

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO PARA ELECTROCARDIOGRAFO DIGITAL

Gómez, Carlos Marcelo ⁽¹⁾ – **Turra, Daniel Nicolás** ⁽¹⁾ – **Holote Larrosa, Christian** ⁽²⁾

Morzán, Laura ⁽³⁾ - **Rejal, Naim** ⁽¹⁾ – **Oliva, Agustina** ⁽¹⁾ – **Maidama, Ruth** ⁽¹⁾

Khairallah, José ⁽¹⁾ – **Hoffman, Germán** ⁽¹⁾ – **Mercado, Gabriel** ⁽¹⁾

(1) Bioelectrónica, Dpto. Ing. Electrónica UTNF-RLR

(2) Informática, Dpto. Ing. Electrónica UTNF-RLR

(3) Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) UTN-FRLR
e-mail: mgomez_ar@hotmail.com

Resumen:

Se trata de un proyecto que promueve el desarrollo nacional de una función de autodiagnóstico en un modelo de electrocardiógrafo nuevo próximo a lanzar al mercado de la empresa nacional de fabricación de equipamiento biomédico CARDIOTÉCNICA SRL, la cual tiene una amplia trayectoria en el mercado nacional e internacional. Dicho requerimiento consiste en una mejora en las prestaciones de este dispositivo, de tal manera que además de otorgar la señal eléctrica del músculo cardíaco a través de sus doce derivaciones y las presente en forma gráfica al operador médico, este pueda solicitar en la función a agregar, un diagnóstico presuntivo en función de toda la información existente en su base de datos, de manera tal que sirva de referencia al profesional médico especializado, y este pueda tomarlo como base presuntiva de su diagnóstico final.

Para ello se necesita desarrollar una etapa al hardware del equipo existente que tome la información del estudio realizado en forma gráfica y digitalizarla, para procesarla mediante algoritmos complejos, que permitan realizar de manera inteligente la detección de anomalías cardíacas y su diagnóstico basado en patrones establecidos por los especialistas médicos.

Para llevar adelante este proyecto se debe realizar un proceso de investigación que permita la aplicación de métodos científicos basados en los resultados de análisis clínicos, para poder desarrollar una etapa de hardware que sirva de interfaz para la implementación del software específico para el autodiagnóstico, con el objeto de propiciar al médico especialista un diagnóstico presuntivo como base de su diagnóstico final.

Se confeccionará una tabla de correlación entre los valores de segmentación, gradiente y onda del complejo PQRST, obtenidos por el ECG digital RG601.

Este proyecto permitirá la práctica profesional de alumnos, y su formación en las áreas de Bioelectrónica, Electrónica Aplicada, Medidas Electrónicas, y Procesamiento Digital de Imágenes, movilizándolo su vocación científica para su participación en PID en el último año de la carrera.

Palabras Claves: Sistema, autodiagnóstico, ECG.

1 Introducción

En el presente hay un interés considerable en aprovechar el registro de ECG en sus 12 derivaciones, la detección de arritmias cardiacas, fibrilación auricular, y cualquier anomalía que marque el principio de una patología considerable, de manera tal que la información presentada permita un diagnóstico presuntivo y de esta manera el paciente pueda encarar un tratamiento preventivo o correctivo a tiempo.

En nuestro caso la necesidad concreta se plantea en el nuevo modelo digital de ECG de la empresa Cardiotecnica RG 601, el cual brinda a través de sus 12 derivaciones toda la información digitalizada, la genera y presenta en forma gráfica en un estudio de no más de 30 segundos.

El desafío en principio consiste en grabar ese estudio en video con la precisión y sensibilidad suficiente como para que ninguna señal espuria pueda distorsionar los biopotenciales originales del paciente.

Una vez diseñado esta etapa, esta información se transmitirá a un dispositivo externo de almacenamiento donde se tomará para ser comparado con estándares referenciales a partir de algoritmos desarrollados en un sistema específico a generar como parte de este PID.

Para llevar adelante este PID, se debe realizar se debe realizar un proceso de investigación y análisis que relacione los parámetros medibles de la onda de los biopotenciales cardíacos generados por el ECG, tales como: segmentos, gradientes, ondas y amplitudes del complejo PQRST y los compare con patrones estandarizados y predefinidos, para establecer el grado de normalidad o anomalía prevalente o en estado incipiente del estudio en cuestión.

2 Materiales y métodos

La metodología de trabajo deberá garantizar el diseño de un sistema integrado al ECG RG601, que suministre de manera segura al profesional médico especializado, a través de una función de autodiagnóstico, la presentación de la manera más efectiva de un documento con el diagnóstico presuntivo del estudio en cuestión.

Se utilizará como herramienta técnica QFD (Despliegue de la función de calidad) que permitirá traducir el requerimiento del médico cardiólogo especialista, en especificaciones técnicas para el diseño del módulo integrado al equipo original.

Por tratarse de equipamiento biomédico de criticidad "B", se aplicará como herramienta técnica en la fase de diseño del sistema Análisis a Modo de fallos y Errores "AMFE", donde serán ponderados los posibles fallos críticos que ponen en riesgo la integridad del paciente, para luego aplicar la metodología "DMAIC" en forma sistemática durante todo el desarrollo del proyecto.

Las mediciones se llevarán a cabo con analizador de Electrocardiógrafos FLUKE BIOMEDICAL, e instrumental específico disponible en los laboratorios de Electrónica y de Bioelectrónica de la UTN.

Equipo analizador de seguridad eléctrica. Medidor de aislamiento a tierra. Simulador de paciente. Osciloscopio. Conectores, adaptadores, derivaciones provistas por el fabricante para ser usados junto al equipo.

Se confeccionará una tabla de correlación entre los valores obtenidos de frecuencia cardíaca, intervalos de onda en milisegundos, amplitud en milivolt, gradientes, segmentaciones, y particularidades del complejo PQRST considerado normal, respecto a las anomalías prevalentes que marquen indicios de alguna patología.

3 Desarrollo

En el presente hay un interés considerable en aprovechar el registro de ECG en sus 12 derivaciones, la detección de arritmias cardíacas, fibrilación auricular, y cualquier anomalía que marque el principio de una patología considerable, de manera tal que la información presentada permita un diagnóstico presuntivo y de esta manera el paciente pueda encarar un tratamiento preventivo o correctivo a tiempo.

Uno de los avances más notables en este sentido lo consiguió el equipo especializado de la Universidad de Glasgow, que desarrollo un programa de análisis de ECG para una sola derivación desarrollando el dispositivo ALIVECOR que utiliza una matriz de 2 electrodos para registrar la derivación I con un enlace inalámbrico a un teléfono móvil para analizar el ECG. El desarrollo se transfirió a un reloj pulsera con fines de investigación brindando resultados prometedores.

Luego, este primer desarrollo evolucionó hasta la actualidad, donde se están incorporando cada vez más derivaciones y señales brindadas por el ECG.

En nuestro caso la necesidad concreta se plantea en el nuevo modelo digital de ECG de la empresa Cardiotécnica RG 601, el cual brinda a través de sus 12 derivaciones toda la información digitalizada, la genera y presenta en forma gráfica en un estudio de no más de 30 segundos.

El desafío en principio consiste en grabar ese estudio en video con la precisión y sensibilidad suficiente como para que ninguna señal espuria pueda distorsionar los biopotenciales originales del paciente.

Una vez diseñado esta etapa, esta información se transmitirá a un dispositivo externo de almacenamiento donde se tomará para ser comparado con estándares referenciales a partir de algoritmos desarrollados en un sistema específico a generar como parte de este PID, tal como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Simulador de paciente, cardiógrafo digital RG601 y Notebook.

La metodología de trabajo deberá garantizar el diseño de un sistema integrado al ECG RG601, constituido por dos subsistemas, uno a nivel de hardware, y otro a nivel de software, que suministre de manera segura al profesional médico especializado, a través de una función de autodiagnóstico, la presentación de la manera más efectiva de un documento con el diagnóstico presuntivo del estudio en cuestión.



Figura 2. Electrocardiógrafo digital RG601 y cable paciente.

Se utilizará como herramienta técnica QFD Despliegue de la función de calidad, que permitirá traducir el requerimiento del médico cardiólogo especialista, en especificaciones técnicas para el diseño del módulo integrado al equipo original.

Por tratarse de equipamiento biomédico de criticidad "B", se aplicará como herramienta técnica en la fase de diseño del sistema Análisis a Modo de fallos y Errores "AMFE", donde serán ponderados los posibles fallos críticos que ponen en riesgo la integridad del paciente, para luego aplicar la metodología "DMAIC" en forma sistemática durante todo el desarrollo del proyecto.

Las mediciones se llevarán a cabo con analizador de Electrocardiógrafos FLUKE BIOMEDICAL, e instrumental específico disponible en los laboratorios de Electrónica y de Bioelectrónica de la UTN. Equipo analizador de seguridad eléctrica. Medidor de

aislamiento a tierra. Simulador de paciente. Osciloscopio. Conectores, adaptadores, derivaciones provistas por el fabricante para ser usados junto al equipo.

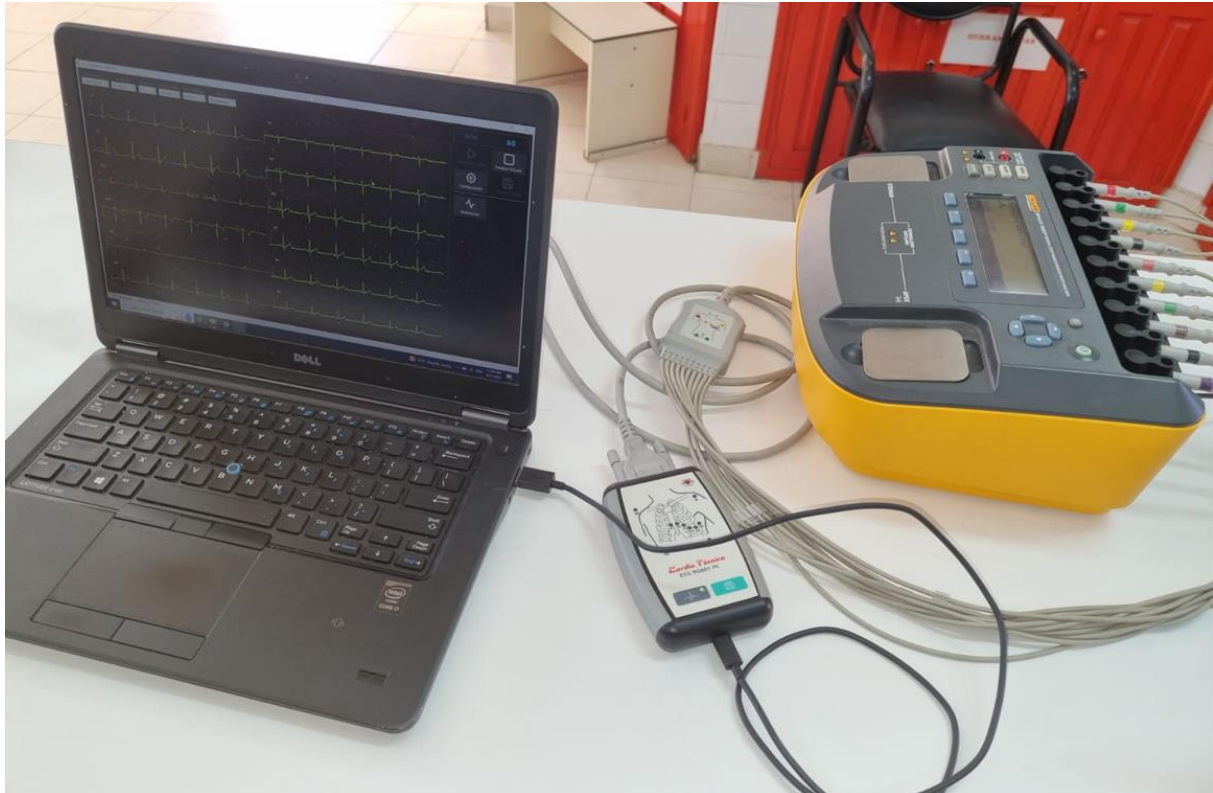


Figura 3. Visualización de estudio de ECG con simulador de paciente.

Se confeccionará una tabla de correlación entre los valores obtenidos de frecuencia cardíaca, intervalos de onda en milisegundos, amplitud en milivolt, gradientes, segmentaciones, y particularidades del complejo PQRST considerado normal, respecto a las anomalías prevalentes que marquen indicios de alguna patología.

Este proyecto permitirá la práctica profesional de alumnos, y su formación en las áreas de Bioelectrónica, Electrónica Aplicada, Medidas Electrónicas, Informática, y Procesamiento Digital de Imágenes, movilizándolo su vocación científica para su participación en PID en el último año de la carrera, y de este modo contribuir a su trabajo final, además de satisfacer el requerimiento de una empresa nacional de fabricación de Electrocardiógrafos.

4 Conclusiones

Los equipos de electrocardiografía actuales ECG, no proveen esta función de autodiagnóstico como parte constitutiva en el propio hardware del mismo, solo muy pocas marcas líderes a nivel global, tienen la posibilidad de realizar un autodiagnóstico pero con la ayuda de dispositivos externos, como es el caso de

Philips y Siemens. Este desarrollo permitirá incorporar la función de autodiagnóstico de manera compacta y ergonómica en el propio equipo de fabricación nacional, RG601 de Cardiotécnica, proveyendo un avance tecnológico de vanguardia, innovador y efectivo, que coloca a esta empresa con ventaja competitiva respecto a las marcas líderes a nivel mundial.

El Sistema a desarrollarse formará parte de equipamiento nacional suministrado al sistema de salud provincial y nacional. Los resultados de la investigación serán presentados en: ENIDI Encuentro Nacional de Investigadores de Ingeniería En convocatorias inherentes a "INNOVACIÓN" propiciadas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, En el congreso SABI Sociedad Argentina de Bioingeniería que se realiza cada año en diferentes provincias de nuestro país, y en todos los congresos provinciales y nacionales relacionados con la Ingeniería Clínica.

5 Referencia Bibliográfica

Bennett R, French A. Aumento del dispositivo inteligente ECG y lo que significa para el cardiólogo general. doi:10.1136/heartjnl-2019-315357

Clifford G, Liu C, Moody B et al. Clasificación de FA a partir de un registro de ECG corto de una sola derivación: PhysioNet/Computing in Cardiology Challenge 2017. doi:10.22489/CinC.2017.065-469

PhysioNet/Computing in Cardiology Challenge 2017. doi:10.22489/CinC.2017.065-469

Griffiths K, Clark EN, Devine B, Macfarlane PW. Evaluación de la precisión de los registros de plomo limitados para la detección de la fibrilación auricular. Informática en Cardiología 2014; 41:405-408.

Macfarlane PW, Devine B, Clark E. Programa de análisis de ECG de la Universidad de Glasgow (Uni-G). Informática en Cardiología 2005;32:451-454.