

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



EXAMEN DE GRADO
TRABAJO DE APLICACION
“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN EQUIPO CON
DOBLE FUNCIONALIDAD PARA FISIOTERAPIA
(ESTIMULADOR Y ULTRASONIDO)”

Postulante: David Huanca Sanga

La Paz – Bolivia

Julio -2016

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente proyecto a mi querida madre que siempre me apoyó en mis estudios y me alentó a luchar en la vida.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios y a los docentes de nuestra carrera de Electrónica y Telecomunicaciones por la enseñanza, dedicación y sabiduría que nos transmitieron durante el proceso de aprendizaje.

ÍNDICE

CAPITULO I	Pag.
1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	1
1.1. ESTADÍSTICAS DE CASOS ATENDIDOS DE LESIONES.....	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. GENERAL	3
1.3.2. ESPECÍFICOS	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	4
1.4.1. SOCIAL.....	4
1.4.2. ECONOMICA.....	4
1.4.3. TECNICA.....	4
1.4.4. AMBIENTAL.....	4
1.5. DELIMITACION.....	4
1.6. METODOLOGIA.....	5
CAPITULO II	
2. FUNDAMETO TEORICO.....	6
2.1. ANATOMIA DEL MUSCULO.....	7
2.1.1. CLASES DE MÚSCULOS.....	8
2.1.2. MÚSCULO LISO.....	8
2.1.3. MÚSCULO ESTRIADO.....	9
2.1.4. MÚSCULO CARDIACO.....	9
2.2. ELECTRODOS.....	10
2.2.1. TIPOS DE ELECTRODOS	10
2.2.2. ELECTRODOS DE SUCCIÓN O DE VENTOSA.....	10
2.2.3. ELECTRODOS PLANOS.....	11
2.2.4. ELECTRODOS DE DISCO.....	12
2.2.5. ELECTRODOS DE ALMOHADILLA DE CUATRO POLOS.....	12
2.2.6. ELECTRODOS DE GUANTE O DE MANOPLA.....	13
2.2.7. ELECTRODOS DE LÁPIZ.....	13
2.3. ¿QUÉ ES ARDUINO?.....	14
2.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	15

2.3.2. PINES DE ALIMENTACIÓN	15
2.3.3. DIGITAL INPUTS/OUTPUTS.....	16
2.3.4. ANALOG INPUTS.....	17
2.4. MÓDULO BLUETOOTH HC-05.....	18
CAPITULO III	
3. INGENIERIA DEL PROYECTO.....	20
3.1. DIAGRAMA EN BLOQUES ESTIMULADOR.....	20
3.1.1. MODULO BLUETOOTH Y CODIGO BASE.....	20
3.1.2. ARDUINO.....	23
3.1.3. CIRCUITO DE POTENCIA.....	24
3.1.4. CHIP MOC.....	24
3.2. SOFTWARE.....	25
3.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL ESTIMULADOR.....	25
3.2.2. CODIGO FUENTE.....	26
3.3. DIAGRAMA EN BLOQUES MASAJEADOR ULTRASONICO...32	
3.3.1. MICROCONTROLADOR PIC.....	33
3.3.2. DISPLAY Y TECLADO.....	33
3.3.3. MOSFET.....	33
3.3.4. TRANSDUCTOR.....	33
3.4. SOFTWARE.....	34
3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MASAJEADOR ULTRASONICO.34	
3.4.2. CODIGO FUENTE.....	35
3.5. DESARROLLO PRACTICO/EXPERIMENTAL.....	42
3.6. APLICACION Y PRUEBA DEL MODULO ESTIMULADOR.....	43
3.7. APLICACION Y PRUEBA DEL MODULO MASAJEADOR.....	45
CAPITULO IV	
4. ANALISIS DE COSTOS.....	47
CAPITULO V	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
CAPITULO VI	
6. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	51
6.1 WEBGRAFIA.....	51

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de un equipo con doble funcionalidad para uso en fisioterapia muscular, el cual a través de una Interfaz amigable permita al especialista, la aplicación de terapias tanto para fortalecimiento muscular como recuperación y alivio del dolor ocasionados por accidentes laborales.

Con este objetivo, se diseñó un equipo que consta de dos módulos:

El módulo de electro estimulación que cuenta con un microprocesador generador digital de señales, desde la cual se conectan los electrodos al paciente y una unidad de control, que está implementado, mediante una aplicación, para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

El segundo módulo masajeador ultrasónico que cuenta con un microprocesador PIC que tiene un transductor para emitir las señales al paciente y la interfaz esta compuesto por un display y un teclado desde la cual se puede controlar tiempo y potencia

Después de realizar las pruebas se corroboró el correcto funcionamiento del equipo, obteniendo las reacciones esperadas en el paciente.

RESUMEN

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN EQUIPO CON DOBLE FUNCIONALIDAD PARA FISIOTERAPIA (ESTIMULADOR Y ULTRASONIDO)”

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de un equipo con doble funcionalidad para uso en fisioterapia muscular, el cual a través de una Interfaz amigable permita al especialista, la aplicación de terapias tanto para fortalecimiento muscular como recuperación y alivio del dolor ocasionados por accidentes laborales.

Con este objetivo, se diseñó un equipo que consta de dos módulos:

El módulo de electro estimulación que cuenta con un microprocesador generador digital de señales, desde la cual se conectan los electrodos al paciente y una unidad de control, que está implementado, mediante una aplicación, para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

El segundo módulo masajeador ultrasónico que cuenta con un microprocesador PIC que tiene un transductor para emitir las señales al paciente y la interfaz esta compuesto por un display y un teclado desde la cual se puede controlar tiempo y potencia

Después de realizar las pruebas se corroboró el correcto funcionamiento del equipo, obteniendo las reacciones esperadas en el paciente.

La Fisioterapia es una rama de las Ciencias médicas, que se ocupa fundamentalmente de la rehabilitación funcional de la anatomía humana originadas como consecuencia de lesiones y traumatismos que involucran partes como: óseas, músculos, ligamentos, nervios y articulaciones.

La electroterapia es una herramienta de la fisioterapia consiste en la aplicación de energía electromagnética al organismo con el fin de producir sobre el reacciones biológicas y fisiológicas.

El ultrasonido es usado para tratar diversas afecciones físicas, aprovechando los efectos que causa en el organismo; estas ondas son generadas por transductores piezoeléctricos a partir de una señal periódica proveniente de un generador de ondas ultrasónicas.

CAPITULO I

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La Fisioterapia es una rama de las Ciencias médicas, que se ocupa fundamentalmente de la rehabilitación funcional de la anatomía humana originadas como consecuencia de lesiones y traumatismos que involucran partes como: óseas, músculos, ligamentos, nervios y articulaciones.

La electroterapia es una herramienta de la fisioterapia consiste en la aplicación de energía electromagnética al organismo con el fin de producir sobre el reacciones biológicas y fisiológicas.

El ultrasonido es usado para tratar diversas afecciones físicas, aprovechando los efectos que causa en el organismo; estas ondas son generadas por transductores piezoeléctricos a partir de una señal periódica proveniente de un generador de ondas ultrasónicas.

En nuestra ciudad se incrementan casos de lesiones debido a que no utilizan implementos de seguridad por lo cual son propensos a sufrir accidentes de trabajo, estos son los algunos factores que hacen un crecimiento en el número de accidentes laborales.

Es evidente que en el mundo laboral existe cada vez menos interés por preservar los derechos de los trabajadores, quienes se encuentran actualmente operando en grandes, medianas y pequeñas empresas, en condiciones precarias para su seguridad.

Según datos estadísticos, se observa una mayor frecuencia de accidentes en miembros superiores, se debe a que los trabajos son mayormente manuales, esto se puede apreciar en la tabla N°1, donde se observa los tipos de lesiones y su frecuencia de accidentes. En esta tabla podemos observar aproximadamente el 25% se debe accidentes de la mano y el 9% al pie, esto nos lleva a plantear una posible alternativa para coadyuvar en la rehabilitación de la persona.

1.1. ESTADÍSTICAS DE CASOS ATENDIDOS DE LESIONES

Miembro	Número de casos	Relación %
Mano	210	24,88%
Pie	74	8,77%
Cadera	73	8,65%
Poli contuso	64	7,58%
Tronco	51	6,04%
Cabeza	40	4,74%
Cara	33	3,90%
Antebrazo	32	3,79%
Pierna	29	3,43%
Brazo	26	3,08%
Tobillo	48	5,68%
Dorso	14	1,65%
Hombro	11	1,30%
Tibia	10	1,18%
Femur	9	1,06%
Otros	120	14,22%
Total	844	100%

TABLA N°1. ESTADÍSTICAS DE LESIONES

Fuente: departamento nacional de lesiones del trabajo C.N.S.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La rehabilitación demora tiempo, la cual genera filas y malestar en los diferentes hospitales de nuestro país, ya que esta generalmente puede extenderse semanas, meses e inclusive años. No solo es el factor tiempo ya que para realizar un tratamiento de rehabilitación se necesita de recursos económicos y según el tipo de lesión pueden llegar a ser muy costosos.

Otro factor que influye, es que los equipos deben estar disponibles para realizar el tratamiento, en muchos casos se amplía el tiempo de rehabilitación, debido a que el equipo se encuentra en mantenimiento o reparación. Puesto que los equipos no se encuentran disponibles pueden hacer que la lesión sea acrecentada o quede secuelas y el tratamiento no será efectivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

Diseñar un equipo de doble funcionalidad TENS (estimulación nerviosa eléctrica transcutánea) y un generador de ondas ultrasónicas (masajeador ultrasónico) para el uso en fisioterapia con el propósito de coadyuvar la rehabilitación de lesiones en los músculos, ocasionados por accidentes laborales.

El Proyecto comprenderá: facilidad de uso, portable, bajo costo y que cumpla con las características eléctricas establecidas para competir con equipos del mercado.

1.3.2. ESPECIFICOS

- Investigar las características de los músculos, en especial los de del brazo y mano.
- Conocer las características de un TENS y de un generador de ondas ultrasónicas.
- Investigar los puntos de aplicación de los electrodos y sensores en ambos equipos.
- El primer módulo TENS por un canal de salida los voltajes oscilaran entre 40 y 80 Voltios. y estará gobernado por un celular que se comunica vía bluetooth.
- El segundo módulo generador de ondas ultrasónicas por microcontrolador PIC, teclado, mosfet y transductor.
- El proyecto será diseñado para rehabilitación de los músculos de las extremidades superiores.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. SOCIAL. - El presente proyecto beneficia a la sociedad, ya que es una alternativa para apoyar en la rehabilitación de lesiones, porque al emplear el equipo con doble funcionalidad (estimulador y ultrasonido) se reduce el tiempo de rehabilitación. Esto se refleja en que la persona retorne a su fuente laboral y sus actividades cotidianas en el menor tiempo posible.

Otra de los beneficios es que los tratamientos de fisioterapia serán más accesibles a la sociedad.

1.4.2. ECONÓMICA. - Puesto que el proyecto utiliza materiales de fácil acceso el costo es reducido en comparación de un equipo comprado.

Como el equipo es de bajo precio esto reducirá los costos de sesiones de rehabilitación.

En vista de que los materiales del proyecto son bastante comerciales el mantenimiento y la reparación serán de bajo costo.

1.4.3. TÉCNICA. - El presente proyecto aportara a futuras generaciones con conceptos de diseños de equipos médicos para nuestro país.

1.4.4. AMBIENTAL. - El diseño del proyecto empleara componentes reciclados como ser transformadores, transistores etc.

1.5. DELIMITACION

El proyecto en principio se realizará construcción con dos microprocesadores distintos para monitorear características y comportamiento de cada uno de ellos para posteriormente realizar un prototipo final en el cual solo tendrá un microprocesador que cumpla la doble funcionalidad y tenga las características necesarias para compararse con un equipo comercial.

1.6. METODOLOGIA

La metodología que se empleará en este proyecto será la descriptiva donde se citarán las diferentes etapas, describiendo como cada una de ellas va interactuando en el proceso.

Se ha realizado una lectura crítica de la bibliografía identificando sus limitaciones, con el fin de identificar los problemas metodológicos que pudieran influir en la validez interna de los estudios.

Por último, se ha realizado la extracción y resumen de los resultados descritos en cada estudio seleccionado.



CAPITULO II

2. FUNDAMENTO TEORICO

El TENS (estimulación nerviosa eléctrica transcutánea) se emplea para el tratamiento del dolor agudo y crónico en forma aislada o en combinación con otras modalidades terapéuticas, aunque puede ser empleada en afecciones no dolorosas. En electroterapia se clasifica como un tipo de corriente de baja frecuencia.

Pueden emplearse electrodos desechables o no desechables (caucho de silicona carbonizada) y en este caso puede emplearse un gel hidrófilo para facilitar el paso de la corriente.

Los tres parámetros de corriente empleados en la TENS son: frecuencia (2-200 Hz), ancho del pulso, que determina la duración de cada impulso (por lo general 40-300 μ s) y la intensidad o altura de la onda pulsátil medida en mA, con una impedancia del electrodo de 1K Ω .

Existen varios tipos de TENS que se utilizan en la práctica clínica, que difieren en la frecuencia, amplitud, ancho de pulso y forma de onda utilizada.

Los dos modos de aplicación más comunes son:

- De alta frecuencia o TENS convencional frecuencia superior a 80 (Hz), ancho de pulso menos de 150 (μ s) e intensidad baja suficiente para producir una cómoda sensación de hormigueo.
- De baja frecuencia o denominada TENS tipo acupuntura frecuencia inferior a 10 Hz, ancho de pulso mayor de 150 μ s e intensidad alta suficiente para provocar contracciones musculares.

En la siguiente tabla se refleja los efectos y la frecuencia utilizada.

FRECUENCIA	EFEKTOS
1 Hz – 10 Hz	Relajación muscular/anestésico y favorece la circulación
10 Hz – 20 Hz	Mejora resistencia aeróbica y la capacidad oxidativa muscular
20 Hz – 50 Hz	Mejora tono, la definición y da firmeza muscular
40 Hz – 70 Hz	Mejora capacidad láctica del músculo e incrementa el volumen muscular, fuerza y resistencia
70 Hz – 120 Hz	Mejora fuerza máxima
90 Hz – 150 Hz	Mejora fuerza explosiva, elástica y reactiva

TABLA N°2 EFECTOS DE LA FRECUENCIA EN FIBRAS MUSCULARES

Fuente: escuela politécnica nacional

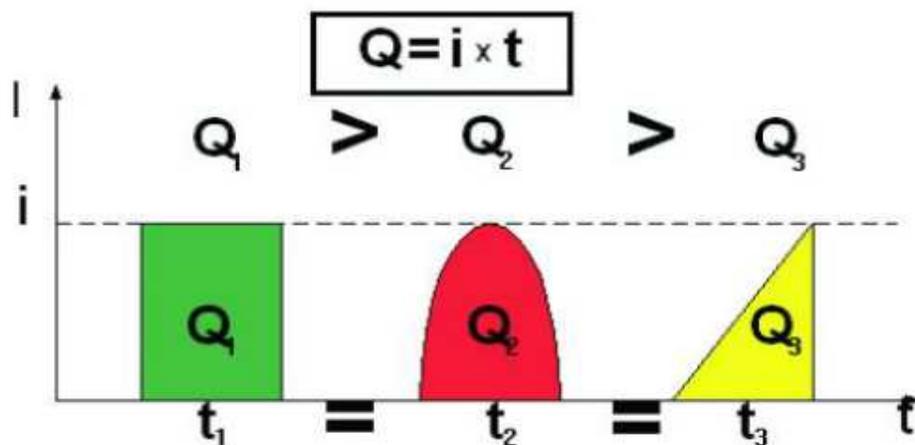


FIGURA 1. TIPOS DE ONDAS EMPLEADOS.

Fuente: www.nuevaelectronica.com

2.1. ANATOMÍA DEL MÚSCULO

El cuerpo humano está formado en una gran parte por músculos en un 40%. Los tejidos musculares se encuentran en el aparato locomotor en una parte conocida como parte activa, hay otra parte que es la pasiva donde se encuentran: hueso, cartílago y tendones. Cuenta con una gran capacidad para contraerse la cual es considerada su principal característica.

Para lograr contraerse necesita de una gran cantidad de células que contienen unas fibras o miofibrillas, cuyo número va a depender de la fuerza que desarrolle cada célula.

Cuando hay una contracción, las fibras sufren un acortamiento, el cual no puede ser mayor a la mitad de su longitud. Siempre que hay un esfuerzo muscular, el cuerpo necesita más bombeo de sangre.

2.1.1 CLASES DE MÚSCULOS

Se encuentran 3 tipos de músculos diferenciados por su anatomía los cuales son: musculo liso, estriado y el cardiaco.

2.1.2. MÚSCULO LISO

Contiene fibras lisas y células alargadas entrelazadas, su tamaño no es mayor da 0.02 a 0.5 mm. Este tipo de músculo no consume mucha energía solo cuando cambia de un estado a otro. Su función es sostener, son lentos a la hora de la contracción, son autónomos y su contracción se puede hacer de una manera violenta como los cólicos. Se encuentran en las vísceras como estómago.

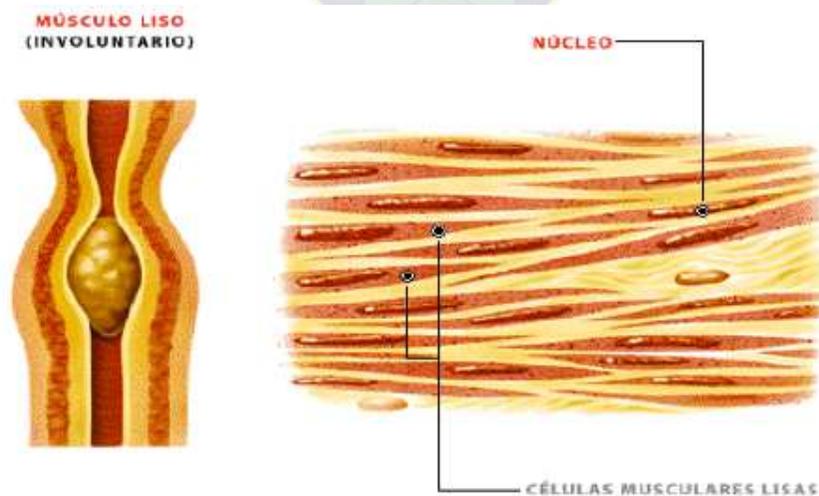


FIGURA 2. MUSCULO LISO
Fuente. Apiden.org/músculos

2.1.3. MÚSCULO ESTRIADO

Contiene una gran cantidad de fibras, se diferencian por tener una estriación transversal es manejado por nuestra voluntad. Encargado de mover los huesos (el esqueleto).

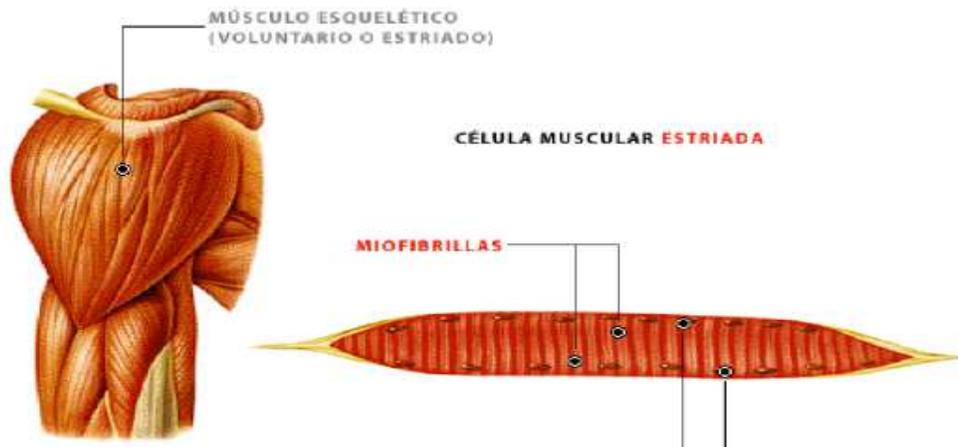


FIGURA 3. MUSCULO ESTRIADO

Fuente. Apiden.org/músculos

2.1.4 MÚSCULO CARDÍACO

Un intermedio entre el músculo liso y el estriado, por lo tanto, cuenta con estas 2 formas de anatomía, es decir de un lado liso y del otro estriado. Escapa al manejo de nuestra voluntad. Solo se localiza en el corazón.

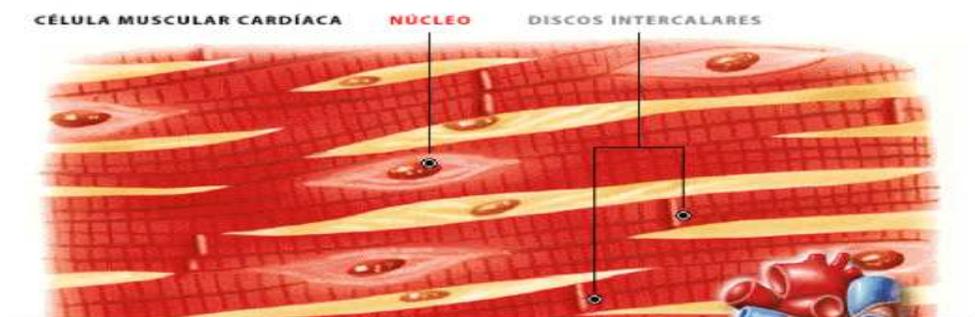


FIGURA 4. MUSCULO CARDÍACO

Fuente. Apiden.org/músculos

2.2. ELECTRODOS

Los electrodos son placas generalmente metálicas utilizadas como un conductor encargado de realizar contacto con algún sector del circuito que no sea de tipo metálico, sino electrolito, como el cuerpo humano.

Cada vez es mayor el desarrollo de nuevos tipos de electrodos en los cuales se pretende, por una parte, aumentar la adherencia y la tolerancia de la piel y de otra ser lo más preciso desde el punto de vista de estimulación selectiva, para el tratamiento de afecciones muy específicas.

2.2.1. TIPOS DE ELECTRODOS

Entre los diferentes tipos de electrodos se puede destacar los siguientes:

- Electrodos de succión o de ventosa.
- Electrodos planos.
- Electrodos de disco.
- Electrodos de almohadilla de cuatro polos.
- Electrodos de guante o manopla.
- Electrodos de lápiz.

2.2.2. ELECTRODOS DE SUCCIÓN O DE VENTOSA

Los electrodos de ventosa constan de una placa metálica cubierta por una goma flexible con la forma de una copa invertida. La placa metálica del electrodo queda aislada de la piel mediante una esponja humedecida.

La fijación a la piel se realiza a través de un sistema de aspiración que provoca vacío.

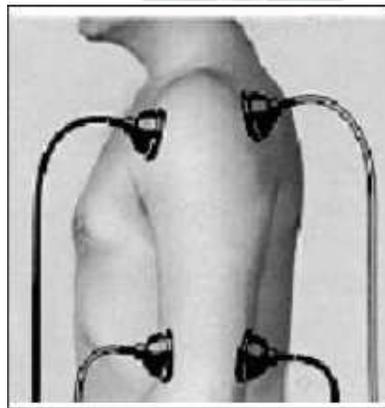


FIGURA 5. ELECTRODOS DE VENTOSA

Fuente. Manual de electromedicina GOGROUP

Los electrodos de ventosa tienen la ventaja de fijarse con mucha facilidad sobre cualquier zona del cuerpo, esto permite al paciente realizar ciertos cambios de posición sin que los electrodos pierdan su postura inicial y su contacto con la piel.

2.2.3. ELECTRODOS PLANOS

Los electrodos planos están fabricados generalmente de carbono o caucho conductor ya que estos materiales presentan una gran flexibilidad y se adaptan con facilidad a las diferentes superficies corporales. Su forma suele ser cuadrada o rectangular.

Los electrodos planos son los más utilizados en las técnicas de electroterapia y dependiendo del tipo de corriente que se utilice, necesitarán de una esponja de protección de mayor o menor grosor, incluso algunos electrodos planos, como los utilizados en la TENS, sólo necesitan de un gel eléctrico conductor para su fijación a la piel.

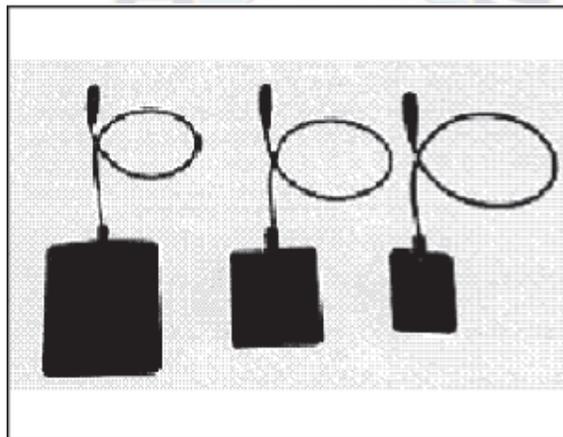


FIGURA 6. ELECTRODOS PLANOS DE CAUCHO

Fuente. Manual de electromedicina GOGROUP

Su forma de fijación a la piel es mediante correas de goma, velcro o sacos de arena.

Cuando se aplica formas de onda poco agresivas para la piel, como ocurre con el uso de las corrientes de TENS y corrientes interferenciales, se pueden utilizar electrodos planos con una superficie de contacto con la piel constituida por un gel conductor adhesivo que hace que la colocación de correas o sacos de arena sea innecesaria.

2.2.4. ELECTRODOS DE DISCO

Los electrodos de disco se componen de dos electrodos hemisféricos metálicos generalmente unidos por un arco o manubrio para su fácil manipulación, se utilizan habitualmente para la aplicación de formas de onda. El arco con electrodos se fija manualmente o por medio de una correa de goma perforada, como ocurre en el tratamiento de las articulaciones.



FIGURA 7. ELECTRODOS DE DISCO CON FIJACIÓN DE ARCO

Fuente. Manual de electromedicina GOGROUP

2.2.5. ELECTRODOS DE ALMOHADILLA DE CUATRO POLOS

Los electrodos de almohadilla de cuatro polos están constituidos de cuatro electrodos metálicos pequeños colocados en una almohadilla cuadrada. Son utilizados generalmente con ondas interferenciales.



FIGURA 8. ELECTRODOS DE ALMOHADILLA

Fuente. Manual de electromedicina GOGROUP

2.2.6. ELECTRODOS DE GUANTE O DE MANOPLA

Los electrodos de guante llevan ese nombre debido a su forma y colocación sobre la mano del terapeuta. Este electrodo se coloca en la parte opuesta de donde se coloca un electrodo fijo, aunque también se pueden utilizar dos electrodos de guante. Tienen como principal ventaja, la facilidad de desplazamiento por la superficie corporal durante todo el tiempo del tratamiento.

Al colocar el electrodo de guante plano, el paciente experimenta una sensación de relajación. Pero si se lo coloca sobre la yema de los dedos, haciendo que la corriente se concentre sobre una zona pequeña, el efecto es más excitante. Al trabajar con estos dos posicionamientos de excitación y relajación se puede obtener un efecto de electro masaje.



FIGURA 9. ELECTRODO DE GUANTE

Fuente. Manual de electromedicina GOGROUP

2.2.7. ELECTRODOS DE LÁPIZ

Los electrodos de lápiz llevan ese nombre por su forma. Son los más adecuados para tratar zonas pequeñas o específicas como los puntos de inserción, puntos motores, puntos gatillos, puntos de provocación, etc.



FIGURA 10. ELECTRODO DE LÁPIZ

Fuente. Manual de electromedicina GOGROUP

Debido a que la superficie de contacto del electrodo es muy pequeña la densidad de corriente suele ser alta debajo del electrodo y se aplica opuesto a otro electrodo fijo de dimensiones mayores, esto hace, que casi toda la corriente se concentre debajo de la superficie del electrodo tipo lápiz, y que se consiga un mayor efecto en profundidad.

2.3. ¿QUÉ ES ARDUINO?

Arduino es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de tu ordenador personal, de código abierto, basada en una placa con un sencillo microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear software (programas) para la placa.

Se puede usar Arduino para crear objetos interactivos, leyendo datos de una gran variedad de interruptores y sensores y controlar multitud de tipos de luces, motores y otros actuadores físicos. Los proyectos con Arduino pueden ser autónomos o comunicarse con un programa (software) que se ejecute en tu ordenador.

El Arduino puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

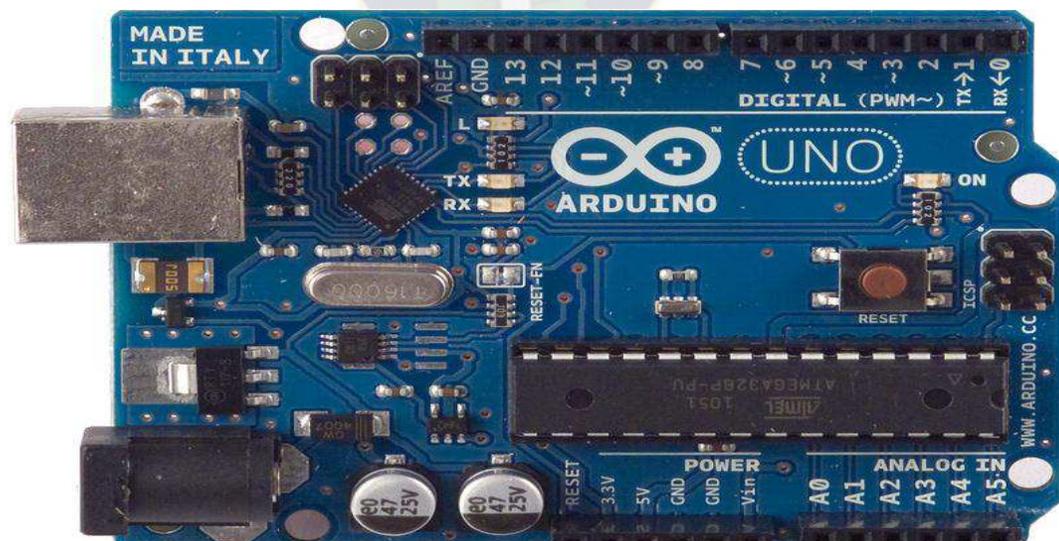


FIGURA 11. MÓDULO ARDUINO UNO

Fuente. Universidad de Cádiz

2.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current for I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Tabla N°3 ESPECIFICACIONES
Fuente. Universidad de Cádiz

2.3.2. PINES DE ALIMENTACIÓN



FIGURA 12. PINES DE ALIMENTACION DE TARJETA ARDUINO
Fuente. Universidad de Cádiz

Bien alimentemos al arduino mediante la conexión USB o mediante una fuente externa (recomendada de 7-12V), vamos a tener unas salidas de tensión continua debido a unos reguladores de tensión y condensadores de estabilización.

Estos pines son:

- VIN: se trata de la fuente tensión de entrada que contendrá la tensión a la que estamos alimentando al Arduino mediante la fuente externa.
- 5V: fuente de tensión regulada de 5V, esta tensión puede venir ya sea de pin VIN a través de un regulador interno, o se suministra a través de USB o de otra fuente de 5V regulada.
- 3.3V: fuente de 3.3 voltios generados por el regulador interno con un consumo máximo de corriente de 50mA.
- GND: pines de tierra.

2.3.3. DIGITAL INPUTS/OUTPUTS

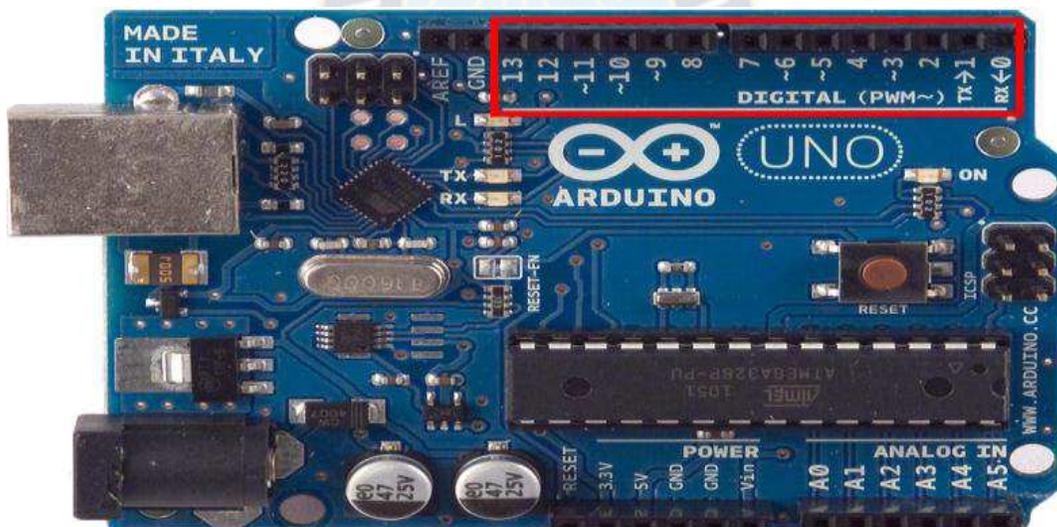


FIGURA 13. ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES
Fuente. Universidad de Cádiz

Cada uno de los 14 pines digitales se puede utilizar como una entrada o salida. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 K Ω . Además, algunos pines tienen funciones especializadas como:

- Pin 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y la transmisión (TX) de datos serie TTL.

- Pin 2 y 3. Interrupciones externas. Se trata de pines encargados de interrumpir el programa secuencial establecido por el usuario.
- Pin 3, 5, 6, 9, 10 y 11. PWM (modulación por ancho de pulso). Constituyen 8 bits de salida PWM con la función `analogWrite()`.
- Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines son de apoyo a la comunicación SPI.
- Pin 13. LED. Hay un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el valor está bajo, es apagado.

2.3.4. ANALOG INPUTS

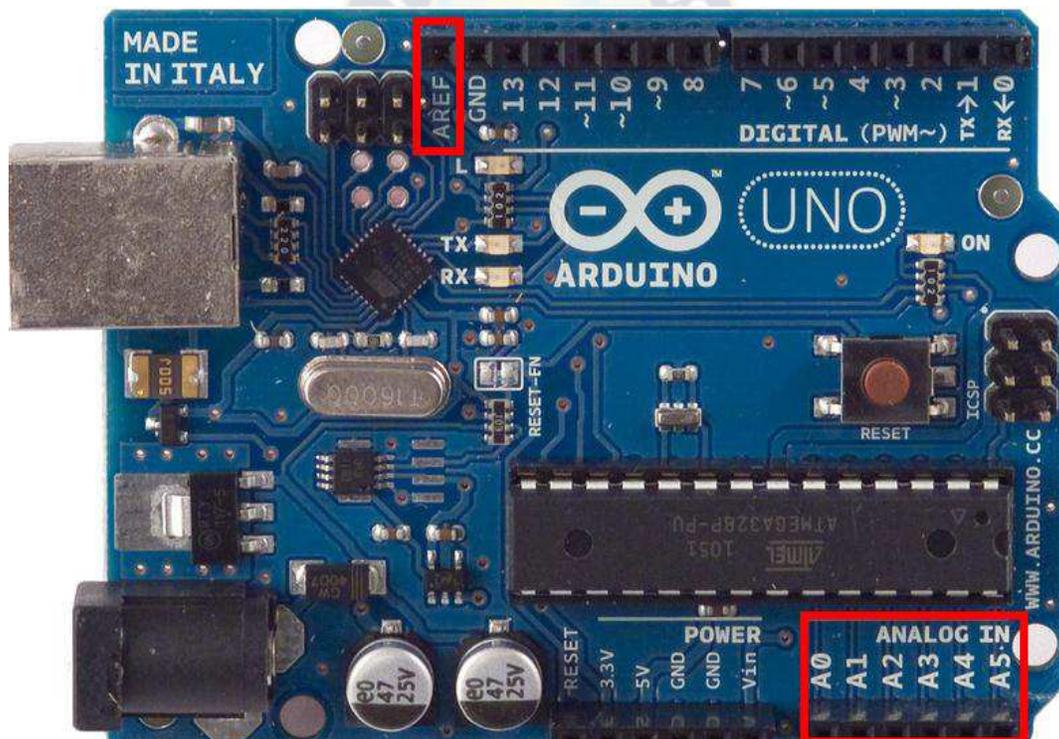


FIGURA 14. ENTRADAS ANALOGAS

Fuente. Universidad de Cádiz

El Arduino posee 6 entradas analógicas, etiquetadas desde la A0 a A5, cada una de las cuales ofrecen 10 bits de resolución (es decir, 1024 estados). Por defecto, tenemos una tensión de 5V, pero podemos cambiar este rango utilizando el pin de AREF y utilizando la función (`analogReference()`), donde le introducimos una señal externa de continua que la utilizara como referencia.

2.4. MÓDULO BLUETOOTH HC-05

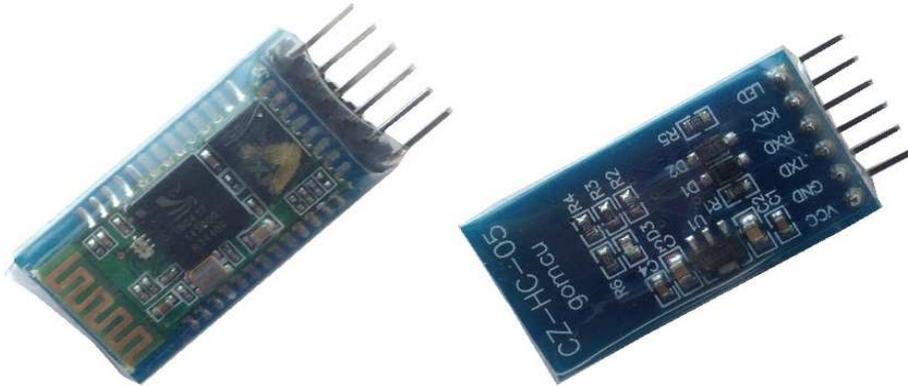


FIGURA15. MODULO BLUETOOTH

Fuente. Universidad de Cádiz

El control de selección de los diferentes tipos de onda, así como de sus diferentes parámetros vendrá de una aplicación instalada en un teléfono, así que la interfaz a ser utilizada entre el microcontrolador y la aplicación será a través de un módulo bluetooth.

El módulo bluetooth viene de fábrica configurado de forma transparente lo cual le permite trabajar como maestro o esclavo. En el modo maestro puede conectarse con otros módulos bluetooth, mientras que en el modo esclavo queda a la escucha peticiones de conexión. El módulo también viene configurado con la contraseña por default 1234, la cual puede ser modificada mediante comandos AT.

Las características principales se detallan a continuación:

- 3.3 / 5 v.
- Chip BC417143
- Alcance 10 mts
- Nivel TTL
- 1200bps a 1.3Mbps

Hardware features

- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power

- Power 5v
- UART interface with programmable baud rate
- With integrated antenna
- With edge connector

Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has.
- Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.
- Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.
- Status instruction port PIO1: low-disconnected, high-connected;
- PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.
- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.
- Auto-pairing PINCODE:"0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

CAPITULO III

3. INGENIERIA DEL PROYECTO

3.1. DIAGRAMA EN BLOQUES ESTIMULADOR

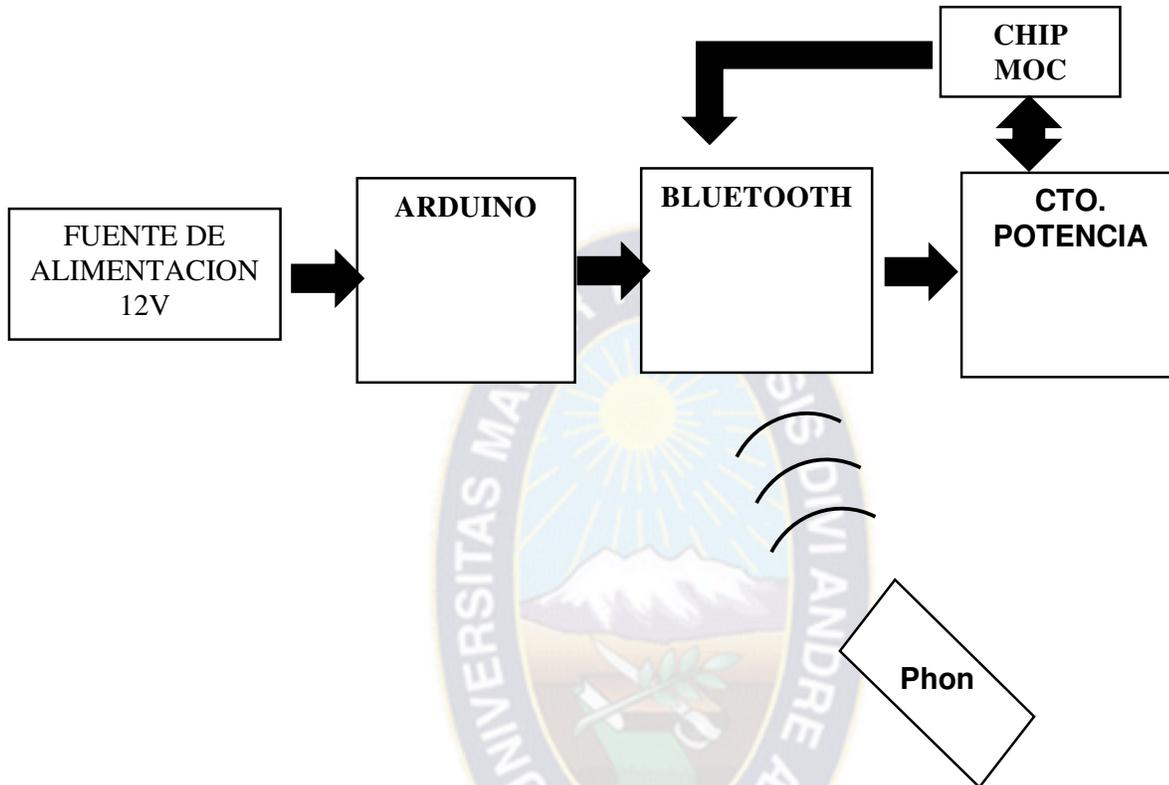


FIGURA 17. DIAGRAMA CENTRAL DE BLOQUES DEL PRIMER MÓDULO ESTIMULADOR
Fuente. Diseño propio

3.1.1. MODULO BLUETOOTH Y CODIGO BASE

Se utilizará una tarjeta bluetooth configurada de fábrica esta se encontrará configurada como esclavo para recibir señales y con una aplicación Android, se procederá a tener control y se desplegará el nivel de voltaje, esta etapa tendrá conexión con la tarjeta Arduino Uno.

El código base es el siguiente:

```
#define START_CMD_CHAR '*'
#define END_CMD_CHAR '#'
#define DIV_CMD_CHAR '|'
#define CMD_DIGITALWRITE 10
#define CMD_ANALOGWRITE 11
#define CMD_TEXT 12
#define CMD_READ_ARDUDROID 13
```

```

#define MAX_COMMAND 20 // max command number code. used for error
checking.
#define MIN_COMMAND 10 // minimum command number code. used for error
checking.
#define IN_STRING_LENGTH 40
#define MAX_ANALOGWRITE 255
#define PIN_HIGH 3
#define PIN_LOW 2

String inText;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("ArduDroid 0.12 Alpha by TechBitar (2013)");
  Serial.flush();
}

void loop()
{
  Serial.flush();
  int ard_command = 0;
  int pin_num = 0;
  int pin_value = 0;

  char get_char = ' '; //read serial

  // wait for incoming data
  if (Serial.available() < 1) return; // if serial empty, return to
loop().

  // parse incoming command start flag
  get_char = Serial.read();
  if (get_char != START_CMD_CHAR) return; // if no command start flag,
return to loop().

  // parse incoming command type
  ard_command = Serial.parseInt(); // read the command

  // parse incoming pin# and value
  pin_num = Serial.parseInt(); // read the pin
  pin_value = Serial.parseInt(); // read the value

  // 1) GET TEXT COMMAND FROM ARDUDROID
  if (ard_command == CMD_TEXT){
    inText = ""; //clears variable for new input
    while (Serial.available()) {
      char c = Serial.read(); //gets one byte from serial buffer
      delay(5);
      if (c == END_CMD_CHAR) { // if we the complete string has been
read
        // add your code here
        break;
      }
    }
    else {
      if (c != DIV_CMD_CHAR) {
        inText += c;
        delay(5);
      }
    }
  }
}

```

```

    }
  }
}

// 2) GET digitalWrite DATA FROM ARDUDROID
if (ard_command == CMD_DIGITALWRITE){
  if (pin_value == PIN_LOW) pin_value = LOW;
  else if (pin_value == PIN_HIGH) pin_value = HIGH;
  else return; // error in pin value. return.
  set_digitalwrite( pin_num, pin_value); // Uncomment this
function if you wish to use
  return; // return from start of loop()
}

// 3) GET analogWrite DATA FROM ARDUDROID
if (ard_command == CMD_ANALOGWRITE) {
  analogWrite( pin_num, pin_value );
  // add your code here
  return; // Done. return to loop();
}

// 4) SEND DATA TO ARDUDROID
if (ard_command == CMD_READ_ARDUDROID) {
  // char send_to_android[] = "Place your text here." ;
  // Serial.println(send_to_android); // Example: Sending text
  Serial.print(" Analog 0 = ");
  Serial.println(analogRead(A0)); // Example: Read and send Analog
pin value to Arduino
  return; // Done. return to loop();
}
}

// 2a) select the requested pin# for digitalWrite action
void set_digitalwrite(int pin_num, int pin_value)
{
  switch (pin_num) {
  case 13:
    pinMode(13, OUTPUT);
    digitalWrite(13, pin_value);
    // add your code here
    break;
  case 12:
    pinMode(12, OUTPUT);
    digitalWrite(12, pin_value);
    // add your code here
    break;
  case 11:
    pinMode(11, OUTPUT);
    digitalWrite(11, pin_value);
    // add your code here
    break;
  case 10:
    pinMode(10, OUTPUT);
    digitalWrite(10, pin_value);
    // add your code here
    break;
  }
}

```

```

case 9:
  pinMode(9, OUTPUT);
  digitalWrite(9, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 8:
  pinMode(8, OUTPUT);
  digitalWrite(8, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 7:
  pinMode(7, OUTPUT);
  digitalWrite(7, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 6:
  pinMode(6, OUTPUT);
  digitalWrite(6, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 5:
  pinMode(5, OUTPUT);
  digitalWrite(5, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 4:
  pinMode(4, OUTPUT);
  digitalWrite(4, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 3:
  pinMode(3, OUTPUT);
  digitalWrite(3, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 2:
  pinMode(2, OUTPUT);
  digitalWrite(2, pin_value);
  // add your code here
  break;
  // default:
  // if nothing else matches, do the default
  // default is optional
}
}

```

3.1.2 MODULO ARDUINO

La tarjeta arduino estará conectado por una alimentación de 5v, que trabaja en una plataforma de desarrollo de computación física de código abierto, y es el que se encargara de generar los diferentes tipos de señales y variaciones de frecuencia.

3.1.3 CIRCUITO DE POTENCIA

Consta de dos transistores interconectados para que entren en corte y saturación con un transformador. Los transistores son: BC 548 y TIP 31C.

3.1.4 CHIP MOC

Se utilizará un chip MOC 3041 para realizar en censado de voltaje la cual se aplica al paciente.

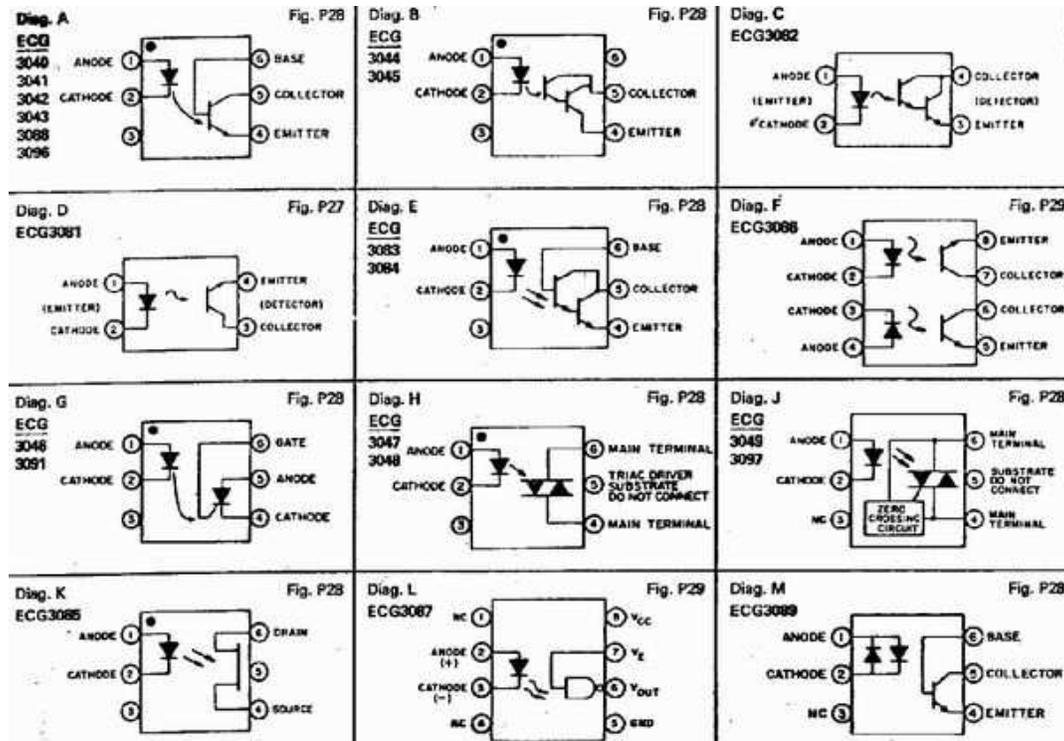


FIGURA 18. MANUAL ECG DE COMPONENTES

Fuente. Manual ECG



3.2. SOFTWARE

3.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL ESTIMULADOR

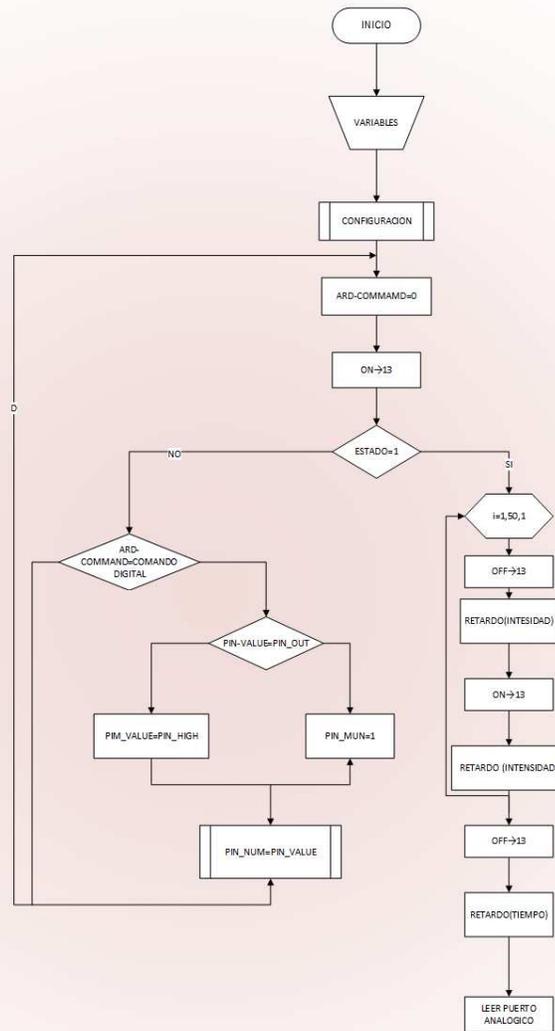


FIGURA. 19. DIAGRAMA DE FLUJO

Fuente. Diseño propio

3.2.2. CODIGO FUENTE

```
/*
PROJECT: ArduDroid
PROGRAMMER: Hazim Bitar (techbitar at gmail dot com)
DATE: Oct 31, 2013
FILE: arduroid.ino
LICENSE: Public domain
*/

#define START_CMD_CHAR '*'
#define END_CMD_CHAR '#'
#define DIV_CMD_CHAR '|'
#define CMD_DIGITALWRITE 10
#define CMD_ANALOGWRITE 11
#define CMD_TEXT 12
#define CMD_READ_ARDUROID 13
#define MAX_COMMAND 20 // max command number code. used for
error checking.
#define MIN_COMMAND 10 // minimum command number code. used
for error checking.
#define IN_STRING_LENGTH 40
#define MAX_ANALOGWRITE 255
#define PIN_HIGH 3
#define PIN_LOW 2
int pin_num = 0;
int pin_value = 0;
int estado=0;
int tiempo=10;
int intensidad=10;
String inText;

void setup() {
pinMode(13, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
```

```

Serial.println("ArduDroid 0.12 Alpha by TechBitar (2013)");
Serial.flush();
}

void loop()
{
Serial.flush();
int ard_command = 0;

digitalWrite(13, HIGH);
char get_char = ' '; //read serial
if (estado==1){
for (int i=1; i<=50; i++)
{
digitalWrite(13, LOW);
delay(intensidad);
digitalWrite(13, HIGH);
delay(intensidad);
}
digitalWrite(13,LOW );
delay(tiempo);
Serial.print(" Analog 0 = ");
Serial.println(analogRead(A0)); // Example: Read and send Analog
pin value to Arduin
}

// wait for incoming data
if (Serial.available() < 1) return; // if serial empty, return to loop().

// parse incoming command start flag
get_char = Serial.read();
if (get_char != START_CMD_CHAR) return; // if no command start flag,
return to loop().

```

```

// parse incoming command type
ard_command = Serial.parseInt(); // read the command

// parse incoming pin# and value
pin_num = Serial.parseInt(); // read the pin
pin_value = Serial.parseInt(); // read the value

// 1) GET TEXT COMMAND FROM ARDUDROID
if (ard_command == CMD_TEXT){
  inText = ""; //clears variable for new input
  while (Serial.available()) {
    char c = Serial.read(); //gets one byte from serial buffer
    delay(5);
    if (c == END_CMD_CHAR) { // if we the complete string has been
read
      // add your code here
      break;
    }
    else {
      if (c != DIV_CMD_CHAR) {
        inText += c;
        delay(5);
      }
    }
  }
}

// 2) GET digitalWrite DATA FROM ARDUDROID
if (ard_command == CMD_DIGITALWRITE){
  if (pin_value == PIN_LOW) {pin_value = LOW;if
(pin_num==13){estado=1;}}
  else if (pin_value == PIN_HIGH) {pin_value =
HIGH;if(pin_num==7){estado=0; Serial.print(" OFF");}}
  else return; // error in pin value. return.
}

```

```
        set_digitalwrite( pin_num, pin_value); // Uncomment this function if  
you wish to use
```

```
        return; // return from start of loop()  
    }  
}
```

```
// 3) GET analogWrite DATA FROM ARDUDROID
```

```
if (ard_command == CMD_ANALOGWRITE) {  
    analogWrite( pin_num, pin_value );  
    if (pin_num==11){tiempo=pin_value;}  
    if (pin_num==10){intensidad=pin_value/10;}  
    // add your code here  
    return; // Done. return to loop();  
}
```

```
// 4) SEND DATA TO ARDUDROID
```

```
if (ard_command == CMD_READ_ARDUDROID) {  
    // char send_to_android[] = "Place your text here." ;  
    // Serial.println(send_to_android); // Example: Sending text  
    Serial.print(" Analog 0 = ");  
    Serial.println(analogRead(A0)); // Example: Read and send Analog
```

pin value to Arduino

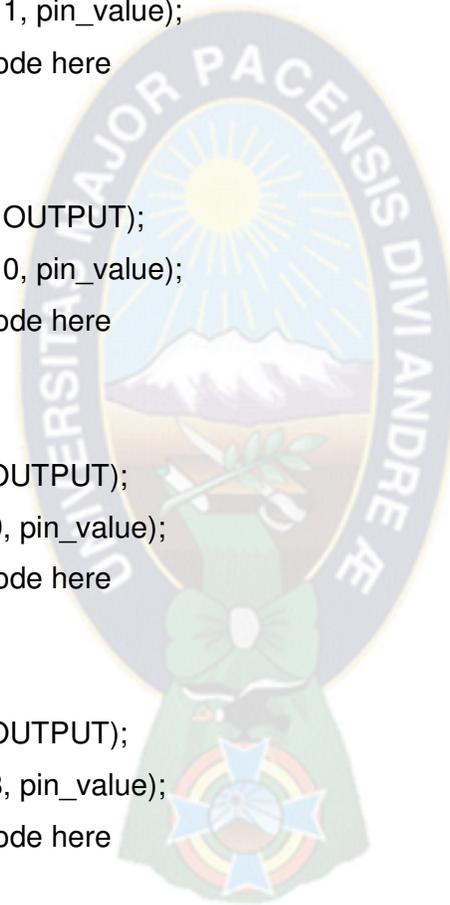
```
        return; // Done. return to loop();  
    }  
}
```

```
// 2a) select the requested pin# for DigitalWrite action
```

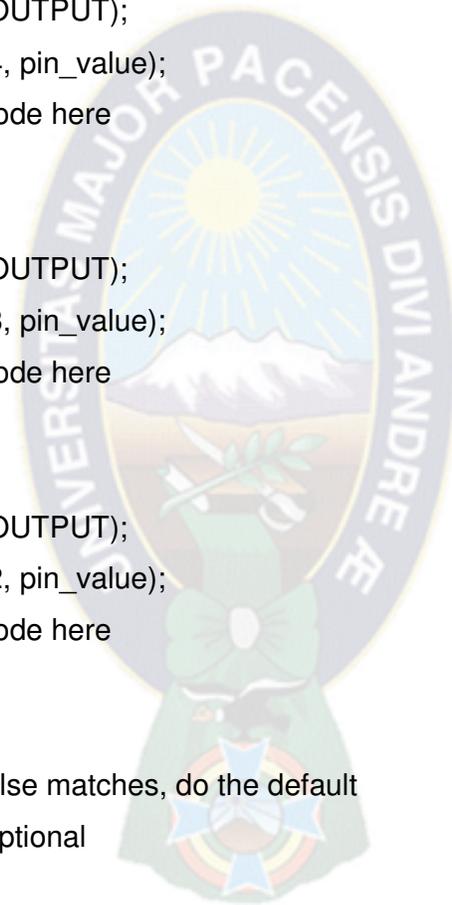
```
void set_digitalwrite(int pin_num, int pin_value)
```

```
{  
    switch (pin_num) {  
        case 13:  
            pinMode(13, OUTPUT);  
            digitalWrite(13, pin_value);  
            // add your code here
```

```
break;
case 12:
  pinMode(12, OUTPUT);
  digitalWrite(12, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 11:
  pinMode(11, OUTPUT);
  digitalWrite(11, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 10:
  pinMode(10, OUTPUT);
  digitalWrite(10, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 9:
  pinMode(9, OUTPUT);
  digitalWrite(9, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 8:
  pinMode(8, OUTPUT);
  digitalWrite(8, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 7:
  pinMode(7, OUTPUT);
  digitalWrite(7, pin_value);
  // add your code here
  break;
case 6:
  pinMode(6, OUTPUT);
  digitalWrite(6, pin_value);
```



```
// add your code here
break;
case 5:
pinMode(5, OUTPUT);
digitalWrite(5, pin_value);
// add your code here
break;
case 4:
pinMode(4, OUTPUT);
digitalWrite(4, pin_value);
// add your code here
break;
case 3:
pinMode(3, OUTPUT);
digitalWrite(3, pin_value);
// add your code here
break;
case 2:
pinMode(2, OUTPUT);
digitalWrite(2, pin_value);
// add your code here
break;
// default:
// if nothing else matches, do the default
// default is optional
}
}
```



3.3. DIAGRAMA EN BLOQUES MASAJEADOR ULTRASONICO Y SIMULACION

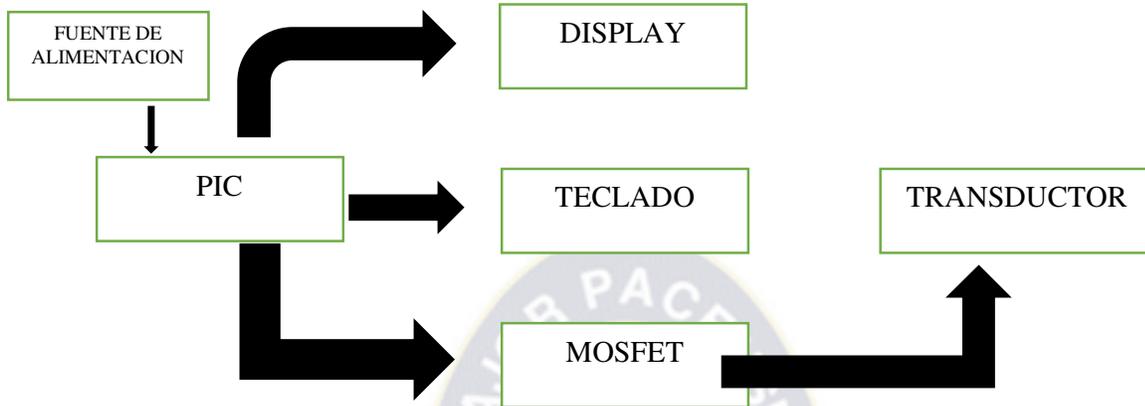


FIGURA 20. DIAGRAMA DE BLOQUES DE MASAJEADOR ULTRASÓNICO
Fuente. Diseño propio

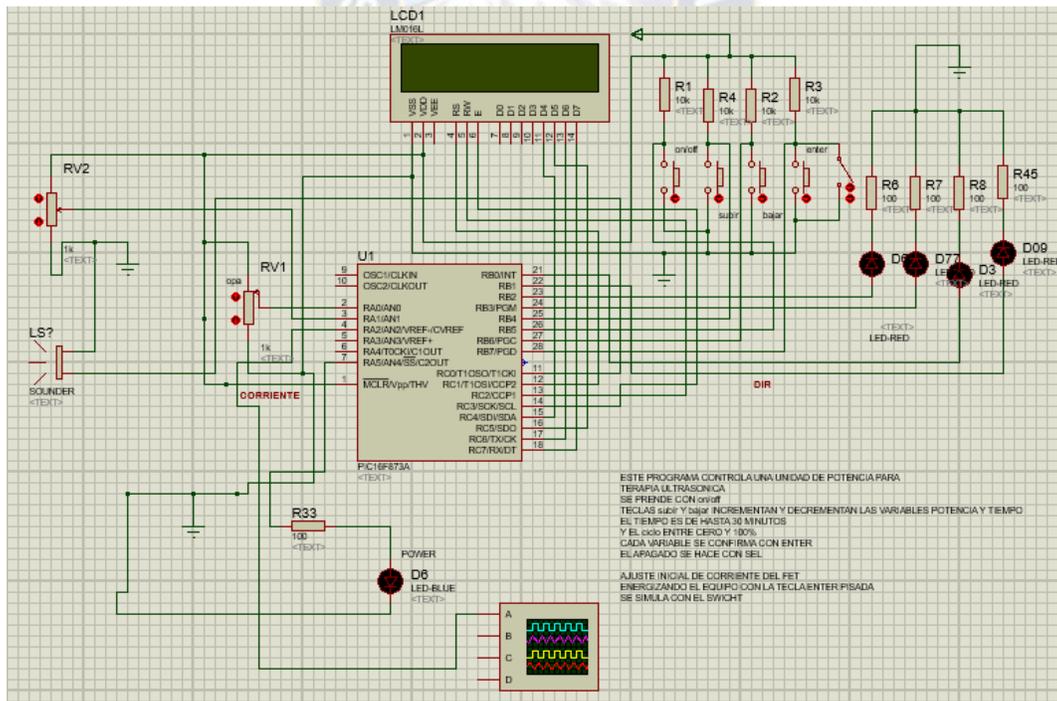


FIGURA 21. SIMULACIÓN DE CIRCUITO EN PROTEUS
Fuente. Diseño propio

3.3.1 MICROCONTROLADOR PIC

Se usará un microcontrolador PIC, el cual se programará para que genera las diferentes ondas.

3.3.2. DISPLAY Y TECLADO

Es un dispositivo de salida que mostrara la potencia del equipo y menús.

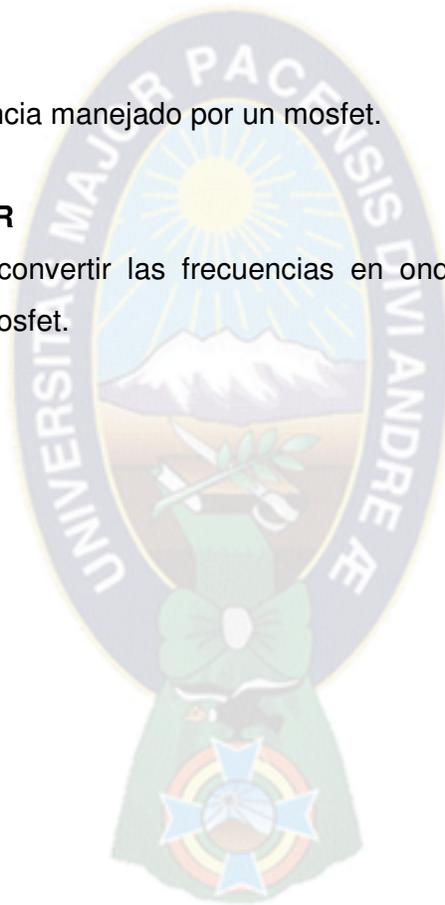
El teclado es la interfaz del usuario para cambiar la potencia de emisión del circuito.

3.3.3. MOSFET

Es un circuito de potencia manejado por un mosfet.

3.3.4. TRANSDUCTOR

Esta se encarga de convertir las frecuencias en ondas ultrasónicas y esta interconectado a un mosfet.



3.4. SOFTWARE

3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MASAJEADOR ULTRASÓNICO

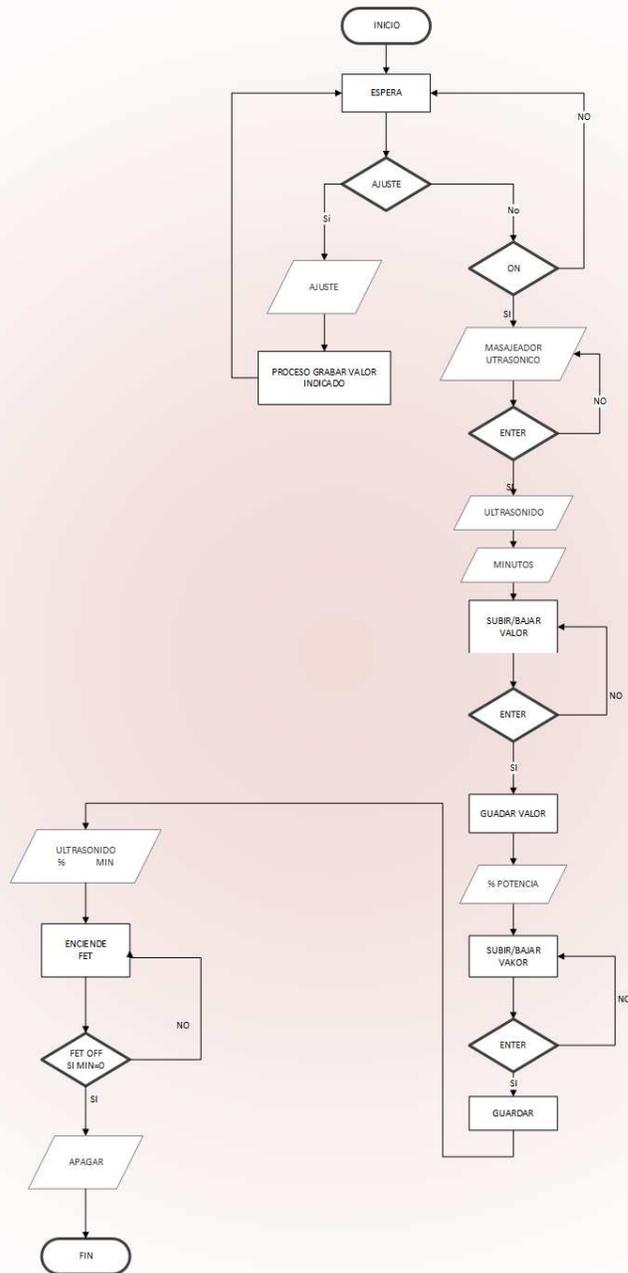


FIGURA 22. DIAGRAMA DE FLUJO

Fuente. Diseño propio

3.4.2. CODIGO FUENTE

Device 16F877A

```
TRISA= %00011011    ´configura el puerto A como entrada analógica y salida
TRISB= %11110000    ´Configura el puerto B como entrada y salida digital
TRISC= %00000000    ´configura el puerto C
ADCON0=%11000001    ´configura el canal 0 de conversión analógica a digital
ADCON1=%11000100    ´configura el canal 1 de conversión analógica a digital
OPTION_REG = %01000111 ´configuración de r1 registro
INTCON = %00100000 ´configuración de la interrupción
```

Declare XTAL 4 ´configuración del oscilador a 4 MHz

Declare LCD_RWPIN PORTC.2 ´configura el pin RC.2 como lectura y escritura del LCD

Declare LCD_DTPIN PORTC.4 ´configura el pin RC.4 como datos bit más alto del LCD

Declare LCD_ENPIN PORTC.3 ´configura el pin RC.3 como enable del LCD

Declare LCD_RSPIN PORTC.1 ´configura el pin RC.1 como reset del LCD

Declare LCD_INTERFACE 4 ´configuración bus de datos 4 hilos del LCD

Declare LCD_LINES 2 ´configura LCD de dos líneas

Declare CCP1_PIN PORTC.2 ´configuración de pin RC.2 como módulo CCP envío de pulsos

ADIN_RES 10 ´muestreo de conversión a 10 bits

ADIN_TAD FRC ´configuración conversión analógica a digital

ADIN_STIME 500 ´tiempo de muestreo 500 milisegundos

Symbol TRANSISTOR = PORTA.2 ´denomina a RA.2 como TRANSISTOR

Symbol PULSOS = PORTC.1 ´denomina a RC.1 envío de pulsos

Symbol Onoff = PORTB.5 ´denomina a RB.5 como botón encendido apagado

Symbol subir = PORTB.4 ´denomina a RB.4 como botón subir

Symbol bajar = PORTB.6 ´denomina a RB.6 como botón bajar

Symbol ENTER = PORTB.7 ´denomina a RB.7 como botón enter

Symbol BUZZER = PORTC.0 ´puerto RC.0 buzzer

Symbol LED_SUBIR = PORTB.3 ´denomina a RB.3 como led SUBIR

Symbol LED_BAJAR = PORTB.0 ´denomina a RB.0 como led BAJAR

Symbol LED_ONOFF = PORTB.2 ´denomina a RB.2 como led ONOFF

Symbol LED_ENTER = PORTB.1 ´denomina a RB.1 como led ENTER

Symbol TOIF = INTCON.2 ´interrupción 1 colocar a la valor toif

Symbol RBIF = INTCON.0 ´interrupción 0 colocar a rbif

Symbol encendido = PORTA.5 ´denomina a EA.5 como led encendido

Dim volt As Word ´indica a volt como variable tipo palabra

Dim COR As Word ´indica a cor como variable tipo palabra

Dim TIEMPO As Word ´indica a tiempo como variable tipo palabra

Dim POTENCIA As Word ´indica a potencia como variable tipo palabra

Dim CICLO_TRABAJO As Byte ´indica a ciclo_trabajo como variable tipo

byte

Dim MIC As Word ´indica a mic como variable tipo palabra
 Dim MINU As Word ´indica a ´minu como variable tipo palabra
 Dim SEG As Word ´indica a seg como variable tipo palabra
 Dim MINREF As Byte ´indica a minref como variable tipo byte
 Dim DIFTIME As Byte ´indica a diftime como variable tipo byte
 Dim CINCO As Byte ´indica a cinco como variable tipo byte
 Dim CAN_BARS As Byte ´indica a can_bars como variable tipo byte
 Dim I As Byte ´indica a I como variable tipo byte
 Dim POS As Byte ´indica a pos como variable tipo byte
 Dim TICKS As Byte ´indica a ticks como variable tipo byte
 Low encendido ´pone en cero a led encendido
 Dim PULSITOS As Byte ´indica a pulsitos como variable tipo byte
 Dim BAR_VAL As Byte ´indica a bar_val como variable tipo byte
 Dim BARS As Byte ´indica a bars como variable tipo byte
 Dim BALANCE As Byte ´indica a balance como variable tipo byte
 Dim BALF As Byte ´indica a balf como variable tipo byte
 Dim DELAYALTO As Word ´determina a delayalto como variable tipo palabra
 Dim DELAYABAJO As Word ´determina a delaybajo como variable tipo
 palabra
 Dim DET As Word ´determina a det como variable tipo palabra
 Dim TT As Word ´determina a tt como variable tipo palabra
 Dim encendido As Byte ´determina a encendido como variable tipo palabra
 Dim BARRITAS As Byte ´determina a barritas como variable tipo palabra
 Dim SEGO As Byte ´determina a sego como variable tipo palabra
 Dim SEGL As Byte ´determina a degl como variable tipo palabra
 Dim voltv As Byte ´determina a voltv como variable tipo palabra

ON_INTERRUPT GoTo iniciacion
 Dim TICK As Byte SYSTEM ´determina a tick como variable tipo byte

Dim segundos As Byte ´determina a segundos como variable tipo byte
 Dim minutos As Word ´determina a minutos como variable tipo palabra

minutos = 0 ´minutos seteado a 0
 segundos = 0 ´segundos seteado a 0

T1CON = \$01 ´configuracion del timer 1
 INTCON = \$C0 ´configuracion de la interrupcion 1
 PIE1 = \$01 ´configuracion registro

GoTo principal ´saltar a principal

Iniciacion:

Context SAVE ´guardar

movlw \$C0 ´mover el valor a
 movwf TMR1H ´mover el valor de timer 1
 incf TICK,F ´incrementar el valor en 1
 bcf PIR1, 0 ´restar el valor

Context Restore ´volver a programa inicial

tiempo:

```
PIE1 = 0 ´bandera a 0
segundos = segundos + (TICK / 61) ´dividir el valor de tick entre 61 y sumar al
valor de segundos
TICK = TICK // 61 ´dividir el valor de tick entre 61
PIE1 = $01 ´guardar el valor en registro
minutos = minutos + (segundos / 60) ´dividir el valor de segundos entre 60 y
suma a minutos
segundos = segundos // 60 ´dividir el valor de segundos entre 60
Return ´retornar a anterior secuencia
```

principal: Sound ,[105,2] ´determinar un pulso para el parlante

```
Symbol TOIE = INTCON.5 ´determinar a interrupcion 5 como t0ie
Symbol TOIF = INTCON.2 ´determinar a interrupcion 2 como t0if
Symbol GIE = INTCON.7 ´determinar a interrupcion 7 como gie
Symbol PS0 = OPTION_REG.0 ´determinar a option_reg.0 como ps0
Symbol PS1 = OPTION_REG.1 ´determinar a option_reg.1 como ps1
Symbol PS2 = OPTION_REG.2 ´determinar a option_reg.2 como ps2
Symbol PSA = OPTION_REG.3 ´determinar a option_reg.3 como psa
Symbol T0CS = OPTION_REG.5 ´determinar a option_reg.5 como tocs
GoSub LEDS ´saltar a leds
TT=100 ´determinar el vañor de tt a 100
If ENTER = 0 Then ´si valor de enter el igual a 0 entonces existe un retardo
DelayMS 100 ´retardo de 100 milisegundos
If ENTER = 0 Then ´si el valor de enter es igual a 0 entonces
GoSub CALIBRAR ´saltar a calibrar
EndIf ´terminacion de if
EndIf ´terminacion if
```

```
off: Low LED_onoff ´led de onoff apagado
If onoff = 0 Then ´si onoff es igual a 0 entonces
High LED_onoff ´coloca el led onoff en encendido
DelayMS 50 ´retard}o de 50 milisegundos
If SEL = 0 Then ´ si onoff entonces
Led onoff = 1 ´saltar a onnoff
EndIf
GoTo stp7 ´saltar a septimo paso
EndIf ´termina la decision
GoTo off ´saltar a off
```

```
stp7: Print At 1,1," MASAjE POR " ´imprimir en pantalla lña palabra masaje por
Print At 2,1," ULTRASONIDO " ´imprimir en pantalla la palabra ultrasonido
DelayMS 1000 ´retardo de 1 segundo
Cls ´borrar pantalla
Print At 1,1," Ultrasonido " ´imprimir en pantalla la palabra ultrasonido
```

```

UP1:   If MINREF<10 Then ´si minref es menor a 10 ir
        Print At 2,1," " ´imprimir en pantalla
        EndIf ´termina decision
        Print At 2,1,Dec MINREF," Minutos " ´imprimir en pantalla el valor decimal y
la palabra minutos
        If onoff = 0 Then ´si onoff es igual a cero
            DelayMS 50 ´retardo de 540 milisegundos
            If onoff = 0 Then ´si onoff sigue en 0
                GoSub APAGADO salta a apagado
                GoTo off ´salta a off
            EndIf ´termina la funcion
        EndIf

        If ENTER = 0 Then ´si boton enter se aperta cero
            DelayMS 100 ´hay un retardo de 100 milisegundos
            If ENTER = 0 Then ´si sigue como apretado
                GoTo arriba3 ´salta a arriba3
            EndIf ´termina la funcion
        EndIf

        If arriba=0 Then ´es apretado
            High LED_ARRIBA ´led arriba se enciende
            DelayMS 100 ´existe una pausa de 100 milisegundos
            If arriba=0 Then ´si boton arriba sigue apretado
                Inc MINREF ´incrementa el valor de minref
                Print At 2,1,Dec MINREF ´imprime en pantalla el valor
                If MINREF > 30 Then ´si el valor de minref es menor a 30 entonces
                    MINREF=30 ´minref es igual a 30
                    Low LED_ARRIBA ´apaga el led arriba
                    GoTo abajo1 ´salta a abajo1
                EndIf ´termina la funcion
            EndIf
        EndIf
        Low LED_ARRIBA ´apaga led

Abajo1:   If abajo=0 Then ´si boton abajo se apreta
            High LED_ABAJO ´se enciende led abajo
            DelayMS 100 ´retardo de 10 milisegundos
            If abajo=0 Then ´si boton abajo sigue apretado
                Dec MINREF ´decrementa el valor de minref
                If MINREF = 255 Then ´si minref es igual a 255 entonces
                    MINREF = 0 ´minref igual a 0
                EndIf ´termina decision
                If MINREF < 1 Then ´pero si minref es mnoer a 1
                    MINREF = 0 ´minref igual a 0
                EndIf ´termina funcion
                Print At 2,1,Dec MINREF ´imprime el valor de minref
                Low LED_ABAJO ´apaga el led abajo
                GoTo arriba1 ´salta a arriba 1
            EndIf
        EndIf
    
```

```

    EndIf
    EndIf
    Low LED_ABAJO ´apaga led abajo
    GoTo arriba1 ´salta a arriba 1

arriba3:    If ENTER = 0 Then ´si boton enter es apretado
            DelayMS 100 ´pausa de 100 milisegundos
            If ENTER = 0 ´Then ´boton enter sigue apreto
            GoTo arriba3 ´salta a arriba3
            EndIf ´termina la decision
            EndIf ´termina la funcion
            Cls ´borra lo que esta en pantalla
            Print At 1,1,"Ultrasonido" ´imprime en pantalla la palabra ultrasonido
Arriba2:    Print At 2,1,Dec CICLO_TRABAJO,"% " ´imprime en el lcd la pabra
            If onoff = 0 Then ´si boton onoff se apreta
            DelayMS 50 ´exite unb retardo de 50 milisegundos
            If onoff = 0 Then ´si el boton onoff es apretado
            GoSub APAGADO ´salta a apagado
            GoTo off ´salta a off
            EndIf ´termina la funcion
            EndIf

            If arriba=0 Then ´si boton arriba se apreta
            High LED_ARRIBA ´se enciende el led
            DelayMS 50 ´exite un retardo de 50 milisegundos
            If arriba=0 Then ´si boton arriba sigue apretado
            Inc CICLO_TRABAJO ´incrementa el valor del ciclo de trabajo
            Print At 2,1,Dec CICLO_TRABAJO,"% " ´imprime el valor en el lcd
            If CICLO_TRABAJO > 100 Then ´si el valor de ciclo_trabajo es menor a
100
                CICLO_TRABAJO = 100 ´ciclo_trabajo es igual a 100
                Low LED_ARRIBA ´apaga led arriba ´
                GoTo abajo2 ´salta a abajo2
            EndIf ´termina la funcion
            EndIf
            EndIf
            Low LED_ARRIBA ´apaga led arriba

abajo2:    If abajo=0 Then ´si boton abajo se apreta
            High LED_ABAJO ´enciende led abajo
            DelayMS 100 ´pausa de 100 milisegundos
            If abajo=0 Then ´si botón abajo se apreta
            Dec CICLO_TRABAJO ´decrementa ciclo_trabajo
            If CICLO_TRABAJO = 255 Then ´si ciclo_trabajo esigual a 255
                CICLO_TRABAJO = 0 ciclo_trabajo es igual a 0
            EndIf ´termina la funcion
            If CICLO_TRABAJO < 1 Then ´ciclo_trabajo es menor a 1
                CICLO_TRABAJO = 0 ´ciclo_trabajp igual a 0
            EndIf ´termina la funcion

```

```

        Print At 2,1,Dec CICLO_TRABAJO,"% " ´decremento el valor de
ciclo_trabajo
        EndIf
    EndIf ´termina la funcion
    Low LED_ABAJO ´apaga el led abajo

test9:    If ENTER = 0 Then ´si boton enter se apreta
        GoTo arriba4 ´salta a arriba4
    EndIf ´termina la funcion
    GoTo arriba2 ´salta arriba 2

arriba4:    Cls ´borra pantalla
        GoSub PINTA ´salta a pinta
arriba5:    If onoff = 0 Then ´si boton onoff se apreta
        DelayMS 50 ´pausa de 50 milisegundos
        If onoff = 0 Then ´si bot3n onoff se apreta
            GoSub APAGADO ´salta a apagado
            GoTo off ´salta off
        EndIf ´termina la funcion
    EndIf
    GoTo arriba5

CALIBRAR: High LED_ENTER ´enciende el led enter
    Cls ´borra pantalla
    Print At 1,1,"AJUSTE CORRIENTE" ´imprimi ajuste de corriente
    Print At 2,1,"MOVER TRIMER " ´imprime mover trimer
    DelayMS 2000 ´retardo de 2 segundos
    Cls ´borra pantalla
    Print At 1,1,"CORRIENTE=" ´muestra corriente
    Print At 2,1,"SALIR/espere" ´muestra en pantalla la palabra salir/espere
lap99:    COR = ADIn 0 ´se guarda en valor del canal de conversion 0 a cor
    Print At 1,11," " ´mostrar en pantalla
    Print At 1,11,Dec COR ´decrementa el valor de cor
    DelayMS 100 ´pausa 100 milisegundos
    If ENTER = 1 Then ´si enter no esta apretado
        DelayMS 2000 ´pausa 2 segundos
        If ENTER = 1 Then ´si entre todavia no se apreta
            Cls ´borra lo de pantalla
            Low LED_ENTER ´apaga led enter
            Return ´retorna al anterior
        EndIf ´termina la funcion
    EndIf
    GoTo lap99 ´salta a lap99

lp1:    If ENTER = 1 Then ´´si boton enter no se apreta
    Return ´retorna al anterior
    EndIf ´termina la funcion
    GoTo lp1 ´salta a lp1

```

```

PINTA:  Low TRANSISTOR ´apaga transistor
        DELAYALTO = CICLO_TRABAJO ´´ guarda el valor de ciclo_trabajo en
delayalto
        DELAYBAJO = TT – DELAYALTO ´resta delayalto a tt y lo guarda en
delaybajo
        High encendido
        Print At 2,1,"%C:",Dec DELAYALTO ´imprime el valor delayalto
        Print At 2,7,"T=    "´imprime el valor de T
        minutos = 0 ´poner minuto a 0
        segundos = 0 ´poner segundos a 0
ciclo:  High encendido ´activar led encendido
        volt = ADIn 1 ´guardar el valor en volt
        volt = volt/10 ´dividir el valor y guardarlo en volt
        If voltv <> volt Then ´si el valor de voltv esta entre valor de volt
        Print At 1,11,"    " ´imprimir este valor en pantalla
        EndIf ´terminar la funcion
        High encendido ´ceder el led encendido
        For I=0 To DELAYALTO ´ir de 1 hasta al valor de delayalto
        High TRANSISTOR ´enciende transistor
        If onoff = 0 Then ´si boton onoff es apretado
        GoSub APAGADO ´saltar a apagado
        GoTo off ´salta a off
        EndIf
        DelayMS 10 ´retardo de 10 milisegundos
        Next ´ir al siguiente paso

        For I=0 To DELAYBAJO ´ir de 1 a valor delaybajo
        Low TRANSISTOR ´apaga transistor
        If onoff = 0 Then ´si se apreta boton onoff entonces
        GoSub APAGADO ´saltar a apagado
        GoTo off ´salta a off
        EndIf ´terminar la funcion
        DelayMS 10 ´retardo de 1m milisegundos
        Next
        GoSub tiempo
        Print $fe, 2, "Time: ",DEC2 minutes, ":", DEC2 seconds ´mostrar el
tiempo minutos y segundos
        Print At 2,9,DEC2 (MINREF-minutes-1),":",DEC2 (60-seconds-1) ´decrementa
los valores establecidos
        Let voltv = volt ´colocar el valor de volt en voltv
        Print At 1,1,"POTENCIA%=",@volt ´muestra este valor en pantalla

laper1:
        If minutos = MINREF Then ´si minref es igual al valor de minutos entonces
        GoSub APAGADO ´saltar a apagado
        GoTo off ´saltar a off
        EndIf ´terminar la funcion

        If onoff = 0 Then ´si se apreta el boton onoff

```

```

GoSub APAGADO ´salta a apagado
GoTo off ´salta a off
EndIf ´termina la funcion
GoTo ciclo ´salta a ciclo

```

```

APAGADO: Cls ´borra lo q se encontraba en pantalla
Low encendido ´apaga led encendido
Print At 1,1,"APAGANDO..." ´mostrar en pantalla la palabra apagado
DelayMS 4 ´páusar 4 segundos
Low encendido ´apagar el led de encendido
Low TRANSISTOR ´pulso apagado
Low LED_ONOFF ´apagar led onoff
For I=115 To 70 Step -5 ´ir de 115 en a 70 menos 5
  Sound BUZZER,[I,3] ´emitir audio
Next ´siguiente funcion
Cls ´borra de pantalla
Return ´retornar al anterior funcion

```

```

LEDS: High LED_ONOFF ´enceinder led onoff
High LED_ENTER ´enceinder led enter
High LED_ARRIBA ´enceinder led arriba
High LED_ABAJO ´enceinder led abajo
DelayMS 2000 ´retardo de 2 segundois
Low LED_ONOFF ´apagar led onoff
Low LED_ENTER ´apagar led enter
Low LED_ARRIBA ´apagar led arriba
Low LED_ABAJO ´apagar led abajo
Return ´retardo a function anterior
End ´fin

```

3.5. DESARROLLO PRACTICO/EXPERIMENTAL

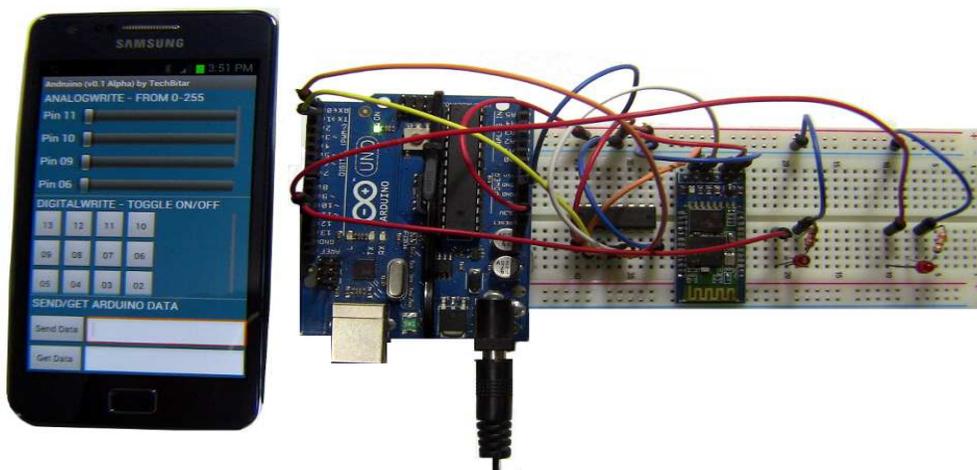


FIGURA 23. INTERFAZ ANDROID- BLUETOOTH
Fuente. Diseño propio

3.6. APLICACION Y PRUEBA DEL MODULO ESTIMULADOR

A continuación, se muestran imágenes de pruebas del primer modulo

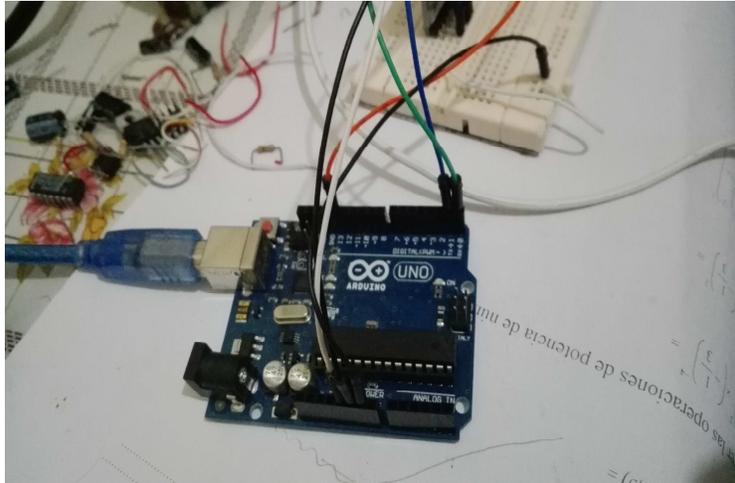


FIGURA 24 ARDUINO UNO
Fuente. Diseño propio

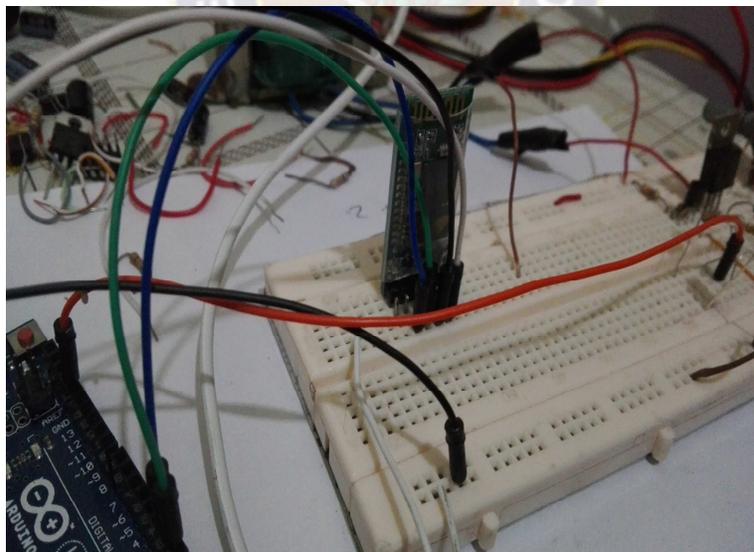


FIGURA 25 BLUETHOOTH HC5
Fuente. Diseño propio

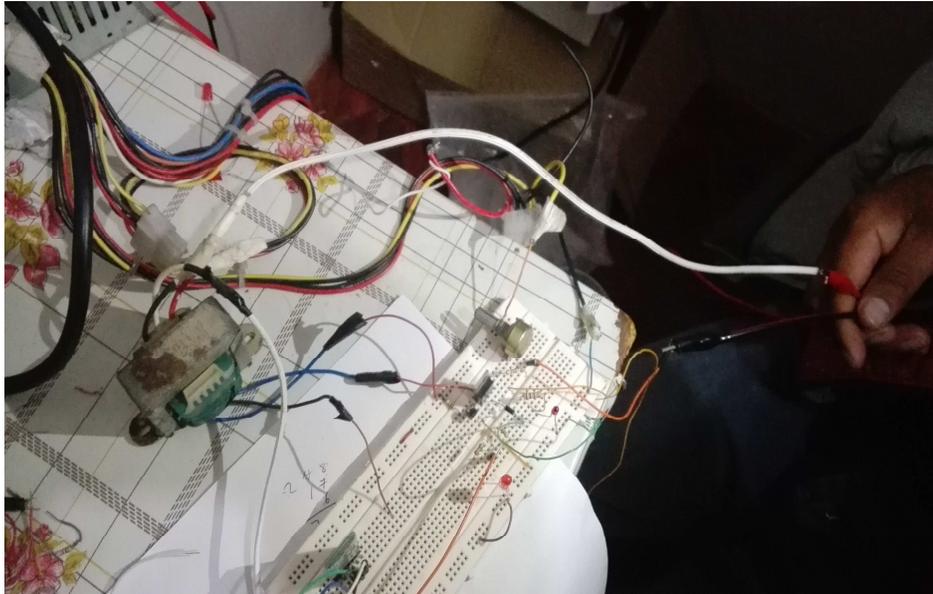


FIGURA 26. ETAPA DE POTENCIA
Fuente. Diseño propio

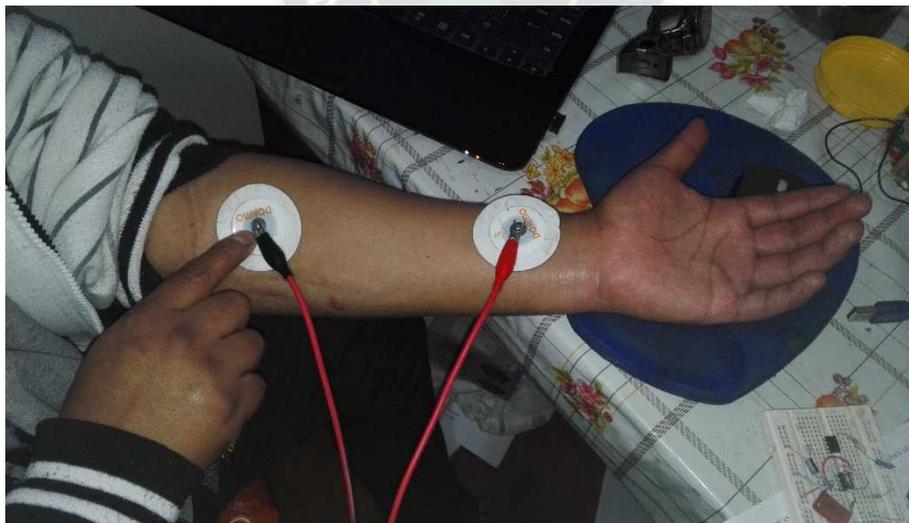


FIGURA 27. APLICACION DE LOS ELECTRODOS
Fuente. Diseño propio

3.7. APLICACION Y PRUEBA DEL MODULO MASAJEADOR ULTRASONICO

A continuación, se presentan imágenes del segundo modulo



FIGURA 28 DISPLAY
Fuente. Diseño propio



FIGURA 29 MICROPROCESADOR PIC
Fuente. Diseño propio



FIGURA 30 EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO
Fuente. Diseño propio



CAPITULO IV

4. ANALISIS DE COSTOS

Los costos de ambos equipos se pueden apreciar en las siguientes tablas:

DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO/Bs.	COSTO TOTAL/Bs.
ELECTRODOS	2	70	140
TARJETA ARDUINO	1	90	90
MODULO BLUETOOTH	1	120	120
TRANSISTORES BC548-	1	2	2
TRANSISTORES TIP 31C	1	5	5
RESITENCIAS VARIAS	3	0.50	1.50
DIODO	2	1	2
CONECTORES Y VARIOS	1	10	10
TRANSFORMADOR	1	20	20
TOTAL			390.5

TABLA N°4 COSTOS DEL TENS
Fuente. Diseño propio

A continuación, se muestra precios de equipos comerciales.

MARCA Y MODELO	EQUIPO	PRECIO/\$
Marca: Qiaoxin Modelo: QXTA-13		800
Marca: Noto Modelo: N1104 progressive		1200

TABLA N°5 COSTOS EQUIPOS COMERCIALES
Fuente. Catálogo de equipos médicos



DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO/Bs,	COSTO TOTAL/Bs.
MICROCONTROLADOR PIC	1	70	70
SENSOR PIEZOELCTRICO (TRASNDUCTOR)	1	700	700
DISPLAY	1	30	30
TECLADO	1	20	20
MOSFET	1	15	15
VARIOS	1	10	10
TOTAL			845

TABLA N°6 COSTOS DEL MASAJEADOR ULTRASONICO

Fuente. Diseño propio

A continuación, se muestra precios de equipos comerciales.

MARCA Y MODELO	EQUIPO	PRECIO/\$
Ultrasonidos globus medisound 3000		1150
Gymna pulson 100 ultrasonido 1 mhz		1430

TABLA N°7 COSTOS EQUIPOS COMERCIALES

Fuente. Catálogo de equipos médicos

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

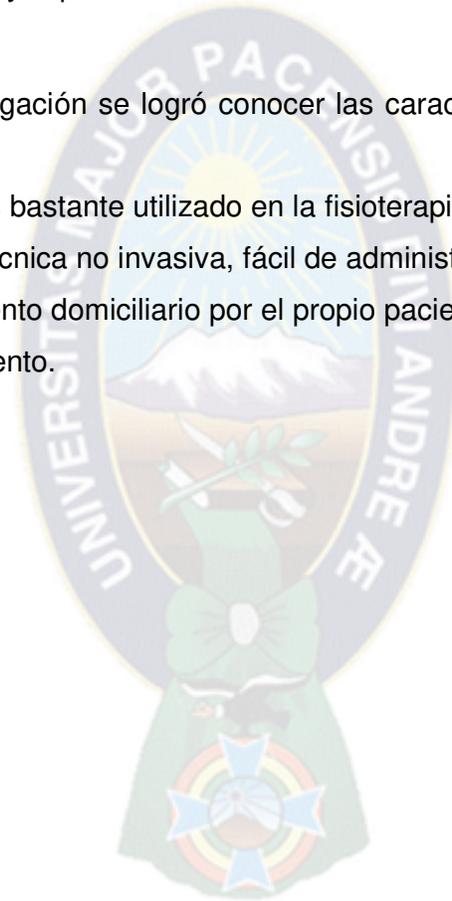
A realizar el presente proyecto se llegaron a las siguientes conclusiones:

Se logró diseñar el equipo que consta de doble funcionalidad, el cual se encuentra dentro de los parámetros de equipos similares.

También se investigó sobre las características de los músculos, en especial los de del brazo y mano, ya que estos son los miembros que con más frecuencia sufren accidentes.

Después de la investigación se logró conocer las características de un equipo TENS.

El equipo diseñado es bastante utilizado en la fisioterapia combinada ya que se trata de una técnica no invasiva, fácil de administrar y que puede ser utilizada para tratamiento domiciliario por el propio paciente tras un periodo de entrenamiento.



CAPITULO VI

6. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ELECTROTERAPIA EN FISIOTERAPIA SEGUNDA EDICIÓN AUTOR RODRIGUEZ MARTIN
- MANUAL SIMPLEX ELECTROESTIMULADOR DE GOGROUP
- GUÍA DE USUARIO DE ARDUINO AUTOR RAFAEL ENRÍQUEZ HERRADOR
- MODELO FUNCIONAL DE UN EQUIPO GENERADOR DE ONDAS ULTRASONICAS AUTORES SONIA CASTILLO, JULIAN RODRIGUEZ
- INSTRUCTIVO DE COLOCACION DE ELECTRODOS DE ECAM ESTETIC.
- ELECTROTERAPIA DE FRECUENCIA MEDIA Y BAJA, R.V. DEN ADEL

6.1 WEBGRAFIA

- WWW.ARDUINO.CC/EN/.
- WWW.LUISBERNAL.COM

