



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISPOSITIVO DE ESTIMULACIÓN SÍNCRONA AL  
RITMO CARDIACO**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**P R E S E N T A N :**

**METZERI CAMPOS VARGAS  
LOURDES STEPHANIE GALLARDO AKÉ**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. JOSÉ LUIS FERNANDEZ ZAYAS**

**2013**

GLOSARIO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Objetivos .....	2
<i>Objetivos generales</i> .....	2
<i>Objetivos particulares</i> .....	2
Alcances .....	2
Introducción .....	2
Estado del arte .....	3
Fundas para pene.....	3
Vibradores.....	4
Futuro de los juguetes sexuales .....	5
ANTECEDENTES.....	7
<i>Dispositivo vibrador con aplicación y materiales</i> .....	7
Ritmo cardiaco y transmisión de datos .....	7
MARCO TEÓRICO.....	9
Anatomía requerida .....	9
<i>Órganos reproductores masculinos</i> .....	9
<i>Órganos reproductores femeninos</i> .....	10
<i>Ritmo cardiaco y sistema circulatorio</i> .....	12
<i>Respuesta fisiológica en el ciclo de la relación sexual</i> .....	14
DISEÑO CONCEPTUAL Y DE CONFIGURACIÓN.....	17
Necesidades básicas:.....	17
Definición del problema.....	17
Requerimientos del usuario .....	18
<i>En caso de mujeres:</i> .....	18
<i>En caso de hombres:</i> .....	18
Requerimientos de diseño .....	19
Especificaciones .....	20
Diseño conceptual.....	20
Diseño de configuración.....	25
<i>Adquisición de señal</i> .....	25
<i>Control de actuadores</i> .....	30

<i>Alimentación de los motores</i> .....	30
<i>Procesamiento de señal</i> .....	30
<i>Alimentación de motores vibradores</i> .....	30
<i>Selección del material</i> .....	31
<i>Diseño físico de textura interna</i> .....	31
<i>Diseño físico de textura externa</i> .....	32
<i>Pulsera receptora de excitación</i> .....	33
PRUEBAS Y RESULTADOS.....	34
SEGURIDAD E HIGIENE .....	44
PROCESO DE FABRICACIÓN Y TRABAJO A FUTURO .....	46
<i>Proceso de fabricación</i> .....	46
<i>Trabajo a futuro</i> .....	46
CONCLUSIONES .....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	49
<i>Bibliografía de imágenes</i> .....	50
<i>Bibliografía de Protocolo del paciente</i> .....	51
ANEXOS .....	52
<i>Anexo 1. QFD del subsistema de la frecuencia cardíaca hombres</i> .....	52
<i>Anexo 1. QFD del subsistema de la frecuencia cardíaca mujeres</i> .....	54
<i>Anexo 2. Fotodiodo</i> .....	55
<i>Anexo 3. Lista de componentes</i> .....	55
<i>Anexo 4. Diagrama de Proteus</i> .....	55
<i>Anexo 5. Programa en Arduino</i> .....	56
<i>Anexo 6. Planos</i> .....	58
<i>Anexo 7. Protocolo del paciente</i> .....	59
<i>Apéndice Tablas de Referencia</i> .....	66
YMCA 3-minutos.....	66
Harvard Prueba Escalón .....	66
Queens Collage Prueba Escalón .....	67
<i>Anexo 8. Cédula del sujeto de prueba.</i> .....	68

## Índice Imágenes

Fig. 1 Funda de papel con forma de ave hecha para decorar los órganos sexuales masculinos.....	3
Fig. 2 Técnica de Casanova.....	3
Fig. 3 Funda para vagina, antiviolaciones.....	4
Fig. 4 Primer vibrador de la historia.....	4
Fig. 5 Vibrador mecánico con manual 1880.....	5
Fig. 6 Fragmento de página en un periódico publicando venta.....	5
Fig. 7 Vibrador para lengua y vibrador para un solo dedo.....	5
Fig. 8 Robot del futuro.....	5
Fig. 9 Arnés hueco con vibrador.....	7
Fig. 10 Reloj polar.....	7
Fig. 11 Electrocardiograma.....	7
Fig. 12 Tatuaje electrónico.....	8
Fig. 13 Órganos sexuales masculinos externos.....	9
Fig. 14 Testículos.....	9
Fig. 15 Cuerpo del pene.....	10
Fig. 16 Anatomía del pene.....	10
Fig. 17 Cuerpo del pene.....	10
Fig. 18 Órganos reproductores sexuales femeninos.....	10
Fig. 19 Punto G de la mujer.....	11
Fig. 20 Órganos sexuales femeninos externos.....	11
Fig. 21 Glándula de Skene.....	12
Fig. 22 Componentes del corazón.....	12
Fig. 23 Ciclo Cardíaco.....	13
Fig. 24 Arteria y vena.....	13
Fig. 25 Fases fisiológicas.....	14
Fig. 26 Movimiento muscular de la vagina durante la relación sexual.....	14
Fig. 27 Movimiento del pene durante la relación sexual.....	15
Fig. 28 Johnson cuatro fases de la respuesta sexual humana.....	15
Fig. 29 Amplificador de instrumentación con ganancia adaptable.....	26
Fig. 30 Filtro pasa bajas a 2Hz.....	27
Fig. 31 Amplificador derivador.....	27
Fig. 32 Amplificador No inversor.....	28
Fig. 33 Comparador de lazo abierto con diodo Zenner a la salida.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Fig. 34 Filtro pasa bajas creado en Filter Pro a 1.5 Hz.....	29
Fig. 35 Diseño de circuito de adquisición de la señal en Proteus.....	29
Fig. 36 Diseño de fenólica.....	30
Fig. 37 Contenedores de batería.....	31
Fig. 38 Textura interna.....	32
Fig. 39 Textura externa.....	32
Fig. 40 Pulsera receptora.....	33

# GLOSARIO

---

1. Acto sexual o coito: penetración del pene erecto en la vagina.
2. Erección: endurecimiento y dilatación del pene por la afluencia de la sangre.
3. Estímulo: elemento externo que produce una respuesta o reacción.
4. Excitación:
  - a. a) Estado de actividad psíquica y motora anormalmente alta, motivado por una emoción, una psicosis o neurosis o una intoxicación.
  - b. b) Estado de actividad de un nervio o un músculo en respuesta a un estímulo.
5. Relación sexual: el contacto físico entre personas fundamentalmente con el objeto de dar y/o recibir placer sexual, o con fines reproductivos. La relación sexual abarca muchas posibles actividades o formas de relación entre dos personas y **NO SE LIMITA SÓLO A coito o penetración.**
6. Genital: órganos sexuales externos.

# INTRODUCCIÓN

---

## *Objetivos*

### *Objetivo general*

Diseñar un sistema de vibración que esté en sincronía con el ritmo cardiaco de uno de los usuarios y cuya velocidad sea generada por la frecuencia cardiaca de éste, durante las diferentes etapas del acto sexual. Contará con un diseño de texturas para la estimulación específica de los órganos reproductores.

### *Objetivos particulares*

Diseñar un dispositivo, tomando en cuenta los materiales y dimensiones anatomofisiológicas.

Diseñar el circuito electrónico de adquisición de ritmo cardiaco, esperando obtener este último como diseño físico en armado rápido (protoboard).

## *Alcances*

1.- Diseño de las siguientes etapas en armado rápido en protoboard

- Adquisición de señal
- Control de actuadores

2.-Diseño del dispositivo en CAD

3.-Selección de los materiales del dispositivo

## *Introducción*

Se identifican las necesidades básicas requeridas por los usuarios potenciales. Posteriormente se define el objetivo, así como el objetivo particular, seguido de los alcances que se esperan.

Se requiere tener el conocimiento sobre conceptos básicos a utilizar, como: los conceptos de sistemas biológicos, su origen, su funcionamiento, formas de procesamiento, rangos de operación, fisionomía y el desempeño que realizan durante los ciclos característicos que se produzcan.

Durante el diseño conceptual se realiza la búsqueda de información sobre soluciones ya existentes a los problemas plantea dos con anterioridad. Se incluyen propuestas novedosas planteadas a través de la ingeniería, eligiendo así una solución viable, delimitando sus requerimientos y especificaciones.

A continuación se realiza el diseño de configuración, haciendo una retroalimentación con el diseño conceptual y los conocimientos básicos de los sistemas biológicos a utilizar. En este punto se diseña la configuración electrónica que permitirá la adquisición, procesamiento, transmisión de datos así como el control de los actuadores, de igual forma se definirán el diseño de las estructuras.

Tras diseñar las diferentes configuraciones, se procede a armar los sistemas electrónicos y dibujar en CAD las estructuras del dispositivo, de acuerdo a la configuración elegida, en este paso también se corrobora el funcionamiento de los subsistemas.

Ratificado el funcionamiento de los subsistemas se integra el sistema electrónico, comprobando el funcionamiento de este en un ambiente controlado y se delimita el método de fabricación de las estructuras del dispositivo.

### Estado del arte

#### Fundas para pene.

Los primeros registros históricos de fundas para el pene datan de 1000 A.C. cuyos materiales constaban de papel de seda aceitado, envolturas de lino, cuero o cuerno hueco muy delgado. La primera ilustración que se tiene de una de estas fundas para pene, usada por un hombre durante la relación sexual está pintada sobre la pared de una cueva en Francia (Parisot, 1987) (American, Actualizado al mes de enero del 2012).



Fig. 1 Funda de papel con forma de ave hecha para decorar los órganos sexuales masculinos (La Patilla, 2012)

Alrededor del año 300 D.C. se tienen registros donde se documenta el uso de fundas de papel para decorar el pene de hombres japoneses con formas de animales. Estos artículos también aparecen dibujados en el arte de los egipcios, griegos y romanos.



Fig. 2 Técnica de Casanova (Pokey & Play Fourum, 2011)

El médico italiano (Gabriel Falipio) en 1500, sugiere “fundas para pene echas de lino deben ser utilizadas para proteger a los caballeros contra la sífilis” en su libro “De morbo gallico” (Arrizabalaga, 1497).

A mediados de 1700 se comenzó a usar fundas de membrana de animales, las cuales poseían una delgada costura en un costado, sin embargo estas membranas portaban agujeros, lo cual causo la fama de Casanova, por su peculiar técnica para probar la efectividad de estas fundas.

En 1855 el caucho se introdujo en estas fundas haciéndolas más gruesas y pesadas.

Para el año de 1912, se introduce el látex, mejorando las propiedades y dividiendo el mercado en fundas para pene y condones, dando una connotación de salud a los condones y dirigiendo la atención de las fundas para pene hacia el sector de la pornografía y prostitución (Dexter, 2000).

En 1980, se mejora el diseño de las fundas para pene y se vende como producto de placer a los homosexuales, así como protección contra enfermedades de transmisión sexual.

En 1990, las fundas para pene obtienen mayor aceptación del público, sin embargo la permanencia del condón respecto a las fundas es superior.

En la actualidad existen múltiples tipos de fundas para pene o vagina, con diferentes texturas, olores, he incluso colores; son utilizados indistintamente del género o sector social de la persona; pero su función inicial (evitar enfermedades) ha sido superado por la de obtener placer sexual (el 22% de mujeres y el 29% de los hombres entre 20 y 25 años utilizan este tipo de métodos durante las relaciones sexuales) (Ospina & Manrique, 2007, págs. 101-111). También existen fundas diseñadas exclusivamente para la protección sexual de la mujer en caso de violación, como la funda para vagina (Ehlers, 2010).



Fig. 3 Funda para vagina, antiviolaciones (Rape aXe, 2013)

### *Vibradores*



Fig. 4 Primer vibrador de la historia (Orgasmatrix, 2011)

El primer aparato vibrador se creó en 1869 por el médico George Taylor. Estos aparatos fueron utilizados por los médicos como terapia para tratar la histeria y algunas otras enfermedades ligadas a la pelvis femenina, aunque los dispositivos eran costosos, con alto nivel de despiece y voluminosos, lo que dificultaba su traslado, como se muestra en figura 4.

Los primeros vibradores producían cien a setecientos pulsaciones por minuto aproximadamente y el costo estaba entre los doscientos dólares (según el modelo) y funcionaban a base de vapor (Msines, 1999).



Más adelante en 1900, los vibradores comenzaron a comercializarse como artículos de uso casero. Estos modelos mecánicos se volvieron populares por ser considerados electrodomésticos, incluso existían algunos modelos que tenían piezas intercambiables para convertirse en enseres de cocina.



Fig. 5 Fragmento de página en un periódico publicando venta (Domingo, 2011)



Fig. 6 Vibrador mecánico con manual 1880 (Mike, 2005)

En esta época los vibradores eran anunciados en los periódicos en el área de electrodomésticos y se apreciaban como artículo necesarios para una mujer, además el precio disminuyó haciéndolo accesible para amas de casa.

Después de 1920 los vibradores se comenzaron a utilizar en películas pornográficas, lo que produjo que los aparatos perdieran su buena reputación y se convirtieran en objetos exclusivos de prostitutas.

En la década de 1960, los vibradores se consideraron “acceptables”. Más tarde, durante la década de 1970, fueron comercializados como instrumentos de ayuda sexual.

En la actualidad la industria de los vibradores tiene dispositivos de todo tipo y para todas las necesidades, desde los clásicos vibradores en forma de miembro masculino hasta algunos para personas con alguna discapacidad, haciendo más sencilla la vida sexual de muchas personas y más placentera la vida de los usuarios en general (Fig. 7).



Fig. 7 Vibrador para lengua y vibrador para un solo dedo (Xakata Blog, 2008)

### Futuro de los juguetes sexuales



Fig. 8 Robot del futuro (Fernández, 2008)

En el futuro muchos científicos se plantean la posibilidad de unir la gran mayoría de dispositivos para el placer sexual en un solo ente robótico, que sea capaz de satisfacer el deseo sexual de las personas sin restricción.

Como lo plantean Ian Yeomany Michelle Marte: “Las tecnologías se están convirtiendo en una parte integral de la condición humana. La sociedad forma parte no sólo de los individuos humanos delimitada por sus cuerpos biológicos, sino también las extensiones tecnológicas de las personas, incluidos sus sustitutos robóticos” (Yeoman & Marte).

También se plantea la posibilidad de satisfacer las filias de los

usuarios creando robots que cumplan con las necesidades del usuario.

La OMS en su definición de trabajo propone la necesidad de entender y educar la sexualidad humana, para lo cual es de suma importancia, reconocer los derechos sexuales y la libertad sexual (Conferencia Internacional sobre Población y Desarrollo, 1994).

# ANTECEDENTES

---

## *Dispositivo vibrador con aplicación y materiales.*

Dentro de los dispositivos vibradores podemos encontrar el Arnés hueco con vibrador, este arnés funciona a través de un control alambico, donde se varía la velocidad de trabajo, así como los periodos de vibración.



Fig. 9 Arnés hueco con vibrador

Este vibrador se compone de material plástico flexible, es comúnmente utilizado para hombres que sufren de disfunción eréctil.

Estos dispositivos son hechos usualmente a base de silicón de calidad médica, aunque también se fabrican de poliuretano, plásticos vulcanizados y látex, en el caso de materiales suaves, y PVC en el caso de materiales rígidos.

## *Ritmo cardiaco y transmisión de datos*

Un dispositivo para el censado de ritmo cardiaco es el “reloj polar” (para deportistas). Este dispositivo, en el entrenamiento, es útil para llevar un control de las mejoras o avances del rendimiento físico, este instrumento capta y registra la señal del ritmo cardiaco, a partir de múltiples sensores distribuidos a lo largo del cuerpo. Obtenido esta señal, el reloj realiza conversiones y obtiene información como, el consumo en calorías que se ha obtenido durante el periodo de ejercicio, el tiempo en que se llevó a cabo la actividad o la distancia recorrida por el usuario (en el caso de corredores).



Fig. 10 Reloj polar (Deportes Polar, 2008)

Este mismo artículo tiene una comunicación vía transmisión magnética de datos tipo H1 y H2 entre los sensores y el reloj, mientras que entre el reloj y la computadora la comunicación es vía infrarrojo.

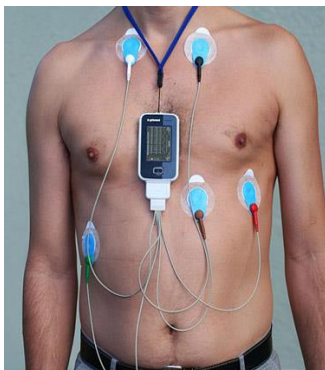


Fig. 11 Electrocardiograma (Alive Technologies, 2008)

Otro dispositivo para medir el ritmo cardiaco es el electrocardiograma, este instrumento mide la actividad eléctrica del corazón, que coincide con el ritmo cardiaco. Para esta medición se usa una serie de electrodos que se adhieren al pecho (en diferentes configuraciones), los cuales adquieren la señal producida del músculo cardiaco. El electrocardiograma puede ser encontrado en diferentes presentaciones, desde robustas máquinas con gran cantidad de aplicaciones, comúnmente utilizadas en los hospitales; hasta pequeñas máquinas portátiles que son requeridas para registrar la actividad cardiaca en la vida cotidiana o durante una gran

cantidad de tiempo del paciente.

El Tatuaje electrónico para monitoreo de signos vitales, es un dispositivo que mide la frecuencia cardiaca, así como otros signos vitales. Este tatuaje es un sistema compuesto de luces LED, transistores, antenas inalámbricas y celdas solares, los cuales, se montan sobre varias capas finas de caucho. Este pequeño aparato desarrollado en la universidad de Illinois, se une a la piel a través de atracción de electrones, y es totalmente flexible, su vida de uso es de aproximadamente 24 horas. Para la recaudación y monitoreo de los datos, consta de una comunicación inalámbrica, lo que permite al usuario trasladarse con libertad sin necesidad de transportar grandes aparatos.



**Fig. 12 Tatuaje electrónico**  
(Periodismo Digital, 2011)

# MARCO TEÓRICO

## Anatomía requerida

### Órganos reproductores masculinos

Los órganos reproductores masculinos se dividen en dos tipos, los órganos reproductores externos e internos, siendo estos últimos mayoritarios.

Los órganos sexuales internos están recubiertos por una masa ósea llamada pelvis, siendo más pesada y gruesa, así como más estrecha que su homónima femenina. Se componen por una vesícula seminal, próstata, conductos deferentes y los conductos eyaculadores.

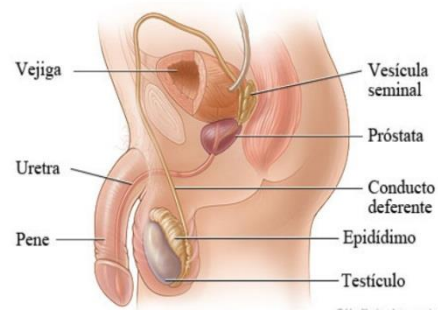


Fig. 13 Órganos sexuales masculinos externos (Palacios, 2012)

Los órganos sexuales externos masculinos se componen por el pene y los testículos.

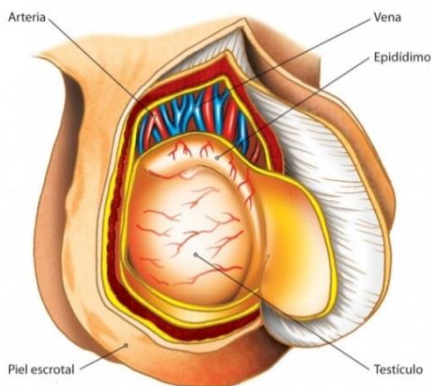


Fig. 14 Testículos (Palacios, 2012)

Los testículos están recubiertos de un tejido fibroso muscular cutáneo que los recubre. Está formado de fibras musculares lisas que se contraen bajo el efecto del ejercicio, estimulación sexual y frío; y se relajan por efecto del calor, alejando a los testículos del cuerpo y manteniendo la temperatura. Los testículos requieren una temperatura estable de aproximadamente 32°C para su buen funcionamiento, y su método de refrigeración es a través del aire que circula alrededor de el escroto y por intercambio de calor entre las venas de los testículos y las venas que circulan hacia el cuerpo.

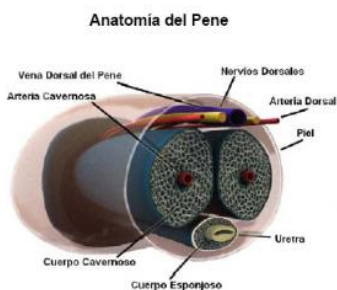
Los testículos están formados por tubos seminíferos en los cuales se forman los espermatozoides, estos tubos seminíferos se drenan en los conductos del epidídimo, órgano (el epidídimo) que comienza en una serie de canales, termina en un sólo tubo que se conecta al vaso deferente a través de los conductos eyaculadores.

El pene consta de una raíz y de un cuerpo, la raíz consta de pilares, bulbo y músculos asociados (Fig. 14). El bulbo del pene se encuentra entre la raíz del mismo y el espacio superficial del periné; la porción posterior ensanchada del bulbo es atravesada por la uretra esponjosa.

El cuerpo del pene no posee músculos, con excepción de algunas fibras del músculo bulbo esponjoso. Se compone de tres cuerpos cilíndricos de tejido cavernoso eréctil, rodeados por una

densa y blanca capa fibrosa (túnica albugínea). Por fuera de este recubrimiento se encuentra la fascia profunda del pene, que forma una capa común para los dos cuerpos cavernosos y el cuerpo esponjoso. En el final del pene se encuentra el glande.

La uretra esponjosa se encuentra dentro del cuerpo esponjoso atravesando la raíz y el cuerpo del pene. El cuerpo esponjoso del pene se expande formando el glande, que recubre los extremos de los cuerpos cavernosos.



**Fig. 16 Anatomía del pene (Fecundar, 1995)**

El glande es altamente denso en terminaciones nerviosas sensitivas, el borde prominente del glande llamado corona, llega más allá de los bordes de los cuerpos cavernosos.

El orificio externo de la uretra se localiza cerca de la punta del glande. La piel del pene se prolonga en una doble capa de piel llamada prepucio, que recubre el glande en una extensión variable. El frenillo se extiende desde la capa profunda del prepucio hasta un punto inferior del orificio de la uretra.

### Órganos reproductores femeninos

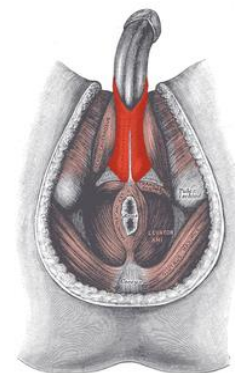


**Fig. 18 Órganos reproductores sexuales femeninos (Cruz, 2011)**

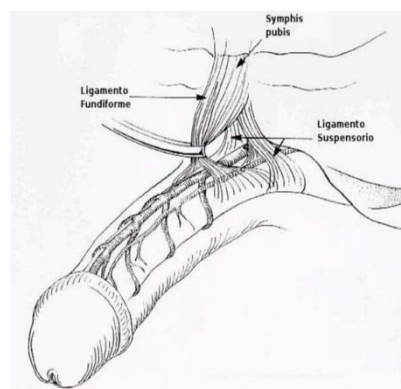
Los órganos reproductores femeninos se dividen en dos tipos: internos y externos.

Los órganos sexuales internos se componen por los ovarios, trompas de Falopio, útero, istmo uterino cuello uterino y la vagina.

La vagina es un conducto fibro-muscular elástico, forma la parte inferior del órgano interno reproductor femenino y se extiende desde el cuello del útero hasta el vestíbulo de la vagina. Se conecta por arriba con el istmo uterino y por debajo con el vestíbulo de la vagina. Se coloca



**Fig. 15 Cuerpo del pene (Fecundar, 1995)**



**Fig. 17 Cuerpo del pene (Verdecorazon3's Weblog, 2012)**



por detrás de la vejiga y por delante del recto, pasa entre los bordes mediales de los músculos elevadores del ano. La longitud de la vagina va de los 7 a 9 cm de longitud. Posee una túnica mucosa que forma pliegues rugosos, y al igual que el clítoris tienen una gran cantidad de terminaciones nerviosas; sin embargo, estas terminaciones nerviosas se encuentran más cerca de la vulva y más alejada del útero.

Existen tres músculos que comprimen la vagina y actúan como esfínteres; el músculo pubo-vaginal, el diafragma urogenital y el músculo bulbo esponjoso.

El punto G es un tejido eréctil, descubierto por el médico alemán Ernst Grafenberg. Se encuentra ubicado en la parte superior frontal de la pared vaginal detrás del pubis y alrededor de la uretra, aproximadamente a cinco centímetros de su entrada. Por estar rodeado de terminaciones nerviosas es sumamente sensible a la estimulación sexual por lo que produce un orgasmo más potente y satisfactorio.

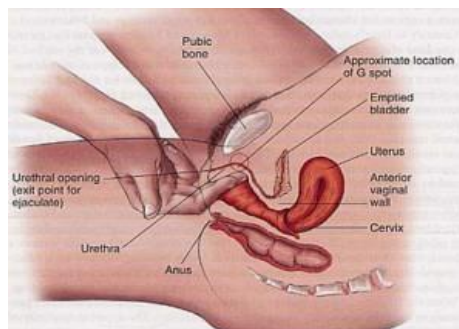


Fig. 19 Punto G de la mujer (González, 2012)

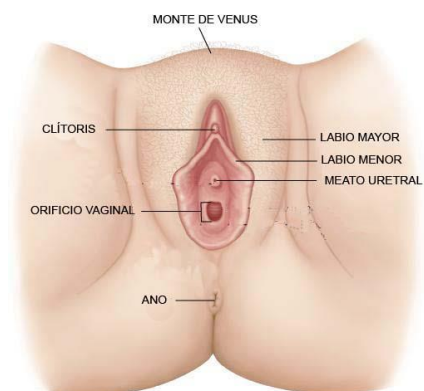


Fig. 20 Órganos sexuales femeninos externos (Rosero, 2012)

Los órganos sexuales externos femeninos, también conocidos como vulva, son: el monte de Venus (monte de el pubis), los labios mayores, los labios menores, el vestíbulo de la vagina, el orificio externo de la uretra, el orificio vaginal, las glándulas vestibulares mayores y menores, bulbos del vestíbulo y el clítoris.

Los labios mayores son dos pliegues simétricos de piel que protegen a los orificios vaginal y uretral, están rellenos de grasa subcutánea.

Los labios menores son pliegues más finos de la piel que no contienen ningún tipo de tejido adiposo ni velloidad.

Están situados entre los labios mayores y contienen un núcleo de tejido esponjoso con muchos vasos sanguíneos, se reúnen por encima del clítoris formando el prepucio del clítoris.

El vestíbulo de la vagina se encuentra por delante del orificio vaginal.

El orificio vaginal se encuentra por debajo al orificio de la uretra, que es mucho más pequeño. Suele ser elástico y es por aquí por donde entra el pene hacia la vagina. Este órgano se puede distender en el momento del parto, saliendo por aquí el producto.

Las glándulas vestibulares o de Skene están situadas en la parte anterior a la vagina. Su función es producir una sustancia compuesta por creatinina, fosfatosa ácida prostática, PSA, glucosa y fructuosa; que después será expulsada por la uretra durante el orgasmo. (Fig.21)

Los bulbos del vestíbulo están compuestos de tejido eréctil y se sitúan a los lados del orificio de la vagina, dentro de los músculos bulbo esponjosos.

El clítoris consta de raíz y cuerpo, las porciones de los labios que pasan por detrás del clítoris forman el precio del clítoris, se compone de tejido eréctil, se ensancha con el estímulo, este órgano es muy sensible e importante en la excitación sexual, tiene más de 8000 terminaciones nerviosas.

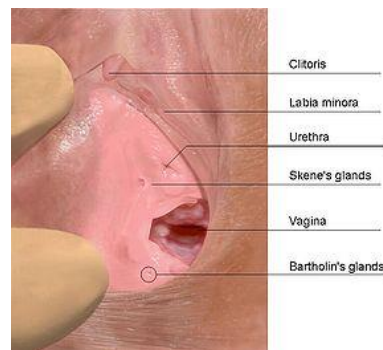


Fig. 21 Glándula de Skene (Wikipedia, 2012)

### *Ritmo cardiaco y sistema circulatorio*

El corazón está formado por tres tipos de músculo cardiaco: músculo auricular, músculo ventricular y fibras musculares especializadas de excitación y de conducción.

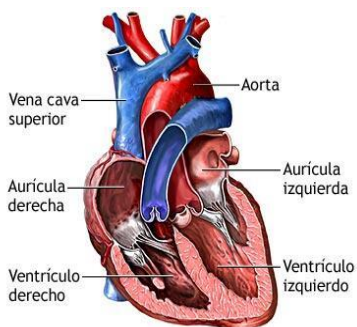


Fig. 22 Componentes del corazón (Fotos dibujos imágenes biología Química, 2011)

Las fibras musculares cardiacas están formadas entre sí, tanto en serie como en paralelo. Se encuentran íntimamente conectadas, causando que la excitación de una de ellas propicie que el resto lo haga también.

El corazón está formado por dos ventrículos (ventrículo izquierdo y ventrículo derecho) y por dos aurículas (aurícula izquierda y aurícula derecha), las aurículas están separadas de los ventrículos por tejidos fibrosos que rodean las aberturas de las válvulas aurículo-ventriculares.

Las válvulas aurículo-ventriculares son válvulas que permiten el flujo unidireccional en el corazón, y se contraen unos segundos antes de la contracción ventricular.

El ciclo cardiaco es el fenómeno que se produce desde el comienzo de un latido cardiaco hasta el comienzo del siguiente, se inicia con un cambio de potencial eléctrico en la pared superior de la aurícula derecha, cerca del orificio de la vena cava superior. El cambio de potencial viaja rápidamente hacia las aurículas y después hacia los ventrículos, y este cambio de potencial eléctrico tarda aproximadamente unos segundos, lo que permite el bombeo de la sangre de las aurículas a los ventrículos. Está formado por un período de relajación que se denomina diástole, seguido por un periodo de contracción denominado sístole (Fig. 23).



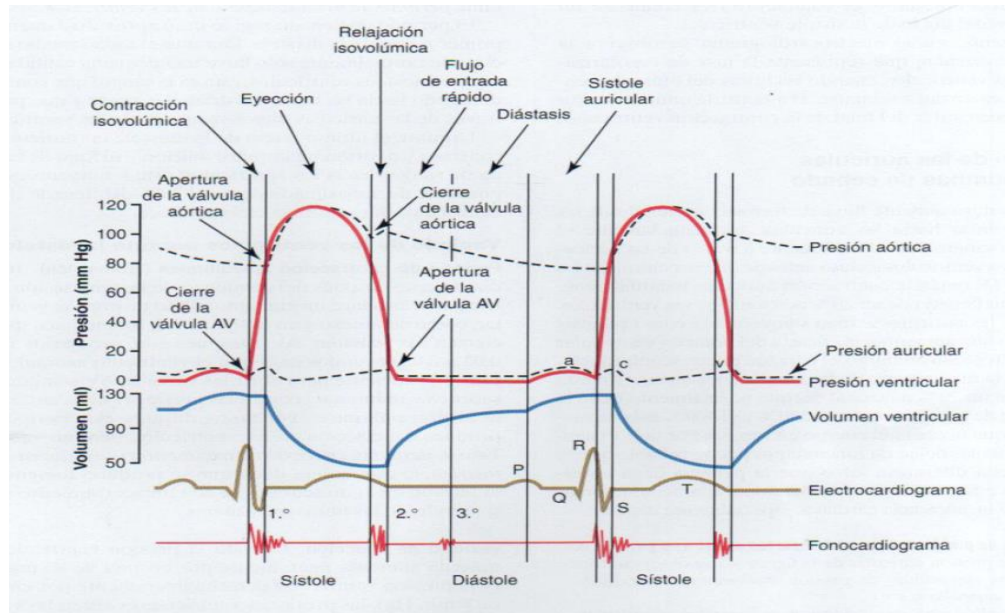


Fig. 23 Ciclo Cardíaco

Cuando las válvulas del corazón se cierran los líquidos y los velos de las válvulas vibran a causa de los cambios de presión, generando un sonido que viaja a través del cuerpo.

Cuando una persona está en reposo el corazón sólo bombea de cuatro a seis litros de sangre cada minuto. Durante el ejercicio intenso puede ser necesario que el corazón bombee de cuatro a siete veces esta cantidad. Los mecanismos mediante los que se bombea el volumen de sangre al corazón son: regulación cardíaca, en respuesta a los cambios del volumen de la sangre que fluye hacia el corazón; y control de la frecuencia cardíaca y del bombeo cardíaco por el sistema nervioso autónomo.

A través de las arterias se transporta sangre de una presión alta hacia los tejidos. Las arterias son las últimas ramas pequeñas del sistema arterial y actúan controlando los conductos a través de los cuales se libera la sangre en los capilares. La arteria tiene una pared muscular muy fuerte que puede contraerse o dilatarse, con lo que puede alterar el flujo sanguíneo en respuesta a las necesidades del tejido.

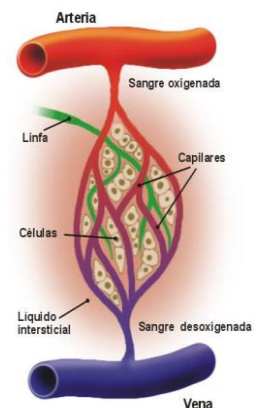


Fig. 24 Arteria y vena (La lupa 3, 2011)

Como el bombeo cardíaco es pulsante, la presión arterial alterna entre una presión sistólica de 120 mm Hg y una diastólica de 80 mm Hg.

*Respuesta fisiológica en el ciclo de la relación sexual*

Durante una relación sexual, la respuesta sexual humana pasa por cuatro fases, excitación, meseta, orgasmo y resolución. Estas etapas comprenden una serie de cambios fisiológicos y anatómicos que son característicos de la respuesta a los estímulos sexuales (Fig. 25).

Fases fisiológicas de la respuesta sexual humana			
Fase	Órganos genitales		Extragenitales
	Hombre	Mujer	Ambos sexos
Excitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erección del pene</li> <li>Aumento del tamaño y elevación de los testículos</li> <li>Tumescencia del glande, púrpura</li> <li>Secreción mucóide</li> <li>Secreción prostática y seminal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tumescencia del clitoris y labios menores</li> <li>Lubricación vaginal</li> <li>Alargamiento de la vagina</li> <li>Estrechamiento del tercio externo de la vagina</li> <li>Elevación del clitoris</li> <li>Secreción de las glándulas parauretrales de Skene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erección de los pezones</li> <li>Aumento de la frecuencia cardíaca</li> <li>Elevación uterina</li> <li>Aumento de la ventilación</li> <li>Rubor sexual</li> <li>Aumento de las areolas mamarias</li> <li>Aumento del tono muscular</li> </ul>
Orgasmo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contracción de vesículas, próstata y conducto deferente</li> <li>Contracción de músculo bulbo e isquiocavernoso con salida de líquido seminal</li> <li>Contracción del esfínter anal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contracción uterina</li> <li>Contracción de la plataforma orgásmica vaginal</li> <li>Contracción del esfínter anal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espasmos musculares</li> <li>Aumento de la taquicardia</li> <li>Secreción de oxitocina</li> </ul>
Resolución	<ul style="list-style-type: none"> <li>Involución de la erección</li> <li>Periodo refractario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de la congestión pélvica</li> <li>Pérdida de la tumescencia de clitoris y labios menores</li> <li>Puede retornar a la fase orgásmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sudoración</li> <li>Descenso de la presión arterial</li> <li>Descenso de la frecuencia cardíaca</li> <li>Secreción de prolactina</li> </ul>

Fig. 25 Fases fisiológicas

Durante la relación sexual, la vagina se distiende y presenta cambios cerca del clímax, como contracciones involuntarias. El movimiento muscular de la vagina se muestra a continuación (Fig. 26).

**Mujer nulípara**

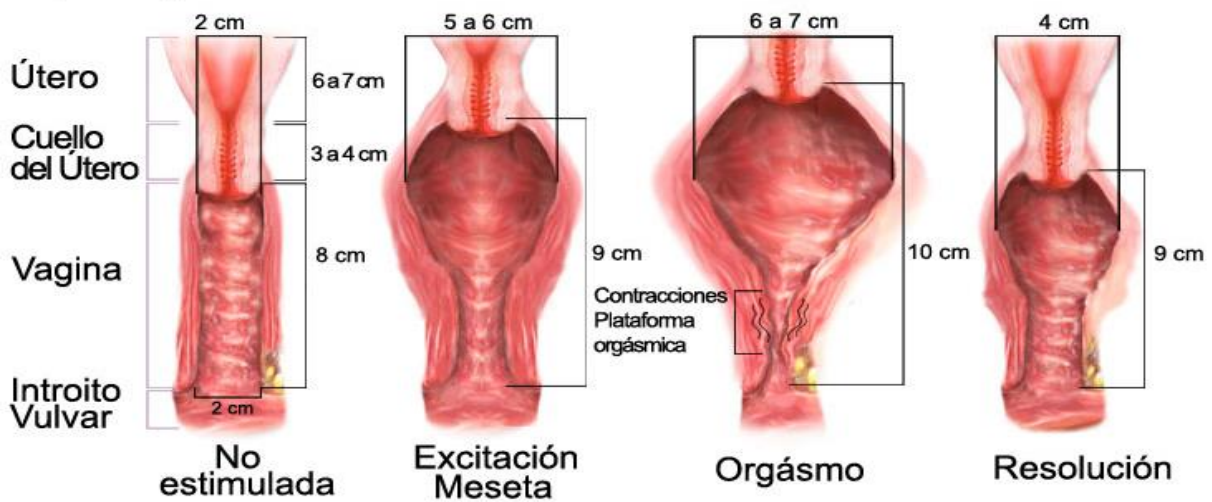


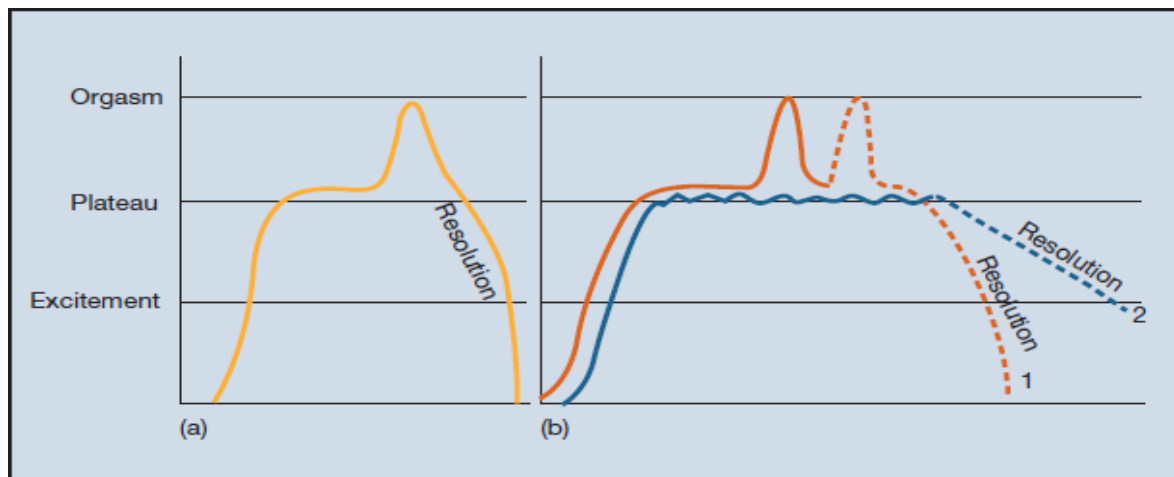
Fig. 26 Movimiento muscular de la vagina durante la relación sexual (Fertilab, 2005)

El pene también presenta cambios, como: la erección, y durante el clímax se presenta la eyaculación y contracciones involuntarias sobretodo en la base del pene (Fig. 27).



Fig. 27 Movimiento del pene durante la relación sexual (La guía del sexo, 2012)

La excitación es la fase inicial de la actividad sexual. La respuesta cardiaca en un estado de reposo comprende entre 30 a 70 pulsaciones por minuto, y en esta etapa aumenta en un rango de 90 hasta 100 pulsaciones por minuto, como respuesta natural del cuerpo al estímulo.



a) La repuesta sexual masculina b) Dos patrones observados en las mujeres: patrón 1, Experimenta 1 o más oréasmos. Patrón 2: No hav oréasmo.

Fig. 28 Johnson cuatro fases de la respuesta sexual humana

La segunda etapa es la meseta de la actividad sexual, siendo esta la etapa más duradera de la respuesta sexual. En esta etapa el ritmo cardiaco aumenta desde 100 hasta 130pulsaciones por minuto,aumentando también la presión arterial sistólica de 80 mm Hg y 50 mm Hg en diastólica.

La etapa de el orgasmo es la más corta de la actividad sexual, en ésta se presenta un aumento de el ritmo cardiaco que comprende desde 140 hasta 180 pulsaciones por minuto, dependiendo del estado cardiovascular de el sujeto. (Richard A. Stein, 2000)

La resolución es la última etapa de la actividad sexual, donde el ritmo cardíaco desciende hasta niveles normales en reposo (30 a 70 pulsaciones por minuto). En caso de las mujeres en esta etapa se pueden experimentar orgasmos múltiples, donde la frecuencia cardíaca desciende y se mantiene en aproximadamente 140 pulsaciones por minuto, una vez terminado este periodo de multiorgasmos el ritmo cardíaco regresa a los niveles de reposo. (Richard A. Stein, 2000).

# DISEÑO CONCEPTUAL Y DE CONFIGURACIÓN

---

A continuación se presentan las características esperadas en el sistema. Considerando lo descrito en el marco teórico y metodología de diseño para brindar mayor placer en una relación sexual.

## *Necesidades básicas:*

Como necesidades básicas se busca el uso del aparato por parejas heterosexuales, la estimulación genital en ambos miembros de la pareja, el empleo de texturas (interna y externa; para mayor excitación) y la indicación del nivel de aumento del ritmo cardiaco del usuario debido a su nivel de estimulación, mediante una pulsera detectora de la frecuencia cardiaca.

Como necesidades secundarias se plantea que el dispositivo sea flexible, no haya presencia de cables y que sea portátil.

En las necesidades terciarias se espera la búsqueda del cumplimiento de alguna fantasía o que el aparato incentive el juego sexual durante la relación.

## *Definición del problema*

En la actualidad, existen dispositivos de estimulación sexual, los cuales pueden ser de todas clases y para todo tipo de gustos. Sin embargo, la gran mayoría de estos se dividen de acuerdo al género, siendo funcionales para utilizarse individualmente pero tornándose difícil o imposible su empleo en pareja.

Los aparatos que son diseñados específicamente para ser usados en pareja son totalmente manuales; o en caso de ser electrónicos siempre se encuentran dotados de controles alámbricos que se vuelven estorbosos y poco atractivos. La presencia de cables y alambres también facilita las fallas debido a la fatiga en los materiales durante la actividad física, lo que hace poco grato encontrarse con estos.

El material del que están fabricados comúnmente duro y rígido, evitando que el dispositivo se ajuste al cuerpo y forzando al organismo a adecuarse a este y en otros casos insensibilizan al pene.

La vibración de estos dispositivos suele ser en dos o tres velocidades, que se designan manualmente por el usuario; lo cual distrae a la persona mientras realiza esta actividad.

Es así como se estableció que era necesario diseñar un producto inalámbrico, capaz de detectar la excitación a través de la frecuencia cardiaca obtenida mediante una pulsera. Será controlado por la pulsera, logrando así que la velocidad de vibración esté acorde al nivel de

excitación del individuo Por otro lado, el dispositivo de estimulación se diseñará de material suave, con capacidad de ajustarse al cuerpo. Contando con una textura interna para la estimulación masculina y una textura externa para la estimulación femenina, haciendo posible usar el dispositivo en parejas heterosexuales..

### *Requerimientos del usuario*

Se obtuvo la información de los posibles usuarios sobre las necesidades que estos mismos consideran indispensables en el sistema. Se pidió la especificación del género al que pertenecían los informantes en cuestión, a fin de lograr discernir las necesidades específicas de cada índole.

Tomando en cuenta a los usuarios que adquirirían el dispositivo en cuestión, los parámetros más importantes son los siguientes.

#### *En caso de mujeres:*

- Sin piezas estorbosas: las piezas del dispositivo no deben impedir el acto sexual ni deben interferir de tal forma que sea incomodo realizarlo.
- Durabilidad en la batería: la batería debe durar lo suficiente para concretar el coito.
- Compacto y fácil de guardar: el dispositivo debe poder ser lo suficientemente pequeño para poder ser conservado sin que entorpezca las actividades cotidianas en una habitación, o pueda ser transportado en una maleta en compañía de los objetos de uso cotidiano, sin necesidad de tratamientos o cuidados excesivamente meticulosos.
- Sin elementos dañinos: estable, sin piezas que puedan lastimar al usuario durante su utilización.

#### *En caso de hombres:*

- Provoque excitación en la pareja: debe ser agradable y atrayente a la vista.
- Poder apagarlo: debe contar con algún método de cancelación del proceso de utilización.
- Sin conexión mediante cables al momento de uso: durante la utilización de dicho dispositivo debe comunicarse de forma inalámbrica
- Sin elementos dañinos: estable, sin piezas que puedan lastimar al usuario durante su utilización.
- Fácil montaje y desmontaje: la colocación del aparato debe ser sencilla y rápida, de igual forma debe retirarse con facilidad y rapidez

Los requerimientos mostrados con anterioridad fueron calificados por los posibles usuarios en orden de importancia, siendo 1 el valor más bajo y 5 el valor más alto dentro del nivel de prioridad que se designaba a cada requerimiento.

Con base a la información dada por los usuarios y las especificaciones se desarrolló el método de Quality Function Deployment (QFD) para obtener los valores más importantes que reflejan los usuarios en con relación a las especificaciones definidas anteriormente como se muestra en las tablas 2 y 3.

**Tabla 1: requerimientos del usuario femenino**

Requerimientos	Prioridad
Sin elementos dañinos	745
Durabilidad en la batería	640
Sin piezas estorbosas	605
Compacto y fácil de guardar	605

**Tabla 2: requerimientos del usuario masculino**

Requerimientos	Prioridad
Sin elementos dañinos	745
Provoque excitación en la pareja	640
Sin conexión mediante cables al momento de uso	585
Poder apagarlo	505
Fácil montaje y desmontaje	500

Basado en estas calificaciones, se ha determinado, que los usuarios consideran la sensación provocada por la textura como una característica sumamente importante, sin embargo ésta obligadamente debe ir acompañada de la sincronía que tiene esta textura con el pulso cardíaco, ya que dentro de los resultados obtenidos, estos requerimientos fueron catalogados como los de más alto valor<sup>1</sup>.

### *Requerimientos de diseño*

En el diseño de este dispositivo se busca cumplir con los siguientes requerimientos, de tal forma que sea un aparato que pueda ser fabricado en trabajos futuros.

- El producto puede ser manufacturado o producido por procesos disponibles.
- Detallar el producto y sus componentes de tal forma que requieran un mínimo de operaciones de producción o manufactura
- Detallar el producto y sus componentes de tal forma que las operaciones de producción o manufactura requeridos sean similares
- Que se puedan fabricar o producir las cantidades o el volumen requerido del producto
- Deben existir uno o varios proveedores que puedan surtir los componentes comerciales del producto en el tiempo, costo y volumen requeridos
- Deben existir componentes que pueden ser estandarizados
- Los existir componentes que deben cumplir con normatividades, asegurarse de que las satisfagan

---

<sup>1</sup> Nota: las tablas QFD se encuentran integradas en los anexos de este documento.

Se considera que las especificaciones tienen que estar en proporción a los requerimientos de diseño.

### Especificaciones

Tomando en consideración las etapas definidas con anterioridad se plantean los parámetros que se requieren en los puntos del diseño que se está considerando, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 3: especificaciones y parámetros de diseño.**

<i>Especificaciones objetivo</i>	<i>Especificaciones</i>	<i>Métricas</i>	<i>Valor/Rango</i>
Control mecánico	Sin elementos dañinos Sin piezas estorbosas	Dureza	10 dureza short A
		Peso	igual o menor a 600gr
		Longitud	16.1 cm
		Diámetro	4.5cm
		Estimulación en glande	últimos 3 cm
	Provoque excitación en la pareja	Diferentes texturas dependiendo de la fase e excitación	4 texturas
Características de el sensor	Sin conexión mediante cables al momento de uso	rango de operación tensión (V)	(-10V) a 10V
		rango de operación frecuencia (Hz)	0 a 100 KHz
		Precisión (V)	0.001 $\mu$ V
		Sensibilidad del sensor (pV/div.)	0.001 $\mu$ V
		Resolución (mV/div)	0.001 $\mu$ V
		Linealidad ( $\mu$ V/Hz)	0.1 $\mu$ V/ Hz
		deriva a la temperatura ( $^{\circ}$ C)	(-10) a 75 $^{\circ}$ C
		deriva a la humedad ( $^{\circ}$ C)	(-10) a 75 $^{\circ}$ C
		Frecuencia cardiaca (Hz)	0.05 a 2 Hz $\pm$ 3%
		Pulsaciones cardiacas (pulsos por minuto)	60 a 180 x min
procesamiento	Durabilidad en la batería	Amplificación de la señal	0 a 10000
		Voltaje de operación	9 v

### Diseño conceptual

En cada una de las etapas se consideraron diferentes alternativas, tomando en cuenta los pros y contras de estas opciones.



**Tabla 4: Alternativas de elementos**

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
Adquisición de señal	Elección del sensor	Aparatos ya existentes	X	X	X
Procesamiento de señal	Arduino	MSP430	LM4F120	PIC	Procesamiento de señal
Control de actuadores	Cable	Infrarrojo	Alambre	Radiofrecuencia	X
Alimentación de los motores	Celdas solares	Baterías	Toma corriente de pared	Energía eólica	
Selección de materiales	Látex	Silicón	Plásticos vulcanizados	UR3 silicona	X
Diseño físico de la textura interna	Textura solo al final del dispositivo	Textura solo a lo largo del dispositivo	Texturas diferentes a lo largo del dispositivo	Textura que solo estimule puntos clave	X
Diseño físico de la textura externa	Textura solo al final del dispositivo	Textura al final y a lo largo del dispositivo	Textura que solo estimule puntos clave	Textura solo a lo largo del dispositivo	X
Pulsera receptora de la excitación	Para el dedo	Textura Interna (el pene)	Para el brazo	Para el pecho	Para la muñeca

*Adquisición de señal:* En la adquisición de la señal se contemplaron dos alternativas.

- 1) Elegir un sensor que fuese capaz de obtener la señal y a través de éste diseñar un sistema específico para la resolución del problema, lo cual se presenta más barata, sin embargo el tiempo para el diseño es mayor. Para este caso se decidió utilizar una configuración de fotodiodo y foto resistencia, lo cual nos permite que en la ausencia del haz de luz, nos genere una diferencia de potencial.
- 2) Se planteó utilizar aparatos ya existentes para la obtención de frecuencia cardiaca, sin embargo sería de mayor costo y posee funciones que para la resolución de este problema no son necesarias; aunque en la adquisición y procesamiento previo a la transmisión de datos es confiable.

*Procesamiento de señal:* En el procesamiento de la señal se consideraron diferentes microprocesadores, tomando en cuenta que estuvieran económicamente al alcance y fueran de una programación más sencilla.

- 1) Arduino es un microcontrolador con un lenguaje de programación sencillo y en ensamblador, complementado con la gran cantidad de bibliografía sobre este tema, sin embargo la adquisición de esta tarjeta representa un gasto considerable. En la actualidad

se cuenta con un ejemplar de este dispositivo. La plataforma de Arduino es un software libre y puede instalarse en casi cualquier computadora.

- 2) El MSP430 es un dispositivo de programación en C, está diseñado para aplicaciones de bajo consumo de energía o sistemas inalámbricos, se puede programar en ensamblador y una de las desventajas es que no se puede encontrar mucha bibliografía
- 3) LM4F120 es un micro controlador de alto lenguaje de programación en C, por lo que requiere de conocimientos previos, y los conocimientos adquiridos con anterioridad sobre este elemento no son suficientes para la realización de este proyecto.
- 4) PIC un micro controlador programable en C y en ensamblador, sin embargo el conocimiento sobre este dispositivo es limitado, por lo que los alcances de este proyecto sobrepasan los conocimientos adquiridos anteriormente

*Control de actuadores:* El control de los actuadores debe ser considerado cuidadosamente, ya que estos tendrán un contacto cercano con las zonas sensibles del cuerpo.

- 1) Cable (mencionado en el apartado anterior)
- 2) Infrarrojo (mencionado en el apartado anterior)
- 3) Alambre: este método de conexión posee las mismas propiedades que el cable, sin embargo el alambre suele ser rígido, al mismo tiempo suele fracturarse con facilidad en comparación con el cable.
- 4) Radiofrecuencia (mencionado en el apartado anterior).

*Alimentación de motores:* La alimentación de los motores debe ser cuidadosamente seleccionada, pues la dimensión del dispositivo dependerá en gran medida de la elección de este rubro.

- 1) Celdas solares: generan energía a través de una diferencia de potencial, no generan desechos nocivos para la salud, sin embargo para el funcionamiento de esta forma de alimentación es necesaria la exposición a luz solar durante la utilización del dispositivo, de igual forma el tamaño de las celdas solares es mayor al que se designara a la zona de alimentación.
- 2) Baterías: convierten energía química en energía eléctrica, envueltas en un recubrimiento protector que impide la interacción entre estos tipos de energía y el usuario. La obtención de energía de estos dispositivos es limitada. El tipo de energía eléctrica que genera este dispositivo es de corriente directa por lo que su interacción con el humano es segura, el tamaño de este dispositivo es considerablemente pequeño en relación al resto propuesto aquí.
- 3) Toma corriente de pared: en este tipo de alimentación se puede obtener el voltaje y corriente necesarios para el correcto funcionamiento del dispositivo, sin embargo dentro de esta opción se requiere del manejo de electricidad de corriente alterna, el manejo de dicha corriente es peligrosa al interactuar con el cuerpo humano, sin embargo con el

correcto aislamiento de esta parte del dispositivo se evitan contactos con este tipo de energía eléctrica. El uso de esta opción requiere de una conexión a la toma corriente.

- 4) Energía eólica: este tipo de energía es adquirida mediante el movimiento de aspas generado por el viento, sin embargo esta forma de alimentación requiere de un aerogenerador. El aerogenerador consta de un tamaño considerable que impide la implementación de este método dentro del diseño, además de requerir la exposición al viento.

*Selección de materiales:* Durante la elección del material se debe considerar factores importantes como la dureza y resistencia, así como la durabilidad.

- 1) El látex es el material más utilizado en juguetes y fundas sexuales, el material se presenta más duro que los juguetes de plástico balcanizado o de silicón, el látex es un material poroso, que requiere de una limpieza cuidadosa, de igual forma este material puede causar alergias a algunas personas, este material presenta un olor característico, que a algunas personas puede agradarles o desagradarles.
- 2) El Silicón en gel es aislante eléctrico, y posee una resistencia a la elongación de aproximadamente 141.5%, no presenta corrosión con otros materiales y no fomenta el cultivo de bacterias si se presenta una buena higiene en él. Sin embargo la dureza que presenta este material es de 77.1 short A en promedio, puede ser extruido, comprimido y calandrado.
- 3) Los Plásticos vulcanizados (Plásticos Jelly) son muy flexibles, fáciles de limpiar, sin embargo poseen una textura pegajosa y un aroma fuerte, que a algunas personas podría resultarles desagradable, requiere usar jabón durante su lavado y no puede ser esterilizado. Presentan una dureza de 68 short A.
- 4) UR3 silicona, también llamado plástico medico es sumamente flexible, está hecho de una variación de elastómero termoplástico blando, por lo que puede ser moldeado mediante inyección de plásticos. Fue creado para simular la piel humana y puede poseer una dureza de hasta 16 short A, sin embargo requiere mantenimiento (este material debe ser limpiado con agua tibia después de cada uso y ser almacenado en un lugar limpio y seco) ya que es un material poroso y sin los cuidados adecuados puede presentar bacterias dañinas al ser humano.

*Diseño físico de textura interna:* Dentro del diseño de textura interna se considera la anatomía y fisiología masculina, así como la capacidad del pene para soportar cargas, dentro de las consideraciones se tomó en cuenta sobre todo los movimientos característicos que se llevan a cabo durante la relación sexual, así como las etapas de sensibilidad que se presentan en estos diferentes movimientos, basado en lo anterior se consideraron 4 tipos diferentes de estructuras.

- 1) Tomando en cuenta una penetración profunda se planteó la posibilidad de diseñar una textura solo al final del dispositivo, haciendo el final de la penetración más estimulante, sin embargo se deja sin estimulación el resto de la superficie por la que el pene pasa, dejando sin estimulación momentos específicos de la relación sexual.

- 2) Tomando en cuenta los cambios de frecuencia y profundidad de la penetración proporcionar diferentes tipos de textura que a lo largo del dispositivo proporciona una estimulación específica a cada una de las etapas de la relación sexual.
- 3) Al diseñar una textura que solo estimule puntos clave se ayuda a aumentar la excitación en diferentes etapas de la relación sexual, sin embargo se deja sin estimulación zonas del pene que aunque no son altamente sensibles, si presentan una sensibilidad importante durante la relación sexual.
- 4) Diseñando una textura solo a lo largo del dispositivo, se obtiene una estimulación a lo largo de la penetración, sin embargo en las diferentes etapas de la relación sexual se presenta la necesidad de diferentes tipos de estimulación, tomando en cuenta que en cada una de estas etapas de la penetración cambia de profundidad y frecuencia.

*Diseño físico de textura externa:* En el diseño de la estructura externa se tomó en cuenta la anatomía femenina, así como los puntos de placer que se presentan en los capítulos anteriores y los cambios fisiológicos que se realizan durante la relación sexual.

- 1) En el diseño de la textura externa se ha planteado la posibilidad de diseñar una textura externa solo al final del dispositivo, de esta forma se estimularan algunos puntos de la entrada y vestíbulo de la vagina al momento de la penetración, sin embargo, durante el coito se presentan movimientos que no estimulan puntos importantes de excitación si se diseña de esta forma.
- 2) Diseñando una textura al final y a lo largo del dispositivo se logra estimular con cada uno de los movimientos durante la relación sexual, estimulando puntos específicamente sensibles como el punto g o el vestíbulo de la vagina, así como otros puntos menos importantes.
- 3) Con una textura que solo estimule puntos sensibles se logra aumentar la excitación y el placer al momento del coito, sin embargo, los puntos menos importantes quedan sin estimulación durante la relación sexual.
- 4) Tomando en cuenta una textura que solo se presente a lo largo del dispositivo se estimulará la zona de la vagina, sin embargo, se dejara de lado el punto g y el vestíbulo de la vagina que son puntos altamente sensibles e importantes para la relación sexual.

*Pulsera receptora de excitación:* Al considerar la posición de la pulsera receptora se tomó en cuenta la interacción con el usuario, así como la facilidad de medición con relación al movimiento que se presenta en cada parte del cuerpo considerada.

- 1) En el caso de la colocación del receptor de excitación en el dedo, la recepción de la señales se presenta más adecuada que en el resto del cuerpo, sin embargo la presencia del receptor en esta área del cuerpo resulta estorbo después de los primeros minutos de uso, ya que requiere permanecer en una sola posición.
- 2) La colocación del receptor en la textura interna del dispositivo restringe el control de la vibración exclusivamente para el hombre, excluyendo a la mujer del control del

dispositivo, la presencia de fluidos en esta área del cuerpo dificulta la medición de la frecuencia cardíaca.

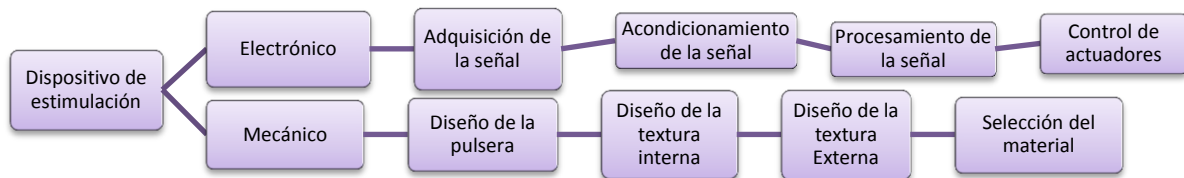
- 3) En el área del brazo se encontraron múltiples problemas con la sudoración, evitando que el sensor transmitiera la señal correctamente y con frecuencia los sensores se movían de su lugar ocasionando una lectura errónea y un mal funcionamiento.
- 4) Al igual que en el caso del brazo en el pecho se presentó problemas con la transmisión de la señal cardíaca a el sensor, por la presencia de la sudoración. Colocar el sensor en el área del pecho requiere una estructura mayor para el soporte y ajuste del mismo, aunque presenta la ventaja de obtener una señal fuerte requiere de tiempo más prolongado para su colocación.
- 5) La colocación del sensor en el área de la muñeca presenta una sudoración menos abundante, facilitando la captación de la señal, la colocación es rápida y requiere de una estructura menor para su sujeción, y no requiere de colocar la mano en una sola posición durante su utilización.

Se seleccionó una de estas para resolver el problema que representaba cada una de las etapas, como se muestra a continuación, donde la opción seleccionada se muestra en color.

**Tabla 5: alternativas elegidas.**

Etapa	Opción
Adquisición de señal	Opción 1: Elección del sensor
Control de actuadores	Opción 1: Cable
Alimentación de los motores	Opción2: Baterías
Selección de materiales	Opción4: UR3 silicona
Diseño físico de la textura interna	Opción3: Texturas diferentes a lo largo del dispositivo
Diseño físico de la textura externa	Opción2: Textura al final y a lo largo del dispositivo
Pulsera receptora de la excitación	Opción5: Para la muñeca

La forma particular de resolución en cada una de estas etapas se muestra a continuación, como se muestra en la siguiente imagen:



## *Diseño de configuración*

### *Adquisición de señal*

Dentro de la configuración de adquisición de señal se encuentran las siguientes etapas:

*Amplificador de instrumentación AD620:* Las señal cardiaca obtenida del sensor, cuenta con una amplitud baja (alrededor de 0.3mV), por lo que se debe utilizar un amplificador de instrumentación de bajo ruido, para poder diferenciar la señal adquirida del ruido causado por el exterior. Para amplificar esta señal se utilizó el amplificador de instrumentación AD620, compuesto por tres comparadores internos, diseñado para tener solo pequeñas variaciones, de manera que el circuito funcione de manera adecuada en rangos de ganancia (1000-10000).

La señal obtenida es de aproximadamente 0.3mV se planeó obtener una ganancia de 1 a 1000. Para el cálculo de la resistencia interna, se tiene que aplicando la expresión de la ganancia para el amplificador de instrumentación AD620, se obtiene una resistencia de 49.1Ω

$$RG = \frac{49.1K\Omega}{G - 1} + 1$$

$$RG = \frac{49.1K\Omega}{1000 - 1} + 1$$

$$RG = 49.1K\Omega + 1 = 50.1K\Omega$$

Dónde:

G: ganancia

RG: resistencia que define la ganancia

Sin embargo, esta ganancia no es funcional para todos los sujetos de prueba, por lo tanto se optó por el empleo de una amplificación con ganancia adaptativa, cambiando nuestra RG, por un potenciómetro (POT1), con parámetros de 1 Ω a 1KΩ, como se muestra en la figura 29.

*Filtro pasa bajas a 2Hz:* Para esta etapa se eligió un filtro Butterworth de segundo orden, su función principal es eliminar ruidos externos producidos por el ambiente. Este filtro mantiene la salida casi constante hasta la frecuencia de corte (alrededor de 2Hz). Esta periodicidad fue elegida, ya que el corazón humano late en promedio 60 veces por minuto, haciendo su equivalencia en frecuencias es de 1.5 Hz, de esta forma se permite el paso de la señal electro cardiaca producidas por el ser humano y eliminando el ruido generado por el ambiente (Fig. 30).

Para obtener los parámetros necesarios se trabajó con los siguientes valores:

$$R_6 = 2.2K\Omega$$

$$R_5 = R_7 = 6.8K\Omega$$

$$C_3 = 10\mu F$$

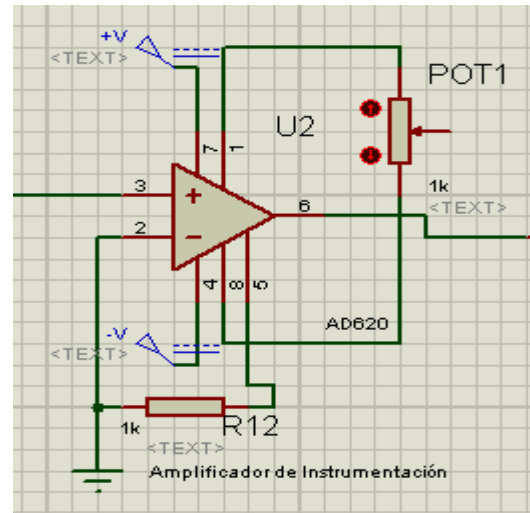


Fig. 29 Amplificador de instrumentación con ganancia adaptable

$C_4=47\mu\text{F}$

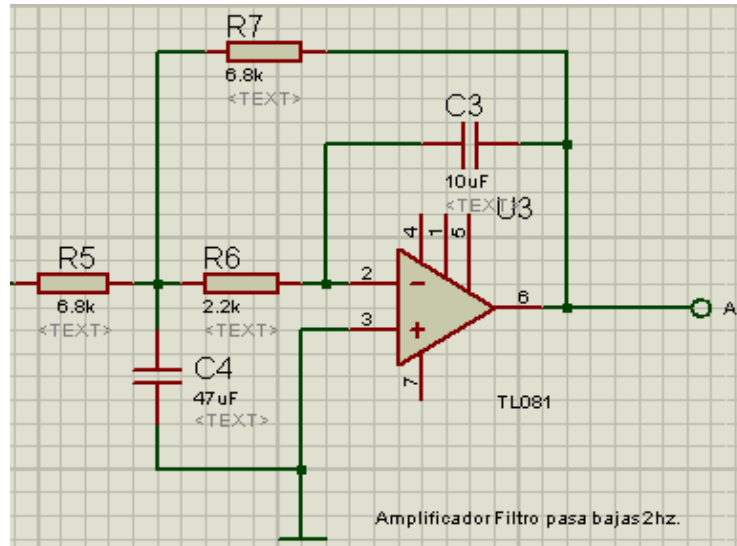


Fig. 30 Filtro pasa bajas a 2Hz

Encontrando la frecuencia de trabajo de 1.89 Hz

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{2.2\text{K}\Omega * 6.8\text{K}\Omega * 10\mu\text{F} * 47\mu\text{F}}}$$

$$f_c = 1.89 \text{ Hz}$$

Enseguida del filtro, la señal entra a un derivador para que la salida sea proporcional a la velocidad de variación de la entrada (Fig. 31).

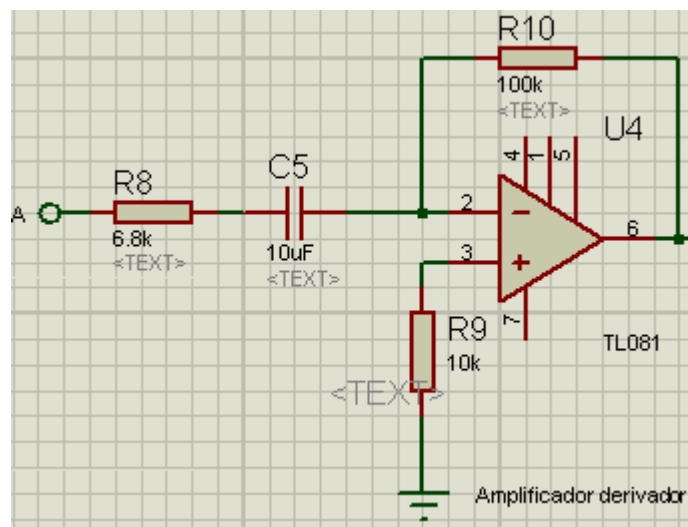


Fig. 31 Amplificador derivador

En la salida de esta etapa se obtiene una señal sin ruido.

*Amplificador Inversor:* Al salir la señal del derivador sale invertida y el voltaje es 0.05V, por lo que se eligió un amplificador inversor con una resistencia  $R_4 = 65K\Omega$ , y  $R_{11} = 10K\Omega$  obteniendo un voltaje de entrada  $V_o = 0.40V$ , lo que da una ganancia  $G_2 = 49$ . Como se presenta en la figura 32.

$$V_o = -E_i \frac{R_f}{R_i} = 2.6V$$

$$G_2 = \frac{V_o}{V_i} = 49$$

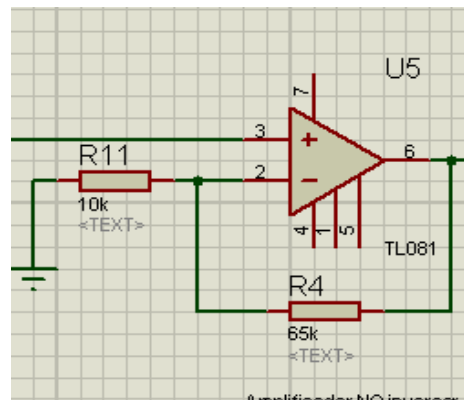


Fig. 32 Amplificador No inversor

*Comparador lazo abierto:* Es necesario un comparador para definir los umbrales que ayuden a la cuantificación de los latidos por minuto. Los límites de alimentación son de -9(V) y 9(V) con una restricción de 2(V) hecha con un potenciómetro de precisión (RV1), por lo que sí los voltajes se encuentran abajo de 2(V) se saturará hacia -9(V) y sí los voltajes están arriba de los 2(V), se saturará a 9(V). Ya que sólo son necesarios los voltajes positivos, se coloca un diodo Zenner a la salida del comparador, que actuará como rectificador, obteniendo un voltaje de salida entre los 0(V) y 5(V). La configuración se muestra en la Figura 33.

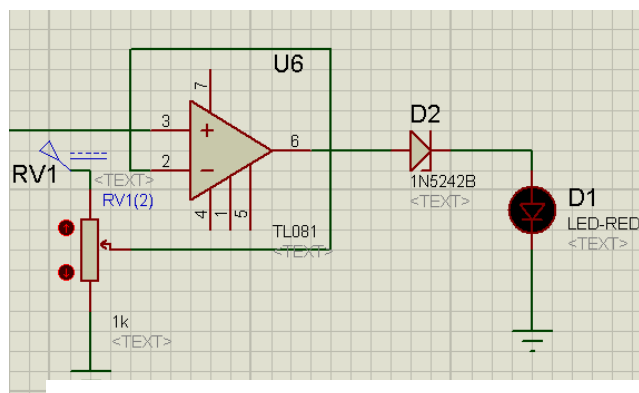


Fig. 33 Comparador de lazo abierto con diodo Zenner a la salida

*Filtro pasa bajas a 1.5Hz:* Para ésta última etapa de filtrado, se diseñó un filtro con el software Filter Pro<sup>2</sup>. Para diseñarlo sólo se necesita el orden del filtro, la frecuencia de corte, el tipo de filtro y la configuración que se desea. Se eligió un filtro Bessel de segundo orden con la configuración Sallen Key (Fig. 34).

<sup>2</sup> Filter Pro: Software gratuito de diseño de filtro activos desarrollado por Texas Instruments.



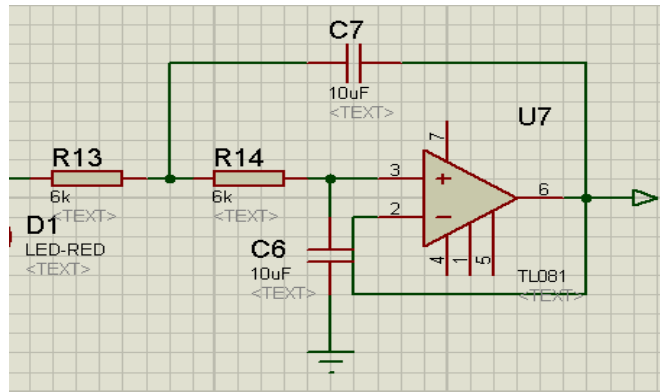


Fig. 34 Filtro pasa bajas creado en Filter Pro a 1.5 Hz

Finalmente el circuito quedará terminado como se muestra en la siguiente figura 35 (mostrada con más detalle en el “Anexo 4: Diagrama de Proteus”):

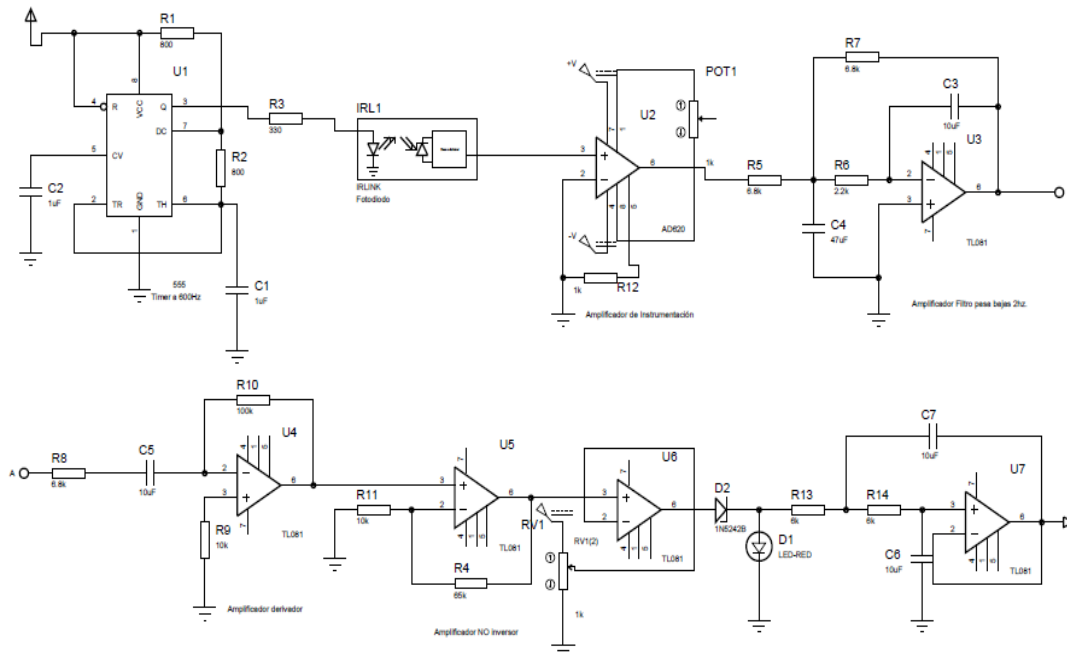


Fig. 35 Diseño de circuito de adquisición de la señal en Proteus

*Tarjeta fenólica:* De acuerdo a los anteriores datos se diseñó una tarjeta en PCB, para la implementación posterior en pruebas, dicho dispositivo deberá implementarse a la pulsera receptora a fin de cumplir su objetivo.

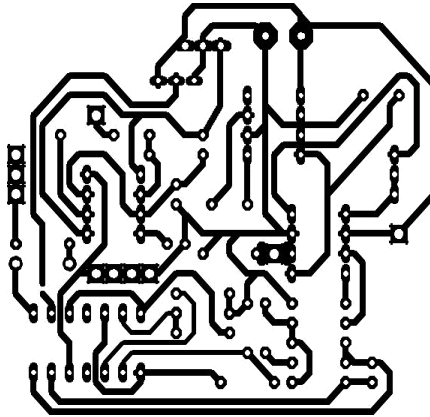


Fig. 36 Diseño de fenólica

#### *Control de actuadores*

Para el control de los actuadores se necesita diseñar programa con el microcontrolador Arduino. La primera parte del programa es un contador de pulsos. El contador mostrará cuántos pulsos hay en medio segundo, para que el contador funcione correctamente se hará uso de una interrupción del Arduino “attachInterrupt (1, doEncoder, RISING)” en donde los parámetros son (pin de entrada de la señal, función en donde se va a almacenar, en este caso cada que se detecte un cambio de 0-5 se contará un pulso). Dependiendo del número de pulsos que se encuentren se moverá el motor a cierta velocidad.

Este programa se muestra en el “Anexo 5: Programa de Arduino”.

#### *Alimentación de los motores*

La alimentación de los motores se dará por medio del pin de salida de voltaje de 3.3V del Arduino.

#### *Procesamiento de señal*

Ya que la plataforma de Arduino es compatible con sistemas operativos como Windows, Macintosh OSX y Linux, al elegir la tarjeta de adquisición de datos de Arduino no se presentan problemas de compatibilidad, por lo que se facilita el uso de dicha plataforma en diferentes entornos.

En la programación, esta plataforma es suficientemente flexible para la aplicación requerida, se ha determinado que es la mejor opción para el procesamiento de señales obtenidas con anterioridad.

#### *Alimentación de motores vibradores*

En la alimentación de los motores es necesario tomar en cuenta que el dispositivo de estimulación estará sellado en el área de los motores, por esto mismo se ha planteado que en el

interior de la estructura es necesario alimentar a éstos por medio de baterías a través de cables, ya que las dimensiones de las baterías de permiten una mejor adaptación, y constan de energía suficiente para alimentar estos dispositivos.

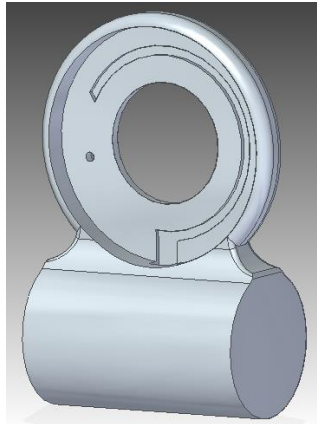


Fig. 37 Contenedores de batería

#### *Selección del material*

En la selección del material se ha decidido proponer la implementación del UR3 silicona (plástico médico), ya que cubre con las especificaciones requeridas (dureza), además de poder moldearse mediante inyección de plásticos. Sin embargo, se debe tener en cuenta para el trabajo a futuro, las especificaciones que requiere este material (este material debe ser limpiado con agua tibia después de cada uso y ser almacenado en un lugar limpio y seco).

#### *Diseño físico de textura interna.*

Dentro del diseño de la textura interna se consideró las diferentes etapas de una relación sexual (estimulación, meseta, orgasmo y resolución).

Durante las etapas de excitación y orgasmo la penetración es profunda, se tomaron en cuenta texturas que al final del dispositivo se presentan más gruesas y robustas con respecto a las primeras, mientras que las texturas iniciales se presentan más delgadas y continuas que las últimas. De esta forma durante la meseta de la relación sexual se incitará con texturas centrales mientras que en el orgasmo y excitación se estimula con todas las texturas presentes en el dispositivo.

En la textura triangular se colocaron los actuadores de forma que la vibración active zonas importantes del cuerpo del pene, tal como el glande. La estructura externa del diseño se realizó pensando en la fabricación por inyección de plástico, por lo que los compartimientos que contendrán los actuadores se presentan en la superficie externa de este diseño, de igual forma una salida de aire se presenta en esta zona para evitar que el exceso de aire dentro del mecanismo evite la penetración del mismo.

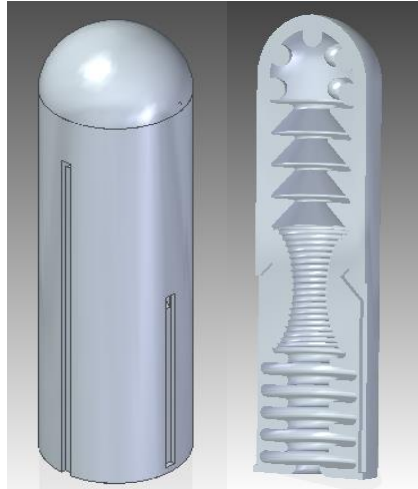


Fig. 38 Textura interna

#### *Diseño físico de textura externa*

Pensando en las dimensiones que toma la vagina durante una relación sexual, y la interacción de esta con el pene se definió una textura similar a un glánde, posteriormente se colocaron pequeños puntos en protuberancia para la excitación del vestíbulo de la vagina así como de las paredes vaginales durante la entrada y salida del pene. Se definió una serie de relieves diseñados para la estimulación en el punto g.

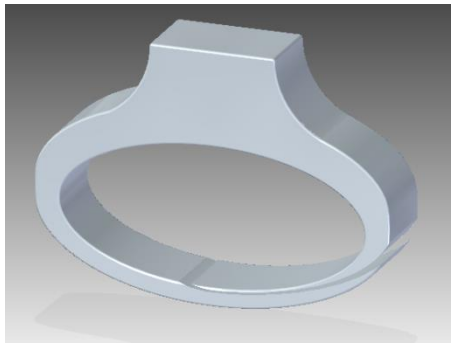
La estructura externa del diseño se realizó pensando en la fabricación por inyección de plástico, por lo que los compartimientos que contendrán los actuadores se presentan en la superficie interna de este diseño, así como el complemento de la salida de aire se realiza en esta cara del dispositivo.



Fig. 39 Textura externa

### *Pulsera receptora de excitación*

Mediante la frecuencia cardiaca se medirá el nivel de excitación, ya que estos dos parámetros están fuertemente relacionados y se detectará por medio de una pulsera. Esta pulsera consta de un circuito que termina con un emisor para la comunicación inalámbrica para el control del dispositivo de estimulación, de esta forma se evita la presencia de cables y alambres.



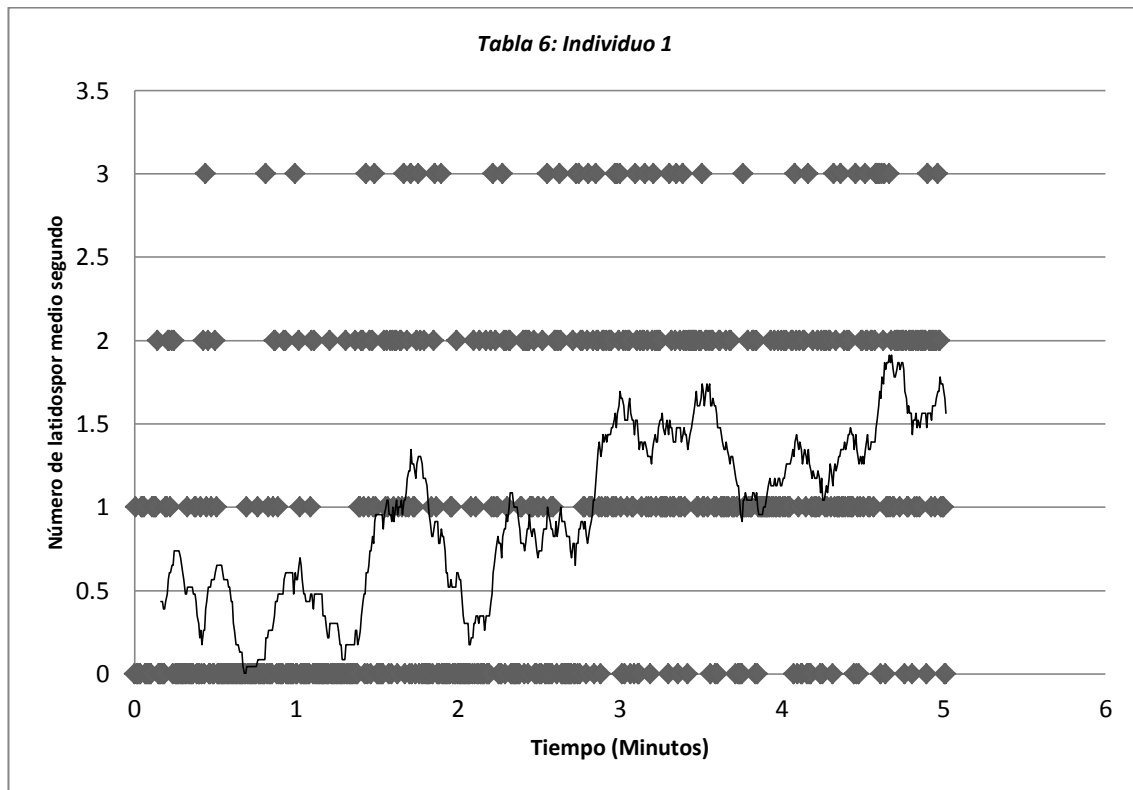
**Fig. 40 Pulsera receptora**

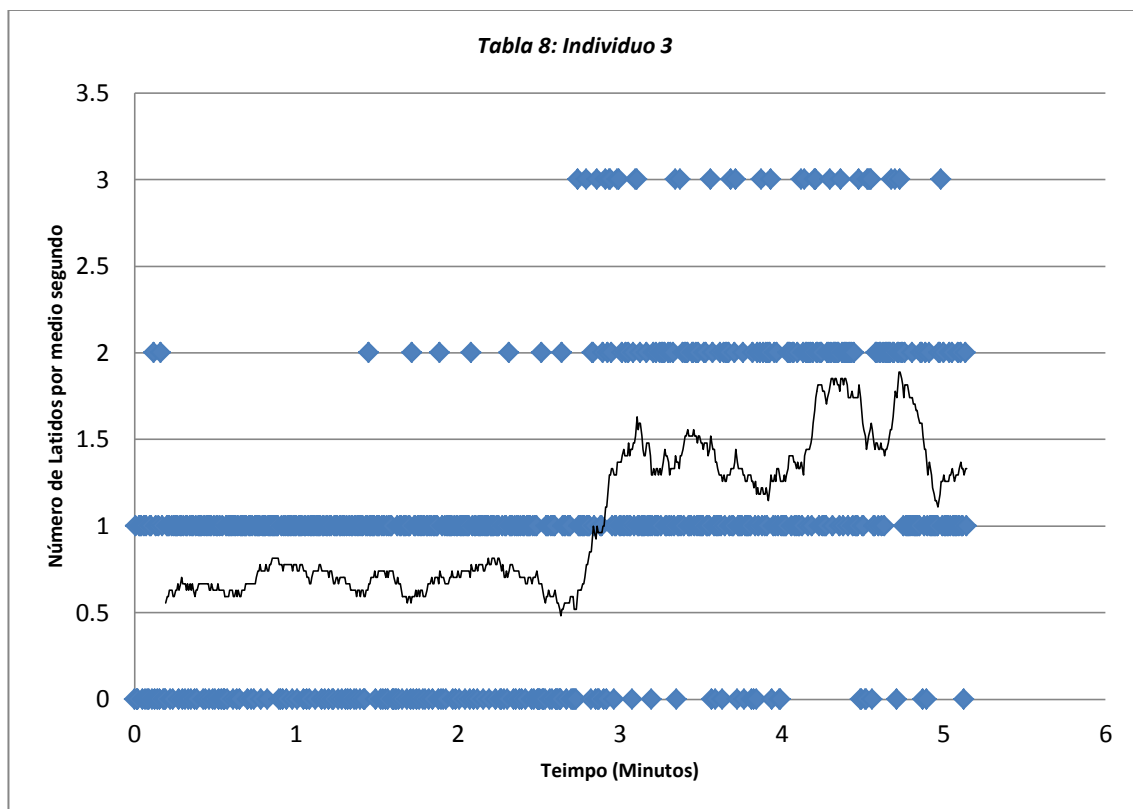
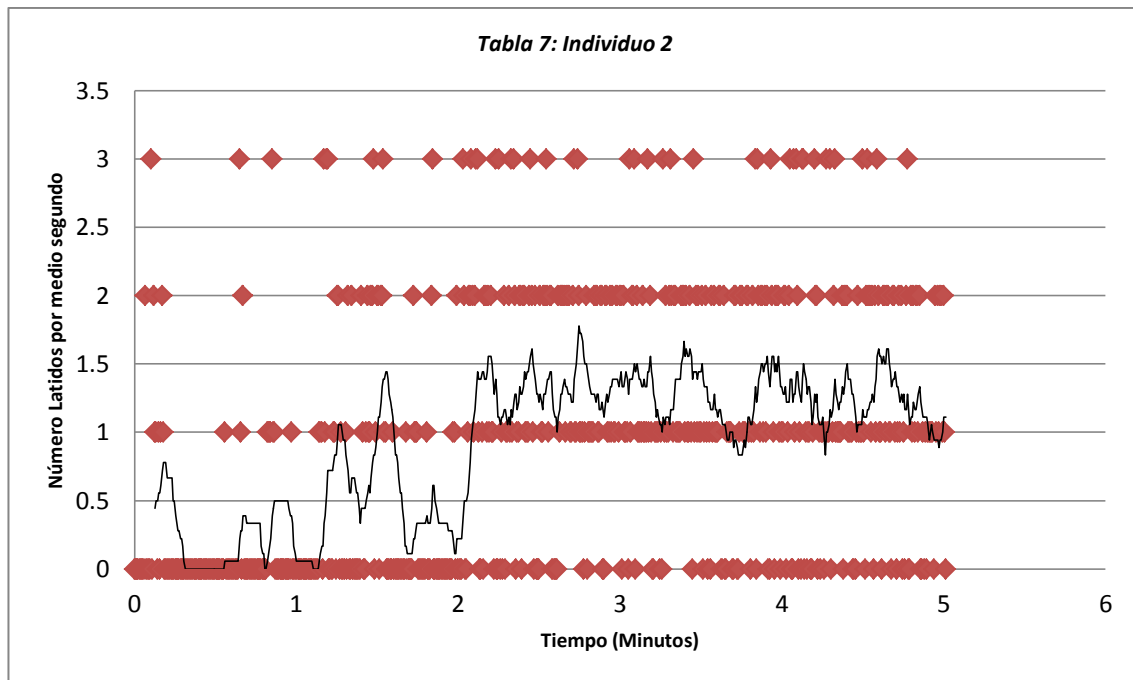
Puede ser controlada por cualquiera de los usuarios, sin importar su sexo.

# PRUEBAS Y RESULTADOS

Para verificar el funcionamiento del sistema es necesario hacer que se eleve la frecuencia cardiaca en los sujetos prueba, tal que simularan la actividad fisiológica de la excitación, para ello se eligió tomar la primera parte del “Protocolo YMCA Step Test” (en lo que se refiere al escalón y la forma de realización de la prueba) desarrollado por Larry Golding y la segunda parte del “Protocolo Harvard Step Test” (en lo que se refiere a la toma del pulso después del ejercicio) desarrollado por Brouha en 1943. Ambos son pruebas cardiorrespiratorias (utilizadas normalmente para evaluar el funcionamiento del corazón). La prueba consiste se realiza en seis sujetos, tres hombres y tres mujeres, de edades entre 20-30 años, que acepten someterse a una actividad física específica por un periodo de tres minutos. La actividad consiste en subir un escalón de 30 cm en cuatro pasos al ritmo de un metrónomo. La metodología y los requerimientos se encuentran en el “Anexo 7. Protocolo del paciente”. Mientras el sujeto realiza éste ejercicio se encontrará conectado al sistema de manera que se pueda ir obteniendo la lectura de pulso durante todo el ejercicio. Dichas lecturas, obtenidas mediante la comunicación serial con el microcontrolador, se almacenarán en una hoja de cálculo para así poder graficar los resultados.

A continuación se muestran las gráficas considerando sujetos de prueba masculinos.





Al observar las gráficas se nota el aumento en la frecuencia cardiaca. Algunos puntos se disparan ya sea por el ruido o por el cambio en la frecuencia cardiaca. Se observa que al principio de las dos gráficas la frecuencia se mantiene en uno o dos latidos y posteriormente en las últimas lecturas se puede ver como hay un aumento de la misma entre 3 y 4 pulsos en promedio 500 ms.

Cabe destacar que ésto se puede deber al ruido en el sistema. Pero queda comprobado el registro del cambio en la frecuencia cardiaca. Dado que la medición es el pulso del corazón se agregó una línea de tendencia. Dicha línea muestra el incremento en la frecuencia cardiaca y el comportamiento de la misma.

La segunda parte de la prueba consiste en tomar el pulso en los primeros 5 s, 1.5 min y 3 min después del ejercicio. Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 9: Individuo 1**

Tiempo después del ejercicio (s)	Medición pulso	Baumanómetro	Medición Led
5	123	120	130
90	107	107	110
180	78	80	76

**Tabla 10: Individuo 2**

Tiempo después del ejercicio (s)	Medición pulso	Baumanómetro	Medición Led
5	97	97	100
90	89	90	88
180	85	85	85

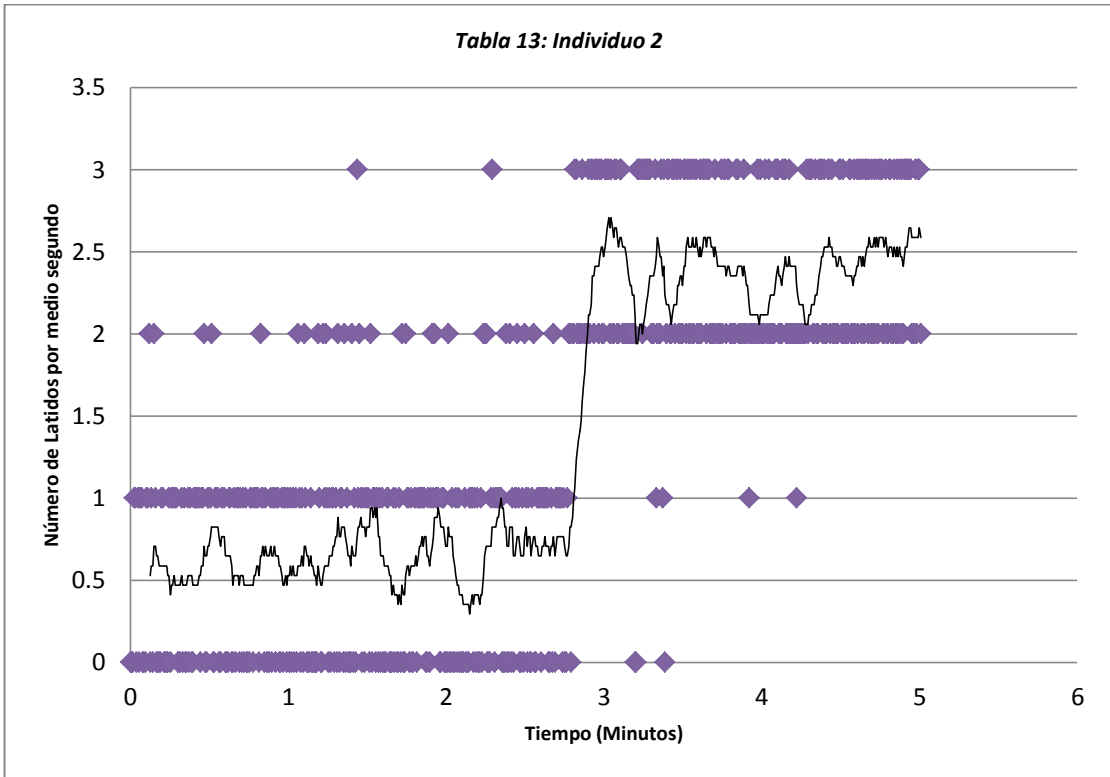
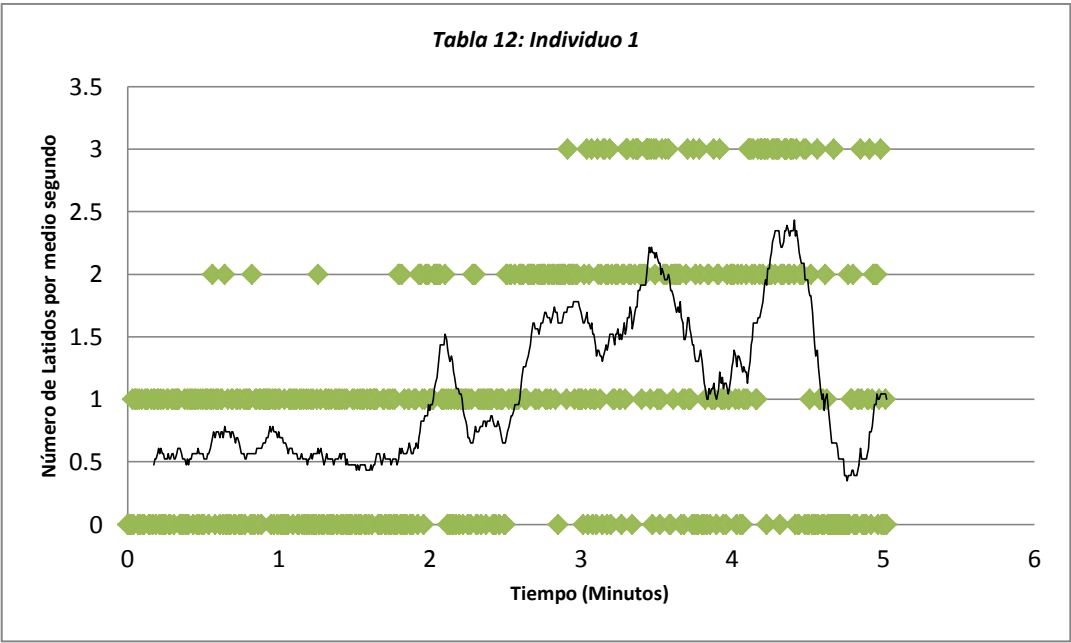
**Tabla 11: Individuo 3**

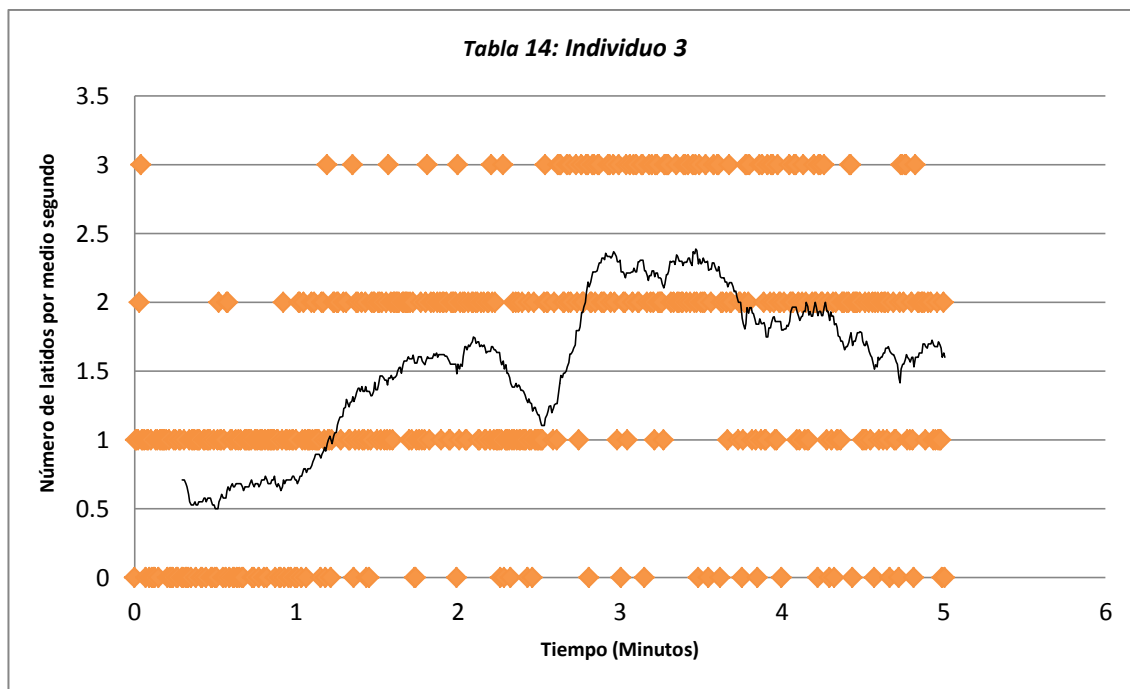
Tiempo después del ejercicio (s)	Medición pulso	Baumanómetro	Medición Led
5	94	100	95
90	79	80	82
180	79	80	81

Aunque hay presencia de ruido dentro de las mediciones podemos observar que el circuito es estable, comparando los valores obtenidos con dispositivos de medición específicos para medir la frecuencia y la presión, observamos un error de un 3% aproximadamente. El cual se encuentra dentro del intervalo establecido en las especificaciones ( $0.5 - 2 \text{ Hz} \pm 3\%$ ), que equivale a 2 latidos por minuto, y no afecta el rango de latidos necesarios para un cambio de fase dentro de las etapas del acto sexual presentadas anteriormente.

Enseguida se muestran los resultados obtenidos de los sujetos femeninos







En las gráficas anteriores podemos notar el cambio en la frecuencia cardiaca a lo largo de la prueba. A comparación de las tablas obtenidas de los sujetos masculinos, la de los sujetos femeninos tardan en estabilizarse, ya que el pulso de las mujeres es débil respecto al de los hombres, lo que dificulta su lectura.

Un punto importante a notar es que los sujetos femeninos tienden a agitarse rápidamente, a ser volubles a los cambios de un estado de reposo a un estado en donde realizan una actividad física y a llegar a frecuencias de 180 latidos por minuto, lo que no sucedió con los sujetos masculinos. Esto se puede observar en las tablas 15, 16 y 17.

**Tabla 15: Individuo 1**

Tiempo después del ejercicio (s)	Medición pulso	Baumanómetro	Medición Led
5	112	99	95
90	96	97	88
180	93	90	86

**Tabla 16: Individuo 2**

Tiempo después del ejercicio (s)	Medición pulso	Baumanómetro	Medición Led
5	139	130	120
90	95	104	104
180	94	98	100

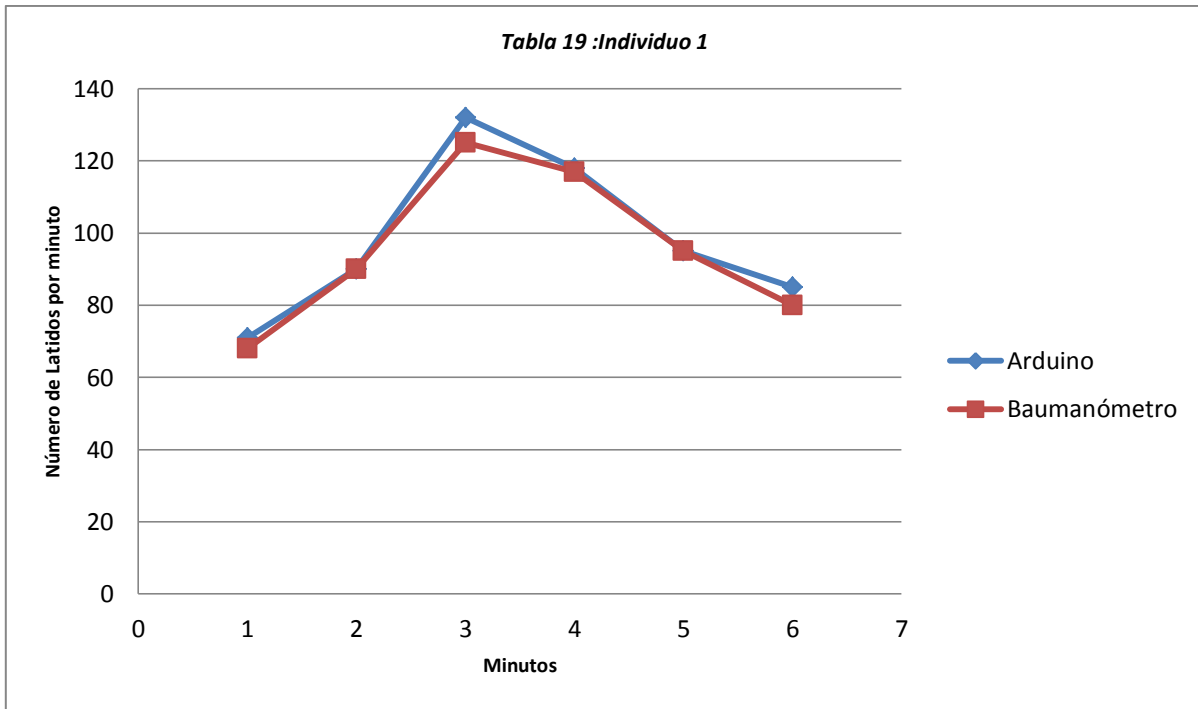
**Tabla 17: Individuo 3**

Tiempo después del ejercicio (s)	Medición pulso	Baumanómetro	Medición Led
5	180	175	140
90	142	138	133
180	134	128	126

La última parte de las pruebas consiste en juntar las dos pruebas anteriores en una sola. Se pedirá a dos sujetos hombres y dos mujeres suban y bajen de un escalón de 30cm durante 3 minutos. Se conectarán al sistema de manera que el Arduino tome las mediciones y con el baumanómetro se tomará el pulso cada minuto desde que se inicia el ejercicio hasta 3 minutos después de haber concluido el ejercicio (primera lectura: al minuto de haber iniciado el ejercicio, segunda lectura: a los dos minutos después de haber iniciado el ejercicio, tercera lectura: al terminar el ejercicio, cuarta lectura al minuto después de haber terminado el ejercicio, quinta lectura: a los dos minutos después de haber terminado el ejercicio y sexta lectura: a los tres minutos después de haber terminado el ejercicio. De manera de comprobar el funcionamiento del programa de Arduino con un instrumento de medición de pulso ya existente (baumanómetro).

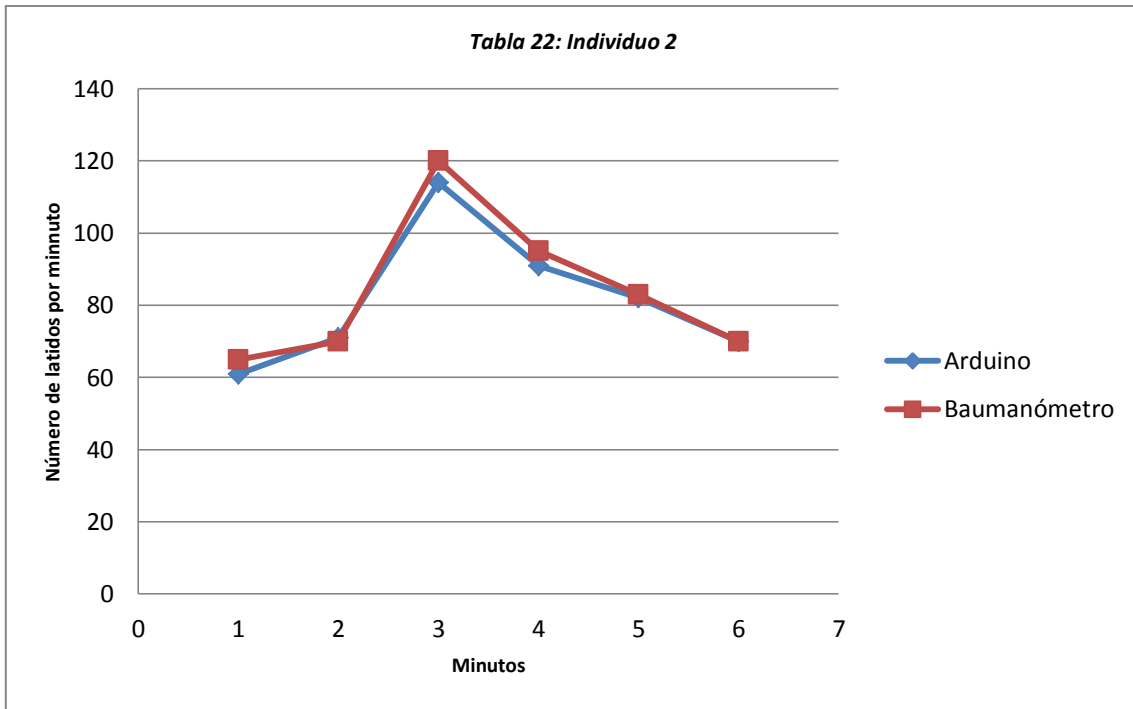
A continuación se presentan los resultados de los sujetos masculinos:

Tiempo	Arduino	Baumanómetro
1	71	68
2	90	90
3	132	125
4	118	117
5	95	95
6	85	80



**Tabla 21: Individuo 2**

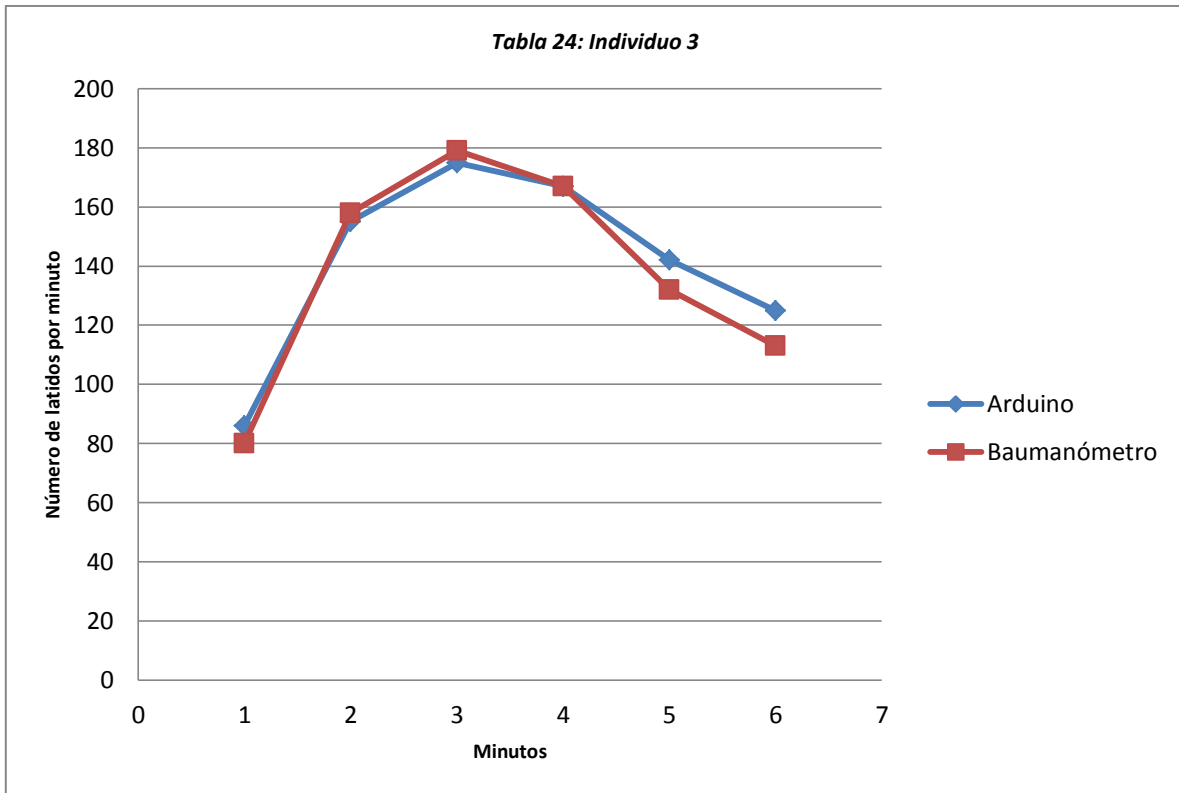
Tiempo	Arduino	Baumanómetro
1	61	65
2	71	70
3	114	120
4	91	95
5	82	83
6	70	70



Enseguida se muestran los resultados de los sujetos femeninos:

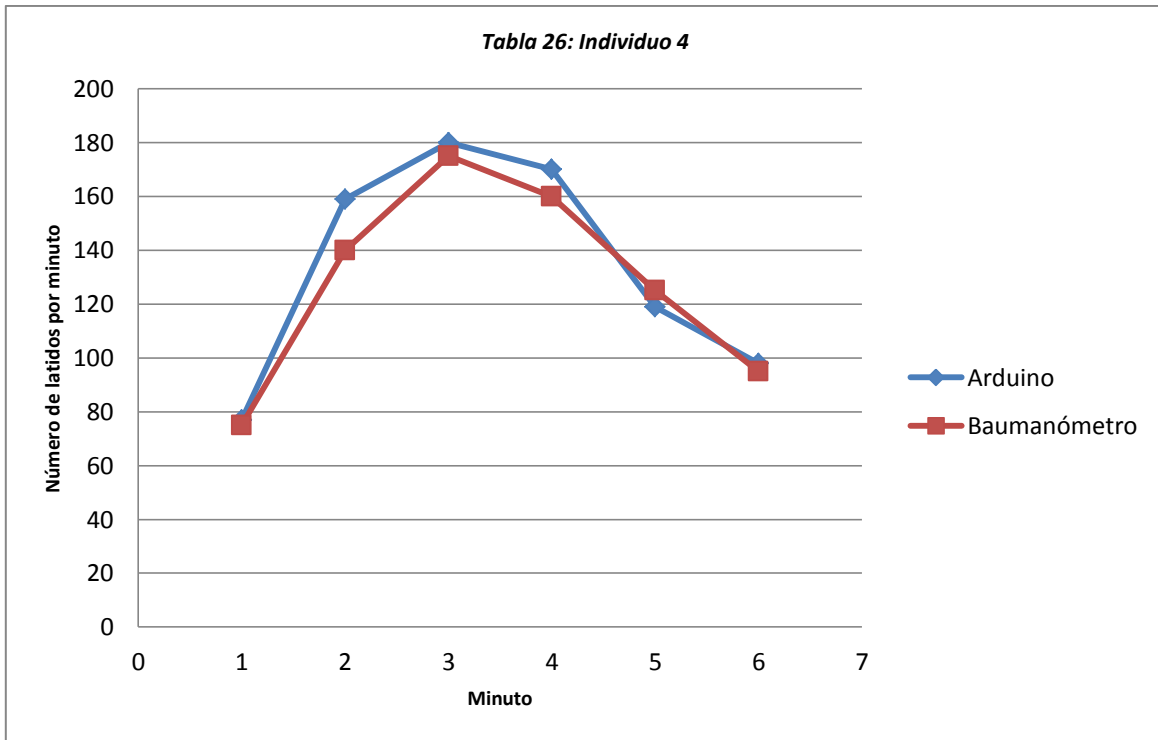
**Tabla 23: Individuo 3**

Tiempo	Arduino	Baumanómetro
1	86	80
2	155	158
3	175	179
4	167	167
5	142	132
6	125	113



**Tabla 25: Individuo 4**

Tiempo	Arduino	Baumanómetro
1	77	75
2	159	140
3	180	175
4	170	160
5	119	125
6	98	95



Para concluir el sistema está funcionando de acuerdo a las especificaciones. Está respondiendo y cumpliendo con el objetivo de seguir la frecuencia cardiaca del individuo, mostrar los cambios y contar los pulsos. Sin embargo, tiene fallas en cuanto al aislamiento de ruido.

# SEGURIDAD E HIGIENE

---

En todo aparato es importante mencionar los cuidados de uso que se requiere, ya que el mal mantenimiento de estos mismos puede causar lesiones, pérdida de funcionamiento y enfermedades.

La pulsera receptora del ritmo cardiaco debe ser aseada con un paño húmedo, deslizando suavemente sobre esta, es necesario no dañar los sensores de adquisición de la señal cardiaca, evitando rayarlo con cualquier tipo de material durante el aseo, esta misma debe ser colocada en la muñeca del usuario que mantendrá el control del mecanismo, no debe ser colocada en ninguna otra región de cuerpo. Los sensores deben situarse en la parte interior de la muñeca. La pulsera debe ser ajustada al tamaño de la muñeca, sin embargo no debe impedir la oxigenación a la mano en ningún momento. Al guardar la pulsera debe retirarse previamente las baterías.

El dispositivo de estimulación cuenta con una estructura interna, cuyo funcionamiento está diseñado para ser insertado en el pene, dicha estructura deberá ser colocada de forma que el contenedor de los circuitos eléctricos aislados se localice en el área entre la base del pene y los testículos, este mismo no deberá ser colocado en otra posición ni en otra parte del cuerpo.

En el dispositivo de estimulación es importante cuidar de la limpieza requerida por el dispositivo, evitando la degradación prematura, así como la presencia de bacterias que pudiesen dañar el cuerpo humano, la higiene de esta estructura consta de un lavado con agua tibia (15 a 50°C) y secado al aire libre, una vez seco debe ser almacenada en un lugar sin humedad y limpio.

Este mecanismo presenta una elasticidad mayor a 141% lo que permite que el usuario manipule el artefacto a fin de poder asear la estructura interna y externa, evitando la acumulación de fluidos y aseando todo aquel ángulo que albergue bacterias.

En el área de salida de aire (para evitar la creación de vacío), durante el proceso de aseo es necesario implementar agua a presión (ya sea de la llave de agua o similar), de tal forma que los fluidos y bacterias localizados en esta área sean removidos evitando enfermedades que pudiesen dañar al usuario.

Las zonas que requieren sellado, (compartimientos de motores y circuitos) deben permanecer aislados durante este proceso, pues el contacto con los fluidos puede dañar los dispositivos electrónicos y su correcto funcionamiento.

Este dispositivo no debe exceder los 20cm de elongación longitudinal, ya que los cables que conectan a los motores con el circuito de alimentación podrían sufrir algún daño.

El circuito eléctrico localizado en el dispositivo debe permanecer sellado durante el uso y lavado del sistema, siendo colocadas las baterías con antelación a su utilización y retirando estas



mismas del circuito eléctrico después de su uso, de tal forma que se evite derramamiento de ácido dentro de la cavidad destinada a el control electrónico.

El circuito eléctrico debe constar de una frecuencia de trabajo de 343Hz para su correcto funcionamiento y la transmisión de datos debe ser llevada a cabo alrededor de 4MHz para evitar el daño en los tejidos del cuerpo con los que el dispositivo tenga contacto.

# PROCESO DE FABRICACIÓN Y TRABAJO A FUTURO

---

## *Proceso de fabricación*

La estructura física del dispositivo fue diseñada a fin de ser manufacturada por medio de inyección de plástico.

Mediante un ajuste macho hembra se embonan las piezas, correspondiendo la textura intrínseca al ajuste donde, la cara externa de esta textura se acopla por la parte interna, mientras que la textura superficial encaja la cara interna por la parte externa.

El plástico que se requiere para la fabricación de este dispositivo es silicón ur3 (ultra realístico 3.0), a base de Plástico termal elastómero (mezcla de PVC y silicona). Cuyas propiedades simulan la piel humana, Con alta flexibilidad, elasticidad y resistencia. Este material requiere uso de lubricantes a base de agua (American Toy Company, 1976).

## *Trabajo a futuro*

En el trabajo a futuro se plantea la reestructuración del circuito eléctrico, a fin de lograr un tamaño adecuado en las configuraciones y componentes empleados.

Es recomendable para lograr este objetivo seleccionar un dispositivo micro controlador a fin de obtener el correcto procesamiento de la señal.

Asimismo se requiere de la elección de alguna forma de transmisión de datos a fin de lograr una comunicación inalámbrica entre la pulsera y el dispositivo.

Se solicita de la resolución del problema de sellado en el área de batería y control de los actuadores, así como el rediseño de este dispositivo para personas de diferentes razas o medidas fisiológicas.

En el área del diseño físico, se ha considerado dimensiones en relación a promedios mundiales, sin embargo tomando en cuenta que en la realidad estas medidas varían en gran manera de acuerdo al individuo, se requiere un estudio profundo para la determinación de dimensiones finales de dicho dispositivo. Así mismo deben tomarse en cuenta seriamente las consideraciones de mantenimiento, pues de no ser así se comprometería tanto el funcionamiento del sistema como el bienestar de los usuarios.

De igual forma la obtención del prototipo funcional se deja para un trabajo posterior.

# CONCLUSIONES

---

Dentro de la investigación realizada en este trabajo, podemos denotar que a lo largo de la historia humana, la relación con diversos dispositivos de propósitos sexuales ha sido constante. Sin embargo, a través de los años la complejidad de estos dispositivos ha aumentado, haciendo necesaria la intervención de la ingeniería. Los primeros datos históricos comienzan con materiales poco complejos o de uso cotidiano, como: el papel, envolturas de nailon, etc. Y con el paso del tiempo los materiales, como los diseños han ido evolucionando involucrando sistemas mecánicos, electrónicos y con distinto nivel de sensibilidad; lo que exige la implementación de nuevas ideas y diseños acordes a la época actual, por lo que en este trabajo se plantea una propuesta de dispositivos para estimulación, tomando en cuenta las características anteriores.

En la investigación desarrollada dentro de este trabajo existieron diversos obstáculos, ya que a lo largo de la historia, han existido periodos donde el tema de la sexualidad se ha considerado como tabú, superstición o mal gusto. Tal es el caso de los vibradores entre la época de 1920 a 1960, donde se restringió el uso de estos específicamente al sector de la prostitución y pornografía, volviéndose inexistente la información documentada.

Uno de los graves problemas que se presentaron durante la etapa de investigación fue la falta de información técnica en los dispositivos actuales; pues se distinguió que la mayoría de estos provenían de China, Japón y Alemania lo que constituye un problema, ya que la información técnica y científica necesaria para generar los antecedentes para el desarrollo de este trabajo se encontraba en los idiomas nativos, era escasa, nula o sin carácter científico.

Dentro del ámbito de la información científica es de interés destacar que desde el punto de vista de la ingeniería no existe información técnica alguna respecto a los dispositivos de estimulación sexual dentro de las bases de datos de las universidades mexicanas. Por ello se ha considerado que es importante llevar a cabo este trabajo, pues se espera que éste sea un precedente para la futura creación de dispositivos que satisfagan las necesidades sociales en este ámbito, pero fundamentalmente en los principios de la ingeniería.

Dentro del diseño de texturas se encontró que era de vital importancia desarrollar estructuras específicas para la estimulación de las áreas sensibles dentro de la anatomía en los órganos reproductores durante las diferentes fases de la relación sexual. Tomando esto en cuenta se concluyó que el dispositivo contaría con una secuencia de texturas capaces de estimular los puntos clave (clítoris, en el caso de las mujeres, y glande, en el caso de los hombres) durante el acto sexual. Mediante este diseño y el análisis de lo anterior se determinó que las texturas recomendadas para la región interna se requerían espaciadas y con dimensiones amplias en comparación con la región externa, ya que ésta requiere de texturas compactas y próximas entre sí, además de ser notoria, la necesidad de ubicar las texturas en zonas totalmente diferentes, pues mientras la textura externa presenta las protuberancias más prominentes cercanas al borde inferior del dispositivo, la textura interna presenta los relieves con mayor realce en el área media.

El diseño de las texturas de este trabajo está basado en las antropometrías promedio a nivel mundial en humanos tanto masculinos como femeninos. En el área del diseño físico, se consideró un material cuya dureza y elasticidad cumpliera con las especificaciones (dureza 10 short A), lo que es equiparable a los datos investigados en relación al cuerpo humano, de ésta forma interacción entre el aparato y el cuerpo humano se lleva a cabo de una manera afable.

Dado que el funcionamiento del área electrónica en este elemento está basado en la aceleración cardíaca de acuerdo al nivel de excitación y el esfuerzo físico que produce la actividad sexual es importante reconocer correctamente las diferentes etapas de la relación sexual (excitación, meseta, orgasmo y resolución), así como sus repercusiones, sin embargo los alcances de este trabajo no consideraron realizar mediciones de ningún tipo durante este proceso, por lo que fue necesario diseñar una prueba basada en la reacción del cuerpo con el sistema eléctrico durante un periodo de actividad física constante sin considerar ningún tipo de actividad sexual.

En cuanto al sistema eléctrico, debido a los problemas de falsos contactos en la protoboard y el ruido ocasionado por diversos factores, se consideró la opción de diseñar un PCB para la adquisición de la frecuencia cardíaca. De ésta manera el circuito tendrá un mejor funcionamiento y menor espacio. La tarjeta diseñada mide aproximadamente 6.5 X 6 cm. Sin embargo, al momento de llevar a cabo las pruebas y conectar el microcontrolador, la señal obtenida aún no era la esperada, por lo que se adicionó un filtro.

En las pruebas realizadas para obtener las diferencias en las respuestas del ritmo cardiaco se logró identificar que en el caso de los usuarios masculinos el pulso se presenta vigoroso y de rápida estabilización. Así mismo en el caso femenino se denota que el cambio de la frecuencia cardiaca aumenta en menor tiempo, pese a que es menos intenso alcanza mayores frecuencias y en comparación con sus congéneres masculinos su estabilización es mucho más lenta.

Una vez realizadas las pruebas, y tomando en cuenta los resultados obtenidos, se ha logrado determinar con éxito el nivel de actividad física que cada uno de los sujetos de prueba suele realizar, ya que la frecuencia cardiaca es un indicador de dicha función. Este parámetro no era esperado al realizar el experimento, sin embargo, es un indicador de las fluctuaciones que pueden ocurrir al diseñar un dispositivo que está dirigido a un sector con gran variación de actividad física.

# BIBLIOGRAFÍA

---

- Conferencia Internacional sobre Población y Desarrollo. (1994). *Conferencias sobre Población* (pág. Sr. Muhammad Hosni Mubarak). El Cairo, Egipto: CIPD.
- American Toy Company. (1976). *Doc Johnson*. Recuperado el 17 de Abril de 2013, de <http://www.docjohnson.com/blog/careandmaintenance/>
- American, P. P. (Actualizado al mes de enero del 2012). Historia de los métodos anticonceptivos . *Biblioteca Katherine Dexter McCormick*, 6.
- Arrizabalaga, J. (1497). *De morbo gallico cum glijs: tractatus cum consiljjs contra pudendrgrgm seu morbom gallicum*.
- Dexter, K. (2000). *The Truth About Condoms*. McCormick Library.
- Ehlers, S. (2010). *Rapex, condón antivirolación*.
- Golding, L. (1970). *Topend Sports Resources*. Recuperado el 13 de Agosto de 2013, de YMCA Step Test: <http://www.topendsports.com/testing/tests/step-ymca.htm>
- Heyward, V. H. (2001). Evaluación y Prescripción del ejercicio.
- Mackenzie, B. (2001). *Queen's College Step Test*. Recuperado el 19 de Agosto de 2013, de <http://www.brianmac.co.uk/queens.htm>
- Msines, R. P. (1999). *The "hysteria" the vibrator, and technology women's sexual satisfaction of orgasm*. The Jons Hopkind University Press.
- Ospina, J. M., & Manrique, F. G. (2007). *Sexual behaviors and practices among university students*.
- Palmeri, S. T., & Kostis, J. B. (s.f.). Heart Rate and Blood Pressure Reponse in Adult Men and Women During Exercise and Sexual Activity.
- Richard A. Stein, M. (2000). Cardiovascular Response to Sexual Activity. *by Excerpta Medica, Inc.*, 27F-29F.
- Serra Grima, J. R. (1998). *Cardiología en el deporte: revisión de casos clínicos*. Barcelona: SpringerVerlag Ibérica.
- Thompson, W. R. (2009). ACSM's Guidelines for Exercise Testing & Prescription. Philadelphia, Baltimore, New York, London, Buenos Aires, Hong Kong, Sydney, Tokio: Lippincott Williams & Wilkins.
- Wood, R. (1997-2013). *Topend Sports "The ultimate Sport & Science Resorce"*. Recuperado el 20 de Julio de 2013, de <http://www.topendsports.com/index.htm>

Yeoman, I., & Marte, M. (s.f.). Universidad Victoria de Wellinton : Nueva Zelanda .

### *Bibliografía de Imágenes*

Pokey & Play Fourum. (2011). Recuperado el 26 de Enero de 2013, de <http://www.pokeyplay.com/comunidad/index.php?showtopic=43094>

Alive Technologies. (15 de Diciembre de 2008). *Mini ECG portátil*. Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de <http://rehabilitacionymedicinafisica.wordpress.com/category/futuro/page/29/>

Deportes Polar. (3 de Noviembre de 2008). *Deportes Polar*. Recuperado el 28 de Marzo de 2013, de <http://relojespolar.com/>

Domingo, J. (5 de Septiembre de 2011). *El Blog "Mr. Domingo"*. Recuperado el 31 de Enero de 2013, de La historia del vibrador llega al cine: <http://mrdomingo.com/2011/09/05/la-historia-del-vibrador-llega-al-cine/>

Fernández, B. (2008). *Imágenes curiosas*. Recuperado el 28 de Marzo de 2013, de [http://www.jnaide.com/images/2008/mujer\\_robot.jpg](http://www.jnaide.com/images/2008/mujer_robot.jpg)

La Patilla. (Enero de 2012). *la Patilla*. Recuperado el 24 de Enero de 2013, de <http://www.lapatilla.com/site/2012/01/13/los-juguetes-sexuales-mas-antiguos-de-la-historia-fotos/>

Mike. (23 de Junio de 2005). *Antique Vibrator and Quack Medical*. Recuperado el 16 de Enero de 2013, de <http://www.vibratormuseum.com/>

Orgasmatrix. (15 de Febrero de 2011). *Orgasmatrix*. Recuperado el 13 de Enero de 2013, de <http://www.orgasmatrix.com/historia-juguetes-sexuales/>

Palacios, P. (12 de Junio de 2012). *Aparato reproductor masculino*. Recuperado el 4 de Marzo de 2013, de <http://aparatomasculino123.blogspot.mx/2012/06/sistema-reproductormasculino-el-sistema.html>

Periodismo Digital. (27 de Septiembre de 2011). *Piel electrónica para medir signos vitales*. Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de <http://webperiodismospr.blogspot.mx/2011/09/piel-electronica-para-medir-signos.html>

Rape aXe. (2013). *Rape aXe Take back the powder*. Recuperado el 31 de Enero de 2013, de <http://antirape.co.za/>

Xakata Blog. (Enero de 2008). *Vibrador de lengua Tonguejoy para sexo oral*. Recuperado el 31 de Enero de 2013, de <http://www.xakata.net/2009/09/vibrador-de-lengua-tonguejoy-para-sexo.html>

### *Bibliografía de Protocolo del paciente*

Golding, L. (1970). *Topend Sports Resources*. Recuperado el 13 de Agosto de 2013, de YMCA Step Test: <http://www.topendsports.com/testing/tests/step-ymca.htm>

Heyward, V. H. (2001). Evaluación y Prescripción del ejercicio.

Mackenzie, B. (2001). *Queen's College Step Test*. Recuperado el 19 de Agosto de 2013, de <http://www.brianmac.co.uk/queens.htm>

Serra Grima, J. R. (1998). *Cardiología en el deporte: revisión de casos clínicos*. Barcelona: SpringerVerlag Ibérica.

Thompson, W. R. (2009). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing & Prescription*. Philadelphia, Baltimore, New York, London, Buenos Aires, Hong Kong, Sydney, Tokio: Lippincott Williams & Wilkins.

Wood, R. (1997-2013). *Topend Sports "The ultimate Sport & Science Resorce"*. Recuperado el 20 de Julio de 2013, de <http://www.topendsports.com/index.htm>

# ANEXOS




---

## *Anexo 1. QFD del subsistema de la frecuencia cardiaca hombres*

Nomenclatura	
0	Sin relación
1	Poca relación
3	Mediana relación
9	Alta relación

Prioridad	
1	Mínima prioridad
5	Máxima prioridad

Relación técnica	
<input checked="" type="checkbox"/>	Directa
<input type="checkbox"/>	Inversa

	Prioridad de atención técnica
	segunda prioridad de atención técnica
	tercera prioridad de atención técnica





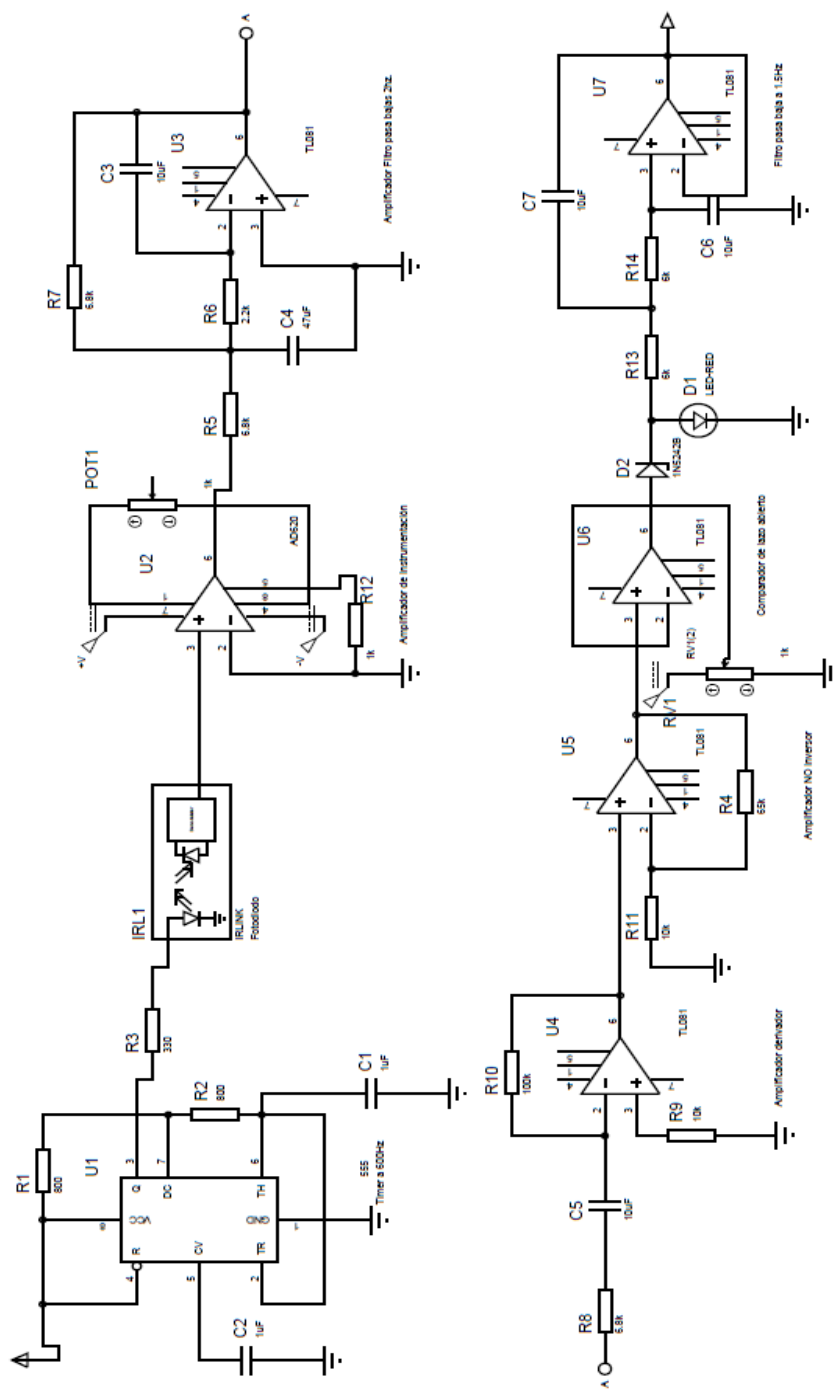


*Anexo 2. Fotodiodo*

*Anexo 3. Lista de componentes*

<b>Lista de componentes</b>	
<b>Cantidad</b>	<b>Componente</b>
<b>1</b>	555
<b>1</b>	AD620
<b>1</b>	TI084
<b>1</b>	TI081
<b>1</b>	Arduino
<b>1</b>	vibrador de celular
<b>1</b>	Fotodiodo SFH206
<b>1</b>	Diodo Zenner 1N5242B

## Anexo 4. Diagrama de Proteus



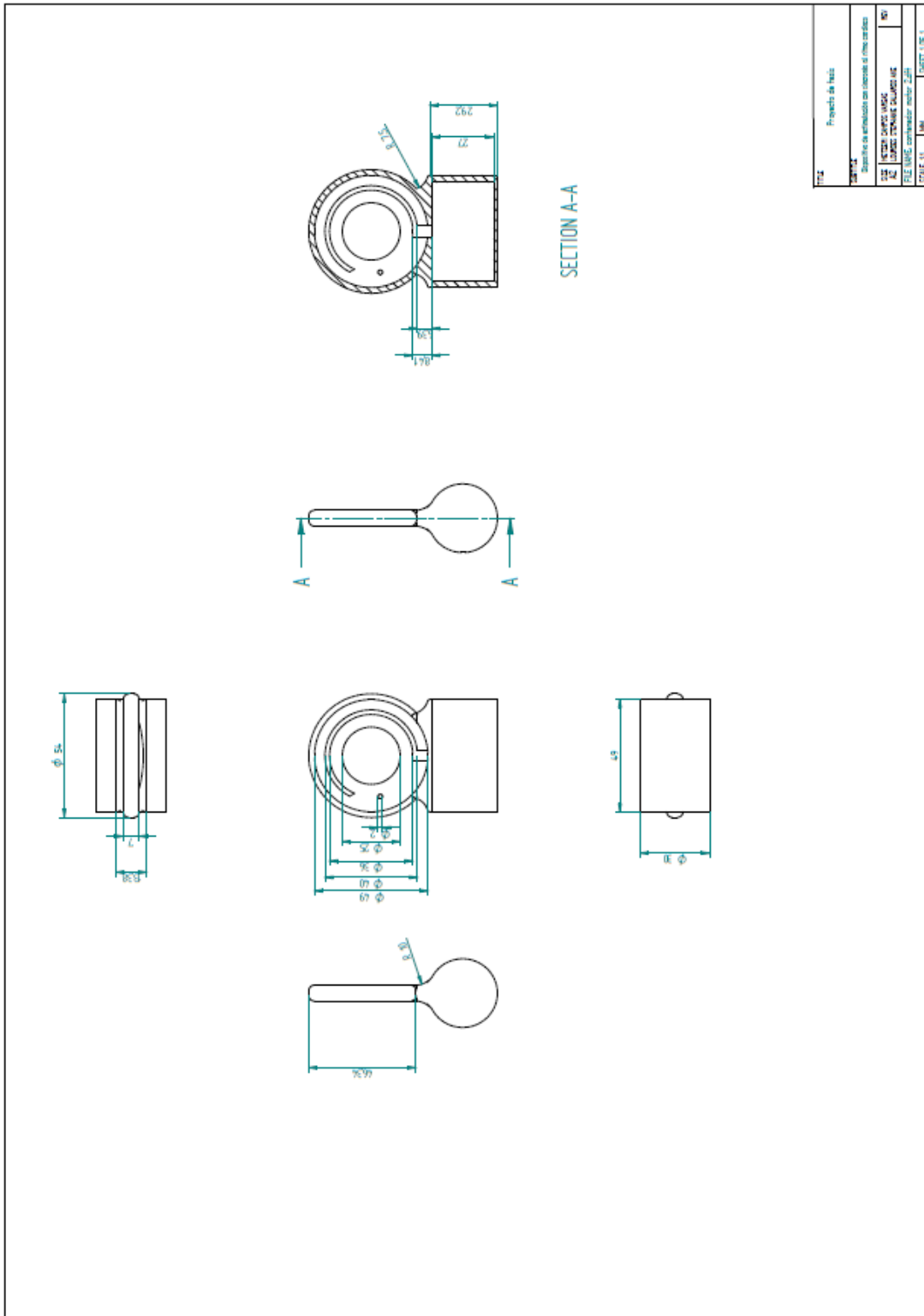
## Anexo 5. Programa en Arduino

El pin 3 digital del Arduino, es el pin de entrada de la señal. Dicha señal es la salida del último filtro. Y la salida es el pin 5 digital de PWM del Arduino.

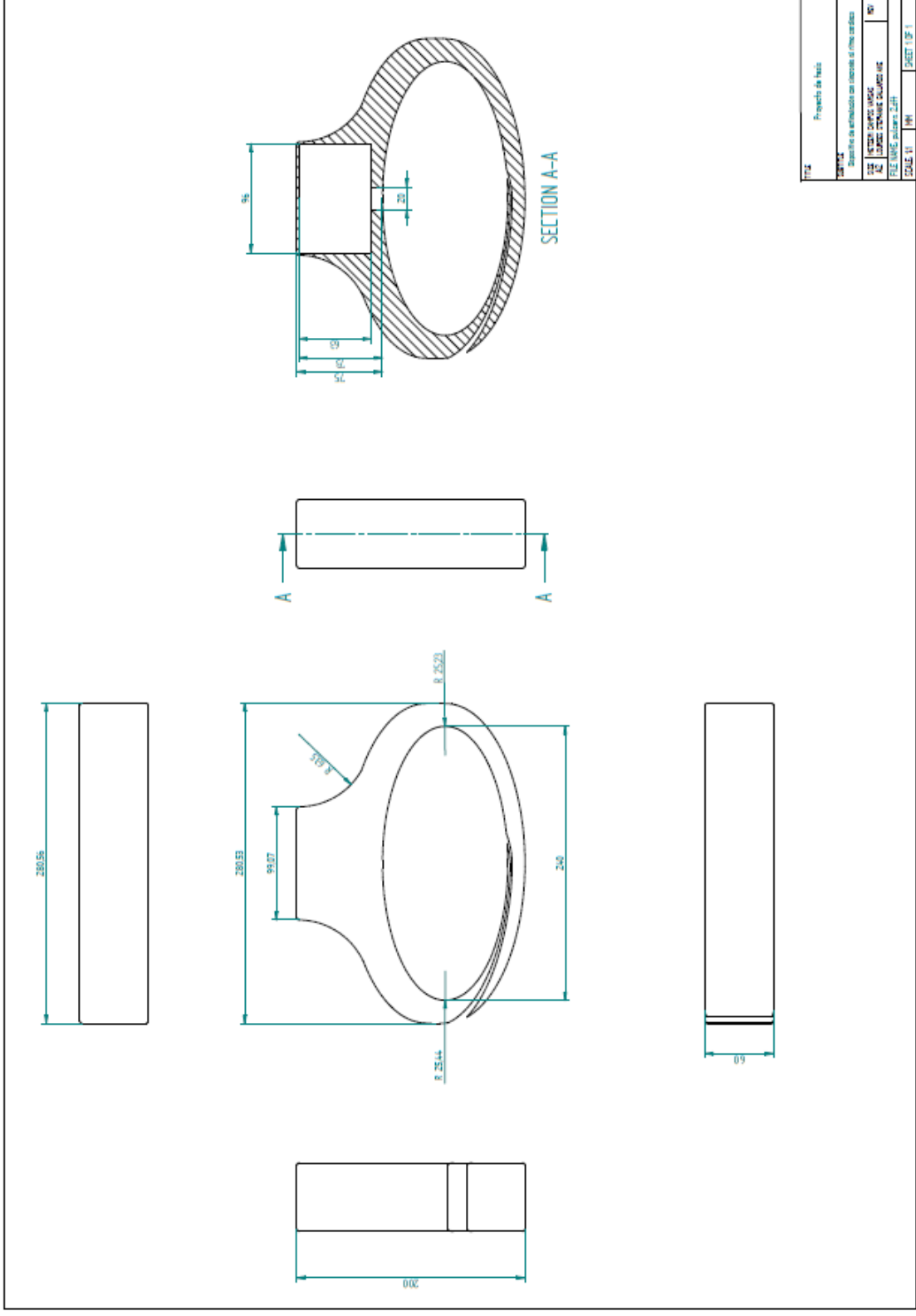
Dicho programa se muestra a continuación:

```
#define PulsosIn 3
volatile unsigned int counter = 0;
int cont=0;
int pwm_a = 5; //PWM control del motor salida 5
void setup()
{
  pinMode(PulsosIn, INPUT);
  pinMode(pwm_a, OUTPUT);
  interrupts();
  attachInterrupt(1, doEncoder, RISING); // interrupción 3 al detectar un cambio (0,5)
  Serial.begin (9600);
  Serial.println("start");
}
void loop(){
  cont=counter;
  counter=0;
  Serial.println (cont,DEC); // en este if si detecta un pulso, para el movimiento de
  motor dependiendo de los pulsos detectados
  if(cont>0){
    if(cont==3)
      analogWrite(pwm_a, 50);
    elseif(cont==5)
      analogWrite(pwm_a, 100);
    elseif(cont==7)
      analogWrite(pwm_a, 150);
    elseif(cont==9)
      analogWrite(pwm_a, 200);
  }
  else {
    analogWrite(pwm_a, 0);
  }
  delay(500);
}
void doEncoder() //función para inicializar mi contador
{
  counter++;
}
```

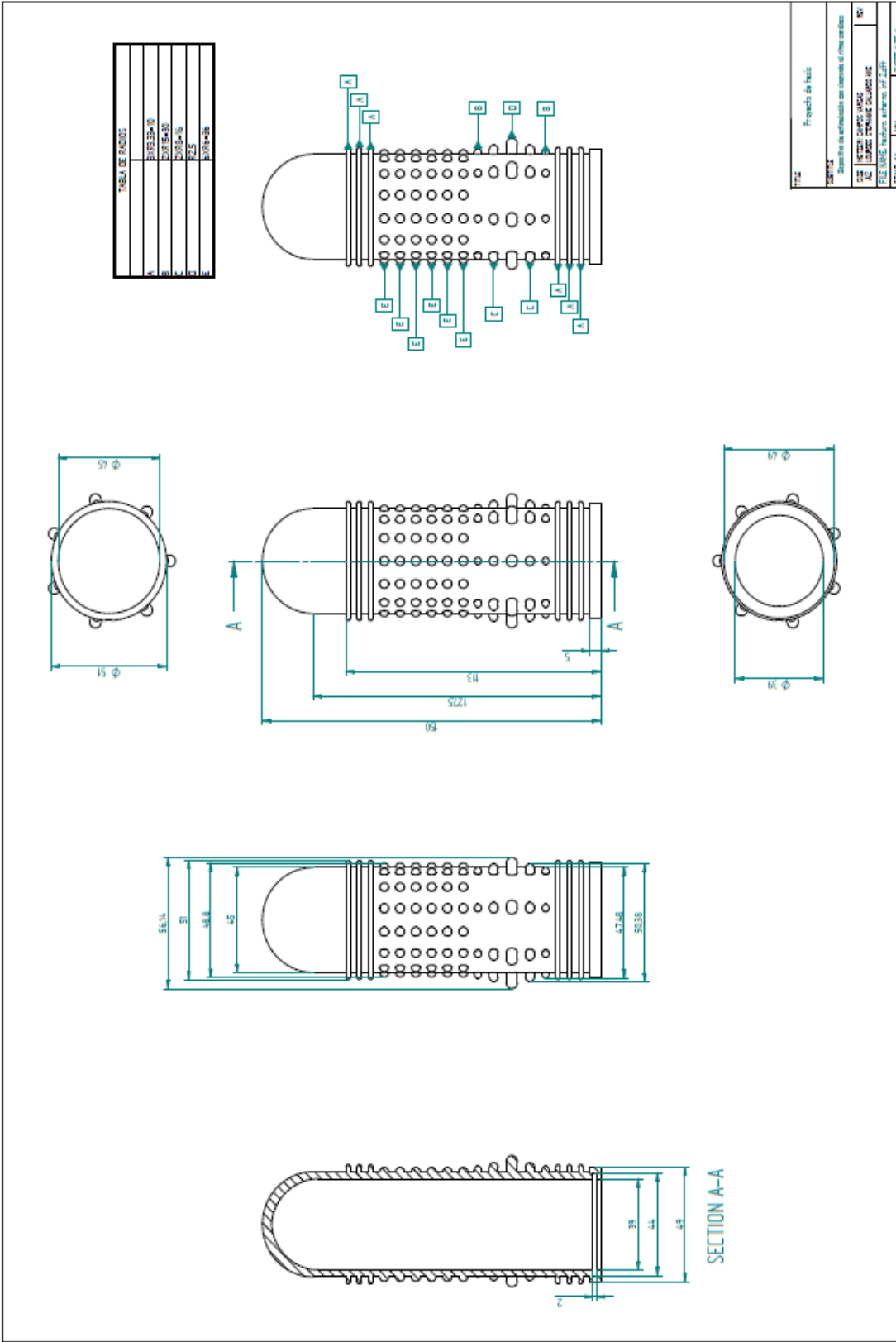
Anexo 6. Planos



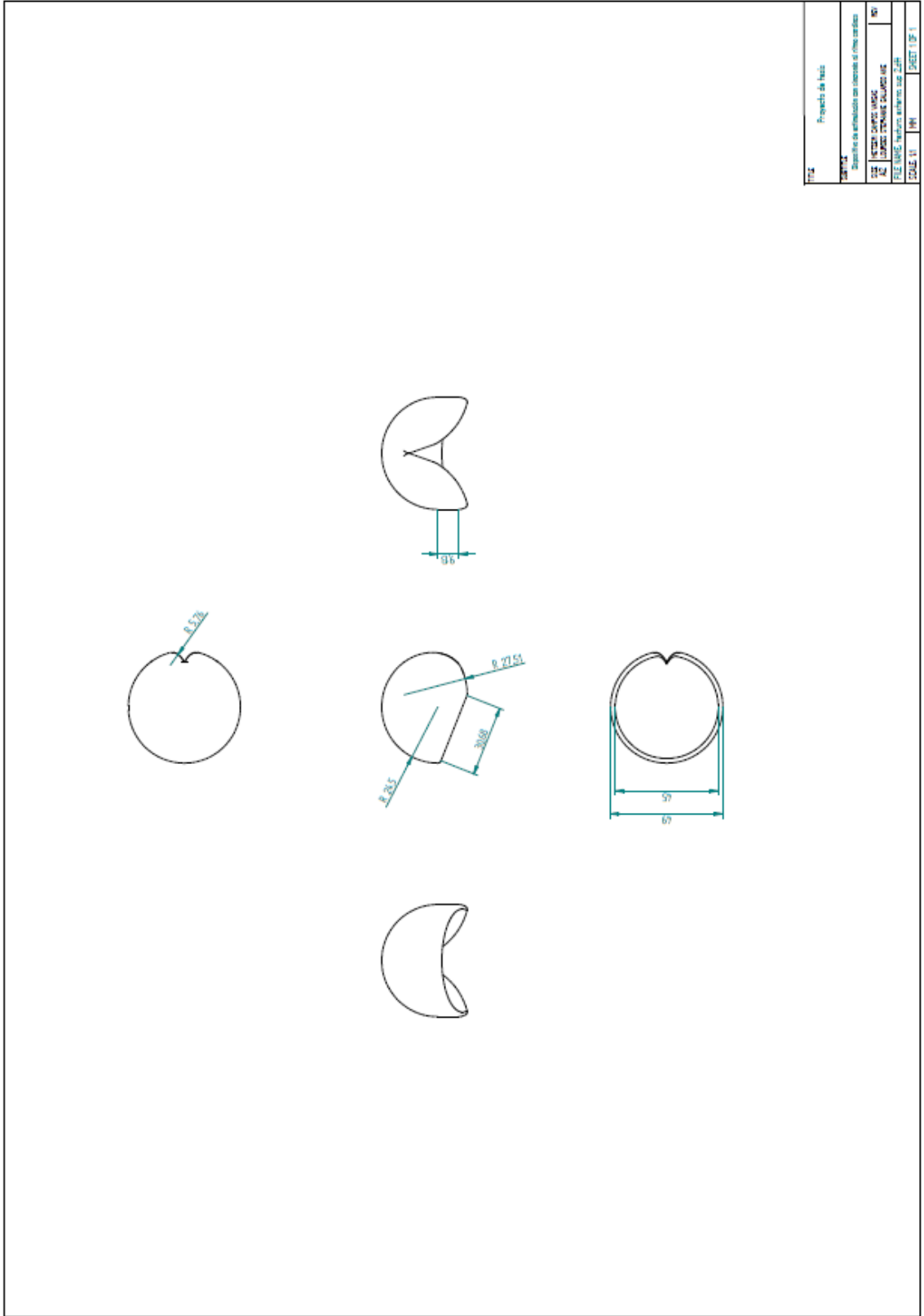
PROYECTO	Proyecto de tesis
OBJETIVO	Desarrollo de un sistema de control de temperatura en tiempo real
FECHA DE ELABORACION	15/05/2024
FECHA DE ACTUALIZACION	15/05/2024
FECHA DE REVISION	15/05/2024
FECHA DE APROBACION	15/05/2024
FECHA DE CANCELACION	15/05/2024
FECHA DE EJECUCION	15/05/2024
FECHA DE CIERRE	15/05/2024



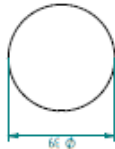
774	Proyecto de tesis
TITULO	
Descripción de actividades con respecto a este estudio	
1	ESTADÍSTICA
2	ANÁLISIS DE DATOS
3	ANÁLISIS DE RESULTADOS
4	CONCLUSIONES
5	RECOMENDACIONES
6	OTROS
7	OTROS
8	OTROS
9	OTROS
10	OTROS
11	OTROS
12	OTROS
13	OTROS
14	OTROS
15	OTROS
16	OTROS
17	OTROS
18	OTROS
19	OTROS
20	OTROS
21	OTROS
22	OTROS
23	OTROS
24	OTROS
25	OTROS
26	OTROS
27	OTROS
28	OTROS
29	OTROS
30	OTROS
31	OTROS
32	OTROS
33	OTROS
34	OTROS
35	OTROS
36	OTROS
37	OTROS
38	OTROS
39	OTROS
40	OTROS
41	OTROS
42	OTROS
43	OTROS
44	OTROS
45	OTROS
46	OTROS
47	OTROS
48	OTROS
49	OTROS
50	OTROS
51	OTROS
52	OTROS
53	OTROS
54	OTROS
55	OTROS
56	OTROS
57	OTROS
58	OTROS
59	OTROS
60	OTROS
61	OTROS
62	OTROS
63	OTROS
64	OTROS
65	OTROS
66	OTROS
67	OTROS
68	OTROS
69	OTROS
70	OTROS
71	OTROS
72	OTROS
73	OTROS
74	OTROS
75	OTROS
76	OTROS
77	OTROS
78	OTROS
79	OTROS
80	OTROS
81	OTROS
82	OTROS
83	OTROS
84	OTROS
85	OTROS
86	OTROS
87	OTROS
88	OTROS
89	OTROS
90	OTROS
91	OTROS
92	OTROS
93	OTROS
94	OTROS
95	OTROS
96	OTROS
97	OTROS
98	OTROS
99	OTROS
100	OTROS



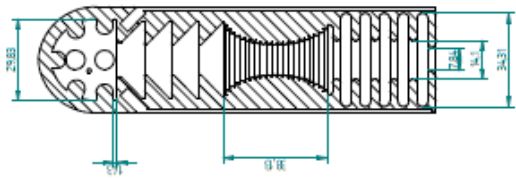




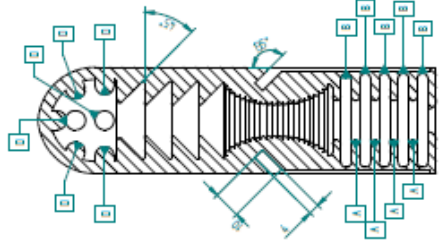
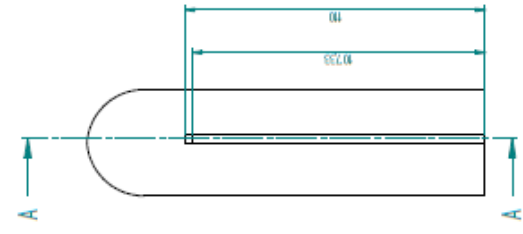
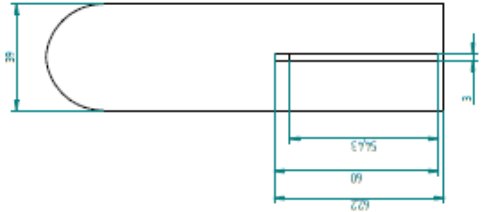
07.2		Proyecto de tesis	
CARRERA			
Módulo de especialización en ciencias del clima y del medio ambiente			
138	INGENIERIA CIVIL	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMA	2021
142	INGENIERIA CIVIL	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMA	2021
145	INGENIERIA CIVIL	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMA	2021
148	INGENIERIA CIVIL	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMA	2021
151	INGENIERIA CIVIL	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJAMA	2021



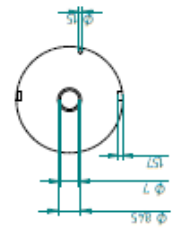
TABEL ENSCOURDES	
1	3042.5
2	3042.5
3	405
4	3032.4



SECTION A-A



SECTION B-B



PROJ	Projetos de M&E
EMPRESA	Desenvolvimento e implementação em tecnologia de óleo de casca
PROJETO	CONCRETO DE CASCA
AL	LABORATÓRIO DE CASCA DE
FEEL	FEEL - M&E - Indústria, S.A.
SCALE	1:1
SHEET	1 OF 1

## *Anexo 7. Protocolo del paciente*

El corazón es una bolsa de músculos, que en respuesta a la actividad física aumenta su fuerza para llevar más oxígeno al cuerpo en número de latidos por minuto. Por lo que el someter a una persona a ejercicio permite conocer el incremento en frecuencia cardiaca, así como detectar alteraciones o deficiencias en la respuesta cardiaca que reflejan enfermedad cardiovascular.

Las pruebas de esfuerzo son utilizadas para evaluar el funcionamiento del sistema circulatorio, así como el suministro de sangre. Originalmente, eran utilizadas para probar la aptitud de los deportistas, pues se puede observar el nivel de entrenamiento aeróbico en el ejercicio y la recuperación durante las etapas de reposo inmediatamente luego de él.

Existen diferentes tipos de pruebas de esfuerzo, entre las más comunes son las realizadas en treadmill o cinta sin fin, en bicicleta estática y el test de paso.

La prueba de esfuerzo en cinta sin fin consiste en hacer caminar al paciente en una caminadora o cinta rodante aumentando su velocidad e inclinación dependiendo del protocolo. El protocolo más popular es el protocolo de Bruce, que consiste en aumentar la velocidad y la pendiente cada 3 minutos, durante 10 a 15 minutos, hasta que se alcance la frecuencia cardiaca máxima teórica o porque hay signos clínicos que hacen recomendable no continuarla. Otro protocolo es el Protocolo de Balke, dicho protocolo ha sufrido diferentes modificaciones dependiendo del estado de salud de la persona y su sexo. Para personas sanas, se basa en comenzar un calentamiento de 10 minutos a la más una velocidad de 3.3 mph (hombres) y 3.0 mph (mujeres) con una inclinación de 0%. Posteriormente la pendiente se eleva; para hombres en el primer minuto 2% y luego 1% cada minuto; y en mujeres 2.5% cada 3 minutos. Una modificación a este protocolo es el protocolo de Balke Naughton que tiene tres modalidades con velocidades de 3.2km/h, 4.8km/h y 5.4km/h y un incremento de la pendiente de alrededor del 1% cada minuto, para pacientes con problemas cardiacos (Serra Grima, 1998).

Estos protocolos también son utilizados con la bicicleta estática, con la diferencia que en lugar de subir la inclinación se sube la resistencia.

Para la prueba del sistema no se requiere un gran equipo ni tampoco evaluar el rendimiento del paciente ni el funcionamiento del sistema circulatorio, sólo se necesita ejercicios que hagan posible la detección del incremento y decremento de la frecuencia cardiaca, sólo se tomarán en cuenta los protocolos de la prueba de escalón. Se manejan 3 protocolos:

- El protocolo YMCA de 3 minutos utiliza un escalón de 30cm de alto. El sujeto empieza subiendo y bajando alternando sus pies en 4 tiempos dados por un metrónomo. Primer tiempo (pie derecho arriba), segundo tiempo (pie derecho abajo), tercer tiempo (pie izquierdo arriba) y finalmente cuarto tiempo (pie izquierdo abajo). Se busca que el sujeto de prueba llegué a 24 pasos por minuto. De manera que después de tres minutos sea posible medir el ritmo cardiaco en los primeros 5 segundos. (Wood, 1997-2013)

- El protocolo Queens College usa un escalón más alto (41.3cm). Se empieza dejando que el sujeto sube y baje alternando los pies igual que en el protocolo anterior. Para mujeres se busca a que llegue a 22 pasos por minuto y hombres a 24 pasos por minuto manteniéndolo durante un lapso de 3 minutos. Y en los primeros 5 segundos después del ejercicio se toma el pulso cardiaco. (Wood, 1997-2013)
- Por último, el protocolo Harvard, utiliza un escalón de 50.8 cm. El sujeto es puesto a calentar en subir y bajar el escaló alternando el paso, hasta llegar a un máximo de 30 pasos por minuto. Inmediatamente se sienta a la persona y se le toma el pulso, se vuelve a tomar al minuto y medio después del ejercicio y finalmente a los dos minutos y medio después del ejercicio. (Wood, 1997-2013)

Para efectos de prueba del sistema, lo que se busca es un aparato fácil de trasladarse, poco robusto, que utilice poco espacio, que pueda ser usado por cualquier individuo entre 20 y 30 años; por lo que las caminadoras y bicicleta estática quedan descartadas. La mejor opción es el escalón. El protocolo ha utilizar será el YMCA de 3 minutos (Golding, 1970), por la facilidad de transporte del escalón; modificándolo para que el pulso sea tomado en diferentes tiempos después del ejercicio (protocolo Harvard, 1943).

#### *Materiales*

- Circuito de toma de pulso
- Pulsera con sensores
- Computadora
- Cables USB
- Tarjeta de Arduino
- Escalón de 30 cm de alto
- Metrónomo
- Estetoscopio

#### *Infraestructura*

El espacio requerido para realizar la prueba debe ser un espacio ventilado, como de 4m ancho por 4m largo, con buena iluminación. Debe estar equipado con una silla para que se siente el paciente después del ejercicio y el banco de 30 cm.

#### *Preparación del paciente*

La realización de la prueba requiere que el sujeto se presente en ayuno de 2-4 horas, y ropa y calzado cómodos para poder llevar acabo la actividad física.

Al momento de presentarse el sujeto se pedirá llenar una cédula del paciente, en donde se le piden algunos datos personales.

El tiempo de duración de prueba será aproximadamente de 10 minutos.

Durante el ejercicio se vigila la presencia de síntomas como: dolor de pecho, dolos de piernas o alguna sensación de falta de aire. En caso de aparecer cualquiera de estos síntomas se suspenderá la prueba inmediatamente.

#### *Metodología de la prueba*

1. Se le explicará al paciente en qué consiste la prueba.
2. Se tomará la temperatura y pulso del paciente antes de empezar la prueba.
3. Se demostrará al sujeto cómo se llevará a cabo el ejercicio.
4. Se pedirá al sujeto suba y baje un escalón de 30 cm de altura. Alternando el pie derecho y el izquierdo, en los tiempos marcados por el metrónomo. 96 pasos para hombres y 88 pasos para mujeres por minuto.
5. Se activa el metrónomo y deja trabajar en un lapso de 3 minutos.
6. Terminando el lapso de tiempo, se le pedirá al sujeto se siente inmediatamente para proceder a la toma del pulso la primera a los cinco segundos, la segunda al minuto y medio y la última a los tres minutos de concluida la prueba.
7. Posteriormente se pedirá al sujeto vuelva a realizar el ejercicio.
8. Al final del mismo se colocará la pulsera con los sensores para verificar el funcionamiento del sistema.

## Apéndice Tablas de Referencia

### YMCA 3-minutos

**Tabla de desempeño durante la prueba escalón**

Edad	Excelente	Bueno	Encima del Promedio	Promedio	Debajo del Promedio	Pobre	Muy pobre
<b>Hombres</b>							
<b>18-25</b>	50 - 76	79 - 84	88 - 93	95 - 100	102 - 107	111 - 119	124 - 157
<b>26-35</b>	51 - 76	79 - 85	88 - 94	96 - 102	104 - 110	114 - 121	126 - 161
<b>36-45</b>	49 - 76	80 - 88	92 - 98	100 - 105	108 - 113	116 - 124	130 - 163
<b>46-55</b>	56 - 82	87 - 93	95 - 101	103 - 111	113 - 119	121 - 126	131 - 159
<b>56-65</b>	60 - 77	86 - 94	97 - 100	103 - 109	111 - 117	119 - 128	131 - 154
<b>65+</b>	59 - 81	87 - 92	94 - 102	104 - 110	114 - 118	121 - 126	130 - 151
<b>Mujeres</b>							
<b>18-25</b>	52 - 81	85 - 93	96 - 102	104 - 110	113 - 120	122 - 131	135 - 169
<b>26-35</b>	58 - 80	85 - 92	95 - 101	104 - 110	113 - 119	122 - 129	134 - 171
<b>36-45</b>	51 - 84	89 - 96	100 - 104	107 - 112	115 - 120	124 - 132	137 - 169
<b>46-55</b>	63 - 91	95 - 101	104 - 110	113 - 118	120 - 124	126 - 132	137 - 171
<b>56-65</b>	60 - 92	97 - 103	106 - 111	113 - 118	119 - 127	129 - 135	141 - 174
<b>65+</b>	70 - 92	96 - 101	104 - 111	116 - 121	123 - 126	128 - 133	135 - 155

Golding, L.A., editor (2000). *YMCA Fitness Testing and Assessment Manual (4<sup>th</sup> ed.)*. Champaign (IL): Human Kinetics; 200-211

### Harvard Prueba Escalón

#### Modelo

$$\text{índice de actividad} = \frac{100 \times \text{Tiempo de ejercicio}}{2 \times (\text{suma de toma de pulsos})}$$

#### Tabla de referencia

	<b>Índice de actividad</b>
<b>Excelente</b>	> 96
<b>Bueno</b>	83 - 96
<b>Promedio</b>	68 - 82
<b>Bajo del promedio</b>	54 - 67
<b>Pobre</b>	< 54

( Fox et al. 1973)

**Modelo**

$$\text{For woman } VO_{2max} \text{ mL/kgmin} = 65.81 - (0.1847 \times HR)$$

$$\text{For man } VO_{2max} \text{ mL/kgmin} = 11.33 - (0.42 \times HR)$$

**Normative data for VO2max in 2005**

Normative data (Heywood 2006)<sup>[21]</sup> for Female (values in ml/kg/min)

Age	Poor	Fair	Good	Excellent	Superior
20 - 29	<36	36 - 39	40 - 43	44 - 49	>49
30 - 39	<34	34 - 36	37 - 40	41 - 45	>45
40 - 49	<32	32 - 34	35 - 38	39 - 44	>44
50 - 59	<25	25 - 28	29 - 30	31 - 34	>34
60 - 69	<26	26 - 28	29 - 31	32 - 35	>35
70 - 79	<24	24 - 26	27 - 29	30 - 35	>35

Normative data (Heywood 2006)<sup>[21]</sup> for Male (values in ml/kg/min)

Age	Poor	Fair	Good	Excellent	Superior
20 - 29	<42	42 - 45	46 - 50	51 - 55	>55
30 - 39	<41	41 - 43	44 - 47	48 - 53	>53
40 - 49	<38	38 - 41	42 - 45	46 - 52	>52
50 - 59	<35	35 - 37	38 - 42	43 - 49	>49
60 - 69	<31	31 - 34	35 - 38	39 - 45	>45
70 - 79	<28	28 - 30	31 - 35	36 - 41	>41

*Anexo 8. Cédula del sujeto de prueba.*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

				<b>GENERO</b>	
APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRE(S)	EDAD	MASCULINO	FEMENINO
TEMPERATURA AMBIENTE					
FECHA	HORA	OCUPACIÓN	TIPO DE SANGRE		
<b>DOMICILIO</b>				<b>TIPO DE MEDICIÓN</b>	
CALLE	NÚMERO	COLONIA	MUNICIPIO/DELEGACIÓN	CON LUZ SOLAR	SIN LUZ SOLAR
<b>MARQUE CON UNA X LA RESPUESTA</b>					
<b>TIPO DE PIEL</b>					
	NORMAL	GRASA	SECA	SENSIBLE	MIXTA
<b>COLOR DE PIEL</b>					
	BLANCO	BEIGE	MARRON	NEGRO	
<b>ENFERMEDADES DEL CORAZÓN</b>		SI	NO		
<b>ANEMIAS</b>		SI	NO		
<b>PRACTICA ALGÚN EJERCICIO</b>		SI	NO		
<b>¿CUÁNTAS VECES AL DÍA PRACTICA EJERCICIO?</b>					
	1-3	1-5	1-7	OBSERVACIONES	
<b>HA CONSUMIDO ALGÚN DULCE O CHOCOLATE</b>					
<b>CONSUME DROGAS</b>		SI	NO		
<b>SENTIMIENTOS</b>					
	ALEGRIA	ENOJO	MIEDO	TRISTEZA	
<b>CONSUMES CAFÉ</b>		SI	NO		
<b>MEDICAMENTOS ANTIDEPRESIVOS</b>		SI	NO		
<b>HORA DEL ÚLTIMO ALIMENTO</b>					
<b>EMBARAZADA</b>		SI	NO		
<b>EN ESTADO DE DIGESTIÓN</b>		NO DIGESTIÓN	¿PERMITE SER VIDEOGRABADO?	SI	NO

\_\_\_\_\_  
Firma y Nombre del paciente

\*\*Estoy de acuerdo en realizar ésta prueba, consciente de la metodología en la que se llevará a cabo y teniendo en cuenta el esfuerzo físico que requiere



