



EL LORO HUASTEKO
Órgano de Divulgación Científica y Tecnológica del
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

Memorias del 1er Seminario de Investigación Multidisciplinario Interinstitucional 2019
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Instituto Tecnológico Superior de Ébano

Implementación de tatuaje electrónico para medición del ritmo cardiaco

Montoya Ledezma Diana Ruby
Arteaga Cárdenas Héctor Manuel
Trejo Ruiz Luis Arturo
Email autor corresponsal:
Área de participación:

Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
rubymontoya635@gmail.com
Ingeniería Electrónica

RESUMEN

Hace algunos años los tatuajes eran mal vistos por la sociedad, pero actualmente dejaron de ser un impedimento social y algunas personas de las distintas clases sociales han optado por usarlos ya que algunos de estos han adquirido un uso tecnológico como el hecho de monitorear nuestra salud.

Los tatuajes electrónicos más que unos accesorios de belleza se han convertido sin duda en una fuente adicional para el conocimiento de nuestra salud ya sea en la temperatura de la piel, el monitoreo cardiaco, etc.

Palabras claves: Tatuaje electrónico, Ritmo cardiaco, salud.

ABSTRACT

A few years ago, tattoos were frowned upon by society, but now they stopped being a social impediment and some people from different social classes have chosen to use them and some of them have acquired a technological use such as controlling our health. .

Electronic tattoos, more than beauty accessories, have undoubtedly become an additional source for the knowledge of our health, whether in skin temperature, heart monitoring, etc.

Key words: electronic tattoo, heart rate, health.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día existen muchos dispositivos electrónicos que ayudan en las distintas áreas, ya sean industriales, medicas e incluso en el deporte. En esta ocasión se centrará en el área médica ya que sus factores para los avances tecnológicos son muchos, por ejemplo, en la rehabilitación muscular, monitoreo del ritmo cardiaco, etc.

El ritmo cardiaco es muy importante ya que si no se está bien monitoreado puede llevar a problemas cardiacos e incluso a la muerte. Hay distintas formas de medir el ritmo cardiaco, una de ellas es con métodos convencionales como son el uso de un estetoscopio y un esfigmomanómetro y otra es por métodos tecnológicos como lo es con un electrocardiograma.

La finalidad de este proyecto es crear un dispositivo tipo tatuaje electrónico con el cual permita monitorear el ritmo cardiaco, así como también crear una aplicación que junto con el dispositivo permita observar las mediciones y al mismo tiempo guardarlas con el fin de tenerlas a todas horas.

Antes de realizar el prototipo se llevó a cabo una investigación de los distintos dispositivos manejados con el cuerpo humano, tales como:

- El Cirect Bracelet el cual es el primer intento de convertir la piel en control remoto, ya que en el 2010 la universidad estadounidense de Carnegie Mellon trabajo – también junto a Microsoft- en un invento el cual permitía convertir la piel en una pantalla táctil. (o'sullivan, 2016),
- El Tech tat este es un tatuaje electrónico el cual permite medir los signos vitales del usuario mientras practica deportes. (Jacquard, s.f.).
- El Skinput, es una tecnología de entrada que utiliza la detección bioacústica para localizar los toques con los dedos en la piel. (Chris Harrison, 2010)

METODOLOGÍA

Para realizar el modelo del prototipo se requirió investigar acerca del ritmo cardiaco, más en específico el cómo medirlo, esto mediante la forma convencional, con un estetoscopio y esfigmomanómetro, en esta parte del proyecto no se tomó en cuenta el electrocardiograma puesto que lo que se buscaba fue entender el cómo medir esa presión.

Al colocar el brazalete del esfigmomanómetro en el brazo (o cualquier otra extremidad) de los pacientes, se aplica una presión que impide al paso de la sangre, disminuyendo paulatinamente para que cuando la presión intraarterial sea mayor, se genere un pequeño flujo de sangre. Por razones físicas, ese flujo es de tipo turbulento y produce ruido. Esto es lo que escucha el médico por medio de un estetoscopio.

Cuando se inflar el mango del esfigmomanómetro, se genera una “presión externa”, que interrumpe el flujo de sangre en el brazo. (Colima, 2012) En la siguiente ilustración se puede observar los diferentes puntos en los cuales se es capaz de medir el pulso cardiaco. Ilustración 1



Ilustración 1 Puntos de medición para el ritmo cardiaco (Colima, 2012)

Frecuencia cardíaca

Para obtener la frecuencia cardiaca (FC), primero se debe identificar si los ciclos son regulares o irregulares, para ello se necesita ver el intervalo RR (la distancia entre las ondas), que es el tiempo entre dos eventos de sístole ventricular, y por ende, eyección a la circulación sistémica (ilustración 2). En el adulto sano, el intervalo RR no

varía más allá de 2-3 mm entre latidos consecutivos 3. Si la frecuencia es regular, solo debemos dividir 1,500 mm entre el intervalo RR (en mm/), es decir: (véase la ecuación 1).

$$FC = \frac{1,500\text{mm}}{\text{intervalo RR}(\text{mm})} \dots \dots \dots (\text{ecuacion 1})$$

Por el contrario, si es irregular, deberá contar los complejos QRS que ocurren en 6s, equivalente (Prado, Diciembre 2016)

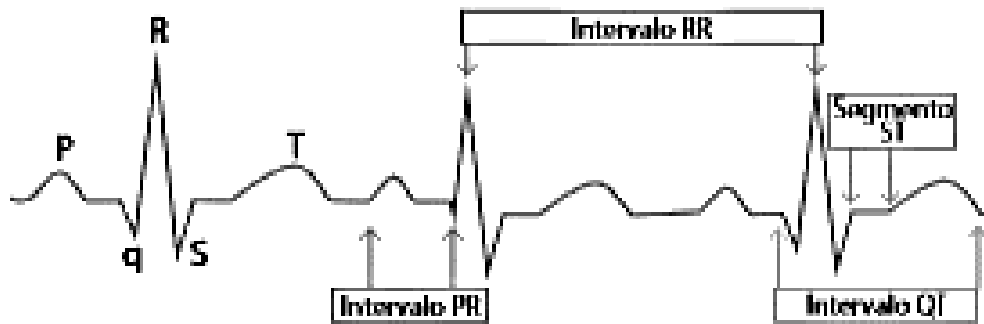


Ilustración 2 Nomenclatura de las ondas. Véase que P y R son deflexiones positivas, en contraste con Q y S que son negativas. Véase la diferencia entre intervalos y segmentos.

Después de analizar el procedimiento de la medición del ritmo cardíaco, se prosiguió a contactar con un médico, el explico las causas y las formas mediante las cuales se puede obtener el valor del ritmo cardíaco, en este punto el medico sugirió algunas pruebas para verificar la medición, las cuales se mencionarán más adelante.

Teniendo en cuenta el procedimiento para realizar la medición el medico proporciono los datos del ritmo cardíaco, desde el número de posiciones normales hasta las pulsaciones de cuando ya es un problema grave que puede conllevar a la muerte, estas mediciones se muestran en la siguiente tabla. Tabla 1, en la investigación con el medico se dijo que estos datos son generales, pero tienen una variación que depende de la edad y del peso.

Tabla 1 Tabla de rangos mmHg (Dr. Armando Minor,2019)

NORMAL	PREHIPERTENCION	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3
80	95	95	108	110
90	100	100	120	140
95	105	120	140	160
100	120	140	160	180
120	139	159	185	190 mas

Ya teniendo el método de medición se continua con recaudar los componentes que se necesitaran para el armado del prototipo, en este caso se usaran un amplificador operacional ya que cuando el corazón bombea la sangre,

al pasar por la vena esta golpea las paredes de la vena haciendo un movimiento imperceptible al ojo humano, el amplificador operacional hace la función de amplificar ese movimiento y hacerlo perceptible mediante un led, el cual indica en movimiento al encender y apagar, también se necesitará un led el cual será el indicador del pulso, seguido por resistencias y un potenciómetro estos ayudaran al led haciéndolo más sensible para así mostrar las pulsaciones.

El circuito principal se probó en un simulador (ilustración 3), con el cual se verifico el funcionamiento para después dar paso a el armado en físico, el cual al encender se muestra un led junto a un a fotorresistencia, este conjunto será el que tomara el ruido ya antes mencionado para mostrarlo en otro led que es el que visualizara las pulsaciones.

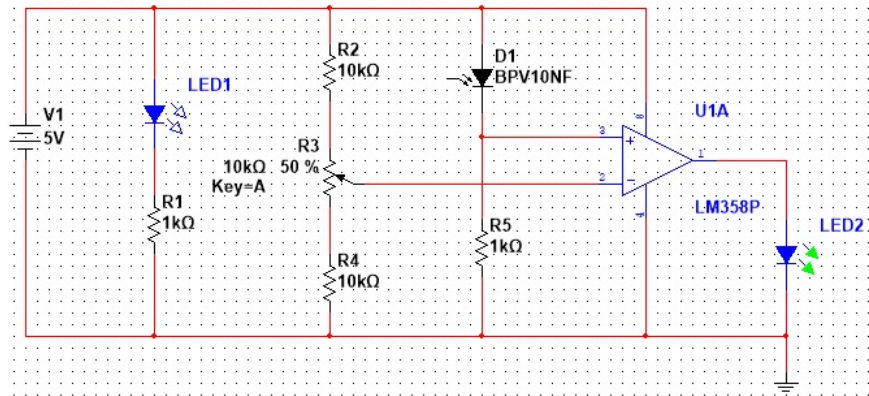


Ilustración 3 Diagrama del prototipo en el software multisim

El primer prototipo se muestra de la siguiente manera (ilustración 4), colocando los componentes como se muestra en la ilustración anterior (ilustración 3), para el montaje en físico se necesitó tinta conductora y pequeños trozos de cobre, esto con el fin de que las pistas fueran flexibles, pero sin perder la forma del circuito y con mayor conductividad. También se tomó en cuenta que los materiales usados para el montaje del circuito no sean tóxicos para la piel, así como también que las personas a las cuales se les hicieron las pruebas no fueran alérgicas a la tinta conductora.



Ilustración 4 Primer prototipo del tatuaje electrónico

Este dispositivo será mayormente utilizado en personas de la tercera edad puesto que son las más propensas a sufrir algún cambio drástico en su ritmo cardiaco, de igual forma en ser monitoreadas las 24 horas, y así el familiar del usuario podrá tener los signos vitales en caso de alguna emergencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la realización de las pruebas se utilizó el prototipo del tatuaje electrónico junto con las mediciones que el medico proporciona. Se realizaron 4 pruebas con distintas personas, las cuales dos de ellas son de edad avanzada y dos personas con edades de 15 y 18 años. Esto se hizo para saber con cuales edades el prototipo tenía mayor asertividad en la medición y al mismo tiempo para mejorar esas variaciones de medida.

Al poner el tatuaje se preguntó a las personas si sentían alguna molestia o inconformidad por parte del tatuaje electrónico a lo cual contestaron que no, cabe aclarar que el tatuaje electrónico no necesita el uso de agujas, es superficial en la piel, lo que lo hace más cómodo y no doloroso.

El prototipo cuenta con una pequeña capa de aislante en la parte inferior esto para que no cause daño al usuario y también para que la misma energía del cuerpo no afecte en la lectura. En la siguiente ilustración se muestra el prototipo de tatuaje electrónico ya puesto. (Ilustración 5)



Ilustración 5 Puesta en marcha del tatuaje electrónico

Las pruebas se hicieron de la siguiente manera:

- Un médico tomo las medidas de las 4 personas.
- Se colocó el dispositivo tipo tatuaje en las 4 personas (a cada persona se le configuro el dispositivo para la sensibilidad del muestreo).
- Se compararon las mediciones del dispositivo con las mediciones del médico.
- Se repitieron los puntos anteriores 2 veces más

Estas pruebas fueron realizadas 3 veces puesto que como las personas a las cuales ayudaron en la puesta en marcha del dispositivo estaban nerviosas su pulso aumentaba y las lecturas salían un poco errores.

Existen algunas perturbaciones las cuales hacen que las mediciones varíen mediante el tatuaje electrónico, estas perturbaciones pueden ser el movimiento de algún nervio, por ende, el tatuaje electrónico se les colocó en la muñeca puesto que es ahí donde está más en contacto con la vena, que es en ella donde se mide el ritmo cardiaco.

En la tabla siguiente se muestran las mediciones que se obtuvieron en las pruebas, tabla 2.

Tabla 2 mediciones del tatuaje electrónico y el esfigmomanómetro

Edad	Prototipo tipo tatuaje electrónico		Método convencional esfigmomanómetro	
	Presión Arterial sistólica	presión Arterial diastólica	presión Arterial sistólica	presión Arterial sistólica
15 años	140	86	140	88
18 años	119	80	125	86
85 años	130	77	130	77
75 años	143	84	143	84

TRABAJO A FUTURO

Para mejorar el prototipo se busca vincular el dispositivo con una aplicación o software que permitirá guardar los datos obtenidos con el tatuaje electrónico, esto para mayor facilidad en el monitoreo e incluso para facilitar al doctor de cabecera la toma de los mismos en caso de una emergencia. La aplicación se creará por medio del software Android estudio, la cual permite crear aplicaciones móviles.

Otras de las cosas que se busca mejorar es monitorear no solo el ritmo cardiaco, si no la mayoría de sus signos vitales, ya sea saber si tiene fiebre o alguna otra enfermedad, claro está que con ayuda de un médico se pueda llevar a cabo.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que el dispositivo tipo tatuaje electrónico, es funcional, sin embargo, se tiene una variación de acuerdo al movimiento de los músculos, esto a causa del movimiento natural del cuerpo. En las mejoras del prototipo se pretende cambiar algunos componentes ya que al estar muy sensible este puede variar por las razones antes mencionadas.

AGRADECIMIENTOS

Damos como agradecimiento al M.E. Juan Carlos Ramírez Vázquez y a la Dra. Guadalupe Esmeralda Rivera García por su gran apoyo en el transcurso del proyecto, al Dr. Armando Minor Legarrea por su ayuda en las mediciones requeridas, y también a las personas que nos brindaron la confianza para realizar las pruebas dando por terminado el primer prototipo, ya que sin su apoyo no se hubiera logrado el gran avance de este proyecto. MUCHAS GRACIAS.

REFERENCIAS

- Colima, S. d. (2012). Método de verificación para esfigmomanómetros mercuriales y aneroides . Colima.
- Chris Harrison, D. T. (2010). Skininput: Appropriating the body as an input surface. *computing on the body* , 10.
- Jacquard. (s.f.). Tech Tats. Obtenido de Tech Tats: <https://www.postscapes.com/conductive-ink-tattoos-tech-tats/>
- o'sullivan, J. (2016). Cicaret. Obtenido de Cicaret: <https://cicaret.com/wordpress/>
- Prado, J. I. (Diciembre 2016). El electrocardiograma . *Revista de la facultad de medicina de la UNAM*, 39-42.