

**DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE MONITOREO CARDIACO
AMBULATORIO IMPLEMENTANDO IOT**

**PROPUESTA PRESENTADA AL COMITÉ EVALUADOR DE PROYECTOS DE
GRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS DE LA
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

AUTORES:

ROBINSON DAVID DAZA HERRERA
robinsonddaza@unicesar.edu.co

LUIS DANIEL ESCOBAR QUINTERO
ldescobar@unicesar.edu.co

DIRECTOR:

MSc. ING. GIOVANNI BRACHO TOVAR
giovannibracho@unicesar.edu.co
Magister En Ingeniería

ASESORA:

Dra. MARY LUZ TORRES NIETO
Especialista en Cardiología Pediátrica

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
VALLEDUPAR – CESAR 2020**

RESUMEN

La electrocardiografía es el registro gráfico de la actividad eléctrica generada por el corazón. Este procedimiento resulta útil para evaluar las arritmias cardiacas de un paciente y así el personal especializado pueda realizar una exploración detallada de dicho procedimiento [1]. Este procedimiento es frecuentemente realizado por su simplicidad, bajo costo y por tratarse de una técnica no invasiva e indolora, de igual manera ayuda con el diagnóstico de diferentes anomalías del corazón [2]. El monitoreo ambulatorio del ritmo cardiaco es la detección de señales fisiológicas y electrocardiográficas que muestren arritmias malignas en pacientes sintomáticos, también se emplean en otras indicaciones como el diagnóstico de los trastornos del ritmo cardíaco que se acompañan de síntomas, tales como, aneurisma de aorta, cardiomiopatía dilatada, taquicardia, entre muchas.

El fin de esta investigación es desarrollar una solución tecnológica implementando IoT (Internet of Things) que permita monitorear la función cardiaca de manera continua y registre dicha información en internet para tener acceso de manera remota a esta. IoT plantea como paradigma un mundo donde casi cualquier cosa puede conectarse y comunicarse de una manera inteligente, donde los sensores y actuadores están incluidos en objetos físicos, y estos a su vez están conectados a través de redes cableadas e inalámbricas. Estas redes producen grandes volúmenes de datos que fluyen a las computadoras para su análisis [3].

El prototipo será diseñado para personas, que por enfermedades cardiovasculares necesitan un control constante para así poder tener lecturas en tiempo real aun cuando el paciente desarrolla sus actividades diarias, implementando un dispositivo biomédico de adquisición de frecuencia cardiaca anatómico y de alta exactitud, aplicando las tecnologías inalámbricas de telecomunicaciones, el uso de la conexión y transmisión de datos mediante IoT¹; logrando así una diferencia tecnológica con los actuales monitores Holter² existentes en el mercado, los cuales tienen deficiencias en realizar el registro del monitoreo del paciente sobre todo en sesiones extendidas por más de 24 horas con lo cual existe una probabilidad alta de que no se logre identificar satisfactoriamente los eventos en los que el paciente presenta los síntomas durante el periodo de realización del examen [4].

¹ Internet de las cosas (IoT)

² Es un registro de 2 o 3 derivaciones del electrocardiograma, que permite el estudio de los pacientes con diversos síntomas, tales como palpitations, síncope, disnea.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los reportes descriptivos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), informan que la principal causa de muerte en todo el mundo se atribuye a las enfermedades Cardiovasculares (ECV); se estima que en 2015 murieron por esta causa 17,7 millones de personas, y de todas las muertes registradas en el mundo representa el 3,1%. De estas muertes, la cardiopatía coronaria reportó 7.4 millones de muertes, los accidentes cerebro vasculares el 6.7 millones [5]. Dicho lo anterior se hace necesario acudir al monitoreo cardiaco como herramienta de apoyo para la detección temprana y preventiva de estas condiciones, y como apoyo tecnológico durante el tratamiento de este tipo de padecimientos cardiacos.

Los equipos de monitoreo cardiaco disponibles en la actualidad realizan procedimientos de forma limitada debido a que los datos son almacenados automáticamente por eventos determinados por cierto periodo de tiempo, el médico especialista en cardiología se encarga de analizar los datos una vez finaliza el periodo de monitoreo, pero no en tiempo real, impidiendo una reacción rápida ante una emergencia causada por una anomalía cardiaca no explicita. El monitoreo cardiaco con Holter es susceptible a errores, por ejemplo, el análisis automático sobre-estima ciertos eventos por detección de anomalías informando más extrasístoles³ o arritmias de las que el paciente realmente tiene; por otro lado, la duración del registro es limitada a 24 horas con lo cual existe una probabilidad alta de que el paciente no presente síntomas cuando se le practica el examen y además el técnico que procesa la información debe tener los conocimientos y la experiencia necesarios [6].

Se propone desarrollar un sistema de monitoreo de señales cardiacas para pacientes ambulatorios que permita vigilar, capturar y almacenar de manera continua o periódica señales cardiacas con un dispositivo portátil anatómico, con la capacidad de enlazarse de forma inalámbrica mediante la tecnología IoT. La información capturada por el prototipo de monitoreo cardiaco será enviada vía internet, permitiendo su acceso mediante un software ejecutado desde el centro médico ya sea por periodos de tiempo predeterminados, o de forma continua, para ser evaluados por personal médico especializado e idóneo. El desarrollo propuesto permitirá ofrecer la posibilidad de implementar soluciones inmediatas, o aclarar diagnósticos del funcionamiento cardíaco durante las actividades diarias y permitir detectar cambios dinámicos transitorios o de corta duración del paciente.

³ Son latidos prematuros, que se anticipan al que sería el siguiente latido según la cadencia marcada por la frecuencia cardíaca en ese momento.

JUSTIFICACION

La motivación principal de este proyecto consiste en desarrollar un prototipo de monitoreo de señales cardiacas capaz de monitorear y almacenar las señales de la actividad eléctrica del corazón, de manera sencilla y permitiendo su lectura y análisis en tiempo real o en periodos preestablecidos de forma remota utilizando las tecnologías IoT como elemento de desarrollo tecnológico que permita una mejora en la detección y seguimiento de las condiciones cardiacas las cuales afectan en un número considerable a la población de Colombia. Como elementos de innovación se propone implementar tecnología biomédica y electrónica en la adquisición de las señales eléctricas del corazón, el uso tecnologías IoT capaces de realizar de manera automática recepción de datos en tiempo real, con niveles de precisión verificables, la transmisión y almacenamiento de los datos a la nube; y el desarrollo de software para presentar la información adquirida del paciente al personal médico especializado que se encargará de valorar y realizar el análisis de los datos y planteará la debida atención a los pacientes, potencializando una evaluación minuciosa e intervención oportuna ante cualquier acontecimiento en la salud del paciente.

El prototipo de monitoreo cardiaco ambulatorio por eventos implementando tecnología IoT consta de dos partes fundamentales, como se puede visualizar en la figura 1.

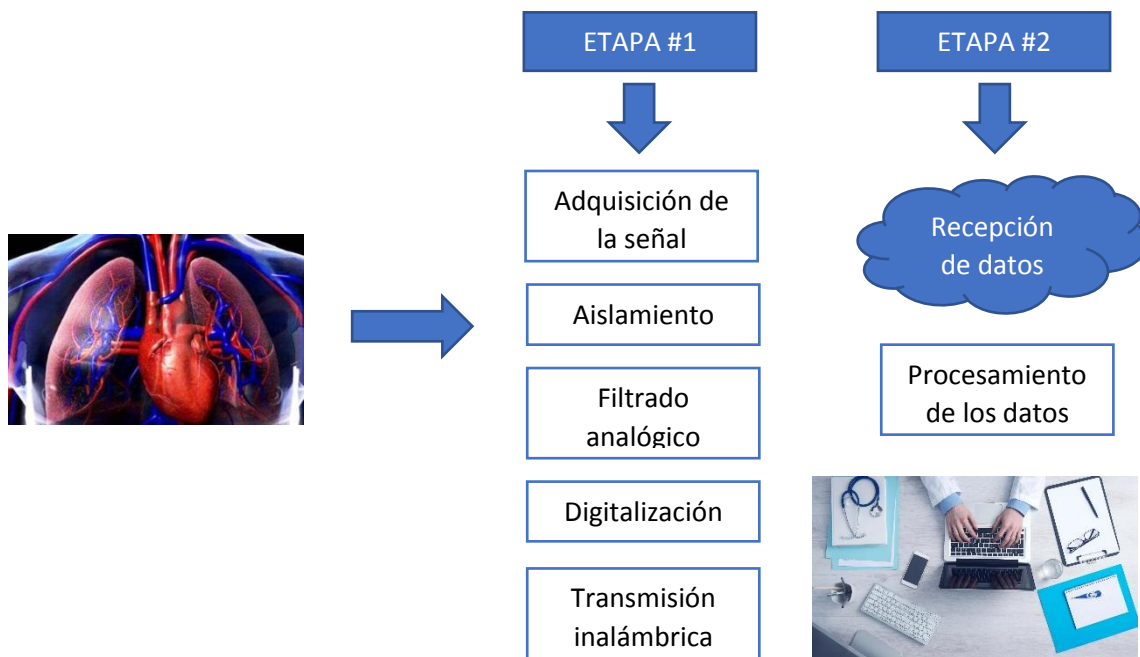


Figura 1. Metodología del proyecto propuesto

OBJETIVOS

Objetivo general

- Desarrollar el prototipo de un sistema de monitoreo cardiaco ambulatorio implementando IoT, garantizando el cumplimiento de los parámetros de seguridad e integridad física del paciente.

Objetivos específicos

- Diseñar y construir el prototipo de un sistema portátil de adquisición de datos de señales cardiacas con tecnologías IoT que permita la toma de datos y el envío de estos a través de internet.
- Desarrollar un firmware que permita controlar el sistema de adquisición de las señales cardiacas, el enlace y transmisión de datos vía internet.
- Desarrollar un software con interfaz gráfica amigable al usuario (personal médico) capaz de adquirir, gestionar y procesar los datos del monitoreo cardiaco procedentes del dispositivo y presentarlos al personal médico especializado para su análisis.
- Validar un protocolo de pruebas para el sistema, elaborar un instructivo de operación y manual de usuario.

METODOLOGÍA A UTILIZAR

Primero se procederá con hacer una investigación en libros, revistas y páginas web referentes a los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta para el diseño e implementación del proyecto, también se consultará tesis de grados de la Universidad Popular del Cesar.

Después de haber investigado lo suficiente se procederá a diseñar y construir el prototipo de un sistema portátil de monitoreo cardiaco ambulatorio implementando tecnología IoT.

Finalmente se realizarán pruebas al prototipo observando las señales cardiacas capturadas en el software aplicativo.

RESULTADOS ESPERADOS

Con el presente proyecto se pretende diseñar un prototipo de monitoreo de señales cardiacas capaz de capturar y almacenar señales cardiacas en un dispositivo portátil y que estos datos se puedan monitorear de manera remota, con esto se planea mejorar de manera eficiente el monitoreo de personas con padecimientos cardiacos y tener una reacción rápida ante cualquier emergencia a causa de una anomalía cardiaca y aclarar diagnósticos de eventos cardiacos que requieran un seguimiento a lo largo del día para su identificación.

ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN

- Se estudiarán los resultados de cada etapa del trabajo de grado se discutirán y presentarán de forma escrita al director por los medios de comunicación disponibles (correo electrónico, telefónica, etc.).
- Se entregarán los documentos exigidos por el comité evaluador de proyectos de grado de manera puntual y oportuna.
- Finalizado el proyecto, se sustentará ante el comité evaluador de proyectos de grado de la facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Popular del Cesar, para optar el título de Ingeniero Electrónico.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Portillo M. "Electrocardiografía: técnica de interpretación básica", 2001 [Online]. Disponible en: http://www.spapex.es/pdf/taller_ekg.pdf.
- [2] Carrión P., Ródenas J. y Rieta J., Telemedicina. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2009.
- [3] Somayya Madakam, R. Ramaswamy, Siddharth Tripathi "Internet of Things (IoT): A Literature Review" Journal of Computer and Communications Vol.03 No. 05 (2015) Disponible en: https://www.scirp.org/html/56616_56616.htm
- [4] Barquín I. "bases de la medicina clínica", Universidad de Chile, 2013, [online]. Disponible en: http://www.basesmedicina.cl/cardiologia/418_holter/metodos_estudio_CV_HOLTER.pdf
- [5] OMS- Centro de prensa. Enfermedades Cardiovasculares. Nota informativa Mayo de 2017. Disponible en [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) Acceso: enero 20 de 2020.
- [6] Pava L. "Monitoria electrocardiográfica ambulatoria de 24 horas (Holter) en arritmias supraventriculares,". In Manual de métodos diagnósticos en electrofisiología cardiovascular. Cabrales F. y Vanegas D., Colombia: Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía, 2005, pp. 71-78.
- [7] Michael J. Shea. "Electrocardiografía", 2019 [online]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es/professional/trastornos-cardiovasculares/pruebas-y-procedimientos-cardiovasculares/electrocardiograf%C3%ADa>