores de inclinación o sensores de bola rodante.

**FIGURA N° 25**  
**SENSOR TILT SERIE 28036**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Este modelo hace uso de 2 leds, los cuales simularán el sentido en el que se genera el movimiento del Parkinson con los valores que afectan al organismo, entre los que se tiene el nivel de frecuencia, tiempo y grados que se ejecutan durante la aparición de este trastorno.

#### **4.3.2 Toma de decisiones**

El proceso de la toma de decisiones se produce en la placa

microcontroladora (Arduino), la cual recibe la información enviada por el sensor de inclinación esta viene calibrada en 2 procesos ON/OFF, cuando la placa microcontroladora detecta un cambio realiza el estado del sensor de inclinación esta la detecta en grados y este a su vez envía una respuesta hacia el motor que se está usando traduciendo los datos que recibe en información entendible para el motor el cual ejerce una fuerza determinada como se muestra en la tabla N° 18 comparándola con los grados de inclinación que detecta el sensor .

**FIGURA N° 26**  
**ARDUINO UNO**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

#### **4.3.3 Proceso**

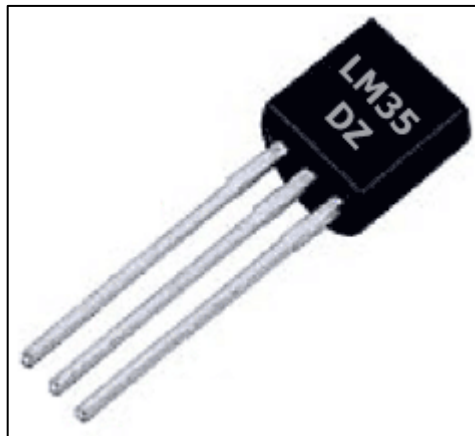
La implementación de un motor el cual puede ser configurado para implementar una fuerza como se indica en la tabla N° 18 el cual tiene como finalidad contrarrestar el movimiento involuntario, este debe ser calibrado previo al inicio de la corrección debido a que se encuentra enfatizado en el nivel 3 de Parkinson en el cual se indica que se presenta una inestabilidad postural, es decir los síntomas notables, pero el paciente es físicamente independiente.

La manera en la cual el motor contrarrestara este movimiento es calculando la fuerza necesaria que debe ejercer contra la muñera

teniendo en cuenta ciertos valores.

Se acopla un medidor de temperatura, este permite controlar el nivel de temperatura al cual funciona de manera óptima el sensor de inclinación, teniendo en mente que el sensor capta la variación interna emitida por la persona la cual vaya a utilizar el producto como la variación del ecosistema, debido a que el sensor de inclinación trabaja con mercurio el cual se dilata por las altas temperaturas y empezar a generar valores erróneos.

**FIGURA N° 27**  
**SENSOR DE TEMPERATURA LM35-DZ**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Cuando el motor recepta las señales de temblor de una mano en reposo que son características de la enfermedad de Parkinson (grados de movimiento oscilantes entre 10° o 15° grados), el sistema envía señales hacia los leds ubicados en la placa los cuales dependiendo de la orientación hacia donde se genere el movimiento encenderán.

**FIGURA N° 28**  
**MOTOR STEPPER EBK-51**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

#### **4.4 Procesos de funcionamiento**

La generación del movimiento involuntario recreado mediante el uso de un sensor de inclinación y un motor generan valores reales con respecto a la amplitud y el tiempo real que produce el trastorno del Parkinson.

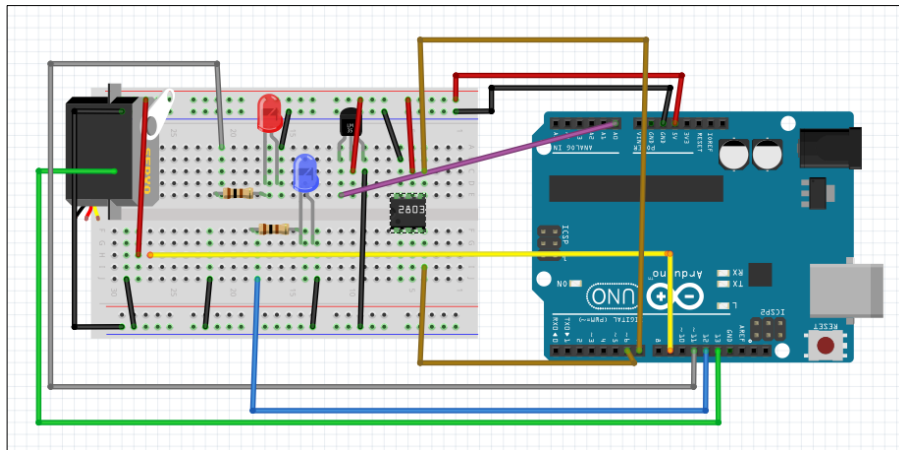
Al percibir un cambio de orientación el sensor de inclinación tiende a seguir su movimiento lo cual viene indicado en este caso por el led el cual será encendido en el momento de detección, este a su vez actuará sobre el motor el cual tiende a girar en forma opuesta al movimiento que se está utilizando.

En este caso el sensor de inclinación consta con una bola de mercurio la cual se balancea y logra detectar un cambio de hasta 20° de inclinación, como se ha hablado anteriormente los niveles del trastorno del Parkinson (tabla N° 14) se pueden tomar en grados de desviación que se sufre teniendo como precedente que a partir de 2° se puede considerar un nivel de Parkinson leve el cual solo afecta a una región del cuerpo.

La validación que se tiene del sensor consta de un nivel máximo de Parkinson (nivel 3) en el cual los síntomas se convierten en

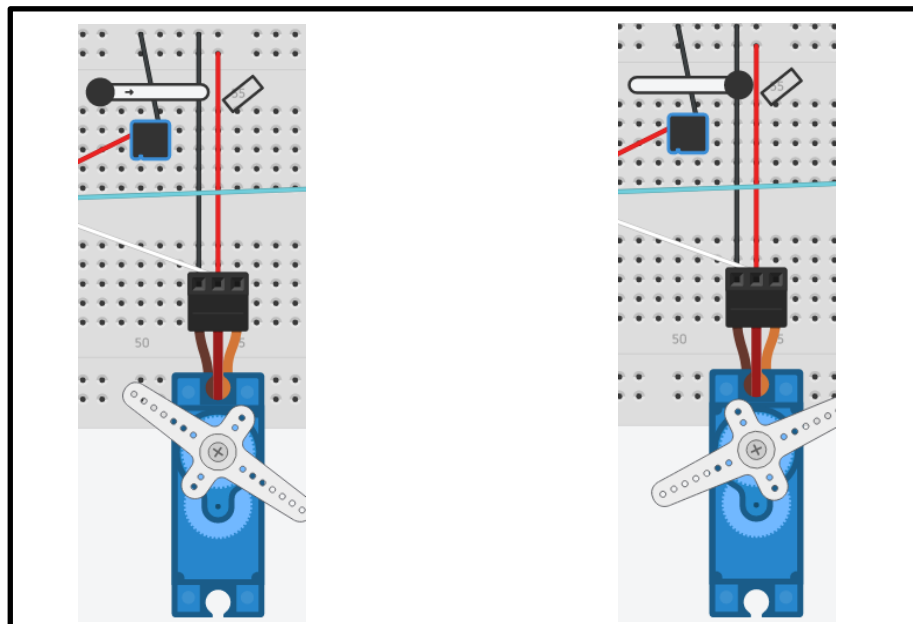
bilaterales, en ese momento el sensor de inclinación se valida con respecto al tiempo que permanece el cambio de posición en un periodo de tiempo cada 3 segundos.

**FIGURA N° 29**  
**ESQUEMA DE LA SIMULACION**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

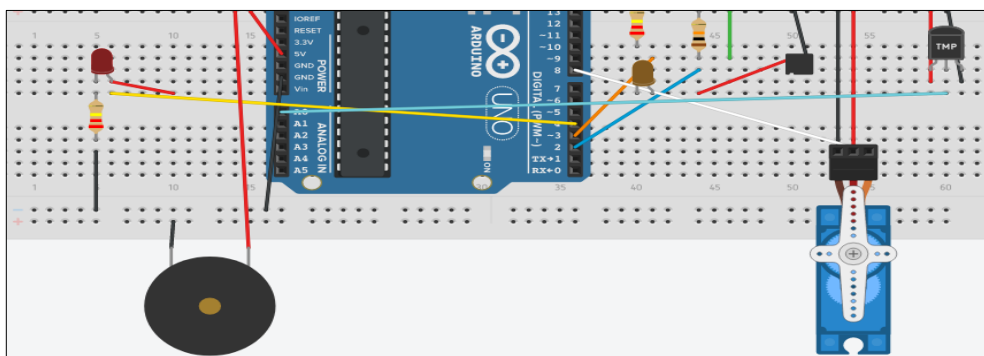
**FIGURA N° 30**  
**MOVIMIENTOS GENERADOS POR LA SIMULACIÓN**  
**MOVIMIENTO IZQUIERDO      MOVIMIENTO DERECHO**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Una vez leído los valores de cambio, el sensor de temperatura actuará en el momento en que el mercurio dentro del sensor pueda llegar a dilatarse lo que procederá a generar valores erróneos como se menciona anteriormente, en el momento que eso suceda generara una alerta mediante el buzzer, esto conlleva a mantener el sensor en un ambiente propicio para evitar fallas generadas por efectos naturales.

**FIGURA N° 31**  
**ESQUEMA DE LA TOTAL CON TODOS LOS COMPONENTES**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

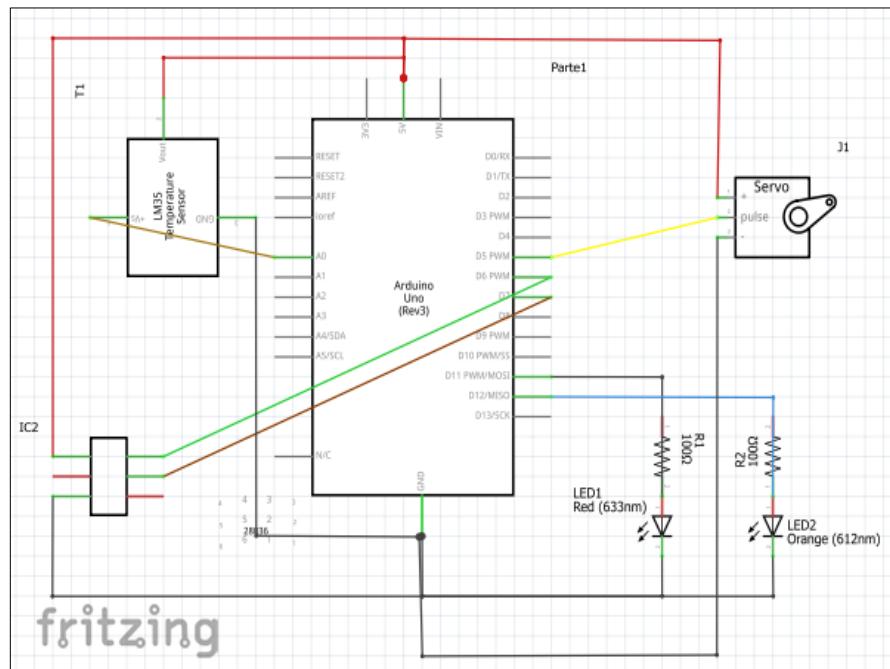
En otras palabras la demostración de la simulación de un sistema portable para contrarrestar los movimientos involuntarios ocasionados a nivel de la mano tiene a ser una alternativa efectiva para generar un movimiento opuesto con el uso de materiales de bajo coste, de esta manera igualando a los productos ya existentes sin embargo manteniendo un tamaño relativamente grande en comparación a los ya existentes.

#### **4.5 Diseño esquemático de la simulación**

La simulación se realiza mediante el diseño esquemático orientado hacia un futuro prototipo utilizando materiales de bajo costo, basado en procesos desde la obtención de los datos hasta la ejecución de las órdenes generadas por el Arduino hacia el motor.

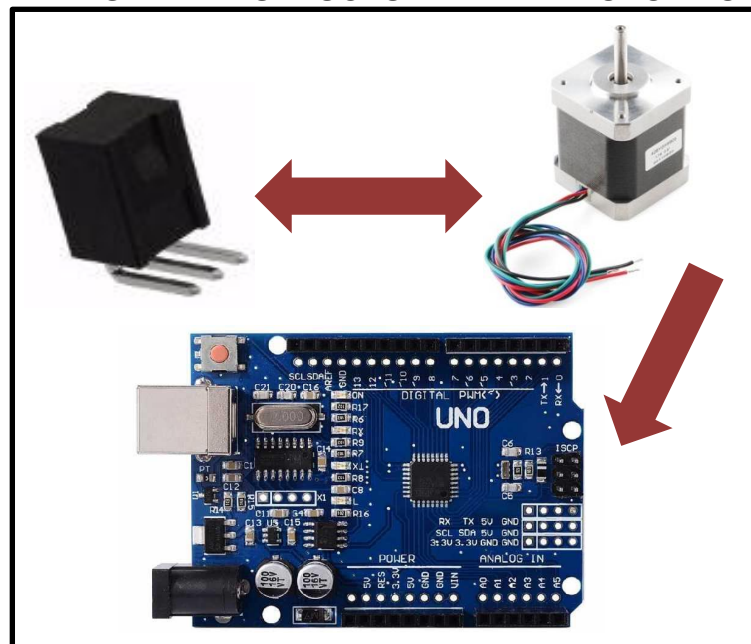


**FIGURA N° 32**  
**DIAGRAMA ESTRUCTURAL DEL PROTOTIPO A SIMULAR**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

**FIGURA N°33**  
**DIAGRAMA ESTRUCTURAL DEL PROTOTIPO**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

## **4.6           Análisis de resultado**

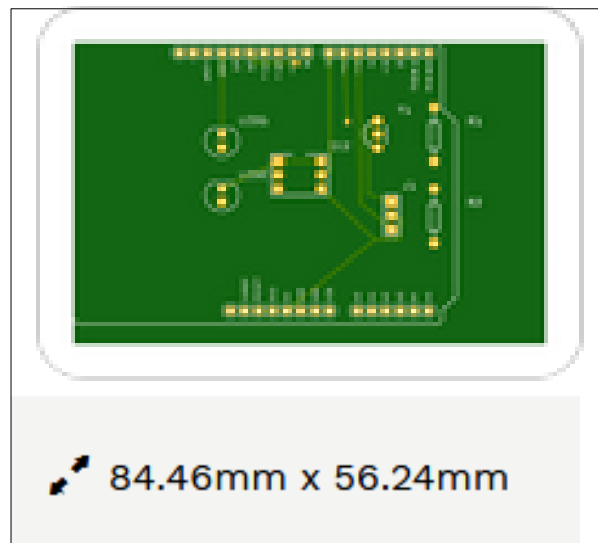
### **4.6.1       Comparación entre simulación y futuro prototipo**

Mediante la simulación mostrada se observa el uso de la placa de Arduino UNO la cual por sus dimensiones genera incomodidad si se la llega a crear para un prototipo, otro de los puntos a recalcar se debe al uso de baterías las cuales no se incorporan al diseño de la simulación sin embargo como se menciona en las recomendaciones una batería de LiPo de 3 celdas es lo recomendable, en la simulación mostrada no se observan las variaciones de temperatura detectadas por el sensor de temperatura, sin embargo en un ambiente físico el cambio de temperatura es notable dependiendo del sector en donde se encuentre , el sensor diseñado para detectar los cambios de variaciones entre el ambiente que lo rodea como la temperatura que emana del cuerpo del usuario.

El uso del motor en la simulación se utiliza mediante un servo motor por limitaciones del programa utilizado, en el diseño para un futuro prototipo se recomienda el uso de un motor stepper EBK-MOTOR-51 debido a la cantidad de torque que puede ejercer para la corrección y equilibrio del sensor de inclinación-

La suma de todos estos componentes tiene un diámetro de 84.46mm x 56.24mm y un peso aproximado de 0.4 kilogramos donde el peso del motor es el que genera un mayor peso para el futuro prototipo.

**FIGURA N° 32**  
**ESQUEMA DE LA SIMULACIÓN**



Fuente: Investigación Desarrollada  
Elaborado por: Rendón Riofrío Geovanny David

Con la inclusión de este tema en varios foros acerca del Parkinson en Guayaquil muchas personas indicaban sentirse felices al enterarse que ahora podría ser posible basarse en esta propuesta para la creación en un futuro de sistemas para contrarrestar el Parkinson y que pueda brindar una ayuda debido a que muchas veces existen complejidades o agravamientos de personas que padezcan o crean padecer este trastorno.

#### **4.7 Conclusiones**

Durante la elaboración de la simulación se consiguió realizar una medición y corrección entre la simulación del movimiento involuntario del trastorno del Parkinson y la simulación de la corrección del mismo (internamente componentes de Arduino mediante Tinkercad) a su vez se puede observar mediante el fritzing como sería el modelado del mismo. Teniendo en cuenta las ventajas (valor relativamente barato de los componentes) y las desventajas (tiende a ser de un tamaño un poco mayor a gyrolove ya existente) es un proyecto fiable para una futura construcción de prototipo.

Mediante las investigaciones realizadas y los datos arrojados por las encuestas, se aprecia una alta demanda de parte de los pacientes que padecen de este trastorno por obtener un dispositivo que les ayude a contrarrestar los temblores ocasionados además de que sea generado y expendido a un bajo costo y de igual eficiencia de productos existentes en el mercado.

La utilización de los programas previamente mencionados se da debido a la facilidad de uso, licencias libres y la ventaja de que ambos pueden generar datos reales ya sea con respecto a la simulación del Parkinson como el diseño y modelado de un futuro prototipo, sin embargo no se puede demostrar su eficiencia con el uso de componentes reales debido a las limitaciones que presentan estos software.

En conclusión los datos obtenidos por la simulación demuestran una eficacia muy alta para la corrección del trastorno del Parkinson debido a los materiales utilizados los cuales son materiales ideales para una futura elaboración de prototipo, a su vez la implementación de estos en el mundo real puede variar debido a varios aspectos que presente la persona que vaya a utilizar el prototipo tales como ubicación geográfica, nivel de trastorno y otros problemas ocasionados por la edad, sin embargo en un ambiente idóneo generará la ayuda oportuna.

#### **4.8 Recomendaciones**

1. Las mediciones de los temblores pueden ser afectadas por diversos factores como lo son el estrés, temor o frío y esto suele arrojar valores de relleno los cuales generan incoherencias a la hora de las correcciones.
2. La implementación de un sensor de inclinación valida máximo hasta el Parkinson de nivel 3 debido al cambio brusco que

generan los niveles superiores los cuales varían tanto en tiempo como en fuerza.

3. El uso del buzzer como sistema de alarma en el caso que el nivel de temperatura exceda puede ser remplazado con un led que varíe entre los niveles óptimos que este pueda funcionar.
4. Al ser un sistema portable se deben de corregir aspectos tales como el nivel de consumo de cada componente, sabiendo que se enviarán y receptaran valores constantemente, en la simulación presente se demuestra mediante el uso directo de 5v hacia el Arduino no existe una demostración de cómo funciona sin una batería, el uso de la batería se recomienda que sea una batería de LiPo de 3 celdas recordando que el componente de mayor consumo es el motor por la cantidad de fuerza que tiene que ejercer dependiendo del caso para el cual haya sido calibrado.

**ANEXOS**

## **ANEXO N°1**

### **FORMATO DE LA ENCUESTA**

**1.- Sabe usted de que trata el trastorno del Parkinson**

- Si
- No

**2.- Considera usted que las limitaciones serias producidas por el trastorno del Parkinson son**

- Leves
- Medias
- Graves

**3.- En que rango se encuentran las personas que sufren del trastorno del Parkinson**

- Menos de 15 años
- 16 – 30 años
- 16 – 30 años
- 16 – 30 años
- Más de 50 años

**4.- Conoce usted tecnologías que ayuden a tratar el trastorno del Parkinson**

- Si
- No

**5.- Considera que en Ecuador existe la tecnología necesaria para el trastorno del Parkinson**

- Si
- No

**6.- Qué factores le limitarían adquirir alguno de los equipos para contrarrestar los efectos del trastorno del Parkinson**

- Económico
- Funcionalidad
- Facilidad de uso
- Conocimiento

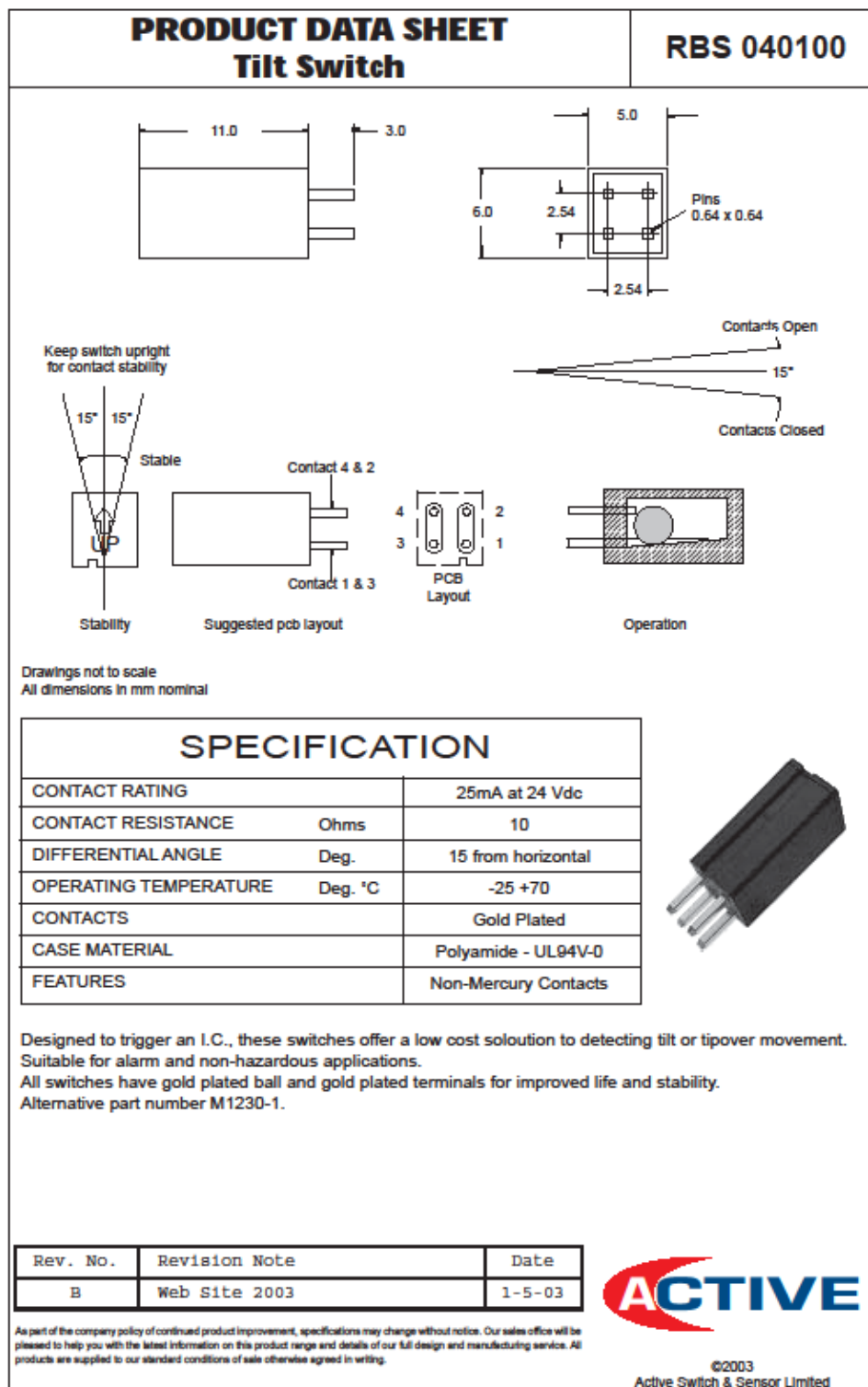
**7.- Si alguna de las personas que usted conozca padece del trastorno del Parkinson ¿Cuál de los siguientes medios le recomendaría?**

- **STEADY SPOON(Cuchara estabilizadora)**
- **EMMA'S WATCH(Reloj pulsera estabilizadora)**
- **GYROGLOVE(Guante estabilizador)**
- **Estimulador cerebral profundo (Estimulación a través de electrodos)**



## ANEXO N°2

### DATASHEET TILT SWITCH



## ANEXO N°3

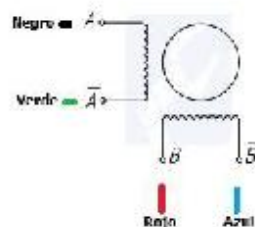
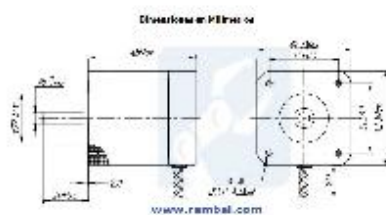
### DATASHEET STEPPER MOTOR



## Stepper Motor NEMA 17



Paso angulo (grados): 1,8° por paso.  
 Alta resolución : 200 pasos por vuelta.  
 Bipolar .  
 2- Fase.  
 Voltaje: 3.75V.  
 Corriente nominal: 1,3 Amper / Fase.  
 Diámetro 5mm Drive Shaft (EJE).  
 Largo del cuerpo (sin eje): 48 mm  
 Par de torsion max. : 5,1 Kg-cm.  
 NEMA 17 factor de forma.



## ANEXO N°4

### PROGRAMACIÓN

```

#include <Wire.h>
#include <Servo.h>

int SensorPin = 2;
int LEDPinY = 4;
int LEDPinR = 3;
Servo servoMotor;
int sensortemp = 0;

int LEDstate = HIGH;
int reading;
int previous = LOW;

long time = 0;
long debounce = 50;

void setup()
{
  pinMode(SensorPin, INPUT);
  digitalWrite(SensorPin, HIGH);
  pinMode(LEDPinY, OUTPUT);
  pinMode(LEDPinR, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  servoMotor.attach(8);
}

void loop()
{
  int lectura = analogRead(sensortemp);
  float voltaje = 5.0 / 1024 * lectura ;
  float temp = voltaje * 100 - 50 ;
  Serial.println(temp) ; delay(1000);
  int switchstate;
  reading = digitalRead(SensorPin);
  if (reading != previous) {
    time = millis();
  }

  if ((millis() - time) > debounce) {

    switchstate = reading;

    if (switchstate == LOW){
      LEDstate = HIGH;
      LEDPinY = LEDstate;
      servoMotor.write(55);
    }
  }
}

```

```
// Esperamos 1 segundo
delay(100);
}else{
LEDstate = HIGH;

servoMotor.write(120);
  LEDPinR = LEDstate;
// Esperamos 1 segundo
delay(1000);
}
}
digitalWrite(LEDPinY, LEDstate);
  Serial.print("LED State: ");
digitalWrite(LEDPinR, LEDstate);
  Serial.print("LED State: ");
  Serial.println(LEDstate);
      Serial.print("Millis: ");
      Serial.println(millis());
          Serial.print("Time: ");
          Serial.println(time);

Serial.println();
previous = reading;
}
```

## Bibliografía

- Carvajal, L. (Enero de 2013).** Libro, El método deductivo de investigación. <http://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>
- Contreras Roldán. (2017).** Repositorio, Selección del diseño muestral en <http://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/1481>
- De la Hoz. (2015).** PDF, Uso de redes sociales en el proceso de enseñanza y aprendizaje por los estudiantes y profesores de la Universidad Antonio Nariño. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373544191008>
- Diario El Comercio. (11 de julio de 2014).** Artículo de revista, Cuchara inteligente es la ayuda ideal para las personas con párkinson <http://www.elcomercio.com/guaifai/cuchara-inteligente-ayuda-ideal-personas.html>.
- Diario El Comercio. (11 de 04 de 2015).** Artículo de revista, Un diagnóstico a tiempo es la mejor forma de ayudar a los pacientes con párkinson. <http://www.elcomercio.com/tendencias/diagnostico-pacientes-parkinson-salud-neurodegenerativa.html>
- East, S. (19 de febrero de 2016).** Entrevista, All about GyroGlove. <https://edition.cnn.com/2016/02/16/health/gyroglove-parkinsons-tremors-feat/index.html>
- Ferrer Jesús . (2010).** Repositorio, Conceptos básicos de la metodología de la investigación . <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16701/LECT133.pdf?sequence=1>
- Franco Y. (27 de 06 de 2014).** Tesis de investigacion. Obtenido de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/poblacion-y-muestra-tamayo-y-tamayo.html>

- Jacqueline Wigodski . (2010).** Artículo de investigación, Metodología de la investigación  
<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>
- Jose Cegarra Sánchez. (Febrero del 2012).** PDF, Método hipotético-deductivo [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=YROO\\_q6-wzgC&oi=fnd&pg=PA81&dq=M%C3%A9todo+hipot%C3%A9tico-deductivo&ots=Y219LwbMR&sig=JDVe6xhNGUaVTjxmp1w\\_WDT8OVk#v=onepage&q=M%C3%A9todo%20hipot%C3%A9tico-deductivo&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=YROO_q6-wzgC&oi=fnd&pg=PA81&dq=M%C3%A9todo+hipot%C3%A9tico-deductivo&ots=Y219LwbMR&sig=JDVe6xhNGUaVTjxmp1w_WDT8OVk#v=onepage&q=M%C3%A9todo%20hipot%C3%A9tico-deductivo&f=false) PG 82
- Maldonado Rangel Vanessa. (03 de 06 de 2013).** Artículo de revista, Investigación Hemerográfica. UNAM.  
<https://optoetria1102.wordpress.com/tag/httpnm-unam-mxindex-phpinvestigacion-hemerografica/>
- Parkinson's Disease Foundation. (2012).** Sitio Web,  
<http://parkinson.org/understanding-parkinsons/what-is-parkinsons>
- Perla Morena Castilla . (18 de junio de 2013)** PDF, El trastorno del Parkinson.  
<http://www.insp.mx/geriatria/acervo/pdf/Enfermedad%20de%20Parkinson.pdf> PG 25
- Pluta, R. M., & Perazza, W. G. D. (2011).** PDF, Estimulación cerebral profunda.  
<https://sites.jamanetwork.com/spanish-patient-pages/2011/hoja-para-el-paciente-de-jama-110216.pdf> PG 732