

DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO EMBEBIDO PARA EL MONITOREO LOCAL Y A DISTANCIA DE LOS SIGNOS VITALES DE UN SER HUMANO

Luis Eduardo Cárdenas Gaytán

Departamento de eléctrica-electrónica

Instituto tecnológico de Cd Guzmán

luiseduardo89@gmail.com

Armando García Mendoza

Departamento de eléctrica-electrónica

Instituto tecnológico de Cd Guzmán

a_garmen60@yahoo.com.mx

Resumen

Los avances médicos en el estudio y monitoreo de algunas enfermedades en los últimos años ha ido creciendo cada día más, esto es gracias a las investigaciones que se hacen a favor de este rubro. En las consultas médicas de rutina el médico lo primero que hace es revisar la presión arterial, ritmo cardiaco, temperatura, pulso, estatura, peso y en algunos casos también un electrocardiograma.

En la actualidad ya no se tiene que esperar mucho tiempo para obtener el resultado de algún estudio, prácticamente se entregan al momento y los procesos son menos invasivos. En el presente artículo se pretende realizar un sistema electrónico embebido capaz de monitorear los signos vitales de una persona, información sumamente importante para el diagnóstico de patologías en un organismo haciendo una revisión de los signos vitales básicos y como se mejora su monitoreo debido a los avances de la tecnológica en ingeniería electrónica y motivada por la investigación en aplicaciones de la salud.

Palabra(s) Clave(s): monitoreo, signos vitales, sistema embebido.

1. Introducción

Los avances médicos que existen en la actualidad generados gracias al estudio de ciertas enfermedades, ha producido un enorme avance en su monitoreo y su tratamiento, ya que gracias a los nuevos dispositivos médicos que existen, es posible el poder diagnosticar enfermedades que en décadas anteriores hubiese sido imposible de detectar y mucho menos el poder tratar. Tal es el caso de las enfermedades del corazón por ejemplo. Dentro de los signos vitales básicos en el ser humano a los cuales se puede hacer referencia son: temperatura corporal y señales bioeléctricas del corazón (ritmo cardiaco y electrocardiograma), estos son los signos vitales que los médicos utilizan para poder diagnosticar una patología, la cual se manifiesta como un cambio anormal en los signos vitales antes mencionados, ya que con esta información es más evidente notar alguna degeneración en algún sistema, musculo u órgano del cuerpo humano [1, 2, 3, 4].

2. Métodos

Los materiales a utilizar dentro del sistema de monitoreo son los siguientes: sensor de temperatura lm35, Sensor de pulsos para tarjeta de desarrollo, electrocardiógrafo ad8232, tarjeta de desarrollo arduino nano, shield para arduino nano y fuente de alimentación. Todos estos serán descritos a continuación.

Tarjeta de desarrollo arduino nano y shield para arduino nano

El arduino nano (figura 1) es una tarjeta pequeña, completa y fácil de usar basada en el ATmega 328p, el arduino nano puede ser alimentado de diferentes formas: mediante un cable mini USB, una fuente de alimentación no regulada 6-20 V en el pin 30 ó un fuente regula de 5 V en el pin 27 la fuente de alimentación se selecciona automáticamente.



Figura 1 Arduino nano.

Con el shield para el arduino nano (figura 2) vamos a poder hacer las conexiones necesarias de nuestros sensores, ya que el arduino nano no cuenta con los pines adecuados para poder hacer la conexión y con el shield es más fácil porque este cuenta con una serie de bloques t con tornillos opresores los cuales nos van a ayudar a que las conexiones de los sensores no queden flojas.

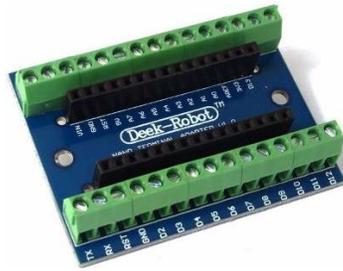


Figura 2 Shield para arduino nano.

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación (figura 3) de los sensores consta de 2 reguladores de voltaje 7805 y un diodo Zener a 3.3 V, uno de los reguladores de voltaje tendrá una salida directa a l sensor de temperatura el cual se alimenta a 5 V; el siguiente regulador lleva un diodo Zener el cual va a realizar la función de regular el voltaje a 3.3 V, voltaje necesario para que nuestros sensores de pulso y electrocardiógrafo trabajen, ya que requieren de este voltaje para su correcto funcionamiento.

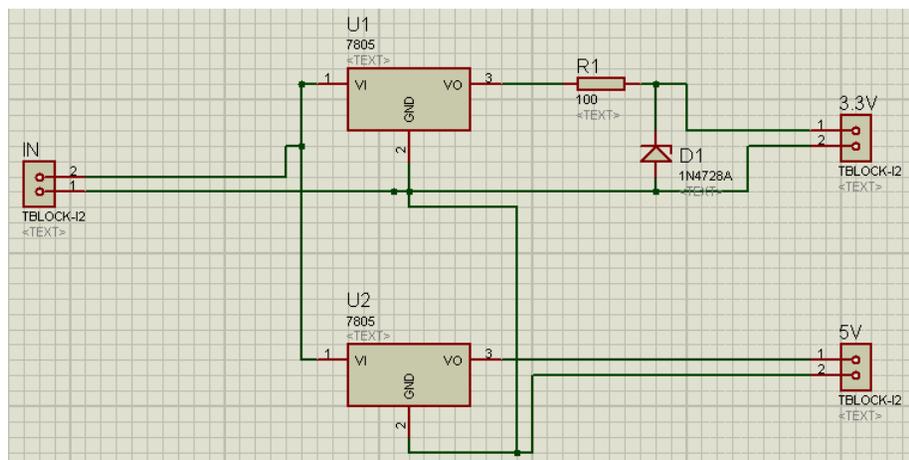


Figura 3 Diagrama esquemático de la fuente.

Electrocardiógrafo ad8232

El componente principal utilizado en el electrocardiógrafo (figura 4) es el amplificador ad8232 de la compañía *Analog Device*, dicho dispositivo tiene integradas las funciones de: compensación, filtrado y amplificado de la señal adquirida, características necesarias y requeridas al momento de hacer alguna revisión al corazón del paciente, para observar su funcionamiento y corroborar que no exista alguna cardiopatía que pueda afectar a nuestra salud o en caso de existir sea fácilmente detectable.



Figura 4 Electrocardiógrafo ad8232.

Sensor de pulsos

El pulsímetro como el mostrado en la figura 5, utilizado para la medición del pulso está compuesto de un sensor de luz APDS-9008, un amplificador de baja frecuencia y un diodo led, el cual al ser colocado y utilizado en un dedo, el paso de la sangre reduce ligeramente la cantidad de luz siendo este led capaz de traspasar el dedo y este pequeño cambio de luz lo detecta como un pulso, ya que cada cambio de color es el flujo sanguíneo del corazón bombeando sangre y un pulso enviado a la arteria o al musculo. Este sensor tiene una excelente respuesta a los cambios de luz muy cercano al ojo humano, una muy baja sensibilidad a los cambios de luz su rango de temperatura de trabajo es de -40°C a 85°C .

Sensor de temperatura

El sensor de temperatura *lm35* de la compañía *National Semiconductor* (figura 6) es una muy buena herramienta para el monitoreo de la temperatura corporal, ya

que en comparación del termómetro de mercurio donde en este último la exactitud de la medición se ve afectada por la agudeza visual del usuario, el sensor lm35 se encuentra directamente calibrado en grados centígrados, su factor de escala es lineal de 10 mV/°C, clasificado para un rango de lectura de -55 °C a 105 °C, es de escaso calentamiento, su rango de trabajo es desde los 4 V a los 30 V, ideal para aplicaciones remotas, situación que facilita el monitoreo remoto de temperatura por medio de dispositivos electrónicos.



Figura 5 Sensor de pulsos.

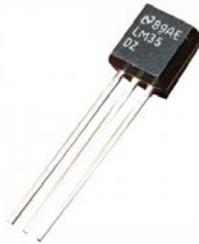


Figura 6 Sensor de temperatura.

3. Funcionamiento

El sistema de monitoreo se diseñó en base a la interfaz arduino-labview mediante la cual se utiliza un sketch llamado lifa_base el cual es el encargado de hacer la conexión de arduino y labview, este sketch es cargado al arduino mediante el IDE del mismo.

Como se muestra en la figura 7 tenemos el diagrama a bloques del sistema en el cual se muestra el shield, el cual sería el encargado de hacer la conexión entre los sensores y la interfaz gráfica. Esta interfaz va hacer la encargada de hacer posible el monitoreo local y a distancia, haciendo todo esto posible gracias a la

herramienta web publishing tool la cual nos va a entregar una dirección IP con la que va a ser posible su acceso a través de internet.

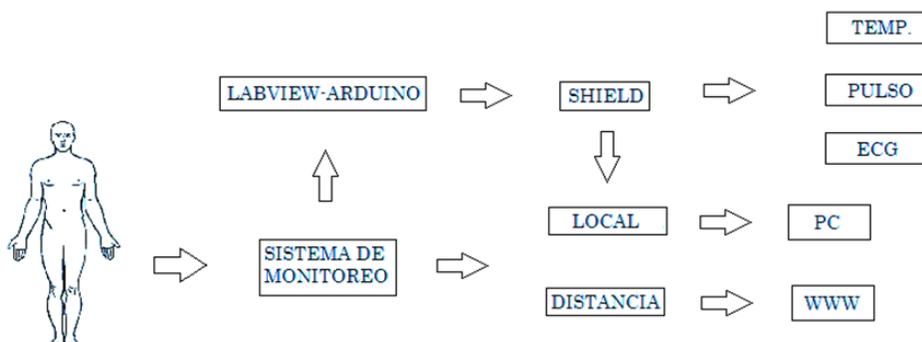


Figura 7 Diagrama a bloques del sistema.

4. Discusión y análisis de resultados

Dentro de los resultados obtenidos que se muestran a continuación, fueron realizados a una persona que no presenta ninguna patología que representara algún riesgo para la persona. El método de análisis con el cual se realiza esta técnica de monitoreo no representa ni representara ningún riesgo para la persona o enfermo al cual se le realice este análisis. A continuación se muestran los resultados por cada tipo de variable utilizada en el monitoreo.

Electrocardiograma

En la figura 8 que se muestra a continuación se puede observar la señal bioeléctrica del corazón observándose que en las diferentes partes que lo componen, no se observa alteración alguna pudiéndose notar que no tiene ninguna cardiopatía que represente algún riesgo para la salud del paciente.

Temperatura corporal

Se midió la temperatura corporal (figura 9) con el sensor Im35, el cual arroja una temperatura considerada normal de 37.24 grados centígrados, pudiendo observar que la persona se encuentra sana y no presenta ninguna enfermedad ni signo de alarma que pueda ser un factor de riesgo para la salud del paciente.

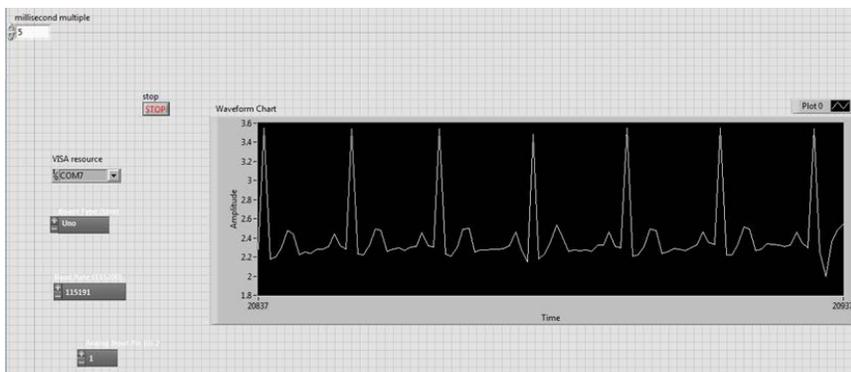


Figura 8 Electrocardiograma.

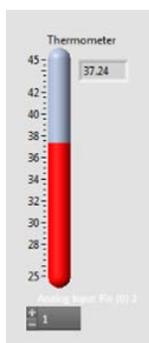


Figura 9 Lectura de temperatura.

Pulso

En el resultado de la lectura que se realizó se muestra señal constante sin variación en el tiempo o el espacio entre donde empieza y termina el ciclo dando por hecho que no existe alguna arritmia ni bradicardia que nos muestre una afección cardíaca ni alguna patología que afecte al paciente dado que fueron constantes los pulsos (figura 10).



Figura 10 Frecuencia cardíaca.

5. Conclusiones

- La implementación de este tipo de sistemas de monitoreo, requiere de conocimientos y habilidades de sobre el comportamiento de los diferentes tipos de sensores.
- La implementación de la interfaz gráfica fue de gran ayuda por sus gráficos y facilidad de sintonización en la computadora.
- La integración de nuevos sistemas para el monitoreo de los signos vitales y señales bioeléctricas del cuerpo humano facilitará el diagnóstico temprano de enfermedades y consecuentemente proponer un tratamiento óptimo impactando en el promedio de vida del ser humano.
- La fusión de estos dispositivos facilita el monitoreo y diagnóstico temprano de varias enfermedades. es recomendable su uso de estos dispositivos en personas que se encuentran limitadas de movimiento ya que esto facilita a los médicos el diagnóstico de los diferentes tipos de patologías y a familiares el poder estar más al pendiente de la persona y poder evitar percances que puedan ser fatales.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Mackowiak PA. Temperature regulation and the pathogenesis of fever. In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, eds. *Principles and Practice of Infectious Diseases*. 7th ed.
- [2] Salud y bienestar (s/d), "las causas de la baja frecuencia del pulso" [en línea] <http://lasaludi.info/la-frecuencia-del-pulso-baja-causa.html>
- [3] Cooper J (1986). "Electrocardiography 100 years ago. Origins, pioneers, and contributors". *N Engl J Med* 315.
- [4] Harrison *Principios de Medicina Interna* 16a edición (2006). Harrison online en español. McGraw-Hill.