



Monitoreo de frecuencia cardiaca para el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares

Cardiac frequency monitoring for the diagnosis of cardiovascular diseases

Raúl Hernández-Rivera¹, Leodegario Gonzalo Aguilera-Hernández¹,
Pablo Iván Romero-de-la-Rosa¹, Orlando Meza-Zaleta¹

¹ Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 12-11-2017
Aceptado: 07-12-2017

Autor corresponsal: **Raúl Hernández-Rivera** raheriv@outlook.com

Resumen

Para las personas con enfermedades cardiovasculares ECV o con alto riesgo cardiovascular son fundamentales la detección precoz y el tratamiento temprano, por medio de servicio de orientación o la administración de fármacos. En este trabajo se describe el desarrollo de un dispositivo electrónico para medir la frecuencia cardíaca en personas utilizando el sensor de pulso Amped, la tarjeta Arduino y la plataforma LabView. El sistema consta: del sensor de pulso el cual es colocado en el dedo índice, la tarjeta Arduino hace la adquisición de los datos y en la plataforma LabView, la cual determina de acuerdo con el número de pulsos por minuto la posible patología. Las mediciones de las pulsaciones por minuto se realizaron a 20 personas de la Ciudad de Tantoyuca, de las cuales 10 fueron personas adultas y 10 niños, el diagnóstico se determinó con las personas en reposo.

Palabras claves: Arduino, interfaz gráfica, pulsos por minuto, diagnóstico.

Abstract

For people with CVD cardiovascular diseases or those with high cardiovascular risk, early detection and early treatment are fundamental, through counseling services or drug administration. In this paper we describe the development of an electronic device to measure the heart rate in people using the Amped pulse sensor, the Arduino card and the LabView platform. The system consists of the pulse sensor which is placed on the index finger, the Arduino card acquires the data and on the LabView platform, which determines the possible pathology according to the number of pulses per minute. The measurements of the pulsations per minute were made to 20 people of the City of Tantoyuca, of which 10 were adults and 10 children, the diagnosis was determined with the people at rest.

Key words: Arduino, graphical interface, pulses per minute, diagnosis.

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en todo el mundo. Cada año mueren más personas por ECV que por cualquier otra causa (Sandra & et. al 2005). Se calcula que en 2012 murieron por esta causa 17,5 millones de personas, lo cual representa un 31% de todas las muertes registradas en el mundo. Para las personas con ECV o con alto riesgo cardiovascular (debido a la presencia de uno o más factores de riesgo, como la hipertensión arterial, la diabetes, la hiperlipidemia o alguna ECV ya confirmada) son fundamentales la detección precoz y el tratamiento temprano, por medio de servicio de orientación o la administración de fármacos. (OMS, 2015) En México la principal causa de muerte son las enfermedades del corazón, en el último reporte generado por el INEGI arroja un total de 57,388 defunciones por esta causa la cual es una cifra muy grande que la coloca en la principal en la lista, que debe ser considerada y responder de manera adecuada ante este hecho. (INEGI, 2016)

A partir de la necesidad de contrarrestar las cifras obtenidas nace este proyecto de diseñar y desarrollar un dispositivo electrónico para monitorear la frecuencia cardiaca con el fin de prevenir algunos de los padecimientos que estén relacionados a las ECV. El dispositivo pretende estar a disposición del público en general, su uso estará enfocado sobre todo a personas que tengan antecedentes de algún problema cardiaco, pero el proyecto no se limita a este tipo de personas, ya que el monitoreo de la frecuencia cardiaca es importante para diagnosticar otras enfermedades, el desarrollo de este dispositivo promete ser de gran apoyo para el área de medicina.

Materiales y Métodos

El sensor de pulso utilizado para este trabajo es un fotopletismógrafo, dispositivo médico utilizado para el monitoreo de la frecuencia cardiaca no invasiva, la señal eléctrica que muestra este sensor es una fluctuación en el voltaje analógico en forma de onda predecible, como se muestra en la Figura 1. La finalidad del dispositivo es encontrar momentos sucesivos de cada latido del corazón y calcular el intervalo de tiempo que hay entre los IBI (Inter-Beat Intervale), haciendo uso de la forma predecible y del patrón de onda del PPG.

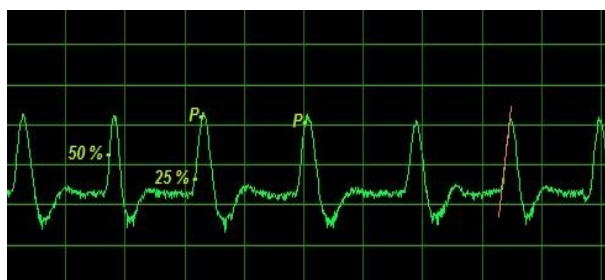


Figura 1. Señal del sensor de pulso.

La activación del sensor se efectuó, a través de la tarjeta de adquisición de datos, arduino uno y el sensor de pulso Pulse sensor Amped Sparkfun 11547 (Enriquez,2009), como se muestra en la Figura 2.

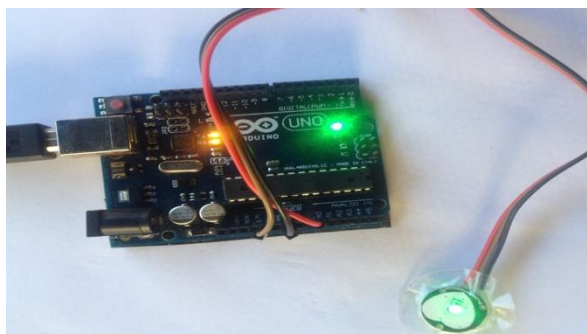


Figura 2. Ensamble Sensor – Arduino (Fuente: propia).

Uso de Labview

Para calcular las pulsaciones cardiacas al instante, de acuerdo a los pulsos obtenidos en un segundo. Se utilizó la herramienta Shift Register que nos permite guardar los pulsos obtenidos en cada iteración e ir intercambiando el dato actual a un dato anterior sucesivamente, Figura 3.

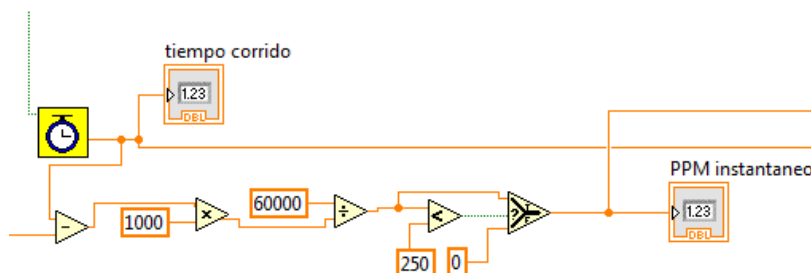
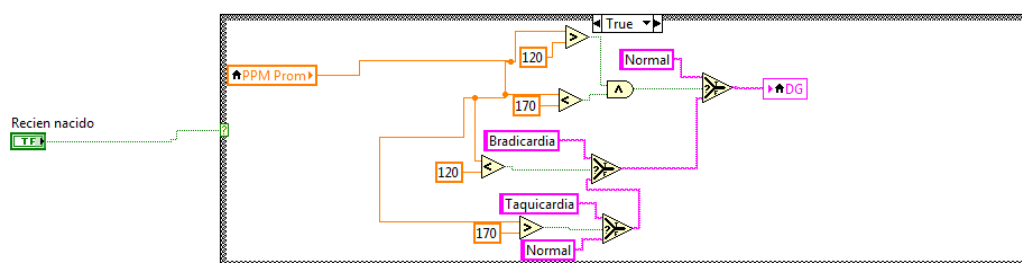


Figura 3. Cálculo de las pulsaciones instantáneas (Fuente: Elaboración propia).

Obtenidas las pulsaciones instantáneas con el programa, se prosigue con el cálculo para obtener las Pulsaciones Por Minuto (PPM). Hacer el cálculo se necesita tener un cierto número de muestras o pulsos instantáneos. Para este caso se realizaron alrededor de 20 muestras con ayuda de los Shift Register. Obteniendo así el promedio de las pulsaciones por minuto (PPM). Con la siguiente ecuación.

$$PPM = \frac{60000}{T_{corrido}(1000)} \div 20$$

Para generar un diagnóstico médico en las personas que deseen conocer su situación. El diagnóstico que es generado va de acuerdo a los límites de PPM para cada tipo de persona según sus edades, en la Figura 4, muestra un diagrama para el diagnóstico de recién nacidos.



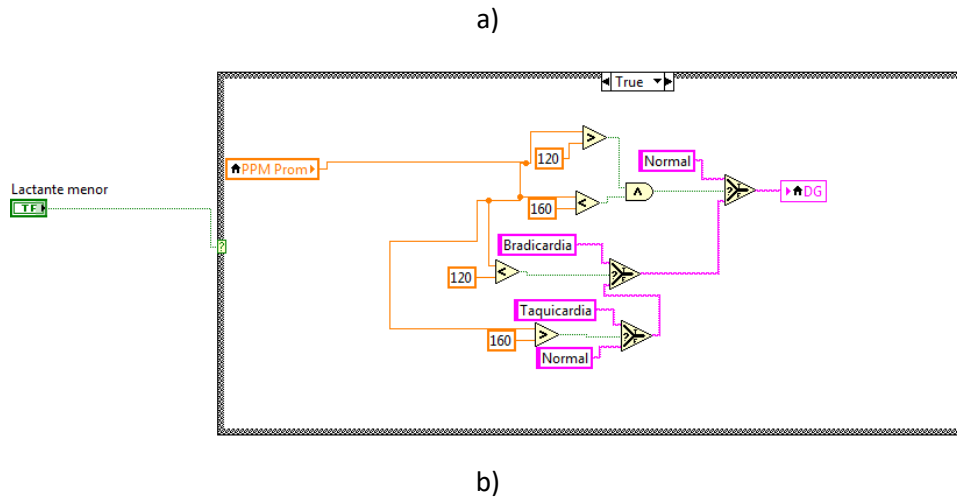
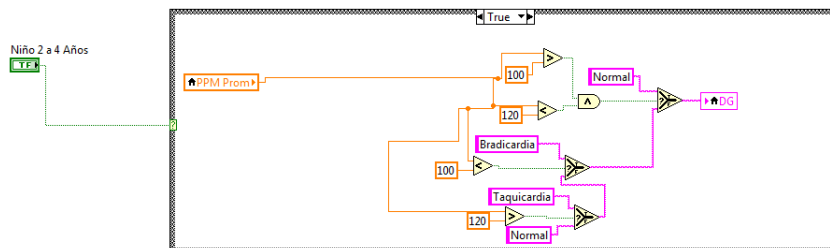


Figura 4. Diagnósticos: a) para recién nacidos y b) para lactante (Fuente: Elaboración propia).

En la Figura 5, muestra los diagnósticos para niños de 2 a 4 y de 6 a 8 años.



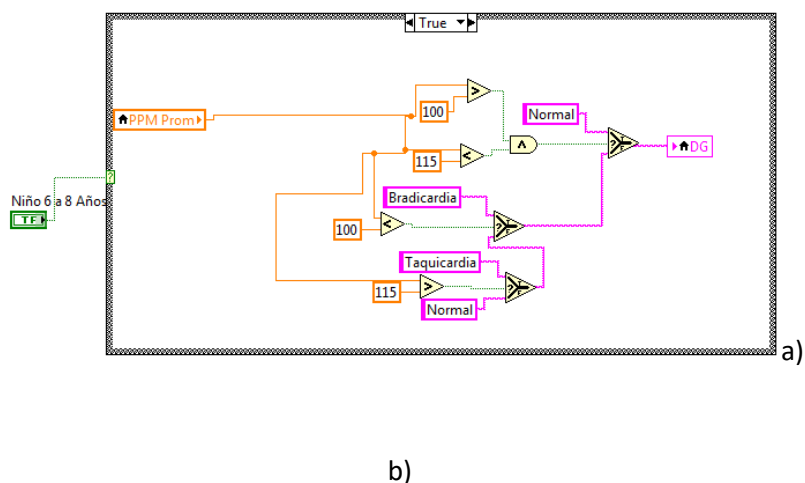


Figura 5. a) 4 a 5 años y b) de 6 a 8 años (Fuente: Elaboración propia).

Como se observa de la Figura 6, para personas adultas: como se ha observado en las figuras anteriores, el diagnóstico se determina a partir de los límites de las PPM establecidos previamente. Esto se hace a partir de comparaciones entre esos valores, si el paciente rebasa esos límites de PPM, ya sea por debajo o por encima, se llega al diagnóstico donde la persona presenta pulso cardíaco normal, taquicardia o bradicardia (Vintró, 2004)..

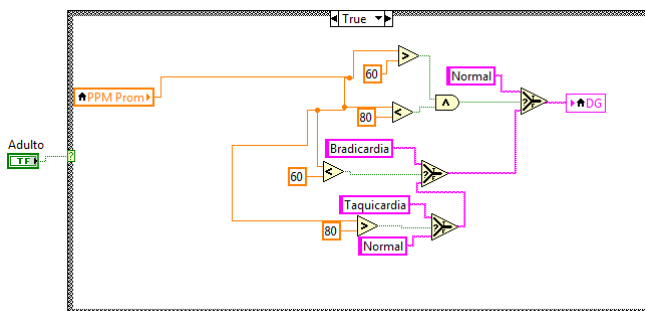


Figura 6. Personas adultas (Fuente: Elaboración propia).

Resultados y discusión

La interfaz gráfica que se desarrolla en LabView, véase Figura 7, está distribuida como sigue: del lado superior izquierdo se muestra el comportamiento gráfico de los latidos del corazón. En la parte media se tiene el simulador de los pulsos cardiacos y el indicador de las PPM (Pulsaciones por Minuto). Del lado derecho se presentan los controles para indicar que tipo de paciente se diagnostica (Recién nacido, lactante menor o mayor, niños de 2 a 4 años y de 4 a 8, adultos) y el diagnóstico generado.

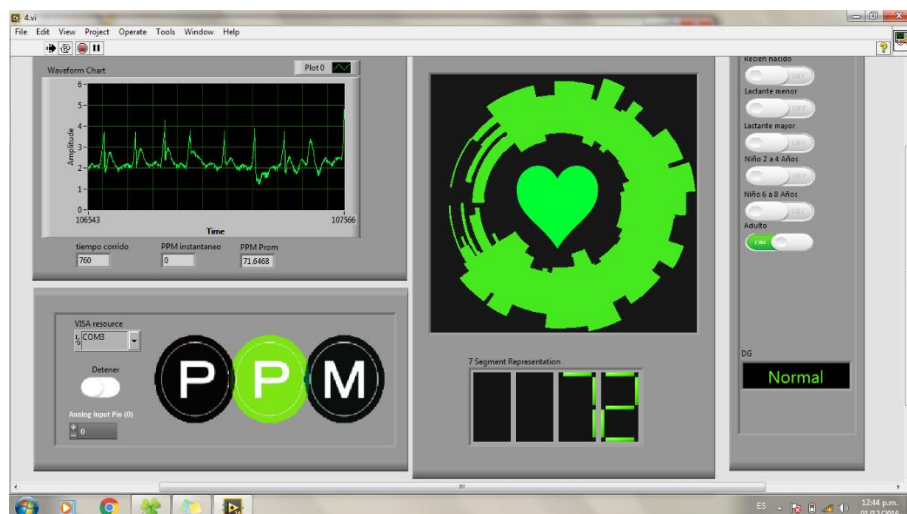


Figura. 7 Interfaz Gráfica del Sensor de Pulsos Cardiacos. (Fuente: Elaboración propia).

Para comprobar que el programa desarrollado y el sensor funcionaran correctamente, se llevaron a cabo 20 diagnósticos para determinar las Pulsaciones por Minuto(PPM) de cada paciente.

Primeramente, se realiza el diagnóstico a 10 personas adultas concentradas en el laboratorio de electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca. Los resultados se encuentran registrado en la tabla 1.

Tabla 1. Diagnóstico en personas adultas (Fuente: Elaboración propia).

Paciente	PPM	Edad	Diagnóstico	Estado físico
1	96	24	Taquicardia	Con actividad
2	73	21	Normal	En reposo
3	70	32	Normal	En reposo
4	73	19	Normal	En reposo
5	70	22	Normal	En reposo
6	73	20	Normal	En reposo
7	70	28	Normal	En reposo
8	79	45	Normal	En reposo
9	80	18	Normal	En reposo
10	74	19	Normal	En reposo



Figura 8. Diagnóstico a personas del ITSTA (Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca).

En la Figura 9 se muestra el diagnostico a una persona que recientemente había hecho una caminata y como se observa, el ritmo cardiaco es más acelerado y por consecuencia arroja un diagnóstico de taquicardia.



Figura. 9 Diagnóstico a persona con previa actividad física (Fuente: Elaboración propia).

Después se procede a diagnosticar a 10 niños, todos ellos concentrados en la plaza central de Tantoyuca, Ver., los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Diagnóstico en niños (Fuente: Elaboración propia).

Paciente	PPM	Edad	Diagnóstico
1	103	7	Normal
2	108	3	Normal

3	111	8	Normal
4	90	11	Normal
5	74	11	Normal
6	109	8	Normal
7	107	4	Normal
8	109	7	Taquicardia
9	128	4	Taquicardia
10	116	10	Normal

meses



Fig. 10 Diagnóstico en niños (Fuente: Elaboración propia).

El estudio se realizó a 20 personas de distintas edades de la Ciudad de Tantoyuca, de las cuales 10 eran niños entre 8 meses y 11 años de edades, y 10 adultos ente 19 y 45 años, el dispositivo diagnosticó a la mayoría con pulsaciones por minuto normal y una persona con posible taquicardia debido a que venía de actividad física.

Si desea obtener un diagnóstico más completo y que le permita detectar aún más anomalías en su salud se podría sustituir el sensor de pulsos por un sensor de ECG AD8232, es un chip pequeño utilizado para medir la actividad eléctrica del corazón. Esta actividad eléctrica puede ser trazado como un electrocardiograma o ECG.

El dispositivo pretende estar a disposición del público en general, su uso está enfocado fundamentalmente a la detección precoz y el tratamiento temprano en personas con Enfermedades Cardiovasculares (ECV) o con alto riesgo cardiovascular, debido a la presencia de uno o más factores de riesgo, como la hipertensión arterial, la diabetes, la hiperlipidemia o alguna otra ECV

Conclusiones

En el desarrollo del trabajo se realiza la lectura del sensor de pulso con la placa Arduino, además se logró establecer la comunicación entre la computadora y la placa de desarrollo. El cálculo de la frecuencia cardiaca, así como, el diagnóstico de una posible patología se lleva a cabo en la plataforma de programación LabView.

Una vez terminado el dispositivo electrónico, se realizan los diagnósticos a 20 personas de distintas edades de la Ciudad de Tantoyuca. El sistema tiene un comportamiento aceptable, de acuerdo con las PPM obtenidas, ya que coinciden con los límites ya establecidos para determinar si el ritmo cardiaco es normal o anormal.

Referencias Bibliográficas

Enriquez. (2009). Guía de usuario de Arduino. En Enriquez, *Guía de usuario de Arduino*. España: Universidad de Córdoba.

INEGI. (26 de Mayo de 2016). *Principales causas de mortalidad*. Obtenido de Principales causas de mortalidad:
<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo125&s=est&c=23>

OMS. (Enero de 2015). *Enfermedades Cardiovasculares Datos y cifras*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>

Sandra P. Penagos, E. d., Dary Salazar, L., & E. Vera, F. (2005). Control de signos vitales. En E. d. Sandra P. Penagos, L. Dary Salazar, & F. E. Vera, *Guías para manejo de Urgencias* (págs. 1465-1473). Bogotá, Colombia.

Vintró, I. B. (Junio 2004). Control y prevención de las enfermedades cardiovasculares en el mundo. *Revista Española de Cardiología*, 487-494.