

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**DEFINICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES PARA EL
DISEÑO DE UN DISPOSITIVO ELECTRO MEDICINAL PARA PREVENIR EL
SINDROME DEL TUNEL CARIANO**

INGRID TAPAYURI MURCIA*
NICOLAS GUEVARA PALOMINO**
STEWART PINTO MARTINEZ**

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERIA
****INGENIERIA ELECTRONICA**
***INGENIERIA INDUSTRIAL**
BOGOTÁ, D.C.
2017

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**DEFINICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES PARA EL
DISEÑO DE UN DISPOSITIVO ELECTRO MEDICINAL PARA PREVENIR EL
SINDROME DEL TUNEL CARPIANO**

**INGRID TAPAYURI MURCIA*
NICOLAS GUEVARA PALOMINO**
STEWART PINTO MARTINEZ****

Anteproyecto de Investigación

**ARMANDO MATEUS
Magister en Ingeniería Electrónica y de Computadores**

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERIA
**INGENIERIA ELECTRONICA
*INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2017**

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

TABLA DE CONTENIDO

1. TITULO DE LA INVESTIGACION.....	4
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	4
2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	4
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	5
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
4. JUSTIFICACION Y DELIMITACION DE LA INVESTIGACION.....	5
4.1 JUSTIFICACION.....	5
4.2 DELIMITACION.....	6
5. MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACION	6
5.1 MARCO TEORICO.....	6
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	8
5.3 MARCO LEGAL.....	9
6. TIPO DE INVESTIGACION.....	9
6.1 INVESTIGACION DE LA INFORMACION	10
7. CUADRO METODOLOGICO.....	11
8. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	13
8.1 SISTEMAS REQUERIDOS PARA EL DISEÑO.....	14
9. DISEÑO.....	33
9.1 PROCEDIMIENTO TEORICO DE DISEÑO	33
9.2 REQUERIMIENTOS MATERIALES EN DISEÑO.....	34
9.3 DISEÑO FINAL PROPUESTO.....	35
10. CRONOGRAMA.....	36
11. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO.....	37
11.1 CONCLUSIONES.....	37
11.2 TRABAJO A FUTURO.....	37
12. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFIA).....	38

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1. TITULO DE LA INVESTIGACION

Definición los requerimientos y especificaciones para el diseño e investigación de un dispositivo electro medicinal para prevenir el síndrome del túnel carpiano.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El síndrome del túnel carpiano (STC) se ha constituido en un problema común dentro de entornos laborales de oficina. Si bien existen programas de capacitación para la prevención del STC, los mismos no han sido efectivos, debido a la poca apropiación de “buenas prácticas” laborales por parte de trabajadores. El empleo de tecnologías tales como sistemas embebidos, presenta nuevas posibilidades para la prevención del síndrome.

A partir de los trabajos realizados en la Universidad de Buenos Aires (UBA) se realizó un estudio general sobre el STC lo cual ayudo a determinar la visión del proyecto. Fuentes oficiales¹ indican que el STC constituye una problemática de carácter mundial, afectando principalmente a personas en el rango de edades de los 25 a 74 años. En un estudio realizado en Suecia² aplicado a una población de 3000 personas, incluyendo ellos hombres y mujeres, se obtuvo como resultado final un estimativo del estudio que 1 de cada 5 personas tiende a sufrir del STC.

Esta enfermedad sigue en aumento sin ninguna prevención eficiente y que sea utilizada por las personas, la mayoría de los casos son producidos por actividades de oficina en donde la más común son los movimientos repetitivos los cuales pueden llevar a que los trabajadores a sufrir del STC, para ello necesitan una prevención³.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo utilizar los sistemas embebidos en la prevención del STC para las personas de oficina que realizan esfuerzos en sus manos?

¹ Asociación española de fisioterapeutas., El síndrome de túnel del carpo [Artículo en línea], recuperado de: <http://www.aefi.net/fisioterapiaysalud/sindrometuneldecarpo.aspx>

² A. Gómez Conesa. Socia AEF n.º 776 M.F., Serrano Gisbert. Socia AEF n.º 1.111, artículo síndrome del túnel carpiano, 2017

³ Science direct, Carga de la enfermedad atribuible al síndrome de túnel del carpo en la población trabajadora colombiana [Artículo en línea] recuperado de: <https://www.ispor.org/ValueInHealth/ShowValueInHealth.aspx?issue=BFF97D74-017D-48A4-AD2E-40EF4424B307>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

Definir los requerimientos y especificaciones para el diseño de un dispositivo electro medicinal para prevenir el STC en entornos de trabajo de oficina.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar de los requerimientos para un producto tecnológico para la prevención del STC.(requerimientos técnicos)
- Seleccionar la tecnología electrónica y de software conveniente para el diseño del producto.
- Definir las técnicas de ergonomía para llevar el producto a un estándar de calidad y que cumpla con los requerimientos.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. JUSTIFICACIÓN

El motivo del diseño de un dispositivo electro medicinal ha sido por la gran importancia que presenta la mano para realizar actividades de la vida diaria, básicas e incluso aquellas en el ámbito laboral. El STC afecta la funcionalidad de las manos, provocando discapacidad en el miembro o extremidad superior del cuerpo humano. Por esta razón, es necesario realizar un diseño descriptivo que aporte de manera preventiva a reducir el STC, compilar datos de artículos científicos y técnicos, escoger la tecnología adecuada para el diseño e innovación del producto que beneficie una población que a diario se ve afectada con este síndrome.

La propuesta del diseño es de gran viabilidad porque en el mercado actual existen prototipos comerciales muy limitados como férulas, muñequeras entre otros sistemas de prevención que solo ayudan al usuario ergonómicamente y no existe algún producto donde sea totalmente portable y automático, que el usuario tenga control total de sus movimientos repetitivos.

El diseño será innovador porque se realiza una fusión de diversas ramas como la ergonomía, fisioterapia y electro medicina. Áreas que se usaran para llegar a la solución de la problemática. Magneprotec impactara en el mercado ya que sus estudios serán apoyados por docentes expertos en el área de electrónica, automatización, diseñadores industriales y aporte de profesionales en fisioterapia. Un producto de este tipo aporta a la prevención de la salud y abre puertas a la innovación.

¿POR QUE UN ENFOQUE HACIA LA PREVENCIÓN DEL STC?

De acuerdo a visitas realizadas, a profesionales de la salud e investigaciones en artículos científicos, hemos determinado, combatir el STC de manera preventiva, encontramos que los pacientes que asisten donde un profesional es porque ya tienen

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

los síntomas o padecen de la patología y requieren de terapias intensivas e incluso intervenir quirúrgicamente.

El diseño tiene como objetivo principal prevenir el síndrome, logrando crear una tendencia y conciencia en los trabajadores o personas más expuestas a esta enfermedad para los cuales la utilización del producto sea una parte importante del trabajo y evitar que lleguen a ser diagnosticados y entrar en tratamientos.

En Colombia es alarmante la estadística, el 30% de incapacidades temporales es por el STC, por tal razón el objetivo general es, prevenir y disminuir esta cifra que afecta con mayor causa a personal de oficina en primera medida, personal de aseo, personas que realizan procesamiento de alimentos, conductores y demás personal que realice trabajos repetitivos con las manos.

4.2. DELIMITACIÓN

Dada las características propuestas por el seminario del cual este proyecto hace parte se encuentra con un limitante de 3 semanas para el desarrollo completo del proyecto propuesto. El desarrollo del proyecto se centra trabajadores de oficina que realicen esfuerzos excesivos y repetitivos en sus manos, no se pretende realizar pruebas en personas debido al limitante de tiempo, el proyecto tampoco busca llegar a una implementación física ya que sería necesario contar con materiales y equipos especializadas para realizar las mejoras y la implementación de tecnología en el prototipo trabajado en las etapas anteriores.

Este estudio pretender realizar la investigación sobre los productos ofertados a nivel local (Bogotá).

5. MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACION

5.1 MARCO TEORICO

El STC es la compresión del nervio mediano que atraviesa el ligamento transversal carpiano, más conocido como el túnel del carpo. El nervio mediano viaja desde el antebrazo hasta el interior de la mano, este nervio tiene el control de las sensaciones de los dedos pulgar, índice y medio, por el mismo túnel viajan otros tendones que son encargados de flexionar la mano. El túnel del carpo es muy estrecho, en pocas palabras es un túnel en la muñeca, las paredes del túnel esta cubiertas por un tejido llamado ligamento carpiano.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

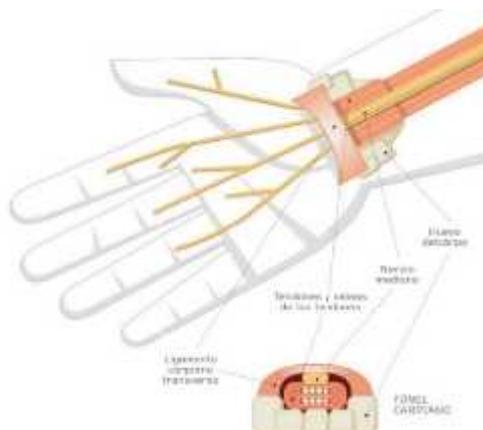


Figura 1– [Síndrome del túnel del Carpio]⁴

El STC es causado por la inflamación del nervio mediano o los tendones que atraviesan el túnel, existen varias causas de la patología pero la principal causa es por movimientos repetitivos, donde el nervio es comprimido por los tendones dentro del túnel, esto genera inflamación y ocasiona dolor, hormigueo y puede llegar a pérdida de sensibilidad.

Electro estimulación es una técnica mediante impulsos eléctricos, que es usada para provocar contracciones musculares con fines terapéuticos originalmente, con el pasar de los años y estudios e investigaciones en el área, la electro estimulación ha tenido otros usos, como gimnasia pasiva y estética⁵.

La electro estimulación muscular es basada en el principio de funcionamiento de impulsos eléctricos, generados por medio de frecuencias y amplitudes eléctricas, existe en el mercado diferentes tipos de electro estimuladores como el EMS (estimulación neuromuscular) y el TENS (estimulación eléctrica transcutánea nerviosa), estos dos son utilizados para diferentes fines, de igual manera generan endorfinas⁶.

La selección de la frecuencia exacta es importante al momento de realizar la estimulación muscular, para el diseño de Magneprotec el software se le asignaran las frecuencias bajas. El propósito de Magneprotec es generar una relajación muscular en la parte donde se presenta el esfuerzo. El usuario podrá escoger otra frecuencia si lo desea por medio de la aplicación Magneprotec1.0, estos datos de las frecuencias son obtenidos de la organización i-tech medical división, es una compañía mundial que desarrolla dispositivos médicos de alto nivel.⁷

⁴ Imagen recuperada de: Ugt Catalunya, Síndrome del túnel carpiano laboral. 2009

⁵ Sanitas, ¿para qué sirve la electroestimulación? [Artículo en línea] recuperado de:

<http://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/estetica/electroestimulacion.html>

⁶ Efisioterapia, Electroestimulación y fisioterapia [Artículo en línea] recuperado de:

<http://www.efisioterapia.net/articulos/electroestimulacion-y-fisioterapia>

⁷ I-Tech medical división., electro estimulación [Artículo en línea] recuperado de:

http://www.itechmedicaldivision.com/es/electroestimulacion_muscular_tipos_de_frecuencia_y_efectos-t-7.html

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Frecuencia	Tiempo de contracción	objetivo
1 a 4 Hz	10 a 15 segundos	Con esta frecuencia el usuario obtiene una relajación en el musculo del túnel carpiano y aumenta la circulación sanguínea.
5 a 8 Hz	10 a 15 minutos	Excelente frecuencia para obtener un efecto o estimulación de las endorfinas e ideal para una buena relajación del musculo, se obtiene mayor circulación sanguínea que la frecuencia de 1 a 4 Hz.
8 a 40 Hz	5 a 10 minutos	En este rango de frecuencia ya se obtiene la mayor circulación sanguínea y una contracción o activación muscular, oxigenación de los tejidos
40 a 120 Hz	10 minutos con aplicaciones en trenes de 1000Ms.	Conocida como frecuencia alta en la electro estimulación, esta frecuencia es usada para recuperación y activación del musculo, por tanto se requiere una frecuencia alta, esta frecuencia se recomienda para fisioterapias donde el paciente necesita retomar alguna activación de sus músculos.

Tabla 1– [Variables a las frecuencias]

Cada año va en aumento los casos del STC en los trabajadores de oficina de acuerdo con el estudio, de 507 diagnósticos hechos en el 2000, se pasó a 1.790 en el 2002 (un incremento del 253 por ciento)⁸.

5.2 MARCO CONCEPTUAL

Sistemas embebidos: Son sistemas electrónicos diseñados para realizar funciones específicas, dispositivos integrados en productos que controlan una o varias funciones con recursos limitados.⁹

Electromedicina: Es una rama de la ciencia que ofrece nuevas alternativas que ayudan a tratar o diagnosticar diferentes padecimientos con la tecnología, es la encargada del desarrollo, aplicación, mantenimiento, gestión de los equipos y accesorios médicos.¹⁰

⁸ S. Perilla Santamaría, Crecen enfermedades profesionales, El tiempo, 25 de Junio de 2004.

⁹ J. Perez Sistemas embebidos, [Artículo en línea] recuperado de: http://www.itechmedicaldivision.com/es/electroestimulacion_muscular_tipos_de_frecuencia_y_efectos-t-7.html

¹⁰ Electromedicina [Artículo en línea] recuperado de: <https://www.ecured.cu/Electromedicina>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Ergonomía: Concierno las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomédicas humanas que se relacionan con actividad física incluyendo las posturas de trabajo, manipulación de materiales, movimientos repetitivos.¹¹

Gel Polímero: Mezcla de polímeros totalmente atóxicos a los cuales se les ha incorporado un aceite mineral de grado medicinal. Dicho aceite va fluyendo muy imperceptiblemente desde el interior del gel, conservando una superficie lubricada.¹²

Microcontrolador: Es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S, es decir, se trata de un computador completo en un solo circuito integrado.¹³

Movimientos Repetitivos: lesiones de los músculos, los nervios, los ligamentos y los tendones que se deben a unos movimientos que se realizan de forma reiterada.¹⁴

5.3 MARCO LEGAL

Se deben cumplir con las siguientes leyes y normas:

- Secretaría Distrital de Salud Resolución 434 de 2001 normas para la evaluación e importación de tecnologías biomédicas
- Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología DECRETO 2269 DE 1993.¹⁵

Para normas a nivel nacional se debe cumplir.

- Norma Técnica ISO 10012.¹⁶

Para normas a nivel internacional se debe cumplir:

- RESOLUCIÓN 002434 Decreto 4725 de 2005 reglamentación para equipo biomédico.¹⁷

6. TIPO DE INVESTIGACION

Investigación cualitativa participativa: Es un estudio que se lleva a cabo para solucionar un problema que se ha originado desde hace mucho tiempo debido a que ha sido un gran inconveniente para los trabajadores administrativos en oficina en el cual se busca darle solución y proponiendo un diseño de un prototipo para esta patología del STC.

¹¹ Sociedad colombiana de ergonomía., ergonomía [Artículo en línea] recuperado de: <http://www.sociedadcolombianadeergonomia.com/ergonomia>

¹² Gel polímero soluciones simples a problemas complejos [Artículo en línea] recuperado de: <http://www.ortopediano.com/notas/01.htm>

¹³ Microcontrolador [Artículo en línea] recuperado de: <http://microcontroladores-e.galeon.com/>

¹⁴ Movimientos repetitivos [Artículo en línea] recuperado de: <http://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/que-son-los-movimientos-repetidos/>

¹⁵ I. Velasco Aldana., Normas legales a partir de la constitución política colombiana dispositivos médicos, 2016.

¹⁶ Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC), Norma técnica colombiana NTC-ISO10012, 26 de junio de 2003.

¹⁷ D. Palacio Betancourt., resolución 002434, 21 de Julio de 2006.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

6.1 INVESTIGACION DE LA INFORMACION:

Según la fuente de información en una entrevista con una fisioterapeuta nos describe el STC como una afectación del nervio medio, generando adormecimiento o dolor en los dedos, mano y en algunos casos hasta el codo. A largo plazo el STC puede llevar a la persona a la pérdida total de la fuerza o de la movilidad en sus manos, en cuanto a la prevención de la enfermedad nos recomienda pausas activas, masajes y estiramientos. La manera más común de sufrir de esta enfermedad son los movimientos repetitivos en nuestras manos, en cuanto a las edades de los pacientes, esta se ve desde los 15 años en adelante. Por la categoría de salud en cuanto se acomoda nuestro proyecto está la promoción y prevención de la salud.

Como requerimientos desde el punto de vista profesional el producto se podría utilizar dos veces al día con el fin de relajar y prevenir la inflamación en el nervio medio, podría ser muy útil para personas con movimientos repetitivos en sus manos de 8 horas en adelante, también aclara que sería un producto que beneficiaría a las empresas, debido a que se evita una enfermedad en los trabajadores y así poder desempeñar sus labores por más tiempo.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

7. CUADRO METODOLOGICO

OBJETIVO ESPECÍFICO	ACTIVIDADES	TÉCNICAS ESPECÍFICAS A USAR	ASIGNATURA CORRESPONDIENTE	FUENTE	PRODUCTO O INDICADOR DE LOGRO
		NOMBRE			
Determinación de los requerimientos para un producto tecnológico para la prevención del STC.	<p>Recopilación de información profesional en cuanto al STC.</p> <p>Realizar investigación y análisis</p> <p>Analizar y estudiar el perfil del cliente en específico.</p>	<p>Entrevista con profesional médico.</p> <p>Papers</p> <p>Análisis de la competencia</p>	<p>Innovación tecnológica</p> <p>Gestión tecnológica</p>	<p>Entrevista (Video)</p> <p>(Karen E. Garzón C., José L. Rubiano F., 2015)</p> <p>(Andrés Besedichek, 2017)</p>	<p>Investigación</p> <p>Espina de pescado</p> <p>Cuadro procedimiento comercial manilla ortopédica</p>
Seleccionar la tecnología conveniente para el diseño del producto.	<p>Estudio de las tecnologías a utilizar en el producto.</p> <p>Analizar una solución frente a esta enfermedad dentro del</p>	<p>Estudio información de los sistemas embebidos.</p> <p>Mapa mental</p>	<p>Sistemas digitales I y II</p>	<p>(Venemedia, 2014)</p>	<p>Planteamiento producto (tecnologías)</p> <p>Mapa mental</p>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

	perfil del cliente en específico. Definir el entorno competitivo con base en los análisis e investigaciones	Cuadro cadena de valor	Investigación aplicada	(Web y Empresas Copyright , 2017)	Cuadro cadena de valor
Determinamos las técnicas de ergonomía para llevar el producto a un estándar de calidad y que cumpla con los requerimientos.	Estudio con respecto a producto nivel local y estudio de posibles materiales. Realizar un ficha técnica del producto Estudio y diseño ergonómico para el perfil del cliente en específico.	Estudio mercado Estudio de la ergonomía	Formulación de proyectos Diseño	(Definicion.de , 2008-2017) PDF	Cuadro con especificaciones a nivel local y nacional Ficha técnica del producto Diseño del producto PDF

Tabla 2– [Cuadro metologico]

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Antes de definir nuestra tecnología a utilizar y que esta se acople a nuestro diseño de innovación, es importante conocer algunos factores o situaciones donde nuestro producto estará expuesto. En la figura 2 se aprecia los principales factores que se deben tener en cuenta.



Figura 2

- **Temperatura:** El producto será trabajado con materiales donde la temperatura no afecte el dispositivo ni el proceso pero mucho menos afecte la salud del paciente. Se recomendara al usuario final tener el producto en un lugar fresco ya que puede ocasionar a futuro deterioro del material.

La temperatura donde se realicen trabajos propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17°C y 27 °C. Donde se realicen trabajos ligeros estará entendida entre 14°C y 25°C. La humedad relativa estará comprendida entre el 30% y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%. Los valores y referencias están en distintas normas nacionales e internacionales, por ejemplo: la Norma UNEEN-ISO 7730/199¹⁸.

- **Materiales:** En un estudio de mercado realizado de diferentes sectores de ortopédicos y electro medicina encontramos materiales comerciales y de gran

¹⁸ A. Piñeda Geraldo., G. Montes Panisa., Ergonomía ambiental, 3 de julio de 2014

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

calidad. Para brindar una mejor calidad en materia prima y competir en el mercado.

- **Estética:** Inicialmente se pretender innovar un producto que se encuentra en el mercado, realizaremos un diseño basado en un prototipo existente y pensando el confort del usuario final.
- **Tamaño:** El tamaño del producto será un diseño estándar, donde el usuario sin importar su talla, lo pueda adecuar a su mano sin perder el confort y la estética del producto.
- **Durabilidad:** De acuerdo al uso y cuidado del usuario dependerá la durabilidad del producto, en cuanto a los materiales se debe tener en cuenta los materiales que usamos en el producto como el gel polímero el cual está hecho a base de ciertos polímeros y este mismo se puede cristalizar, la lycra es un excelente material y por sus características hace que este material sea duradero y cumpla dicho requerimiento para nuestro diseño. En cuanto el sistema de electro estimulación por requerimiento de higiene y salud es necesario realizar el cambio de los electrodos constantemente y brindaremos soporte técnico al usuario.
- **Utilidad:** Es un producto de fácil manejo donde el usuario por medio de la aplicación pueda interactuar y tener control total de su actividad, el usuario final podrá hacer de su lugar de trabajo o actividad que se esté realizando en un momento agradable, saludable y confortable.
- **Salud:** El producto será específicamente para prevención del síndrome, de acuerdo a nuestra investigación cuando existe la patología es necesario y recomendable visitar un especialista en el área, el síndrome puede afectar desde el antebrazo hasta los dedos de la mano. De igual manera existes diversas terapias para el postoperatorio y nuestro producto está enfocado a la electro estimulación muscular, confort y ergonomía de la mano.

8.1 SISTEMAS REQUERIDOS PARA EL DISEÑO

Para el diseño del prototipo se analizara por separado cada sistema que se usara.

- El funcionamiento digital de Magneprotec se requiere una tarjeta de desarrollo con un programa que realice instrucciones como establecer una comunicación con la interfaz gráfica. El usuario pueda seleccionar parámetros de Magneprotec y tenga acceso desde su móvil. Las variables que se tendrán en

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

cuenta¹⁹ son las frecuencias y los tiempos de uso estándar para equipos de Electroestimulación. Por motivos de programación estas frecuencias se le asignan nombres, en la tabla 3 se aprecia los nombres de las variables que se asignaron a cada frecuencia con sus respectivos tiempos.

Nombre Variable	Frecuencia	Tiempo de contracción	objetivo
masaje	4 Hz	15 segundos	Con esta frecuencia el usuario obtiene una relajación en el musculo del túnel carpiano y aumenta la circulación sanguínea.
Relajar	8 Hz	15 minutos	Excelente frecuencia para obtener un efecto o estimulación de las endorfinas e ideal para una buena relajación del musculo, se obtiene mayor circulación sanguínea que la frecuencia de 4 Hz.
Rápido	40 Hz	10 minutos	En este rango de frecuencia ya se obtiene la mayor circulación sanguínea y una contracción o activación muscular, oxigenación de los tejidos
extremo	120 Hz	10 minutos	Conocida como frecuencia alta en la electro estimulación, esta frecuencia es usada para recuperación y activación del musculo, por tanto se requiere una frecuencia alta, esta frecuencia se recomienda para fisioterapias donde el paciente necesita retomar alguna activación de sus músculos.

Tabla 3– [Asignación de variables a las frecuencias]

La electroestimulación consiste en impulsos eléctricos que son aplicados en los músculos, las aplicaciones requeridas de Magneprotect son: terapia del dolor y relajación muscular después de una larga jornada de trabajo o de realizar movimientos repetitivos en las manos. Para cada una de estas frecuencias son utilizados impulsos eléctricos específicos. Para todas las frecuencias, la aplicación móvil procederá a iniciar las terapias hasta al final del programa mismo sin necesidad de otras intervenciones por parte del usuario. En la tabla xxx se observa las frecuencias, amplitud y corriente que se requiere para el planteamiento del diseño²⁰.

¹⁹Electroestimulación muscular. Tipos de frecuencia y efectos [Artículo en línea] Recuperado de: http://www.itechmedicaldivision.com/es/electroestimulacion_muscular_tipos_de_frecuencia_y_efectos-t-7.html

²⁰Power explosive. electroestimulación segmental, [Artículo en línea] recuperado de: <http://powerexplosive.com/electro-estimulacion-segmental/>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Nombre Variable	Frecuencia	Corriente	amplitud
Masaje	4 Hz	5m	3V
Relajar	8 Hz	20m	3V
Rápido	40 Hz	60m	3V
Extremo	120 Hz	150m	3V

Tabla 4– [parámetros de la Electroestimulación]

Por otra parte de la tarjeta debe cumplir otros requerimientos como almacenar tiempos de activación y desactivación, generar señal de alarma al usuario. Los requisitos mínimos que debe cumplir la tarjeta para el planteamiento del diseño son:

- Tamaño adecuado de la tarjeta de desarrollo.
- ADC Y DAC, para implementar acelerómetro y giroscopio a futuro.
- Medir intervalos de tiempo, para obtener control de tiempo transcurrido en los eventos del día o semana.
- Protocolo de comunicación UART o SPI. Estos protocolos tienen semejanzas y son los más usados para el tipo de señal que se requiere transmitir.²¹
- Voltaje de operación 3V o 9V.
- Oscilador interno.
- Procesamiento en tiempo real.
- Salida con generador de señal PWM (modulación por ancho de pulso)

Para la selección de un procesador hoy en día no es un problema, existen en el mercado procesadores de bajo consumo para cualquier aplicación y con muy buen rendimiento. Se debe tener en cuenta 3 criterios de selección²².

- **COMPATIBILIDAD:** Que las tecnologías sean compatibles y tengan la misma arquitectura.
- **RENDIMIENTO:** velocidad o rapidez para ejecutar tareas como velocidad del reloj y arquitectura.
- **CONSUMO DE ENERGÍA**

En la figura 2 se observa los requisitos mínimos de la tarjeta de desarrollo que se debe elegir, mediante un diagrama de bloques se plantea el funcionamiento interno de la tarjeta de desarrollo y los requisitos técnicos que deberá cumplir.

²¹ SPI vs UART: similarities and differences (Junio 29 de 2016) [Artículo en línea] Recuperado de: <http://www.totalphase.com/blog/2016/06/spi-vs-uart-similarities-differences/>

²² CCM, Procesador [Artículo en línea] recuperado de: <http://es.ccm.net/contents/397-procesador>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

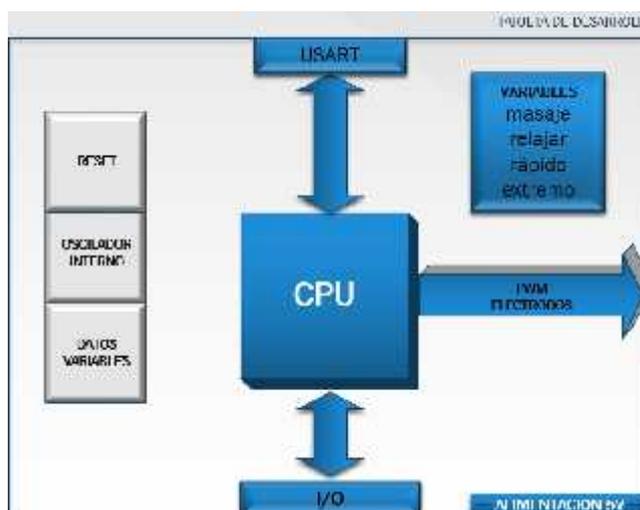


Figura 3– [Diagrama bloques- requisitos mínimos tarjeta de desarrollo]

➤ **TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA:** Para establecer la comunicación del usuario, en este caso es la interfaz gráfica entre la tarjeta de desarrollo, se requiere seleccionar entre diversas tecnologías la más adecuada y que cumpla los siguientes requerimientos.

- Rango de voltaje: 3 a 5v DC (Bajo consumo)
- Distancia de cobertura mínima: 40 metros
- Frecuencia inalámbrica: 2.4GHz o 5GHz (frecuencias estándar)
- Temperatura de operación: -15 °C a 50°C
- Protocolo de comunicación UART, SPI & I2C.

En la gráfica 4 se plantea una lluvia de ideas con las posibles tecnologías existentes en el mercado.

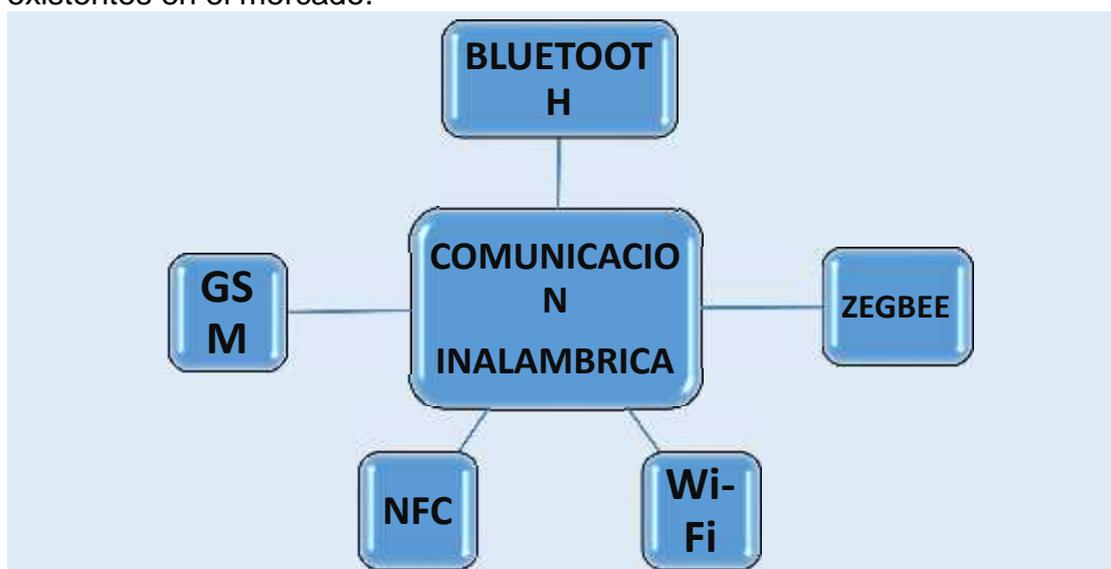


Figura 4 [lluvia ideas de múltiples tecnologías inalámbricas]

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- **INTERFAZ GRAFICA:** En la interfaz gráfica el propósito es diseñar una aplicación móvil que realice la adquisición de datos DAQ, cumpla con las siguientes condiciones:
 - Monitoreo en tiempo real
 - El usuario pueda parametrizar y configurar a Magneprotec desde la interfaz gráfica.
 - La aplicación debe realizar tareas como alertar por fallas, avisar al usuario de sus pausas activas y realizar de la interfaz un software intuitivo.

- **GENERADOR FRECUENCIAS:** Esta es la última etapa del proceso, donde se requiere ser exactos con los parámetros establecidos. Los requerimientos que se deben tener en cuenta son los siguientes:
 - La corriente de fuga máxima permitida en Magneprotec es de 200mA (según normas de seguridad de la NFPA National Fire Protection Association).²³
 - Obtener ondas sinusoidales de igual magnitud pero de frecuencia diferente.
 - Amplitud máxima: 3V
 - Protección en la salida del sistema contra sobretensión o exceso de corriente.

En la figura 5 se plantea por medio de una lluvia de ideas o marco conceptual las posibles soluciones para este proceso.

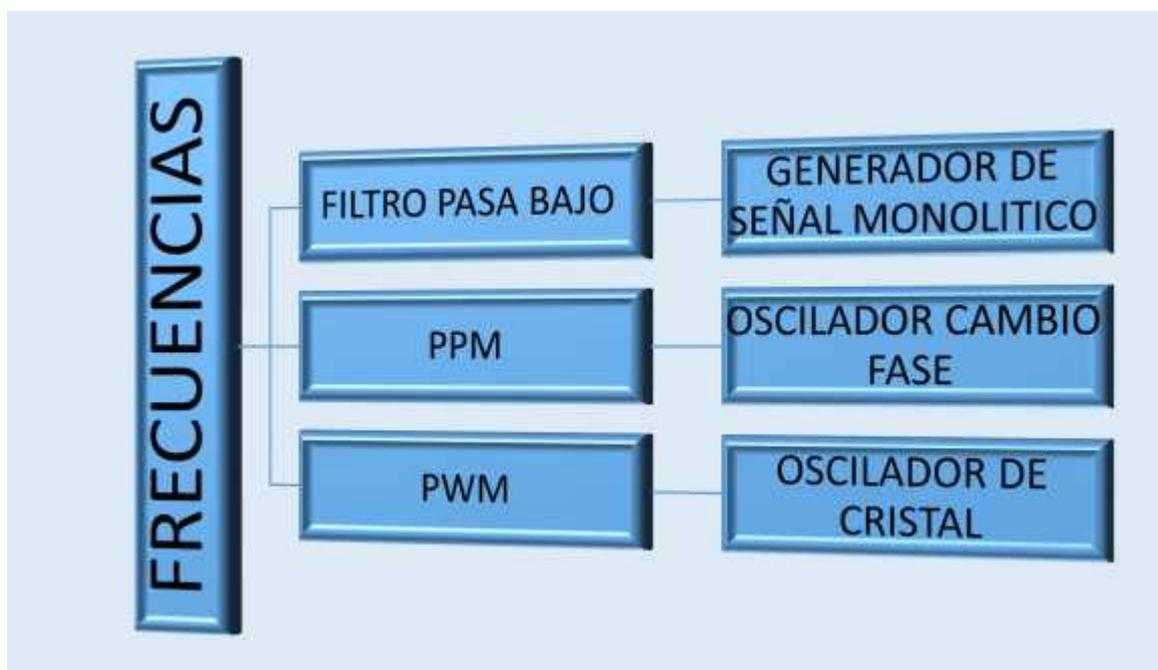


Figura 5

²³ Fluke biomedical, Introduccion a las pruebas de seguridad eléctrica, Marzo de 2014.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

DISEÑO DE MAGNEPROTEC

Para el diseño de Magneprotec, se plantea inicialmente los requerimientos de diseño y se divide por sistemas, con el fin de analizar e identificar cada caso en particular y definir aspectos revelantes del diseño. El diseño del dispositivo electro medicinal se realiza con el fin de innovar algunos productos ortopedicos usados en el mercado. Como resultado la fusion de una manilla ergonomica con un sistema embebido. En la figura 6 se aprecia el desarrollo del diseño.

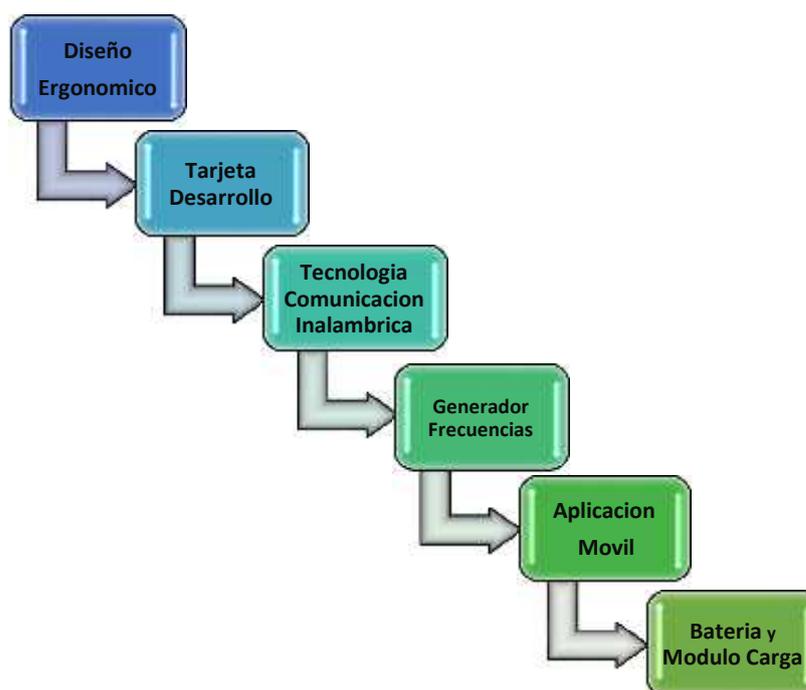


Figura 6 [Proceso Desarrollo Diseño]

Se diseña una manilla ergonomica que cumple con las medidas estandares de la mano²⁴, normas de seguridad, higiene y salud. El prototipo de magneprotec es modelado en el software photoshop teniendo en cuenta los propositos generales de diseño, en la figura 3 se aprecia el modelamiento general de magneprotec.

²⁴ Medidas estándares de pulseras [Artículo en línea] recuperado de:
<http://www.alanaglassbeads.com/es/home/428-las-medidas-estandar-en-pulseras.html>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

DISEÑO ERGONOMICO



Figura 7- [Diseño en 3D]

En la figura 8 se aprecia las medidas del prototipo y su vista en 2D, Al principio el modelamiento tuvo algunos inconvenientes, por que las manos los hombres con respecto a las manos de las mujeres varia en su tamaño, por tal motivo cumpliendo con el requisito que magneprotec se quiere como un producto estandar y no por tallas. Se identificaron las medidas de las muñecas de los dos generos²⁵, de acuerdo a los valores investigados, se procede a definir las medidas de la manilla con el fin de que se adecuara a cualquier mano.

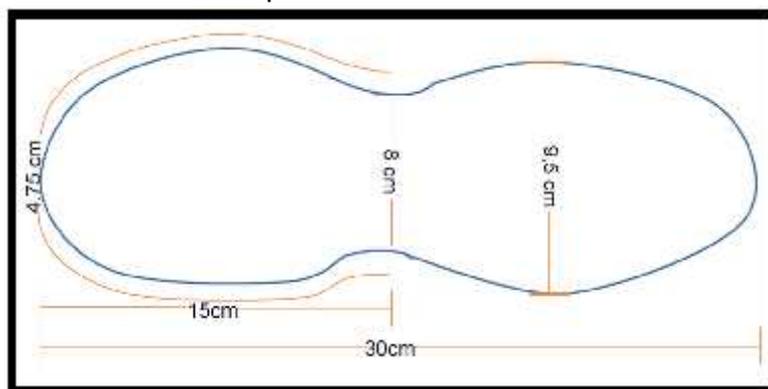


Figura 8- [Dimensiones de Magneprotec]

²⁵ Como medir tu muñeca para una pulsera [Artículo en línea] recuperado de : <http://www.loshilosdetrevi.com/blog/truquito-gatuno-como-medir-tu-muneca-para-una-pulsera>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Figura 9– [vista frontal]

Magneprotec fue diseñado pensando en la ergonomía del usuario, partiendo desde el punto terapéutico, los electrodos se ubican de acuerdo a las recomendaciones de la profesional entrevistada y de los resultados de las investigaciones²⁶, de igual manera los parámetros como frecuencia, corriente y amplitud son programados en la tarjeta de desarrollo. En la figura 10 se puede observar detalladamente los electrodos.



Figura 10– [Vista interna Ubicación de electrodos]

En la figura 6 se aprecia una breve descripción de Magneprotec, el diseño es ergonómico y pensado en el bienestar del usuario, el material de la manilla fue seleccionado teniendo en cuenta los factores a los que estará expuesto el diseño. El material exterior es una tela en VINILO TEXTIL ELÁSTICO NYLON DE POLITAPE (altamente repelentes al agua)²⁷. El criterio de selección se basó en los requerimientos planteados.

Como se aprecia en la figura 11 el material interno del apoyo muñecas es un gel polímero, el criterio de selección se basa en la calidad y durabilidad que brindan los polímeros, Reduce los puntos de presión al fomentar la posición ergonómicamente correcta de la mano. Magneprotec cuenta con un espacio reservado para la tarjeta de desarrollo, las compañías de tarjetas de desarrollo cada vez mejoran sus

²⁶ La sanateca, colocación de los electrodos, 2016.

²⁷ Vinilo textil elástico nylon de politape, [Artículo en línea] recuperado de: <http://www.viniloymtransfer.com/vinilo-textil-de-corte/121-vinilo-textil-elastico-nylon-de-politape.html>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

tecnologías, por tal motivo se plantea a futuro se pueda remplazar el sistema de electrónica o una actualización de hardware.

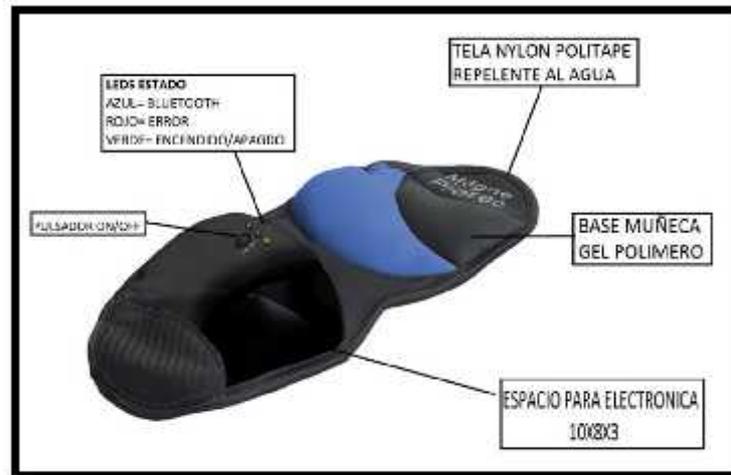


Figura 11– [Vista materiales ergonómicos y estéticos]

DISPOSITIVOS SELECCIONADOS PARA MAGNEPROTEC

En el diseño electrónico se usará una tarjeta de desarrollo como se planteó en los requerimientos, porque una tarjeta de desarrollo puede unificar procesos de automatización y satisfacer necesidades o cumplir con criterios del diseño de magneprotec, una tarjeta de desarrollo ofrece periféricos como USB, LCD, ADC, DAC entre otros, reduce costos en un diseño y más como magneprotec.

Teniendo en cuenta los requerimientos del diseño planteado, la tarjeta seleccionada en el mercado es de la compañía TEXAS INSTRUMENTS, una tarjeta con múltiples funciones y cumple con los requisitos de nuestro diseño, en la figura 12 se aprecia la tarjeta **Launchpad MSP430**.



Figura 12– [Tarjeta MSP430]

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

El proposito es brindar un producto bajo en consumo y costos, con base en los requerimientos planteados se consultaron docentes en el area de digitales y en articulos de especificaciones²⁸, en la tabla 5 se analiza la tarjeta MSP430 con respecto al Arduino Uno, son mas las similitudes que comparaciones en estas tarjetas de desarrollo. Se logra a la seleccion de MSP430 por que nos brinda la velocidad necesaria para el diseño y lo mas importante el costo de la tarjeta es supremamente bajo con respecto al Arduino Uno. A continuacion se puede observar las comparaciones.

	ARDUINO UNO	LAUNCHPAD MSP430
Microcontrolador	ATmega328	MSP430
Bus de datos	8 Bits	16 Bits
Velocidad	16 MHz	16 MHz
Almacenamiento	32 KB	32KB
RAM	2 KB	1 KB
I/O Digitales	14	16
I/O Analogas	8	8
Logica	5V & 3.3V	3.3V
Entorno de desarrollo	Arduino IDE	CodeComposer Energia (Open source)
Referencia	29	30

Tabla 5– [Comparación Arduino uno VS tarjeta MSP430]

El criterio de selección de la tarjeta se basa en costos y rendimiento, MSP430 es una tarjeta de desarrollo de bajo consumo, utiliza un temporizador de 16 bits para PWM en lugar del temporizador de 8 bits del arduino Uno. Launchpads tienen mucho más control sobre el hardware Al igual que Arduino, también posee Shields, pero en este caso se denominan BoosterPacks. Otra ventaja que tiene MSP430 es que puede ser adquirida en la tienda de Texas Instruments por la cantidad de \$10 USD, con el envío internacional incluido³¹.

Es importante elegir los dispositivos externos de la tarjeta de desarrollo teniendo en cuenta la ficha tecnica o datasheet de la tarjeta, un factor relevante al momento de escoger la tarjeta es el protocolo de comunicación que usa la tarjeta y sus componentes externos manejen los mismos protocolos, a continuación se aprecia en la tabla 6 algunos de los protocolos de comunicación mas usados y son compatibles con la tarjeta MSP430 y el modulo bluetooth RN4020 que fue seleccionado.

²⁸ Volcan rivera, comparando Arduino uno con Launchpad MSP430G2, 29 de Julio de 2014.

²⁹ Sigma electrónica Ltda, Arduino uno SMD R3, [Artículo en línea] recuperado de:

<http://www.sigmaelectronica.net/a000073-p-2030.html>

³⁰ Texas instruments, MSP430 launchpadvalue line development kit, [Artículo en línea] recuperado de:

<http://www.ti.com/tool/msp-exp430g2>

³¹ MSP430 Launchpad. [Artículo en línea] recuperado de: <https://galfama.blogspot.com.co/2013/01/msp430-launchpad-el-arduino-de-texas.html>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Estándar	Tipo TX	# Hilos de Señal	Tasa de datos y distancia	Hardware \$	Ejemplo de aplicación
UART	Asincrónico	2	20kbps @ 15m	Medio	Pantalla de diagnóstico
LIN	Asincrónico	2	20 kbps @ 40 m	Medio	Red de subsistemas de lavadoras
SPI	Sincrónico	4+	25 Mbps @ 0.1 m	Bajo	Enlace de chip a chip de alta velocidad
12C	Sincrónico	2	1 Mbps @ 0.5 m	Bajo	Red del sensor del sistema

Tabla 6– [Comparación de protocolos de comunicación]

TECNOLOGIA DE COMUNICACIÓN

Para realizar la comunicación de Magneprotec entre la aplicación móvil, se elige el módulo bluetooth 4.1 RN4020. El criterio de selección de la tecnología se logra por medio de una consulta en el mercado de diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica³², la tecnología de comunicación bluetooth fue seleccionada teniendo en cuenta factores como:

- Bluetooth opera en banda libre de 2.4GHz, la mayoría de dispositivos móviles operan sobre esta frecuencia.
- Dispositivos de bajo costo y consumo.
- Soporta múltiples sistemas operativos.
- Topología de red PICOREDES.

En la figura 13 se observa el módulo bluetooth RN4020 del fabricante Microchip, la imagen es tomada del datasheet del dispositivo³³

³² Bluetooth: criterios de selección y comparativa con otras tecnologías inalámbricas, [Artículo en línea] recuperado de: <http://www.tecnicaindustrial.es/tifrontal/a-4273-Bluetooth--criterios-seleccion-comparativa-tecnologias-inalambricas.aspx>

³³ Microchip, Bluetooth low energy module RN4020. 25 de Marzo de 2014.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Figura 13– [Modulo bluetooth 4.1]

De igual manera se consultaron otras tecnologías de conexiones inalámbricas, como lo son Wifi y zigbee. Estas tecnologías pueden tener mejores características en cuanto a consumo, distancias, topologías de red y entre otras ventajas. Para un usuario que desconozca de redes o topologías, no sería buena idea utilizar las tecnologías mencionadas Wifi y zigbee para el diseño de Magneprotec, se quiere obtener un producto donde el usuario no realice mayor esfuerzo. Que el usuario simplemente tenga acceso a la aplicación móvil desde una plataforma y no tenga que realizar ningún tipo de configuración ni enrutamiento. Con el bluetooth el usuario solamente realiza la conexión o emparejamiento con Magneprotec. En la tabla 7 se aprecia algunas comparaciones de las diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica³⁴.

Comparación de Tecnologías Inalámbricas			
	Wi - Fi	Buetooth	ZigBee
Bandas de Frecuencias	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4GHz, 868/915 MHz
Taza de Transferencia	11Mbps	11Mbps	250kbps (2.4GHz) 40kbps(915MHz) 20kbps(868MHz)
Números de Canales	11 -- 14	79	16(2.4 GHz) 10(915 MHz) 1(868MHz)
Tipos de Datos	Digital	Digital, Audio	Digital (Texto)
Rango de Nodos Internos	100m	10m - 100m	10m - 100m
Números de Dispositivos	32	8	255/65535

³⁴ Is Xbee Zigbee, [Artículo en línea] recuperado de: <http://tutorial.cytron.com.my/2011/03/06/is-xbee-zigbee/>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Requisitos de Alimentación	Media - Horas de Batería	Media - Horas de Batería	Muy Baja - Años de Batería
Introducción al Mercado	Alta	Media	Baja
Arquitecturas	Estrella	Estrella	Estrella, Árbol, Punto a Punto y Malla
Mejores de Aplicaciones	Edificio con Internet Adentro	Computadoras y Teléfonos	Control de Bajo Costo y Monitoreo
Consumo de Potencia	400ma transmitiendo, 20ma en reposo	40ma transmitiendo, 0.2ma en reposo	30ma transmitiendo, 3ma en reposo
Precio	Costoso	Accesible	Bajo
Complejidad	Complejo	Complejo	Simple

Tabla 7 -[comparación de tecnologías inalámbricas]

GENERADOR FRECUENCIAS

Para cumplir los requisitos mencionados, se plantea un la arquitectura del generador de onda para la relajacion muscular, describiendo el funcionamiento de esta etapa del diseño. En la figura 15 se aprecia la descripcion graficamente mediante bloques.

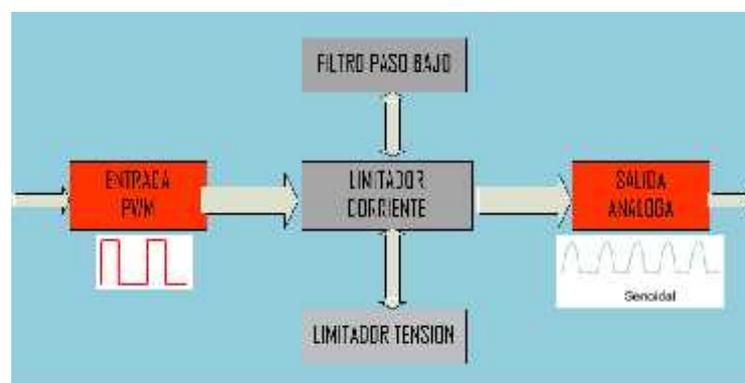


Figura 15– [Bloques de protección y filtro]

Para realizar la Electroestimacion es necesario obtener las frecuencias con sus parámetros como corriente y amplitud, por tal motivo es un estudio de diferentes métodos de modulación se determina usar la modulación por ancho de pulso, PWM tiene ciertas ventajas como, funciona a bajas frecuencias. Transmisión en distancias muy pequeñas. No se usa para transmisión directa de señales sino que forma parte del procesamiento de la señal³⁵.

³⁵ Scarliang, PWM and PPM difference and conversión [Artículo en línea] recuperado de: <https://oscarliang.com/pwm-ppm-difference-conversion/>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

	PWM	PPM
Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Servos • Controladores Electrónicos De Velocidad • Receptores R / C • Registradores De Datos • Sistemas De Autopiloto / Estabilización • Servo Controlador 	<ul style="list-style-type: none"> • Transmisores R / C • Receptores R / C • Sistemas De Autopiloto / Estabilización
Consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Medio
Complejidad	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Medio

Tabla 8 -[comparación de moduladores de onda]

Filtro paso bajo, es requerido para eliminar las frecuencias altas del PWM y dejar las frecuencias bajas, esto con el fin de simular una salida analógica de tensión³⁶. Igualmente se plantea un limitador de corriente y tensión que protejan la salud del usuario y evitar quemaduras e incluso sobrepasar los límites permitidos.

INTERFAZ GRÁFICA – APP MÓVIL

Otro diseño necesario y que marca la innovación de Magneprotec, es el diseño de una aplicación móvil, donde el usuario tendrá comunicación de Magneprotec al Smartphone, una aplicación intuitiva y fácil de usar, el usuario solamente enciende Magneprotec y activa el bluetooth. De modo que automáticamente los dispositivos se emparejarán. En la figura 16 se visualiza mediante una máquina de estados el funcionamiento de la aplicación.

³⁶ Luis Llamas, Salida analógica mediante pwm y filtro pasa bajo. [Artículo en línea] recuperado de: <https://www.luisllamas.es/salida-analogica-mediante-pwm-y-filtro-paso-bajo/>

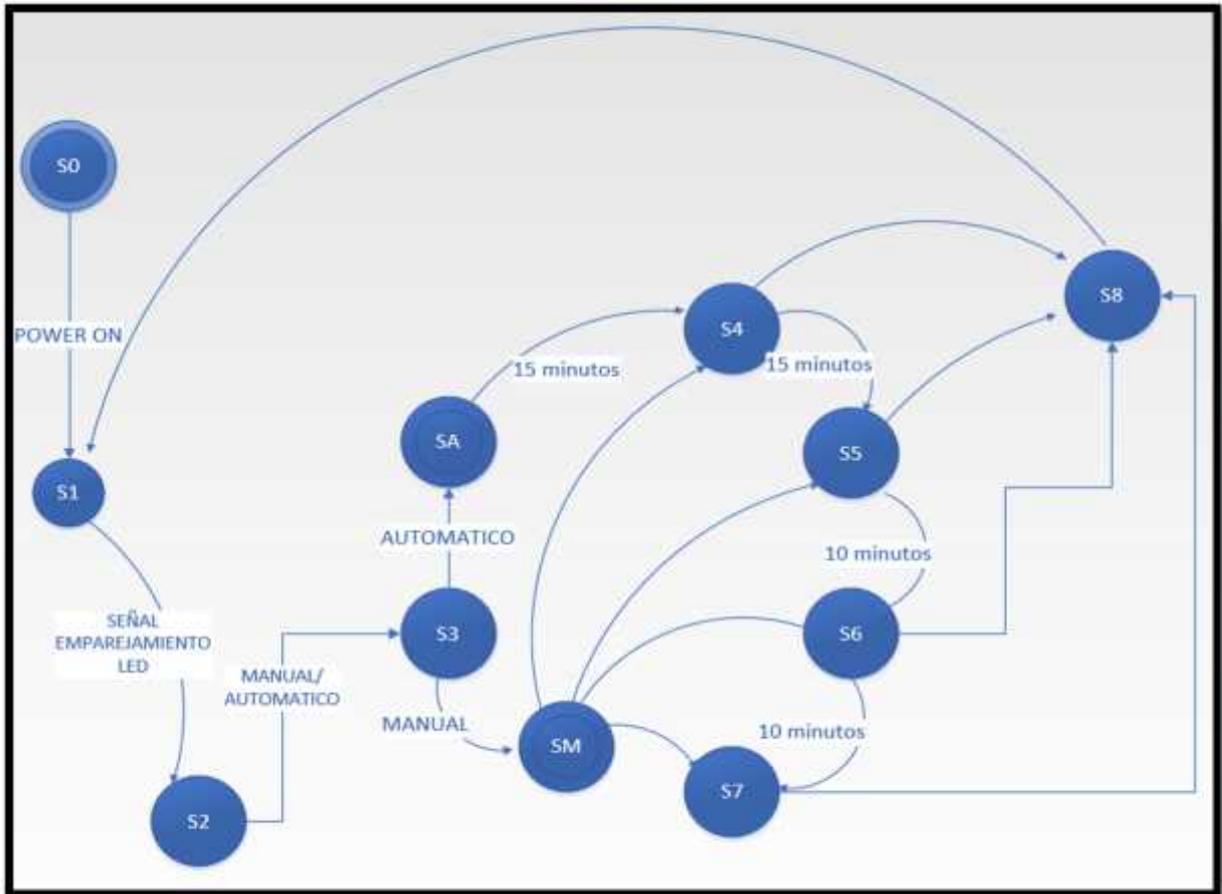


Figura 16– [Maquina de estados- software de Magneprotec 1.0]

En la tabla 9 se aprecia las variables de la máquina de estados de la aplicación.

VARIABLE	ESTADO
S0	Apagado
S1	Emparejar
S2	Ready
S3	Seleccionar Modo Manual/Automático
S4	Masaje
S5	Relajar
S6	Rápido
S7	Extremo
S8	Iniciar
SA	Selección modo automático
SM	Selección modo manual

Tabla 9– [Variables definidas de Magneprotec]

En la figura 17 se plantea los bloques funcionales de la aplicación que se requiere diseñar. El diseño inicial se plantea en el software app inventor designer, este es un entorno de desarrollo de aplicaciones para dispositivos Android, se escoge esta

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

aplicación ya que incluso personas que no tengan conocimiento en programación, puedan desarrollar sus propias aplicaciones.

Este programa está dividido en dos partes, App Inventor Designer y App Inventor Blocks Editor, en designer se construye y seleccionamos los componentes que usara la app y en blocks editor se define el comportamiento de la aplicación a diseñar, luego se procede a probar la aplicación en el emulador.

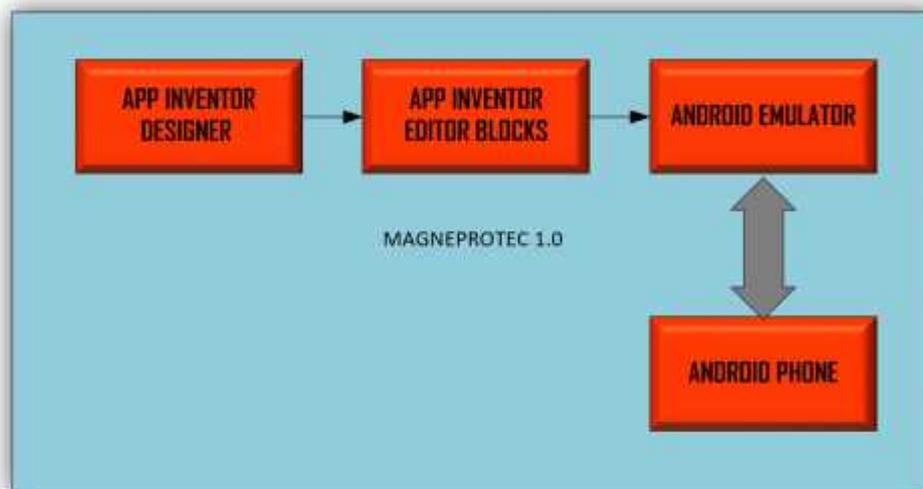


Figura 17– [Diagrama bloques de la aplicación]

BATERIA

La batería juega un factor muy importante en Magneprotec, es la encargada de suministrar la tensión y corriente necesaria, para el funcionamiento de la tarjeta de desarrollo y todos los componentes externos que dependen de una fuente de tensión. MSP430 es una excelente tarjeta de bajo consumo, permite desactivar la CPU y los periféricos mientras no sean necesarios.

La mayoría de las aplicaciones no requieren de la CPU. Supongamos la entrada de un sensor de movimiento que envía la información cada cierto tiempo, no es necesario estar consultando el estado de los sensores y enviando información, esto consume gran parte de batería. En el caso de Magneprotec no es necesario realizar ningún tipo de lectura de sensores, por lo cual el consumo disminuye.

Uno de los criterios más importantes por el cual escogimos MSP430 es su bajo consumo en cual en estado de reposo consume 0.8μ y en consumo hasta $10m$

Otro dispositivo es el bluetooth seleccionado es el RN4020 puede utilizarse en la tarjeta MPS430 que también es de bajo consumo. Para aplicaciones sencillas, las capacidades internas de creación de secuencias de comandos del RN4020 permiten la implementación de funciones básicas, el consumo total del módulo es de $15m$ transmitiendo y $0.5mA$ en modo de espera. Al consumo total tendremos en cuenta la corriente consumida por los electrodos, la cual no puede superar los $10m$, por

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

más intensiva que sea la terapia, de acuerdo al valor promedio de corriente que puede llegar a consumir todo el sistema electrónico, procedemos a realizar el cálculo de la batería que vamos a requerir.

- $B d (A) * V O = P t i l$
 $4000m * 3.7V = 1.8$
- $V Operación * Corriente circuito = Potencia circuito$
 $3.7V * 40m = 1.4 W$

De acuerdo a estos cálculos, la batería seleccionada tiene una duración de:

- $\frac{p}{c} = H d c$
 $\frac{1.8W}{1.4 W} = 1 H$

De acuerdo a este cálculo promedio, se requiere una batería de 3.6m para una duración de 10 horas de trabajo seguido a máximo consumo, se realiza la búsqueda en el mercado y se encuentra una pila según la tabla 10, El criterio de selección se realiza después de consultar varias fuentes³⁷.

	
Tamaño	42 mm x 9 mm
Voltaje	3.7V
Capacidad	4000mAh
Peso	11 gramos
Material	Batería de ion-litio
Numero de recargas	hasta 1800 veces
Mínima descarga voltaje	2.75V
Máxima descarga voltaje	4.2V

Tabla 10– [Especificaciones técnicas de pila]

En la figura 18 se observa otro componente importante, es un modulo de carga, el modulo es un cargador de pilas de litio y su salida es específicamente de 3.7V.

³⁷ Sernac, tipo de pilas domésticas. 2013.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Este dispositivo sera el encargado mediante USB realizar la carga de la batería, sin necesidad de retirar la batería del dispositivo. En la tabla 11 se aprecia las características del modulo TP1056.

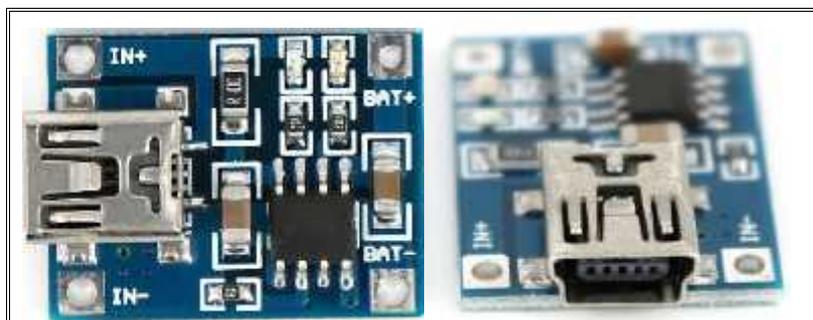


Figura 18– [Modulo de carga- baterías de litio]

	DESCRIPCION
Voltaje De Entrada	4.5v ~ 5.5v
Interfaz De Entrada	Puerto Micro USB
Método De Carga	Carga Lineal
Una Tensión De Carga Completa	4.2V
Corriente De Carga	1a (Por Defecto)
Indicador De Carga	Carga LED Roja, LED Azul Completo.
Salida Inversa	Las Pilas De Litio No Pueden Ser Invertidas
Peso	3,4 gr
Precio	2.17 USD
Referencia	38

Tabla 11– [Especificaciones técnicas de módulo de carga]

³⁸ Dx, Deal Extreme, TP4056 batería de litio 3.7v micro, [Artículo en línea] recuperado de: <http://www.dx.com/es/p/tp4056-3-7v-lithium-battery-charging-board-micro-usb-charger-module-mini-usb-charger-module-414053#.WJ5GRoWcF94>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Se plantea el diagrama de bloques correspondiente al funcionamiento de Magneprotect, como se puede observar en la figura 19, visualizando los requerimientos de las funciones internas para llegar al funcionamiento correcto.

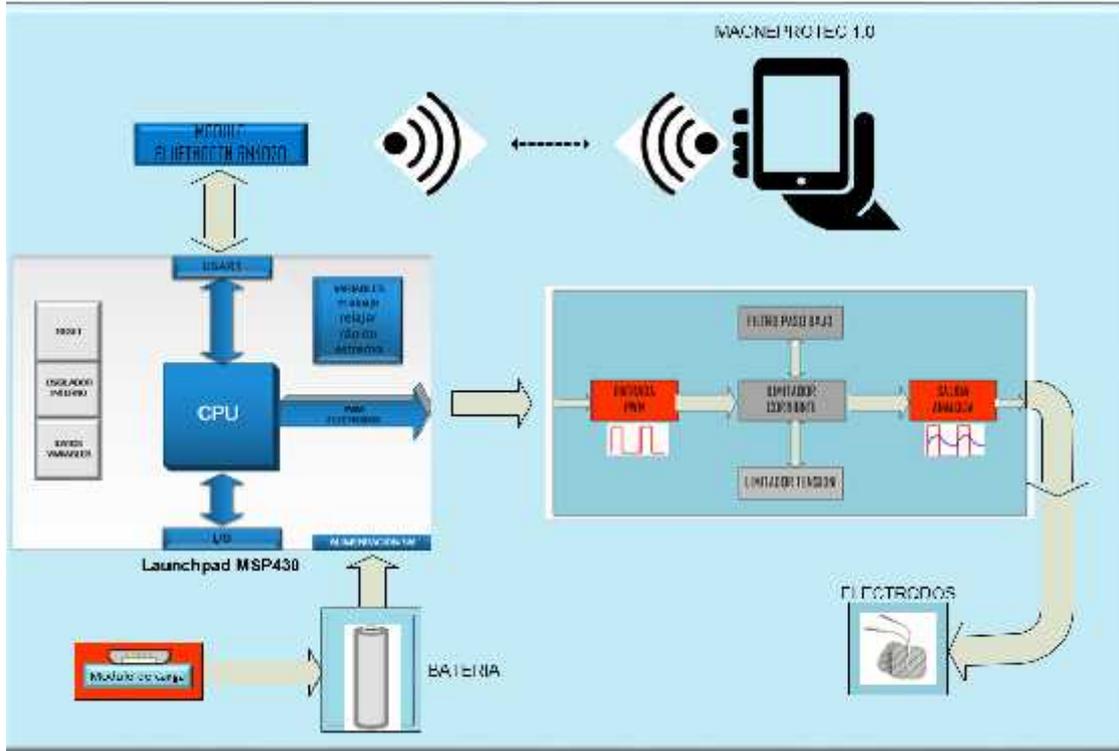


Figura 19 – [Especificaciones técnicas de módulo de carga]

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9. DISEÑO

9.1 PROCEDIMIENTO TEORICO DE DISEÑO

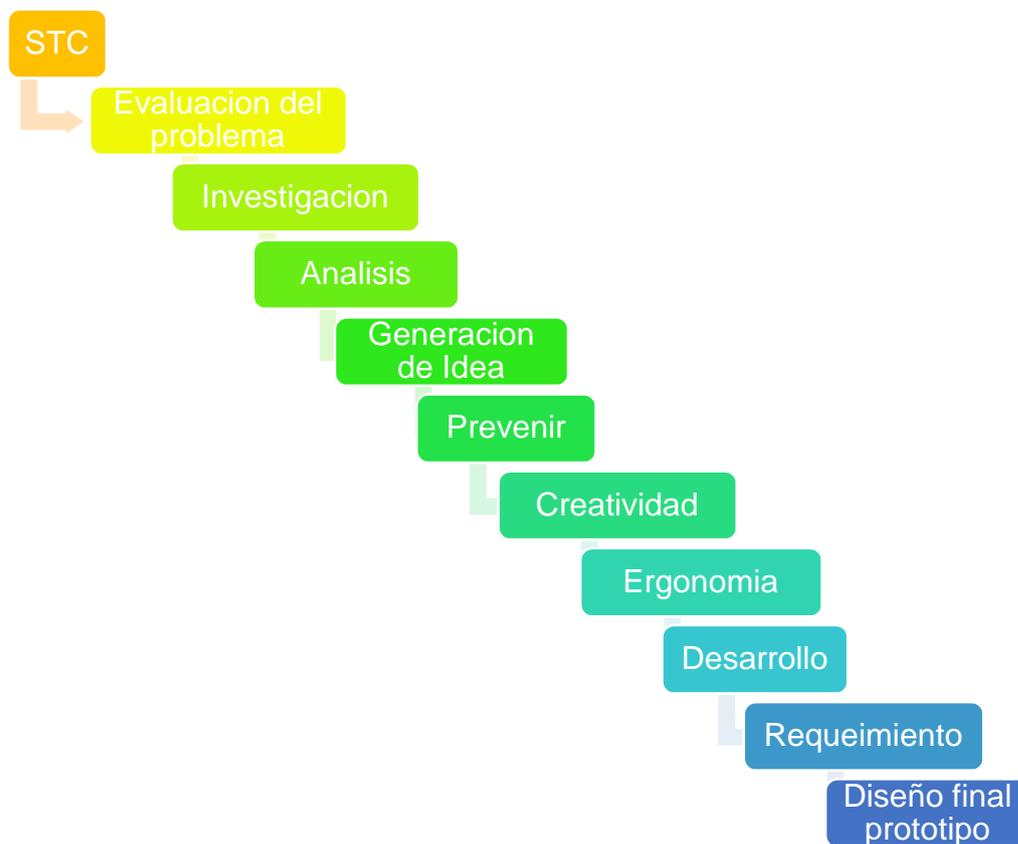


Figura 20

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9.2 REQUERIMIENTOS MATERIALES EN DISEÑO

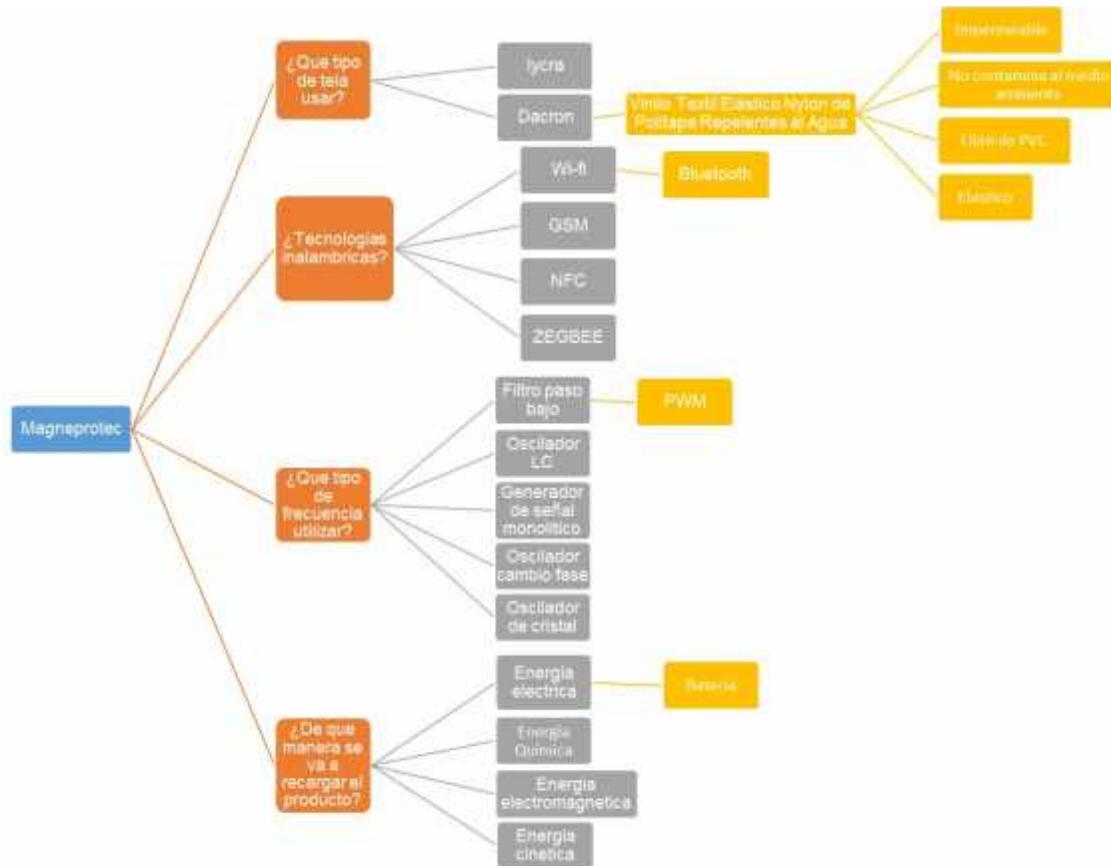


Figura 21

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9.3 DISEÑO FINAL PROPUESTO



Figura 22– [Diseño 3D]



Figura 23– [Diseño 3D]

10. CRONOGRAMA

OBJETIVOS Y ACTIVIDADES	S1 ENERO						S2 ENE - FEB				S3 FEB								
	23	24	25	26	27	28	30	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	
Investigación y recopilación de la información profesional del STC																			
Analizar y estudiar el perfil del cliente																			
Analizar el entorno de competencia como base del diseño del plan de marketing																			
marco teórico, marco conceptual																			
marco legal, marco histórico																			
Tutorías																			
Elaborar el entregable de investigación, aplicación y diseño																			
tipo de investigación																			
Diseño metodológico																			
Tutorías																			
Estudio del material del prototipo																			
Diseño del prototipo																			
Tutorías																			
Ficha técnica del prototipo																			
Fuentes para la obtención de información																			
Tutorías																			
Recursos																			
Tutorías																			

11. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

11.1 CONCLUSIONES

- Como resultado de la investigación se realizó el planteamiento del diseño del prototipo ergonómico y electro medicinal para prevenir el STC.
- El planteamiento del diseño electrónico y de software permite al usuario controlar sus terapias y prevenir el STC mediante la aplicación Magneprotec.
- Gracias al diseño ergonómico, la mano estará siempre en una posición adecuada, ayudando a prevenir el STC.
- El planteamiento para desarrollar el producto es prevenir el STC, por malas posturas de la mano en oficinas y esfuerzos repetitivos ya que las pausas activas que utilizan algunas organizaciones, el trabajador las pasa por alto, y con este dispositivo se tendrá mayor control para prevenir y sobretodo ergonómicamente muy cómodo para todo tipo de trabajador administrativo en oficina.
- Como resultado de la investigación se realizó el planteamiento del diseño electrónico y de software, que permite al prototipo ser ergonómico y electro medicinal para prevenir el STC mediante la aplicación Magneprotec para entornos de trabajo de oficina.
- Al plantear el desarrollo del diseño de este producto se tuvo en cuenta los requerimientos técnicos en los cuales se investigó los tipos de materiales para utilizar lo cual al hacer lluvias de ideas e investigaciones se tuvo muy en cuenta la ergonomía para el usuario y el control previniendo esta enfermedad.
- Teniendo en cuenta las investigaciones que se realizaron y la entrevista que se le hizo a la fisioterapeuta con el paciente, se lleva a cabo los requerimientos tanto tecnológico, electrónico y de software para que sea un producto ergonómico de alta calidad generando bienestar y confort al utilizar computador portátil, teclado.

11.2 TRABAJO A FUTURO

Este proyecto puede continuar si se empieza a realizar el estudio para los requerimientos del desarrollo y la implementación de la programación necesaria para llegar al funcionamiento final de la manilla, teniendo en cuenta los requerimientos planteados.

Diseño electrónico estructurando los requerimientos planteados en el proyecto, como lo son la unión de los materiales presentados con sus respectivos circuitos y planos. Estudios de nuevas tecnologías de software y de comunicación.

Como siguiente propuesta para trabajo a futuro es hacer las pruebas correspondientes en personas, las cuales nos puedan ayudar a buscar y corregir errores que pueden llegar a afectar el producto.

Para la implementación podemos analizar los diferentes enfoques o aplicaciones que se podrían realizar como funciones extras para nuestro producto, algunas de las ideas son la incorporación de reloj como función básica y de tensiómetro como función especializada.

12.

REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

- Licda G. [Melissa] (12 de Noviembre de 2009). Dolencias laborales molestias causadas por largos periodos de trabajo. [Artículo en línea] Recuperado de <http://www.efisioterapia.net/articulos/dolencias-laborales-molestias-causadas-largos-periodos-trabajo>
- Garzón, K., Rubiano, J. (2013) Diseño e implementación de un prototipo de ortesis para prevención y tratamiento del síndrome del túnel del carpo (STC) Bogotá: Universidad de la Salle.
- Gómez, A., Serrano, M. (15 de Octubre de 2003) Síndrome del túnel del carpo. [Artículo en línea] recuperado de <http://www.elsevier.es>
- F. Márquez Márquez, Directrices para la decisión clínica en enfermedades profesionales, síndrome del túnel carpiano. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.