

IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN DEL RITMO CARDÍACO BASADO EN PLATAFORMA ANDROID

IMPLEMENTATION OF A HEART RATE MEASUREMENT TOOL BASED ON ANDROID PLATFORM

Bryan Andrés Coronel Gómez, Osvaldo Junior Ríos De La Hoz, Diana Suarez López y José Gregorio Solorzano

Corporación Universitaria Americana brayancoronell@hotmail.com

Recibido: febrero 10 de 2021 Aceptado: Julio 20 de 2021

RESUMEN

Analizaremos e implementaremos una herramienta para controlar el ritmo cardiaco basada en la plataforma Android , sabemos que hoy en día existen muchas tecnologías para la medición del ritmo cardiaco pero ninguna da una respuesta rápida a la hora de una emergencia , por el cual para dar solución a esta problemática en nuestro caso usamos un sensor llamado HRM donde lo podemos encontrar en un teléfono celular de la marca Samsung (Galaxy s9 plus) , el cual usa una tecnología llamada fotosensor y dependiendo del resultado obtenido con nuestra aplicación dar a conocer los hospitales cercanos a su ubicación usando el GPS del teléfono por si se presentar una emergencia con sus latidos cardiacos. También analizaremos otro dispositivo que mide el ritmo cardiaco en este caso un Arduino(uno), con su sensor PPG para comparar el nivel de efectividad de estos dos dispositivos y cual sería más viable para mantener un control certificado y confiable a la hora de tomar su frecuencia cardiaca por sus propios medios, sin la necesidad de una intervención a un centro hospitalario.

Palabras clave: Sensor HRM, frecuencia cardiaca, Ritmo cardiaco

ABSTRACT

Analyze and implement a tool to control the heart rate based on the android platform, we know that today there are many technologies for measuring heart rate but none gives a quick response at the time of an emergency, for the which to solve this problem in our case we use a sensor called HRM where we can find it in a Samsung cell phone (Galaxy s9 plus), which uses a technology called photosensor and depending on the result obtained with our application give know the hospitals near your location using the phone's GPS in case you have an emergency with your heartbeat. We will also analyze another device that measures heart rate in this case an Arduino (one), with its PPG sensor to compare the level of effectiveness of these two devices and which would be more feasible to maintain a certified and reliable control when taking your heart rate by its own means, without the need for an intervention to a hospital center.

Keywords: HRM sensor, heart rate, heart rate

I. INTRODUCCIÓN

La frecuencia cardiaca es uno de los signos vitales más importante de la salud en el cuerpo humano, la mayoría de las personas no identifican en qué momento de su diario vivir tienen problemas con su ritmo cardíaco. De acuerdo con los datos del Ministerio de Salud [1] en promedio 4 de cada 10 adultos en Colombia presentan afectaciones relacionadas con la hipertensión arterial, de estos el 60% desconoce que presenta esta condición. Por tal razón, frecuentemente el Ministerio da recomendaciones al respecto con la campaña “conoce tus números” buscando concienciar a la población sobre la importancia de revisar su presión arterial, especialmente con la declaratoria de la pandemia generada por el SARS-CoV-2 dada su relación e impacto con antecedentes respiratorios y coronarios.

Otras de las enfermedades con mayor frecuencia son la miocardiopatía arritmogénicas del ventrículo derecho y la miocardiopatía dilatada, determinadas como las principales causas de muerte súbita en jóvenes y deportistas.

Por tal motivo, nos planteamos buscar una solución en la que podamos contribuir en las necesidades que ayudan en el control de estas enfermedades a través de test que nos puedan ayudar a controlar nuestra frecuencia cardiaca, por lo tanto, en este artículo se presenta un tipo de solución a un creciente problema del manejo de enfermedades relacionadas con alteraciones del ritmo. Esta problemática nos llevó a diseñar un aplicativo con el cual se pueda llevar un control de este, para tener un seguimiento riguroso y en tiempo real del estado arterial, con el fin de detectar problemas que puedan estar relacionados con enfermedades cardíacas en el mediano y corto plazo (WHO, 2018).

1. El ritmo cardiaco

El ritmo o frecuencia cardiaca es signo vital muy importante para nuestras vidas, el cual se define como el número de veces en el que nuestro corazón realiza el ciclo completo de llenado y vaciado de su cámara por un determinado tiempo. Este ritmo cardiaco se mide en BPM que significa contracciones por minutos (latidos por minuto), para hacer más exacto cuando nos tomamos el pulso cardiaco notamos las contracciones del corazón (sístole), es decir cuando nuestro corazón expulsa la sangre hacia el resto del cuerpo (Sanitas, 2020).

Las pulsaciones de una persona dependen de muchos factores para hacer una correcta medición ya que depende de la edad, sexo, estado actual de la persona (reposo, en movimiento, etc.) (Tabla 1).

Para saber con exactitud si su ritmo cardíaco está de forma correcta se analizaron las tablas publicadas en la página oficial del fabricante Samsung el cual se dedica hacer dispositivos electrónicos.

Tabla 1. Rangos de Frecuencia Cardiaca en reposo (Hombres).

Grupo de edad (Años)	Rango Medio (BPM)	Rango Total (BPM)
Menos de 1	118-137	104-158
1	110-125	95-139
2-3	98-114	88-125
4-5	87-104	76-117
6-8	79-94	69-106
9-11	76- 91	66 – 103
12-15	70 – 87	60 – 99
16-19	69 – 85	58 – 99
20-39	66 - 82	57 – 95
40-59	64 - 79	56 – 92
60-79	64 - 78	56 – 92
80 o más	64 - 77	56 – 93

Fuentes: Tabla de medición para género masculino Samsung Heart, 2021

Como observamos en la tabla de frecuencia cardiaca para el género masculino que existe un rango de frecuencia para cada edad en específico donde el rango mínimo va desde los 56 latidos por minutos hasta el rango máximo que es 158.

Tabla 2. Rangos de Frecuencia Cardiaca en reposo (Mujeres).

Grupo de edad (Años)	Rango Medio (BPM)	Rango Total (BPM)
Menos de 1	115-137	102- 155
1	107 -122	95- 137
2-3	96- 112	85 - 124 II
4-5	84 - 100	74 – 112
6-8	76 - 92	66 – 105
9-11	70 - 86	61 – 97
12-15	70 - 87	60 – 99
16-19	66 - 83	57 – 97
20-39	61 - 78	52 – 92
40-59	61 - 77	52 – 89
60-79	60 - 75	50 – 91
80 o más	61 - 78	51 – 94

Fuente: Tabla de medición para género femenino Samsung Heart, 2021

En la tabla numero 2 podemos visualizar la frecuencia cardiaca para el género femenino que va desde un rango mínimo de 51 (6 latidos menos para el rango mínimo comparado con el de los hombres), hasta el rango máximo de 155 (3 latidos menos comparado con el rango máximo de los hombres).

Al detallar las tablas anteriores podemos observar que dependiendo (del tipo de edad, género y sexo) del individuo podemos calcular si la persona tiene o no una alteración en su ritmo cardiaco, ya que estos datos son claves para mantener un control y monitorio de forma correcta.

Teniendo claro estos detalles, nuestra herramienta de medición fue implementada pensando en las personas con problemas del corazón, ya que hoy en día muchas de las personas mueren por no tener monitoreado su ritmo cardiaco , para esto se utilizó una técnica utilizada por fotosensores (Fotopletismografía) que nos ayudara a calcular su frecuencia cardiaca por medio de un dispositivo móvil al cual puede tener al alcance de sus manos teniendo la facilidad de llevar el control las 24 horas del día, de una forma rápida y sencilla.

2. Sensor HRM (sensor de frecuencia cardiaca)

Un sensor HRM es un dispositivo electrónico capaz de medir el pulso cardiaco de una persona en tal solo unos segundos, este sensor es usado en varios dispositivos que usamos hoy en día como un celular, un smartwatch y hasta usando un pulsómetro. Esto con el fin de poder controlar el ritmo cardíaco sin necesidad de estar en un hospital, ya que el uso de este sensor se puede adaptar fácilmente en un dispositivo portátil como los anteriormente mencionados.

Este sensor usa una técnica llamada Fotopletismografía la cual se basada en el pletismógrafo (haz de luz para determinar el volumen de un órgano), este permite iluminar los vasos subcutáneos, estos reflejan la cantidad de eritrocitos (glóbulos rojos) el cual el sensor es capaz de hacer por medio de sus fotosensores. La calidad de las mediciones realizadas usando esta técnica dependen mucho de la ubicación del emisor y receptor de luz, esto quiere decir que entre mejor posicionamiento tenga el dedo de la persona en el sensor y calidad de luz tenga el individuo a medir su ritmo cardíaco mejores resultados exactos obtendremos .Cabe destacar que el uso generalizado de esta técnica es una de las mejores en todos sus aspectos ya que teniendo en cuenta su bajo costo y su carácter no invasivo proporcionan unas de las mejores técnicas de uso cotidiano.

La fotopletismografía (PPG) se definió en los años 1930, los trabajos de Molitor y Kniazak estudiaban la circulación periférica arterial en los animales, se presenta como uno de los primeros referentes históricos, seguidamente en la línea temporal se encuentra el de Hertzmann quien da el nombre de fotopletismografía a esta técnica, quien haciendo uso de una lámpara de arco de tungsteno y un tubo fotomultiplicador.

Hertzmann no logró obtener una forma de onda que se asemejara a la realidad, debido a la amplitud del ancho de banda (Angulo, 2013). La mayoría de los estudios desarrollados con la PPG se centran también en la medición de forma inmediata del grado de perfusión y de oxigenación de la sangre de un individuo.

En ese sentido, la PPG tiene numerosas aplicaciones en el campo de la medicina, debido a la manera práctica y eficaz para medir pulsos y la concentración de hemoglobina oxigenada o la relación entre la concentración de hemoglobina oxigenada y la concentración total de hemoglobina, habitualmente medida en la punta de los dedos (Pietilä et al., 2018).

Esta herramienta combina los principios de la PPG con otras técnicas como las de absorción óptica diferencial de los dos principales derivados de la hemoglobina: la oxihemoglobina y la desoxihemoglobina. Es una técnica muy utilizada por su sencillez, rapidez y fiabilidad. Su frecuencia de uso es cada vez mayor, especialmente en la medicina ambulatoria (Angulo, 2013).

La tecnología PPG se viene implementando en una amplia gama de dispositivos médicos disponibles comercialmente para medir la saturación de oxígeno, la presión arterial y el gasto cardíaco, evaluar la función autónoma y también detectar enfermedades vasculares periféricas (Varma et al., 2020).

II. METODOLOGÍA

Para la elaboración de este proyecto llegamos a la conclusión de utilizar la metodología lógica Cualitativa (Gasca, 2013). Esta metodología la usamos para estudiar los métodos estadísticos para poder obtener una relación entre las variables estudiada como es el caso de la tensión arterial. De acuerdo a la finalidad de la investigación es una descriptiva y correlacionar.

Así mismo Esta metodología la utilizamos para el estudio de los diferentes grupos de persona que influyen en el estudio que se va a realizar grupos como tenemos ancianos, niños, joven, y adultos, personas embarazadas etc.

De tal forma las condiciones y el contexto en el cual se realiza la observación o la medición de los fenómenos de esta investigación experimental. Nos basamos en la investigación experimental por lo que nuestro proyecto nos vamos en comprar las variables obtenidas y compara ese resultado para obtener un resultado tal como el estado en el que se encuentra el paciente actualmente en donde actúan las variables como edad y estado.



Figura 1. Arquitectura del sistema.

En la figura 1 se muestra el diseño por la parte izquierda el aplicativo que utilizamos para hacer y controlar las mediciones que se hace a través del sensor HRM que se ubica en la parte derecha de la figura ubicado en la parte inferior del flash del móvil. Con este sensor lo que vamos hacer es capturar la presión arterial a través de la programación en java y los resultados obtenidos lo convertimos a valores que se pueda dar como resultados batidos por minutos (BPM) eso con el fin de que las persona pueda ver su presión arterial en tiempo. así mismo trabajamos en conjunto con el aplicativo (SureHeart) el cual fue desarrollado bajo el lenguaje de programación java en la id de Android Studio en el cual se creó un aplicativo compacto y agradable para su fácil uso.

III. RESULTADOS

El desarrollo de este proyecto se basa en la medición del ritmo cardiaco por el cual fue posible gracias a el sensor HRM de la compañía Samsung en la cual lo encontramos en la parte trasera del teléfono celular (Samsung Galaxy s9 plus) cerca del flash y de la cámara trasera (Samsung Electronic, 2019), como se muestra a continuación:



Figura 2. Sensor HRM de Samsung Galaxy s9 plus.

Nota: este sensor solo está disponible en los celulares de Samsung para hacer más específico en desde el Samsung s5 hasta el Samsung s10 plus esto en la gama S. Y para la gama Note lo encontramos desde la gama Note 4 hasta el Note 9.

Este sensor trabaja con la técnica llamada fotoplethismograma el cual este sensor emite una luz roja, verde, azul el cual refleja los vasos sanguíneos del dedo y así poder identificar su frecuencia cardiaca en cuestión de segundos.

Para la toma correcta de la frecuencia cardiaca se debe tener en cuenta que el sensor debe tomar unas imágenes a su dedo por esto se recomienda tener el dedo lo más limpio posible para mejores resultados (Lee *et al.*, 2017), para tener en cuenta este aspecto se analizaron las siguientes posiciones:

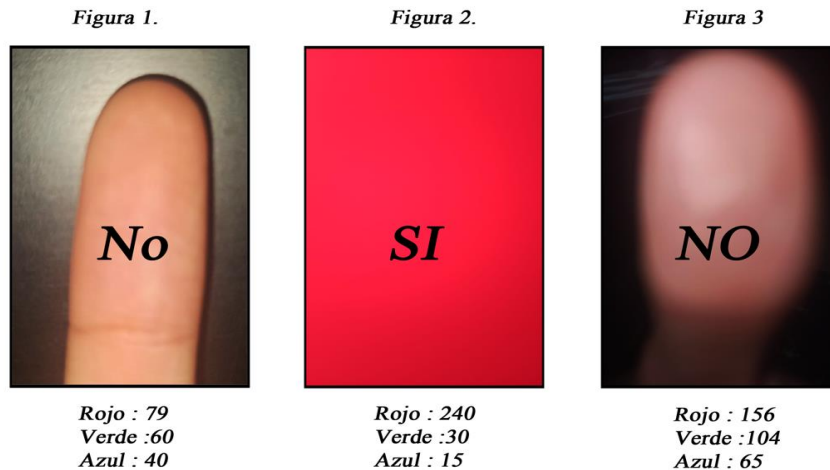


Figura 3. Posiciones de dedo en el sensor

En la miniatura 1. podemos observar un mal posicionamiento del dedo al sensor, ya que el tener el dedo mal alejado del sensor nuestras mediciones van a hacer imprecisas. Como se detalla en la segunda miniatura es la posición correcta en la cual el sensor puede tomar la frecuencia cardiaca sin problema donde se detallan los valores rojo, verde y azul.

En la miniatura final, podemos observar que el dedo este demasiado alejado del sensor el cual nuestra lectura del ritmo cardiaco nos saldrá errónea.

Teniendo en cuenta estos valores de colores obtenidos por el sensor aplicamos la siguiente el método matemático en los pasos de (1) a (3):

$$C_{max} = \max(R, G, B), C_{min} = \min(R, G, B), \Delta = C_{max} - C_{min} \quad (1)$$

Donde R= dato rojo obtenido con el sensor.

Donde G= dato verde obtenido con el sensor.

Donde B=dato azul obtenido con el sensor. Sacamos el mínimo y el máximo de resultados en la medición obtenida.

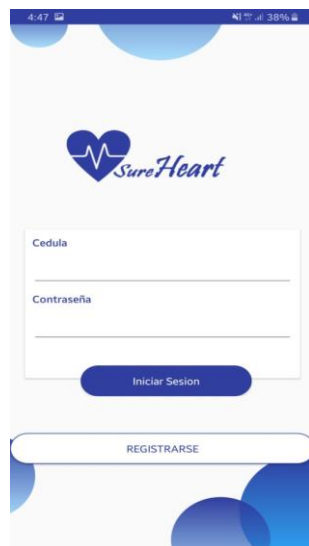
Después de sacar el menor y el mayor dato aplicamos la siguiente ecuación:

$$= \begin{cases} 0, & \text{if } \Delta = 0 \\ 60 \times \left(\frac{G' - B'}{\Delta} \right), & \text{if } C_{max} = R', \\ 60 \times \left(\frac{B' - R'}{\Delta} + 2 \right), & \text{if } C_{max} = G', \\ 60 \times \left(\frac{R' - G'}{\Delta} + 4 \right), & \text{if } C_{max} = B'. \end{cases} \quad (2)$$

Y finalmente aplicamos nuestra última ecuación para sacar el componente de saturación final.

$$S = \begin{cases} 0, & C_{max} = 0, \\ \frac{\Delta}{C_{max}}, & C_{max} \neq 0. \end{cases} \quad (3)$$

El resultado final de esta ecuación lo multiplicamos por 60 y allí nos arrojará el valor en BPM (latidos por minutos). Teniendo en cuenta lo investigado se llegó a cabo el desarrollo de una app desarrollada en el sistema operativo Android para la versión 5,0 en adelante, ya que la librería Sdk que nos provee el fabricante Samsung solo nos dejan usarla en versiones 5,0 en adelante (Samsung Electronic, 2019), Nuestra aplicación llamada SureHeart está desarrollada bajo el IDE Android Studio el cual usamos el lenguaje de programación llamado Java.



Obtén el monitoreo de tu ritmo cardiaco a la palma tu mano, con nuestra APP, cuentas con ayuda en tiempo real donde podrás ubicar 24/7 el hospital más cercano en caso de una emergencia.

Figura 4. Aplicación SureHeart

Esta aplicación usamos como motor de base de datos llamada firebase el cual nos da la facilidad de adatarla por medio de su api para así guardar y mantener seguro los datos del usuario.

Al entrar a la app podemos observar como lo muestra la figura 4, un login cuenta con el primer campo de la cedula del usuario y como segundo campo su contraseña, en el caso de no tener usuarios creados puede hacer clic en el botón de Registrarme así podrá obtener un usuario para nuestra aplicación.

Al pasar el login la aplicación nos pedirá un permiso de poder acceder al sensor ritmo cardiaco HRM, tenemos que recordar colocar nuestro dedo de forma correcta en el sensor después de confirmar la posición daremos clic en iniciar medición.

Al instante el sensor empezará a iluminar su dedo y a calcular los valores de su ritmo cardiaco.

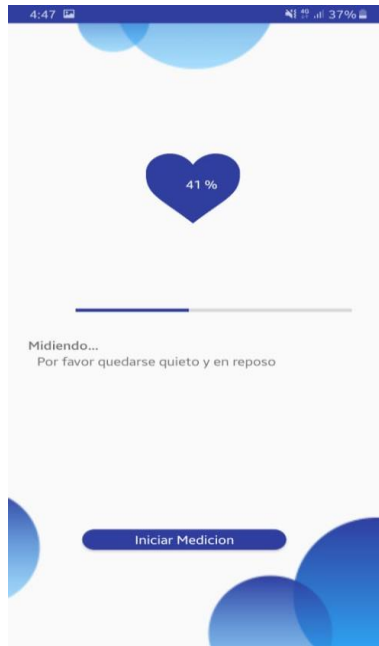


Figura 5. Animación de SureHeart calculado el ritmo cardiaco.

Luego de unos 10 a 20 segundos después de realizar la correcta medición, debe recordar para una correcta medición se debe mantener quieto ya que al estar en movimiento podría afectar la medición de su frecuencia cardiaca.

Después de calcular su ritmo cardiaco nos enviara a una nueva Pantalla donde podemos ver el valor de su ritmo cardiaco en BPM (latidos por minutos).

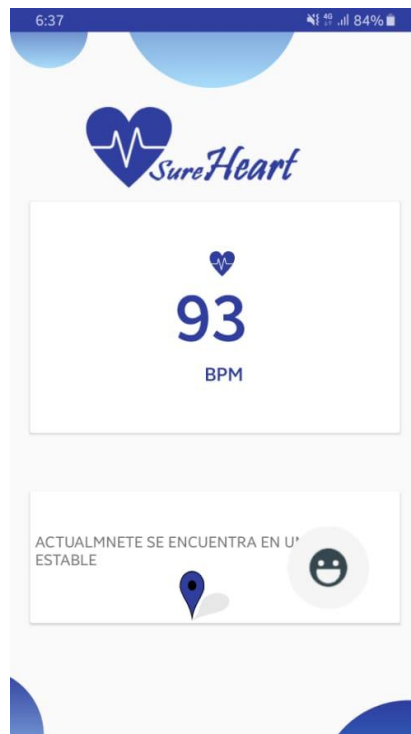


Figura 6. Resultado en BPM aplicación SureHeart.

En la figura 6 podemos detallar su frecuencia cardiaca en BPM cada destacar que teniendo en cuenta los datos digitados al crear el usuario, el cual nos refleja su edad, genero podemos hacer el cálculo y podemos dar el estado actual de esa persona que se le hizo la medición, y llegar a un mensaje en el cual detallaría si está en buenas condiciones de salud como se muestra en la imagen que dice que se encuentra en un estado estable.

El caso contrario que la persona encuentre en un estado riesgosos y grave se le desplegaría automáticamente un mapa en el cual le pediría permiso al usuario para que pueda acceder a su ubicación usando el GPS del dispositivo así poder localizar a tiempo real los hospitales cercanos a su localización (Android,2020)

Este procedimiento de encontrar los hospitales cercanos es posible porque la app está conectada a un api de Google llamada Street View la cual nos ofrece una amplia base de datos de los hospitales de todo el mundo, cabe recalcar que los hospitales cercanos que aparecen gracias a este api son los hospitales que aparecen registrados por Google en su aplicación Google Maps.

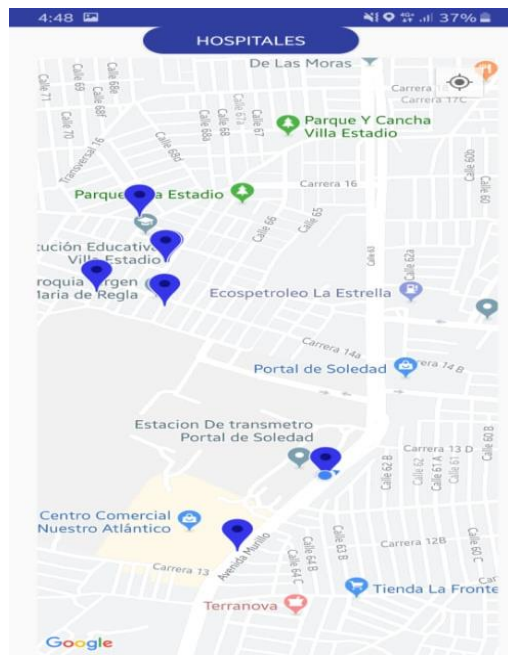


Figura 7. Lista de hospitales cercano a su ubicación GPS aplicación SureHeart.

En la figura 7 podemos observar un mapa los hospitales cercanos de acuerdo a su ubicación cabe destacar que los hospitales cercano mostrados en esta aplicación tiene un rango máximo de 5km alrededor de su ubicación GPS actual si la persona llega a cambiar de posición para refrescar los hospitales puede hacer clic en el botón hospitales y en cuestión de segundos se le actualizara los hospitales con su respectiva ubicación.

Al hacer clic en unas de las fechas azules del mapa podemos observar el nombre del hospital y hacer clic en botón la opción ubicada en la parte posterior derecho azul donde podemos redireccionar las condenadas a la app de Google Map de esta manera trazar una ruta paso por paso para si llegar de una forma más rápida y precisa usando la app Google Maps.

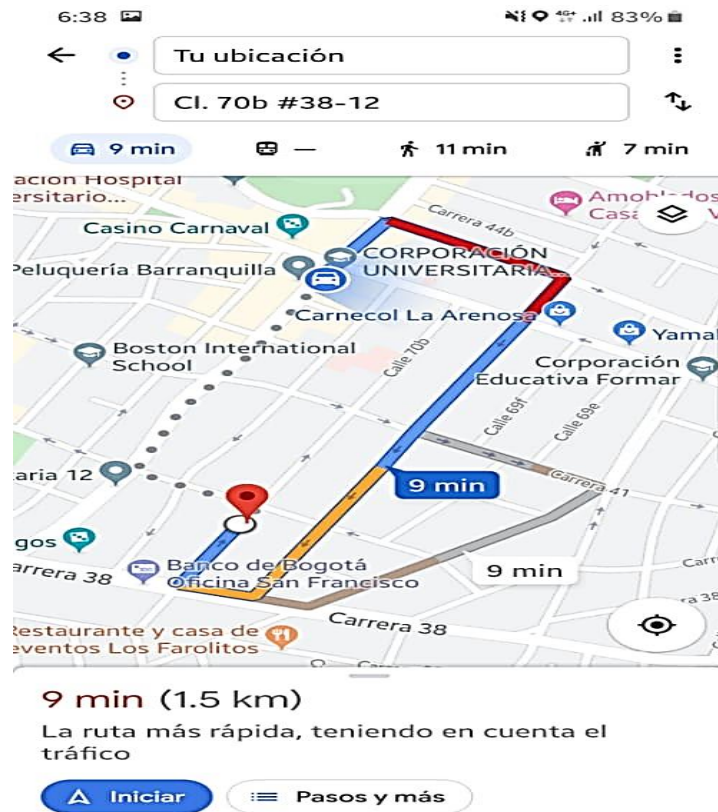


Figura 8. Ruta marcada hacia el hospital más cercano.

En la figura 8, podemos ver como la app SureHeart redirige las coordenadas latitud y longitud del hospital seleccionado y arma varias rutas a seguir dependiendo en si el usuario este a pie o en un automóvil la app Google Maps nos transara una ruta rápida podemos cambiar como nos vamos a desplazar dependiendo nuestras necesidades haciendo clic en las opciones como automóvil, tren o caminando.

3. Estudio de Campo

Para poner a prueba nuestro aplicativo lo pusimos nos contactamos con un establecimiento de salud de la ciudad con el fin de hacer unas pruebas con un especialista de la salud que pudiera poner a prueba el aplicativo. De tal manera se le dio la inducción para que comenzara con las pruebas donde comparamos el aplicativo con Dispositivo de Iot llamado Arduino con su sensor de ritmo cardiaco.

El Arduino usado en esta comparación es un Arduino (uno), el cual su principal característica que le otorga al ser un dispositivo IoT es a los usuarios, lo cual se destaca por su comodidad y el fácil uso, que al paso de los años y el avance de las herramientas de hardware es unas de las mejores en su área y con su uso de los protocolos de comunicación MQTT le sirve para dar un monitoreo en tiempo real y controlar variables de su sistema (Suarez et al., 2020).

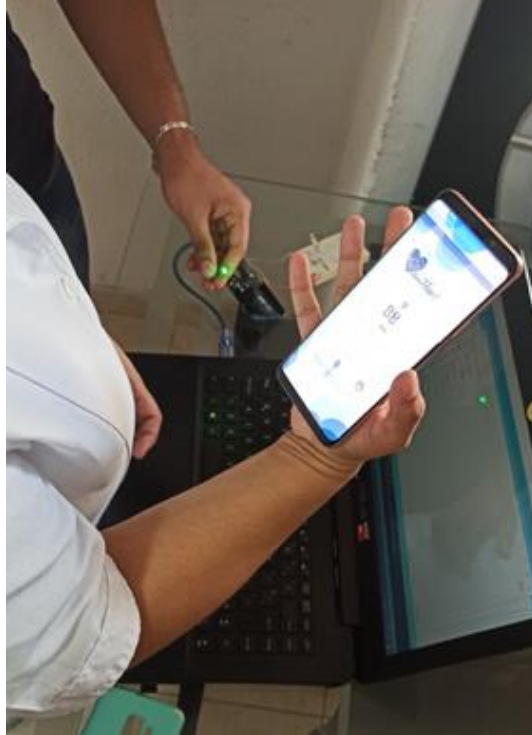


Figura 9. Prueba con personal de la salud aplicativo

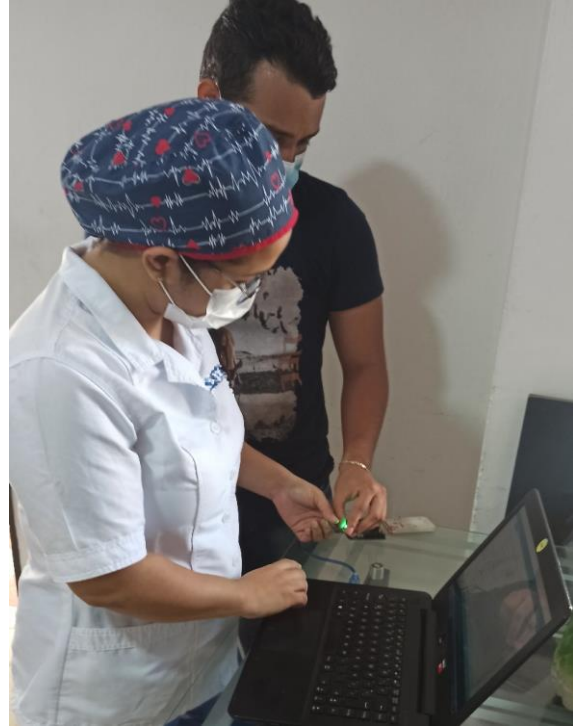


Figura 10. Prueba con personal de la salud Arduino

En la figura 9 podemos observar donde uno de los especialistas de la salud comienza hacer un testeo con el fin de poner a prueba el aplicativo cabe recordar que para el iniciar del mismo la persona debió hacer su registro para iniciar con las pruebas estos resultados (Tabares, 2018).

En la figura 10 corresponde a la prueba que se empezó hacer a través del Arduino estos resultados fueron comparados con cerca de 10 test diferentes con al menos 3 especialistas de la salud donde ellos testearon el aplicativo donde obtuvieron resultados muy confiables los cuales se compararon con demás dispositivos arrojando una tuvieron en cuenta varios factores como género, edad, estado de ánimo entre otros factores que se tienen en cuenta a la hora de tener un resultado final.

En las figuras 11 y 12 llevamos a un estudio taxonómico donde abarcamos el campo del desarrollo móvil y en el campo de la salud donde buscamos unir ambos campos para el desarrollo y el estudio de nuestro aplicativo con el fin de abarcar las brechas que se fueran encontrando, uno de los puntos que llegamos a ver es que en los últimos años la implementación de aplicaciones para el sector salud fue aumentada con el fin de abarcar ese sector de la juventud en especial que está más metida en el mundo de la tecnología, es donde se planea nuestro enfoque de unificar la tecnología móvil con el sector salud, lograr que las personas lleven un control periódico de tu frecuencia cardíaca, de poder trasladarse a una clínica o puesto de salud en caso de que sus números arteriales estén por encima o por debajo de lo habitual, y pueda encontrar ese lugar lo más rápido posible según su ubicación en esto nos enfocamos y esto lo llevamos a la realidad con nuestro aplicativo SureHeart.

Artículo	Autor - año	Resumen	Tecnología	Sector Medicina	Resultado	Metodología
Diseño de medición cardiovascular	Pedro Ordúñez y Carlos Tajer -2015	Este artículo presenta las características técnicas de una aplicación (aplicación) desarrollada por la Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS / OMS) para dispositivos móviles y computadoras. Llamada la Calculadora de Riesgo Cardiovascular, se basa en las tablas de riesgo de la OMS y se aplica a	Aplicación Móvil	Salud	Permite calcular el riesgo cardiovascular la cual se basa en las tablas de riesgo de la OMS la cual se aplica a los países de las regiones	Método analítico
mSalUV: un nuevo sistema de mensajería móvil para el control de la diabetes en México	Nestor Ivan Cabrera Mendoza, Pedro Pablo Castro Verónica Patricia Demeneghi Marini, Luis Fernández Luque, Jaime Morales Romero,	Diseñar y desarrollar un sistema de mensajería móvil llamado mSalUV, que permita recordar a pacientes con diabetes mellitus tipo 2 la toma de medicación y la asistencia a citas y que promueva estilos de vida saludables	Aplicación Móvil	Salud	El resultado de este aplicativo es recordarle a los pacientes la hora en la cual e toca tomar la medicina	Método analítico
EXAMEN CLÍNICO Y MANIOBRA DE VALSALVA EN LA INSUFICIENCIA CARDÍACA	GUILLERMO E. LINIADO, MARTÍN A. BECK, GRACIELA M. GIMENO, ANA L. GONZÁLEZ, TOMÁS F. CIANCILLI, GUSTAVO G. CASTIELLO, JUAN A. GAGLIARDI 2018	La evaluación de la congestión en pacientes con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida (ICFEr) resulta relevante y estrechamente vinculada al curso clínico. El agregado del comportamiento de la presión arterial durante la maniobra de Valsalva en la cabecera del paciente (VAL) podría mejorar la evaluación clínica de congestión cuando la comparamos con los niveles de NT-proBNP y la estimación de la presión media en la aurícula izquierda por Doppler cardíaco, como subrogantes de congestión.	Aplicación Móvil	Salud	El monitoreo de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo mediante dispositivos implantables sugiere que éstas se elevan previamente a la aparición de los síntomas que motivan la internación.	Método analítico
Desarrollo de una aplicación web y móvil para la gestión de una Historia Clínica Unificada de los colombianos	Luis Armando Cobo Campo Rafael Ignacio Pérez-Urbe 2018	Los problemas que sufre el sector salud en Colombia son de diversa índole y características. Estos problemas van desde la cobertura de los servicios de salud, pasando por los graves problemas económicos que sufren las Entidades Prestadoras de Salud (EPS), y finalizando con la ineficiencia administrativa que atraviesan los diversos entes que hacen parte del sistema de salud en nuestro País. En el año 2014, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), abrió la Convocatoria 675 en donde se buscaba el fortalecimiento de los nodos de innovación en TIC para salud, en instituciones del Estado.	Aplicación Móvil	Salud	se observaron resultado los cuales fueron relectos para mejorar el sistema actual que se presenta en el caso de las eps con la evolución de las nuevas tecnologías	Método analítico
Mediación del uso de tecnologías de información en una organización de salud colombiana	Juliana Tabares Quiroz Santiago Alberto Correa Vélez Juan Manuel Herrera Caballero Sergio Alberto Loaiza Cardona 2018	El objetivo de este artículo es analizar el proceso de implementación de tecnologías de información en salud, específicamente las historias clínicas electrónicas, en una organización de salud privada de la ciudad de Medellín, haciendo énfasis en el proceso de mediación social, que se desenvuelve entre los distintos actores para apropiarse y adecuar la tecnología	Aplicación Móvil	Salud	se dieron como resultado como se podía ver una mejora en la implementación de las historias clínicas que se llevan a cabo en x lugar a través de aplicaciones móviles para hacer mas accesible su informacion	Método analítico

Figura 11. Investigación taxonómica

Trabajo Mercado	Tendencia	Oportunidad o Necesidad
Mercado de la salud	de datos pública de estas características.	oportunidad
Mercado de la salud	mSalUV sería bastante aceptado por los posibles usuarios, en este caso, personas con diabetes mellitus tipo 2. Esto nos plantea un escenario muy interesante que permitirá aprovechar a las nuevas tecnologías en beneficio de la salud.	oportunidad
Mercado de la Salud	Concer a profundida el sistema circulatorio para poder medir y llevar una salud optima para el usuario	oportunidad
Mercado de la Salud	Globalizar la publicidad al nivel mundial con el cual nuestras empresas y negocios se pondran a conocer	Oportunidad
Mercado de la salud	Tener todos los hospitales y clinicas sistematizadas con el fin de llevar acabo las tareas de forma optima y poder acceder a historias clinicas de años anteriores sin requerir de acudir a el material archivado en libros o papeleria de estos mismos.	Oportunidad

Figura 12. Investigación taxonómica

IV. CONCLUSIÓN

La frecuencia cardiaca es indispensable que no hay que descuidarla mucho ya que un gran porcentaje de las muertes a nivel mundial son de origen cardíaco por esta razón es muy importante tener un correcto monitoreo.

En este documento el objetivo es la implementación de una herramienta para medir el ritmo cardíaco usando dispositivos con el sistema operativo Android para esto se usó una técnica muy usada hoy en día la cual es la fotopletismografía este permite iluminar los vasos subcutáneos y reflejar la cantidad de glóbulos rojos y así poder saber el ritmo cardiaco con los estudios que se realizaron nos dimos cuenta que al comprarlo con un dispositivo de iot como es el Arduino vimos que el sensor HRM del fabricante Samsung daba mejores lecturas a la hora de medir el ritmo cardiaco ya que los datos se acercaban más a la realidad.

Vemos hoy en día que existen muchos Hardware que hacen este tipo de medición, pero sin ninguna solución en el caso de una emergencia al paciente.

Por eso este proyecto se enfocó más en dar solución a este tipo de problemática dando una posible solución al control del ritmo cardiaco y en caso de una posible emergencia poder llegar a un hospital de una forma más fácil y sencilla esto nos ofrece una ventaja en el mercado por que los usuarios con problemas cardiacos podrían interesarse por un producto como este con el cual gestionaran un mejor monitoreo a su ritmo cardiaco sin la necesidad de estar en un establecimiento médico.

Como resultado de nuestra investigación damos por confiable este tipo de técnica llamada Fotopletismografía ya que en nuestro estudio dio un excelente resultado la única limitación que le detectamos a él fotosensor es que el usuario tiene que mantenerse en quieto el individuo que se le hace la medición y posicionar su dedo de una forma correcta para dar los resultados esperados.

V. LITERATURA CITADA

Allen J. (2007). Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *Physiological Measurement*, 28(3). <https://doi.org/10.1088/0967-3334/28/3/r01>

Android. (2020). «Detección de la ubicación en Wear OS» 11 Noviembre.: <https://developer.android.com/training/articles/wear-location-detection>.

Angulo Duato, C. (2013). Diseño e Implementacion de un pulsometro digital basado en la fotopletismografía. Trabajo fin de grado en ingeniería. Universitat Politècnica de València. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/49716/MEMORIAdefinitiva_14047195741583523182364041613508.pdf?sequence=3

- Gasca Mantilla, M. C., Camargo Ariza, L., & Medina Delgado, B. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18(40), 20-35. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2014000200003&lng=en&tlng=es
- Lee, S. B.; Chung, B. S.; Chung, M. S.; Youn, C. & Park, J. S. (2017). Browsing Software of the Head Sectioned Images for the Android Mobile Device. *International Journal of Morphology*, 35(4): 1377-1382. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n4/0717-9502-ijmorphol-35-04-01377.pdf>.
- Pietilä, J. *et al.* (2018). Evaluation of the accuracy and reliability for photoplethysmography based heart rate and beat-to-beat detection during daily activities. In: Eskola H., Väisänen O., Viik J., Hyttinen J. (eds) *EMBECE & NBC 2017. EMBECE 2017, NBC 2017. IFMBE Proceedings*, vol 65. Springer. First Online: 13 June 2017. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5122-7_37
- Samsung Developers. (2021). «Galaxy Sensor - Build,» Samsung Electronic, 14 de enero. [En línea]. <https://developer.samsung.com/galaxy-sensor-extension/overview.html>.
- Samsung Electronic. (2019). «Característica Y especificaciones Samsung s9 +», 4 febrero. <https://www.samsung.com/es/smartphones/galaxy-s9/specs/>
- Samsung Heart. (2021). «Samsung Heart Rate Sensor» <https://www.samsung.com/us/heartratesensor/>.
- Sanitas (2020). «El ritmo cardiaco» <https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/cardiologia/salud-cardiovascular/sin012199wr.html>.
- Seo, S. E., Tabei, F., Park, S.J., Askarian, B., Kim, K.H., Moallem, G., Chong, J.W. & Kwon, O.S. (2019). Smartphone with optical, physical, and electrochemical nanobiosensors. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 77, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.04.037> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X19301996>
- Suárez, D., Solano, J., Martínez, M., Angarita, R., Henríquez, C. & Salcedo, D. (2020). Sistema Inteligente para para la gestión automática de un generador eléctrico basado en la arquitectura del IoT. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/CESTA/article/view/3372/3148>.
- Tabares Quiroz, J. (2018). *Mediación del uso de tecnologías de información en una organización de salud colombiana*.
- Varma, N. *et al.* (2020). Declaración Conjunta 2020 de la ISHNE/ HRS/ EHRA/ APHRS sobre el manejo de Arritmias mediante mHealth: Herramientas Médicas Digitales para Especialistas en Electrocardiología. *Revista argentina de cardiología*, 88(6), 550-578. <https://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v88.i6.19505>
- World Health Organization. (2018). «Enfermedades Cardiovasculares,» 22 de septiembre. <https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases/>.