



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO  
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA  
18 al 21 de septiembre de 2018**



# **MÓDULOS DE TRANSMISIÓN Y VISUALIZACIÓN REMOTA DE UNA SEÑAL ECG**

**Jonathan Adrián Villalobos Ángel, Alben Melo Vega**

**Corporación Universitaria del Meta  
Villavicencio, Colombia**

## **Resumen**

Este proyecto es la continuación de un ECG ambulatorio que otros estudiantes del semillero habían trabajado, en el cual hicieron el diseño y construcción del ECG ambulatorio, este adquiere con electrodos las señales análogas del cuerpo y con un proceso electrónico se digitalizaban para visualizarlas en LabView. Esta propuesta retoma dicho trabajo y lo llevará a otra instancia, en donde se están desarrollando dos Módulos, uno que adquiera y transmita la señal ECG del paciente, y otro Modulo para que la reciba y visualice remotamente; es decir que estos módulos serán portátiles, tendrán conexión GSM, WIFI, batería y se podrán movilizar en una ambulancia o estar en un consultorio. El hecho de tener pantalla digital táctil indica que esta visualización va a ser fiel a la señal real, además de poder almacenarse y/o poder revisar más de una señal, pacientes, al mismo tiempo. Aunque este proyecto se empezó a trabajar este año ya hay avances significativos en la adquisición de la señal y parte de la comunicación GSM. La idea es apoyar a los pacientes que requieren monitoreo constante; se pretende que desde la ambulancia se pueda determinar la prioridad de atención cuando tenga varios llamados al tiempo.

**Palabras clave:** ECG; remoto; GSM; modulo

## **Abstract**

*This project is the continuation of an ambulatory EKG that other students of the hotbet had worked, in which they made the design and construction of the ambulatory EKG, this acquires with electrodes the analogous signals of the body and with an electronic process they were digitized to visualize them in LabView. This proposal takes up this work and will take it to another instance, where two Modules are being developed, one that acquires and transmits the EKG*

*signal from the patient, and another Module that receives and visualizes it remotely; that is to say that these modules will be portable, they will have GSM connection, WIFI, battery and they will be able to be mobilized in an ambulance or to be in a doctor's office. The fact of having a digital touch screen indicates that this display will be true to the real signal, in addition to being able to store and / or be able to review more than one signal, patients, at the same time. Although this project began to work this year there are already significant advances in the acquisition of the signal and part of the GSM communication. The idea is to support patients who require constant monitoring; it is intended that from the ambulance you can determine the priority of attention when you have several calls to time.*

**Keywords:** EKG; remote; GSM; module

## 1. Introducción

“Electrocardiograma ECG: El electrocardiograma es una prueba que registra la actividad eléctrica del corazón que se produce en cada latido cardiaco. Esta actividad eléctrica se registra desde la superficie corporal del paciente y se dibuja en un papel mediante una representación gráfica o trazado, donde se observan diferentes ondas que representan los estímulos eléctricos de las aurículas y los ventrículos. El aparato con el que se obtiene el electrocardiograma se llama electrocardiógrafo” (Higuera, 2015).

“Las afecciones del corazón provocan 17 millones de fallecimientos por año en el mundo, y representan la amenaza más importante por encima del cáncer y las enfermedades respiratorias” (Díaz, 2006); también “Se estima que en el país unas 60 mil personas mueren al año por males cardiovasculares siendo estos la principal causa de muerte en Colombia” (González, 2016).

En este documento se habla sobre los módulos de transmisión y visualización remota de una señal ECG, en donde sus características son: registrar la actividad del corazón del paciente por medio del ECG, para luego ser transmitidas por WiFi o red celular (GSM) (Morales, 2015) al receptor, este receptor debe estar emparejado con el transmisor de los pacientes, esto quiere decir que solo el médico encargado es quien puede interpretar el ritmo cardiaco del paciente.

Es importante resaltar la importancia que podría tener una aplicación como esta en el campo de la salud pre-pagada, así como en los servicios de ambulancia privada. Cuando un paciente llama a solicitar una ambulancia por algún problema cardiaco no siempre resulta ser una emergencia, si se pudiera estar monitoreando a pacientes con continua cardiopatía desde la ambulancia se podría dictaminar el grado de urgencia de la atención, ahorrando recursos y tiempo que podría dedicarse a emergencias reales.

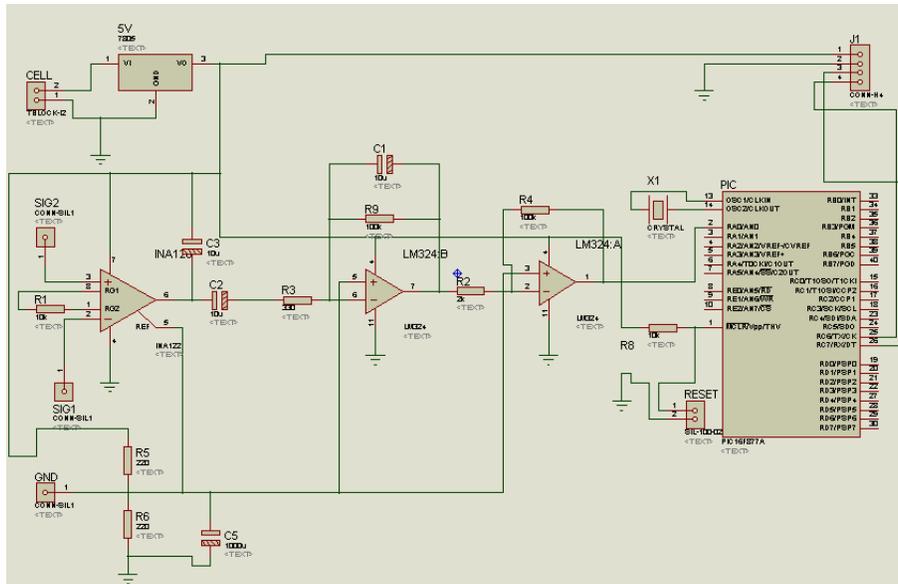


Fig. Esquema circuito Electrónico ECG

## 2. Métodos

Para la proyección que tiene este trabajo se está llevando a cabo una metodología que distribuye el trabajo en partes sensibles y que por su relevancia, cada una de ellas tiene que quedar bien terminada.

Recolección de información:

Se consultó en la biblioteca virtual de la corporación universitaria del meta, aprovechando el convenio que tiene esta con Proquest; también se consultó en Google Académico y en la biblioteca sobre otras investigaciones, en donde se encuentran proyectos oficiales, semejantes a este muy bien documentados, que ofrecen un gran horizonte de conocimiento de este trabajo; se examinó sobre ECG modernos, en donde se encuentra que existe uno llamado monitor de ritmo cardiaco remoto TeleSense muy semejante a este proyecto pero costoso, se buscó sobre Raspberrypi 3 la cual es una tarjeta programable muy parecida a un computador pero de menor tamaño la cual posee un procesador de 4 núcleos, 1Gb de RAM, conexión WIFI, Bluetooth, Ethernet, salida de video RCA, VGA, HDMI, adaptar pantalla de 5 pulgadas táctil y 4 puertos USB para la conexión de los periféricos entre otras características más. Este minicomputador es la clave del proyecto para implementar comunicación por medio de WIFI o red celular GSM al momento de adquirir, transmitir, recibir y visualizar la señal del ritmo cardiaco del paciente. Esta etapa ya se finalizó.

Montaje de ECG:

Esta etapa se está realizando en base a un proyecto anterior del semillero (Pulido, 2015), en donde optimizara el circuito del ECG y se harán sus respectivas pruebas. Aunque se consiguen en el mercado algunas tarjetas y electrodos para tal fin, estas sirven para hacer calibraciones y pruebas.

### Adquisición de señal:

En esta etapa se trabajará con la Raspberrypi para poder convertir la señal análoga a digital y hacer las primeras etapas de la programación para transmitir y recibir la señal (Gavilema, 2014).

### Pruebas de transmisión, recepción, almacenamiento, visualización y batería:

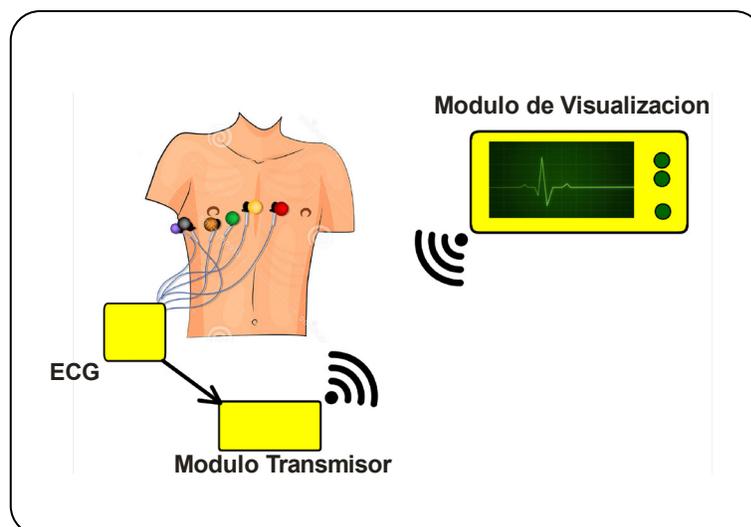
En esta etapa se van a trabajar dos Raspberrypi, una envía y otra recibe, se tiene planeado usar red celular GSM para transmitir la señal desde cualquier lugar que tenga acceso a la red, también tener visualización en pantalla táctil en el módulo receptor para así tener un manejo sencillo del dispositivo, con la posibilidad de almacenar datos para cuando el médico necesite revisar el historial de la señal cardio rítmica, para ofrecer autonomía de los módulos se planea implementar baterías recargables además de que estos módulos pueden estar conectados a la red eléctrica de la casa o recinto donde vive.

### Diseño de la presentación del ECG:

Después de tener el sistema funcional, se hará un diseño del transmisor (ECG y Raspberry Pi), diseño del receptor (Raspberry Pi, pantalla, batería)

### Pruebas finales:

En esta etapa se tendrá en cuenta la transmisión y la recepción a grandes distancias, para ello habrá que poner a funcionar los módulos durante un tiempo prudencial y bajo una estricta revisión del comportamiento en todas sus partes. Se espera que al hacer estas pruebas el Software Raspbian este casi terminado, según Angosto (2018) este programa permite dar las instrucciones según el algoritmo planeado para los módulos.



**Fig.** Diagrama de Partes

### 3. Resultados y discusión

Aun sin adelantar mucho en la parte electrónica se tienen unos resultados interesantes, como por ejemplo todo lo encontrado en la exploración bibliográfica, hay una gran cantidad de estudios acerca del tema y sobre todo enfocados a la telemedicina. Esto ayuda a direccionar el diseño de los módulos.

Al proyectar los módulos usando Raspberry Pi implica un trabajo de autoaprendizaje arduo para el manejo de dichas placas, además de aprender a manejar los módulos GSM y la pantalla táctil. Entre las tarjetas programables existentes, esta es una de las más completas.

Se ha avanzado en varias partes, se han hecho pruebas en la conversión análoga-digital, con varios dispositivos, chips y tarjetas. Por aparte también se ha trabajado en la visualización, en LabView y en Processing, esta última se ve como la más adecuada para usar en la pantalla táctil. Al trabajar voltajes tan bajos (Milivoltios) en instrumentación se debe manejar el concepto de calibración y error (Creus, 2011) para que la entrada no se distancie mucho de la salida.

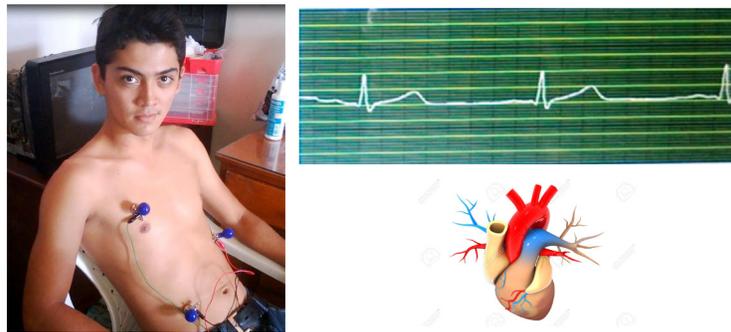


Fig. Pruebas y visualización de la señal

### 4. Conclusiones

- Se encuentra buena información acerca de la temática a tratar del proyecto.
- Como afirma Cuesta (2011) "A veces el electrocardiograma es la clave diagnóstica" La importancia del ECG en la medicina, suele ser muy valiosa. Y se ve un amplio campo de aplicación.
- Las RaspberryPi 3 es la tercera generación de una tarjeta programable y/o mini computadora de gran utilidad y de fácil acceso, el costo depende del alcance que se quiera tener, se está analizando la posibilidad de utilizar la Raspberry pi Zero, que es una tarjeta más compacta que la antes mencionada.
- Se ha optado por mejorar partes del circuito de adquisición de señal en el ECG ya que actualmente se consiguen mejores elementos electrónicos.
- En el mercado hay algunos dispositivos que realizan las mismas funciones de esta propuesta, pero su costo es extremadamente elevado.

## 5. Referencias

### Fuentes electrónicas

- González, A. (2016). Llamam a los colombianos a cuidar su corazón. EL TIEMPO, Artículo 28 de septiembre. Consultado el 05 de abril de 2018 en: <http://www.eltiempo.com/vida/salud/las-enfermedades-cardiovasculares-son-una-de-las-principales-causas-de-muerte-en-colombia-33992>
- Higuera, L. (2015). Electrocardiograma ECG/EKG. Fundación española del corazón. Consultado el 14 de febrero de 2018 en: <http://www.fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/metodos-diagnosticos/electrocardiograma.html>

### Libros

- Angosto, J.M. (2018). Monitor de parámetros clínicos en código abierto: interfaz de usuario /Adquisición de datos. Trabajo de grado. Universidad Politécnica de Cartagena. España.
- Cuesta, A., Chiesa, P. y Peluffo, C. (2011). A veces el electrocardiograma es la clave diagnóstica. Instituto de Cardiología Infantil – MUCAM, Revista Uruguaya de Cardiología. vol.26 no.3 diciembre, Montevideo.
- Creus, A. (2011). Instrumentación Industrial. Alfaomega, 8va Edición. México D.F. pp 643.
- Díaz, J.E., Muñoz, J. y Sierra, C.H. (2006). Factores de Riesgo para Enfermedad Cardiovascular en Trabajadores de una Institución Prestadora de Servicios de Salud, Colombia. Facultad Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca, Popayán.
- Gavilema, J.A. y E Mullo, D. (2014). Diseño y construcción de un sistema electrónico de medición de señales fisiológicas, que ayuda al diagnóstico médico utilizando FPGA, con comunicación inalámbrica a Tablet, con monitoreo remoto en tiempo real. Departamento de eléctrica y electrónica, Universidad de las Fuerzas Armadas Espe - Extencion Latacunga, Ecuador, diciembre.
- Morales, O.S., Camargo, J.R. y Gaona, E.E. (2015). Sistema de monitoreo para pacientes de alto riesgo integrando módulos GPS, GSM/GPRS Y ZigBee. Revista Tecnura, 19, pp 97-111.
- Pulido, L.M., Rojas, J.M. y Solano, W.A. (2015). Electrocardiógrafo ambulatorio. Semillero de investigación GIBIO, Corporación Universitaria Del Meta, Villavicencio.

### Sobre los autores

- **Jonathan Adrián Villalobos Ángel:** Estudiante de Ingeniería electrónica, VIII semestre. Integrante de semillero. [jonathanvillalobos.a@gmail.com](mailto:jonathanvillalobos.a@gmail.com)
- **Alben Melo Vega:** Ingeniero Electrónico, Magíster en Educación. Profesor Tiempo Completo Periodo Académico. Asesor de semillero. [alben.melo@unimeta.edu.co](mailto:alben.melo@unimeta.edu.co)

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)