

Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico para la Medición del Ritmo Cardíaco mediante la Técnica de Pulsometría.

G. Andrade.

Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga

galoandradet@yahoo.com.

Abstract-

El pulsímetro mide la tasa cardíaca en reposo, la progresión de la frecuencia de los latidos hasta el punto de esfuerzo máximo y su descenso durante la etapa de reposo.

En el presente artículo se desarrolla un pulsímetro didáctico que va a mostrar la forma de onda de las pulsaciones en un osciloscopio virtual. El módulo constará de una etapa de adquisición de la señal fisiológica mediante un sensor piezoeléctrico, una etapa de acondicionamiento donde la señal será tratada para obtener una forma de onda del ritmo cardiaco particular, una etapa de digitalización de forma que la señal pueda ser enviada de forma inalámbrica mediante una comunicación Zigbee y por último la visualización de los datos será mediante una Interfaz Gráfica realizada en el software de Labview.

Palabras claves—Pulsímetro, Osciloscopio Virtual, Red Zigbee Frecuencia Cardíaca.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el desarrollo tecnológico de las comunicaciones se ha ido incorporando vertiginosamente en la administración de procesos, en los que se necesita información en tiempo real para tomar decisiones, para simular tendencias, para optimizar procesos. El uso de instrumental médico para la monitorización de signos vitales en pacientes es sin duda alguna uno de los campos que cambia vertiginosamente con el pasar de los años. El proyecto entonces muestra la forma de adquirir, tratar y mostrar una de las señales fisiológicas del ser humano como es el ritmo cardiaco a partir de la Técnica de Pulsometría o medición del pulso.

TÉCNICAS DE CAPTURA DEL PULSO CARDÍACO.

Hay muchas formas de tomar el pulso y, por lo tanto, de calcular el pulso o frecuencia cardíaca.

a. Manual

Para medir el pulso sin la ayuda de ningún aparato electrónico, necesitaremos colocar los dedos índice y corazón (nunca el pulgar) en una parte del cuerpo donde una arteria pase muy cerca de la piel. Así, puede medirse en el cuello (pulso carotídeo), en la muñeca (pulso radial), en la ingle (pulso femoral), en la parte interna del codo (pulso cubital), en la parte posterior de la rodilla (pulso poplíteo), en la sien (pulso temporal) o en la cara interna del pie (pulso medio).

Una vez que se tenga localizado el pulso en una de estas zonas, presionando suavemente con los dedos hay que contar cuántas pulsaciones tenemos en un minuto (o en medio minuto y multiplicarlo por dos). [1]

b. Fotopletismográfico

Es un método que basa la determinación de la Presión Arterial (PA), en la atenuación de radiación infrarroja. Se diseñó para ser usado en el dedo de la persona (como un oxímetro).

Este método permite el monitoreo continuo de la Presión Arterial y también la visualización y registro de las curvas de presión. [8]

c. Pulsometría

La frecuencia cardíaca también se puede medir con ciertos aparatos electrónicos, que están especialmente indicados para

tomarla cuando se está realizando una actividad física. Se trata de los conocidos como pulsímetros, aunque su nombre más correcto es el de frecuencímetro cardiaco.

Estos aparatos se componen de una cinta que se coloca a la altura del pectoral y que está conectado con un reloj que mide la frecuencia cardiaca. [2]

DISEÑO DEL SISTEMA

A continuación se presenta el diseño y construcción de un módulo didáctico de un medidor de pulso cardiaco mediante la técnica de pulsimetría, el cual se encuentra dirigido a cubrir la necesidad de los estudiantes para su respectiva capacitación sobre la adquisición de señales cardíacas por medio de un sensor piezoeléctrico, y la visualización de las mismas mediante una interfaz gráfica de usuario desarrollada en el entorno de software de Labview.

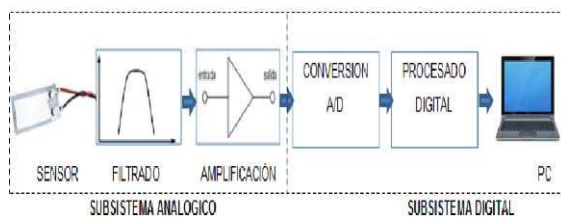


Fig. 1 Diagrama de bloques del sistema.

SOFTWARE UTILIZADO

Para desarrollar el proyecto se utiliza el software de Labview para la interfaz del usuario y X-CTU para programar los módulos Zigbee.

LabVIEW es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, y su origen provenía del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica) sino también a su programación embebida. Un lema tradicional de LabVIEW es:

"La potencia está en el Software", que con la aparición de los sistemas multinúcleo se ha hecho aún más potente. Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de

aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a profesionales de cualquier otro campo.

LabVIEW consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante -tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware. [2]

II. HARDWARE UTILIZADO

Se detallan a continuación los equipos utilizados para el desarrollo de la aplicación.

COMPONENTES DE LA APLICACIÓN

- Computador
- Tarjeta Arduino Uno
- Sensor PiezoFilm LTD-028K
- Módulos Xbee serie uno
- Xbee shield
- Amplificadores Operacionales
- Resistencias
- Condensadores

DISEÑO DE LA ETAPA DE ACONDICIONAMIENTO

Sensor piezoeléctrico

La primera parte de la etapa de acondicionamiento está constituida por el sensor piezoeléctrico, que para este diseño será modelado mediante una fuente de tensión en serie con una capacitancia.

La línea discontinua representa el "contenido" del componente de película piezoeléctrica. La fuente de tensión V_s es generada por el propio piezoeléctrico y es directamente proporcional al estímulo aplicado como presión o tensión.

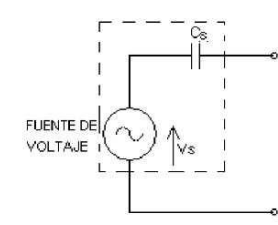


Fig. 2 Diagrama equivalente del Piezo Film. [3]

DISEÑO DE LA ETAPA DE DIGITALIZACIÓN.

Una vez que se obtiene una señal analógica definida que nos muestre el pulso cardiaco podemos proceder al posterior procesado digital. Para este cometido se utilizara una tarjeta Arduino en la cual se ingrese la señal a una entrada analógica



Fig. 3 Diagrama de la etapa de digitalización

DISEÑO DE LA ETAPA DE COMUNICACIÓN

A continuación se muestra la conexión de los Módulos Xbee para con el transmisor (Modulo Didactico) y para el receptor (Computador), los mismos que están dispuestos para el proyecto.

a. Conexión XBee Explorer con el computador

En la figura 4 se muestra la conexión entre el Modulo Xbee y el computador.



Figura 4. Conexión del XBee Serie Uno con el computador. [4]

La placa XBee se conecta por medio del puerto USB (ver figura 2.8). Por medio de este puerto se energiza el XBee y se establece comunicación. Para configurar la conexión entre Xbee serie Uno se utiliza el programa X-CTU (Solo disponible para Windows), el cual se puede descargar desde internet. Además del X-CTU, se deberán instalar los controladores adecuados para Xbee Explorer, la mayoría de estos adaptadores utilizan drivers FTDI.

b. Conexión XBee Shield con Arduino.

Se energiza la placa XBee Shield directamente del Arduino en la terminal de 5V regulándolos a 3.3V necesarios para el

funcionamiento del XBee. Cuenta con un led indicador de encendido y un botón de reset. La conexión entre la placa

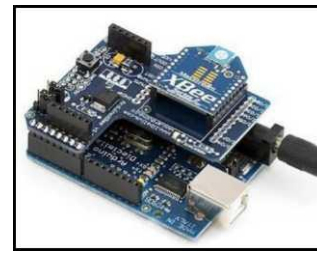


Figura 5. Conexión modem XBee, Shield y Arduino. [4]

XBee Shield y la tarjeta Arduino es simple como se observa en la figura 5.

II. INTERFAZ DEL USUARIO

Panel Frontal

Para el proyecto se elaboró una pantalla principal (ver figura 6.) que muestra el nombre del Módulo que en este caso es de PULSOMETRIA con una imagen relacionada al interés del proyecto, un osciloscopio virtual permite observar la gráfica de la forma de onda que se obtendrá del pulso arterial así como también mediante el indicador digital se mostrara el dato en BPM.

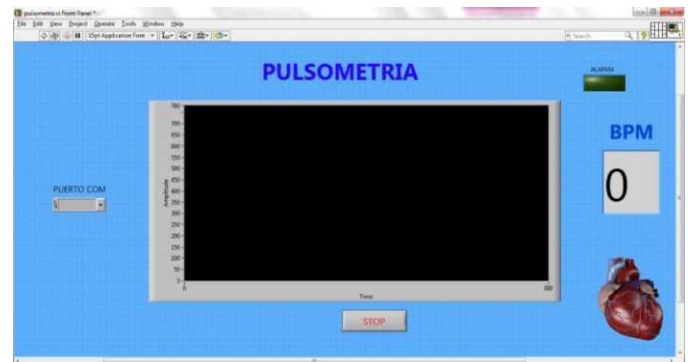


Fig. 6 Interface de interacción del proceso para el usuario.

Diagrama de Bloques.

En la figura 7 se muestra la programación en lenguaje gráfico realizado en el panel de diagrama de bloques del software de Labview.

Mediante las herramientas que nos brinda este entorno de programación se puede realizar la adquisición por el puerto en

el que se haya conectado el módulo Xbee, el procesamiento de esta señal y la presentación de los datos en forma gráfica y de valores.

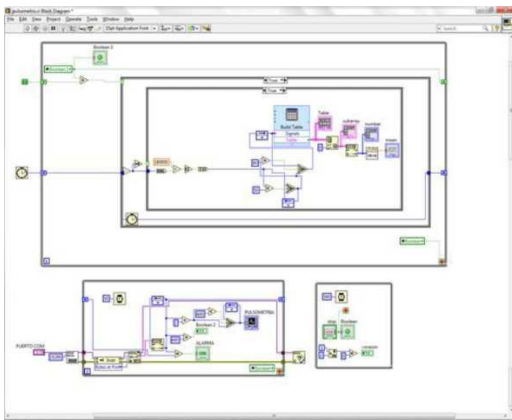


Fig. 7 Diagrama de bloques de la aplicación.

IV. CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó un módulo didáctico mediante la técnica de Pulsometría por medio del cual se puede observar de forma gráfica la frecuencia cardíaca así como su valor de forma numérico, todo esto mediante una interfaz gráfica intuitiva con el usuario
- La técnica de pulsometría consiste en un método no invasivo para la medición del ritmo cardiaco, por tal motivo es susceptible a variaciones del entorno fisiológico a la cual se aplique este tipo de medición.
- La comunicación inalámbrica por medio de Zigbee permite que la velocidad de transmisión sea modificada en los módulos Xbee actualizando su firmware lo cual permite que la monitorización al paciente se acerque al tiempo real obteniendo así un resultado óptimo.
- La conexión entre el sensor piezoeléctrico y el circuito interno del módulo no debe tener un medio de comunicación físico con una separación excesiva ya que esto contribuye a que se generen interferencias cuando se realizan las mediciones.
- La utilización de un sensor piezoeléctrico, LTD1-028K, para la adquisición de señales fisiológicas produce gran cantidad de error en la medición debido a su alta sensibilidad por lo que se hace necesario la utilización de circuitos de

filtraje con el propósito de minimizar señales que afecten a la medición.

V. REFERENCIAS

- [1] A. RODRIGUEZ, «EL MUNDO,» 3 9 2005. [En línea]. Available: <http://www.elmundo.es/salud/2005/628/1125698415.html>. [Último acceso: 12 01 2015].
 aspx?id=5435. [Último acceso: 20 11 2014].
- [2] P.U.C ESCUELA DE MEDICINA, «EXAMEN FISICO: PULSO ARTERIAL,» 2012. [En línea]. Available: <http://escuela.med.puc.cl>
 /paginas/Cursos/tercero/IntegradoTercero/ApSemiologia/30_P ulso.html. [Último acceso: 5 03 2014].
- [3] N. PIZARRO, «FRECUENCIA CARDIACA Y PULSO,» [En línea]. Available: <https://4023molinero.files.wordpress.com/2009/09/frecuencia-cardiaca-y-pulso.pdf>. [Último acceso: 03 2015].
- [4] measurement SPECIALITIES, 2015. «meas-spec.com,» 2015. Available: http://www.meas-spec.com/product/t_product.



Andrade Galo nació el 12 de Abril de 1987 en la ciudad de Saquisilí, Provincia de Cotopaxi. Graduado en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Latacunga – Ecuador, en Ingeniería Electrónica e instrumentación. Email: galoandradet@yahoo.com