

## Monitor de signos vitales Wireless por LabVIEW.

Rico Ascención Itzamná Omar<sup>1</sup>, Sánchez González Rodrigo<sup>1</sup>, Cabrera Llanos Agustín Ignacio<sup>1</sup>, Sánchez Velarde Emmanuel Salvador<sup>1</sup>, Sotelo-de Ávila Alejandro Artemio<sup>1</sup>, Ramírez Sotelo María Guadalupe<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Bioprocesos, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

<sup>2</sup>Departamento de Bioingeniería, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

**Resumen**—El trabajo que se presenta, es un monitor de signos vitales, para el despliegue de las señales de Electrocardiografía, Oximetría de pulso, así como los valores de Frecuencia Respiratoria, Frecuencia Cardíaca y Temperatura Corporal. Estas señales son adquiridas a través de los puertos analógicos de la tarjeta myRIO-1900 para ser transmitidos vía Wireless al ordenador. El algoritmo de adquisición fue programado de manera prioritaria, implementando dos instrumentos virtuales (VI's). El primer VI, se encuentra programado y cargado en la tarjeta myRIO, donde solamente se realiza la adquisición de las señales y su transmisión de las mismas al ordenador, mediante la implementación de variables network-RT. El segundo VI se tiene en el ordenador donde se realiza todo el procesamiento correspondiente a cada señal biológica y su despliegue de las mismas en indicadores de tipos gráficos para su despliegue en el panel frontal de LabVIEW. El diseño del monitor consta de tres ventanas o indicadores gráficos donde se mostraran las señales de Electrocardiografía, Oximetría de Pulso, y de respiración, dos indicadores numéricos para la visualización de los valores de la frecuencia cardíaca y respiratoria, así como indicadores de tipo led para la visualización de los pulsos dados, y un indicador numérico de tipo termómetro para la representación de la temperatura corporal medida.

**Palabras clave**—LabVIEW, myRIO, Wireless, Monitor de signos vitales

### I. INTRODUCCIÓN

El monitor de signos vitales es de gran importancia en el sector hospitalario, este permite detectar, procesar y delegar en forma continua los parámetros fisiológicos del paciente. Consta además de un sistema de alarmas cuando existe una situación adversa o fuera de los límites deseados [1]. Los signos vitales comprenden el ritmo cardíaco, la frecuencia respiratoria, la temperatura y la presión arterial, los signos vitales normales cambian con la edad, el sexo, el peso, la tolerancia al ejercicio y la salud general [2]. El registro continuo es una herramienta valiosa para los médicos y enfermeras, ya que permite evaluar de forma completa las condiciones fisiológicas del paciente, además permite hacer mejores valoraciones y tomar decisiones en su tratamiento y diagnóstico [3], por lo cual actualmente, algunos monitores de signos vitales se encuentran conectados a centrales de monitoreo, ayudando en todo momento al personal de salud,

y así, brindar una mejor calidad de salud al paciente. La realización o implementación de este monitor de signos vitales, es en el usos del campo deportivo, donde se pueda realizar un análisis de esfuerzo con un sistema inalámbrico, que permita el libre movimiento del individuo y una correcta adquisición, transmisión y despliegue de las señales en el monitor, y obteniendo la característica de solo necesitar un ordenador para obtener estos datos con el algoritmo diseñado, y la tarjeta myRIO que brinda la capacidad de obtener una red de Wi-Fi creada por la misma.

### II. METODOLOGÍA

En este apartado se describirá la metodología implementada para el desarrollo del monitor de signos vitales. Los procesos realizados en el desarrollo del monitor se pueden observar en la Fig. 1.



Fig. 1. Diagrama a bloques de la metodología desarrollada.

- 1) *Adquisición analógica de las señales:* La adquisición de la señal de ECG se realizó mediante un amplificador de instrumentación AD620 con una ganancia aproximada de 100 con un capacitor en serie a la resistencia de ganancia ( $R_G$ ), para realizar un pre filtrado desde la etapa de amplificación, posteriormente se realiza una conexión a un seguidor no inversor para el acople de impedancia y posteriormente se conectó en cascada a un filtro de tipo NOTCH con una frecuencia de rechazo de 35Hz, el cual nos ayuda a evitar que se pierda la señal al momento en que se realiza un movimiento por parte del individuo. El circuito de adquisición de la señal de ECG se muestra en la Fig. 2, así como los diagramas de Bode en la Fig. 3.

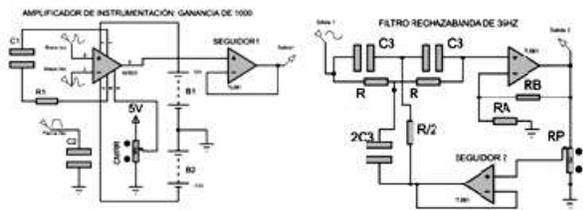


Fig. 2. Diagrama eléctrico del circuito de adquisición de la señal de ECG.

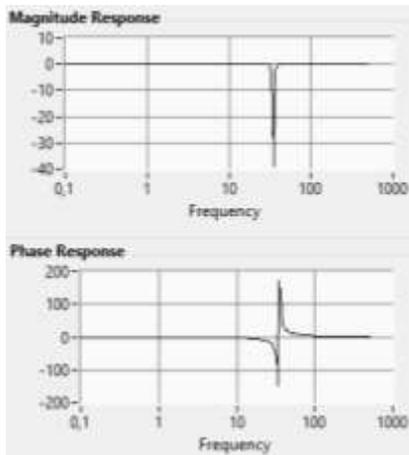


Fig. 3. Diagrama de Bode del filtro rechaza banda de 35Hz.

La adquisición de la señal de oximetría se realizó mediante la implementación de un sensor de oximetría modelo #3934, el cual se realiza su control y adquisición de la señal recibida por el fotodiodo en su conector DB9, donde para la medición se oscila el encendido y apagado sincronizado de led rojo y el infrarrojo, donde la diferencia de absorbancia es recibida en el fotodiodo generando la señal de oximetría la cual sale por el pin 5 del conector DB9 [4], donde es conectada para su adquisición con la myRIO. En la Fig. 4, se puede observar el diagrama esquemático del sensor de oximetría de pulso.

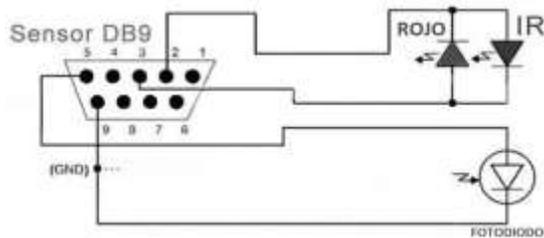


Fig. 4. Diagrama esquemático de la conexión del sensor de oximetría de pulso.

El sensado de la temperatura corporal y de la señal de Respiración, se realizó mediante el uso de sensores de temperatura LM35, los cuales fueron conectados directamente a las terminales analógicas de la myRIO, donde mediante por software, se amplificó la señal recibida por el sensor.

El sistema myRIO es una tarjeta de adquisición de datos desarrollada por National Instruments, presenta un procesador de doble núcleo con una velocidad de 667 MHz y un sistema de transmisión Wireless con una banda de frecuencia de 2.4 GHz y un alcance de ruteo de hasta 150 m en línea recta y sin obstáculos. En la Fig. 5, se puede observar la configuración y conexión del sensor de temperatura LM35, así como en la Fig. 6 la curva de caracterización del sensor con la ganancia unitaria implementada para su operación.

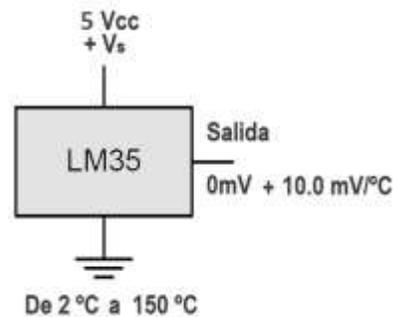


Fig. 5. Diagrama esquemático de la conexión del sensor de temperatura LM35.

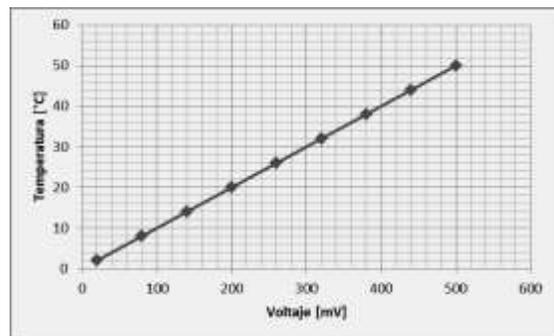


Fig. 6. Curva de caracterización del sensor LM35 con ganancia unitaria.

2) *Transmisión Wireless de las señales por myRIO*: Se construyó un proyecto en LabVIEW con sistemas prioritarios, lo cual consiste en separar en dos instrumentos virtuales el algoritmo, uno en la tarjeta myRIO y otro en el ordenador, de igual manera se realiza una configuración de variables de tipo network-RT, las cuales nos permitirán realizar la comunicación de los datos transmitidos de la myRIO vía Wireless hacia el ordenador.

En la Fig. 7, se puede observar la librería general del proyecto generada en LabVIEW.

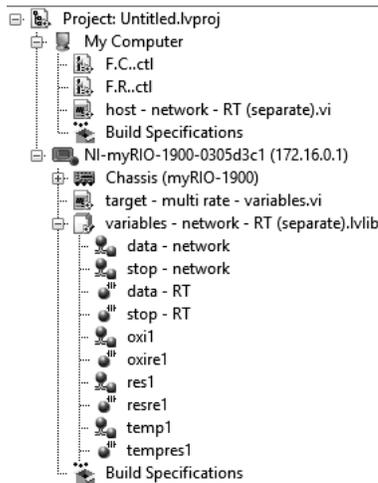


Fig. 7. Librería general obtenida del proyecto en LabVIEW.

El primer algoritmo para la adquisición de las señales biológicas se realizó en la myRIO mediante un algoritmo donde se implementaron dos ciclos *time loop* [5], con una prioridad y periodo diferente, en el *time loop* determinístico se tiene la adquisición de las señales biológicas directamente de los canales analógicos de la myRIO, mientras que en el *time loop* no determinístico se tiene la transmisión de estas señales vía Wireless de la myRIO al ordenador, esto mediante la implementación de las variables network-RT. Este algoritmo se puede observar en la Fig. 8.

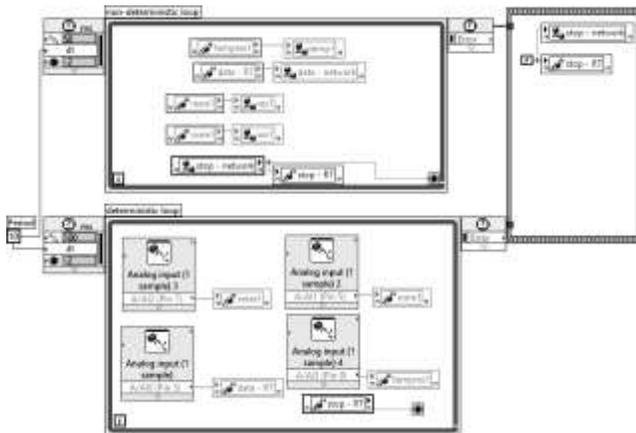


Fig. 8. Adquisición y transmisión Wireless de las señales mediante las variables network-RT.

3) *Recepción Wireless de las señales en el ordenador:* La etapa de recepción de los datos transmitidos vía Wireless por la tarjeta myRIO, fueron adquiridas y procesadas mediante el algoritmo programado en el VI del ordenador, el cual se puede observar en la Fig. 9. Como se puede observar se realizan dos comparaciones de nivel para la señal de ECG y de la respiración con lo cual se obtuvieron los pulsos, los cuales permitieron realizar el cálculo de la frecuencia

cardíaca y respiratoria, calculando en un lapso de 5 segundos el número de pulsos obtenidos y multiplicándolos por 12, para obtener de esta manera los pulsos por minuto correspondientes.

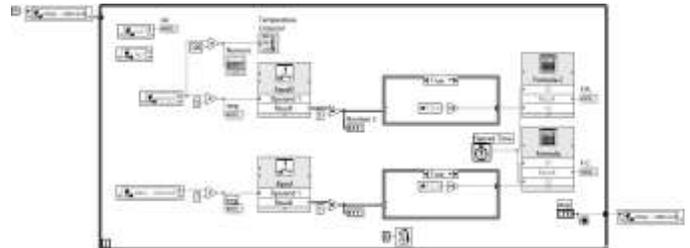


Fig. 9. Adquisición y procesamiento de los datos transmitidos vía Wireless por la variables network-RT.

4) *Visualización y monitoreo de las señales biológicas:* El panel frontal que se diseñó y desarrolló en LabVIEW para la visualización y despliegue de los datos de las señales biológicas, consta de tres indicadores de tipo gráfico para el despliegue de las señales de ECG, Oximetría y F. Respiratoria, así como un indicador de tipo numérico y de tipo termómetro para el despliegue de la temperatura corporal. Se diseñaron dos indicadores de tipo Booleano, uno para la representación de la F. Cardíaca y el segundo para la F. Respiratoria. El monitor diseñado en el panel frontal de LabVIEW, se puede observar en la Fig. 10.

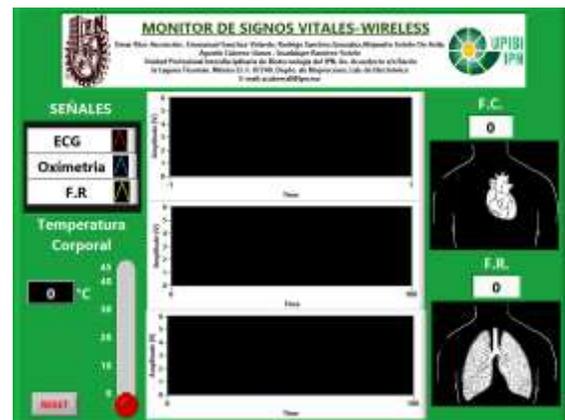


Fig. 10. Panel frontal diseñado en LabVIEW.

### III. RESULTADOS

A continuación en la Fig. 11, se muestra la interfaz gráfica del monitor de signos vitales, donde se puede observar el despliegue de las señales biológicas en sus respectivos indicadores de tipo gráfico, la temperatura corporal se puede observar tanto en un indicador numérico y uno de tipo termómetro. El despliegue de los datos de frecuencia cardíaca y respiratoria se muestran en sus respectivos indicadores numéricos, así como dos indicadores de tipo

booleano, como indicadores visuales de detectores de nivel de las señales correspondientes de ECG y respiración.

Las señales desplegadas se pueden observar más a detalle con su despliegue en sus indicadores de tipo gráfico, como se puede observar en la Fig. 12, 13 y 14.

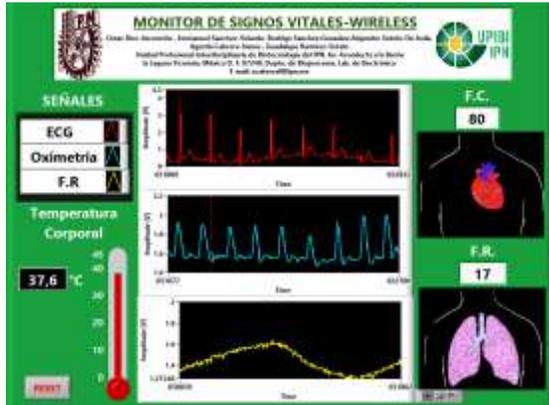


Fig. 11. Panel frontal en funcionamiento.

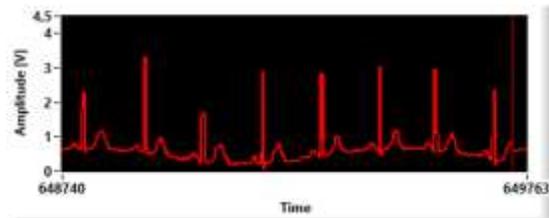


Fig. 12. Señal de ECG desplegada en la indicador grafico de LabVIEW.

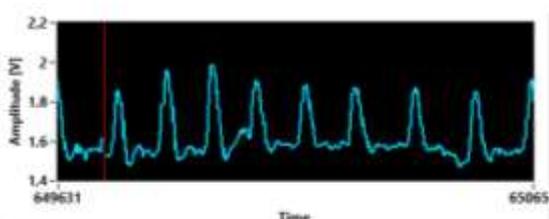


Fig. 13. Señal de oximetría desplegada en la indicador grafico de LabVIEW.

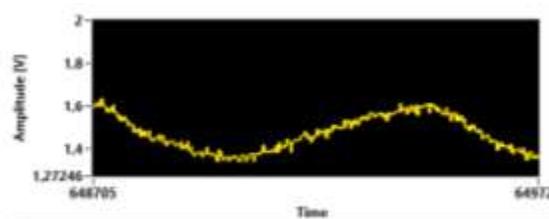


Fig. 14. Señal de la respiración, desplegada en la indicador grafico de LabVIEW.

#### IV. DISCUSIÓN

Para etapa analógica de adquisición de la señal de ECG, se decidió implementar un filtro rechaza banda a 35 Hz, debido a que se presentaba un problema al momento en que la persona generaba un movimiento, provocando esto mismo que la señal se perdiera, lo cual fue solucionado con la implementación de este filtro.

Posteriormente para la adquisición se decidió implementar un algoritmo de tipo determinístico y prioritario, debido a que esto nos permitió realizar una adquisición y un procesado de las señales de manera más eficiente, debido a que la tarjeta myRIO implementaba su velocidad de procesamiento solamente para obtener las señales y ser transmitidas al ordenador, donde se realizaba todo el procesamiento, despliegue y cálculo de las frecuencias cardiaca y respiratoria.

#### V. CONCLUSIÓN

La construcción del monitor en interfaz LabVIEW facilita el uso para el usuario, así como el procesamiento y despliegue de las señales adquiridas para tener una integración de un solo dispositivo como lo es la tarjeta de adquisición de datos y procesamiento NI myRIO. Con este mismo dispositivo tenemos movilidad, así como portabilidad para trasladar el monitor a diferentes ordenadores.

La capacidad Wireless del monitor nos permite tener la adquisición de las señales en un lugar diferente al sistema de despliegue y procesamiento de la señal para comodidad tanto del paciente como del usuario, esto debido a que la tarjeta myRIO por sus características puede funcionar como modem, lo cual brinda la opción de poder ser implementado en cualquier lugar.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Jennings, A. Flint, B.C.H. Turton, L.D.M. Noke, "Introduction to Medical Electyronics Applications", School of Engineering, University of Wakes, College of Cardiff, 1995, 234 p.p.
- [2] D. Bronzino, Joseph. "Medical Devices and Systems", The Biomedical engineering Handbook, Tercera Edición, Editorial Taylor and Franci, 1400 p.p.
- [3] Webster, John G., et.al., "Medical Instrumentation: Application and Design", John Wiley & Sons, Inc., Cuarta Edición, 695 p.p.
- [4] L. Semmlow, John, "Biosignal and Biomedical Image Processing: MatLab-Bassed Applications", Robert Wood Johnson Medical School, New Brunswick, New Jersey, U.S.A.
- [5] J. R. Lajara, J. P. Sebastián, "LABVIEW, "Entorno grafico de programación", Alfaomega.