

LAB-VIEW Y LOS MICROCONTROLADORES A LA VANGUARDIA DE LA AUDIOMETRÍA

RESUMEN

Con este artículo se pretende dar a conocer la construcción de dos versiones diferentes, (pero con el mismo propósito), de un audiómetro básico, utilizado para la medición de umbrales auditivos y la determinación de oídos lábiles a la fatiga. En la primera versión se recurre al software **LabView** para poder llevar a cabo el respectivo examen y al mismo tiempo poder observar cada una las curvas que el paciente va presentando a medida que se hace la prueba. En la segunda versión se realiza el diseño y la construcción del audiómetro, pero en este caso, recurriendo a la tecnología del microcontrolador 16F877, con el objetivo de tener a disposición un sistema microcontrolado que permita hacer las medidas requeridas para esta clase de diagnósticos.

PALABRAS CLAVES: Audiómetro, Frecuencia, microcontrolador PIC 16F877, sistema autónomo.

ABSTRACT

With this article he claims to give to know the two different version construction, (but with the same purpose), of the basic, used for the auditory threshold measurement and the labile ear to the fatigue determination.

In the first version it is appealed to the software LAB-VIEW to be able to carry out the respective exam and at the same time to be able to observe each the curves that the patient goes presenting as the test is made. In the second version there is realized the design and the construction of the audiometer, but in this case, resorting to the technology of the microcontroller 16F877, with the target to have at disposal an microcontroller system that allows to do the measurements needed for this class of diagnoses

KEYWORDS: *Audiometer, frequency, microcontroller PIC 16F877, autonomous system.*

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se presenta la versión II de **un Audiómetro Computarizado**, pero en esta oportunidad mostrando dos prototipos diferentes, cuya finalidad es ejecutar las pruebas que un audiómetro básico realiza.

El primer prototipo se construyó utilizando como herramienta el diseño de software utilizando **LabView**, que, de acuerdo a sus características permite generar los rangos de frecuencia e intensidad, requerida para los audiómetros básicos. Este prototipo está en capacidad de producir al mismo tiempo, la señal de ruido blanco para el enmascaramiento del oído que se presume, presenta dificultades auditivas.

Los resultados obtenidos en los exámenes por vía aérea y ósea se almacenan en una base de datos, que es manejada a través de un toolkit especial del LabView. Dicha información puede ser impresa y analizada por el médico o el especialista en cuestión en el instante que lo requiera.

HUGO ARMANDO GALLEGO B.

Profesor asistente
Departamento de Física
Universidad Tecnológica de Pereira
ugo@utp.edu.co

HOOVER OROZCO G.

Profesor asistente
Departamento de Física
Universidad Tecnológica de Pereira
Hog1084@utp.edu.co

DIEGO FERNANDO SALAZAR

Profesor
Departamento de Física
Universidad Tecnológica de Pereira
Diegosalazarp@gmail.com

El segundo prototipo también nos permite hacer el diagnóstico por vía aérea y vía ósea de los oídos pero esta vez utilizando un sistema microcontrolado cuyo cerebro es el PIC16F877 de la compañía Microchip.

Este dispositivo cuenta con características especiales de funcionamiento entre otras:

- La memoria
- Los módulos de comunicación y
- La conversión A/D.

Estas características especiales del microcontrolador hacen que nuestro sistema microcontrolado, pueda determinar los umbrales auditivos del paciente y almacenar los datos del examen, para luego ser descargados en un ordenador y así poder analizar, guardar o imprimir la información..

Se espera, por tanto obtener dos prototipos de audiómetro confiables, que manejen las pruebas que un audiómetro tradicional realiza, además de poder

trasladarlo a cualquier institución o empresa que necesite hacer pruebas de barridos audiométricos.

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA EL AUDIÓMETRO BASADO EN LABVIEW.

En el software LabView los programas se encuentran codificados en archivos conocidos como instrumentos virtuales con extensión “.vi” por sus siglas en inglés (virtual instruments); el archivo principal de esta aplicación tiene el nombre “Audiometro.vi”. En la figura 1 se muestra el panel principal de este instrumento, donde a la derecha del panel se observa un diagrama que es de uso común para representar los resultados del examen.

El examen consiste, a grandes rasgos, en medir el nivel mínimo en decibeles que un paciente es capaz de escuchar de una onda de cierta frecuencia y determinada amplitud: el proceso se repite para varias frecuencias establecidas. Es por esta razón que recurrimos al sistema de desarrollo para diseñar el panel principal, figura 1, donde están representados los niveles mínimos en decibeles contra las frecuencias de las ondas que se necesitan para cada una de las pruebas a realizar.

En la parte izquierda, de la misma figura se puede observar una serie de controles que permiten modificar las variables necesarias para el examen y tomar los datos. Estos controles pueden ser activados mediante el uso del puntero o mouse de manera tradicional haciendo click sobre él. Además, para que el sistema sea más amigable, se tienen teclas de acceso rápido que permiten activarlos desde el teclado.

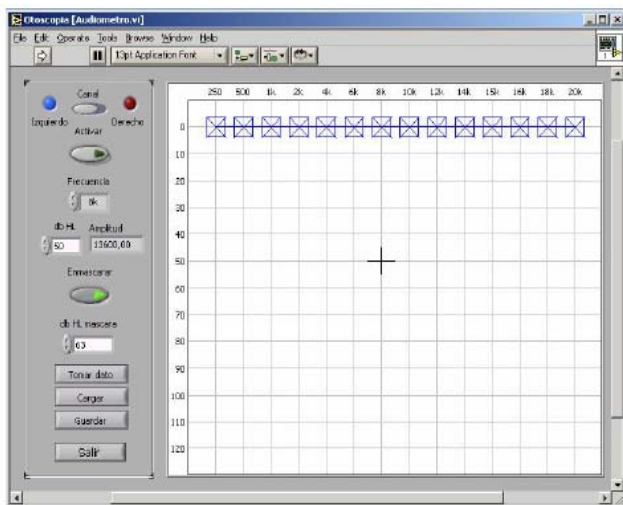


Figura 1. Panel principal

A continuación se describe cada una de las acciones de los controles junto con su tecla de acceso rápido en paréntesis:

Canal ©. Seleccionar el canal de salida u oído a examinar cambiando de oído en cada pulsación.

Activar (a). Activa y desactiva la salida de audio.

Frecuencia. Selecciona la frecuencia de la señal.

db HL. Cambia la intensidad de la señal.

Enmascarar (m). Activa y desactiva el enmascaramiento o emisión de ruido blanco en el oído opuesto.

db HL máscara. Cambia la intensidad del ruido blanco.

Tomar dato (espacio). Marca en el diagrama la frecuencia e intensidad actuales, que se utilizan cuando el paciente indica que escuchó la señal.

El sistema cuenta con un cursor identificado por una cruz de color negro. Este cursor indica la frecuencia e intensidad actualmente emitidas; cuando se presiona el botón, tomar dato o la barra espaciadora, el punto del gráfico perteneciente a esa frecuencia se ubica en la posición del cursor. Este cursor se puede desplazar por la pantalla utilizando también las flechas del teclado (arriba, abajo, derecha, izquierda) modificando así la frecuencia e intensidad emitidas.

Para mostrar la información del paciente en la base de datos es necesario cargar la base y colocar la información que sugiere el cuadro que muestra la **figura 2**.

Figura 2. Informe del paciente

Cargar. Permite acceder desde la base de datos, los resultados de un examen efectuado previamente a un paciente.

Guardar. Permite almacenar los datos del examen en la base de datos.

Salir. Termina la ejecución del programa.

2.1 Almacenamiento de datos. Para manejar los datos del paciente y la información del examen se utiliza como herramienta LabView SQL Toolkit, el cual permite conectarse con ACCESS para luego poder crear o modificar la base de datos generada, desde el entorno de Labview.

Esta base de datos tiene diferentes campos, los cuales están relacionadas con la información del paciente y el examen que se realiza. Es de notar que **Addons** es la carpeta que incluye las librerías necesarias para la comunicación con la base de datos.

El siguiente es el panel de diagramación básico para crear modificar y abrir la base de datos; en este panel se

pueden observar algunos de los vis utilizados, los cuales aparecen dentro de las funciones de LabView, después de instalar el toolkit especializado para manejar la base de datos como se observa en la **figura 3**.

Es de anotar que para crear la base de datos, se deben conectar entre si. Algunos de éstos, tienen parámetros que dependen de la tarjeta de sonido y de la calidad de la onda. Un ejemplo es la resolución del conversor digital análogo.

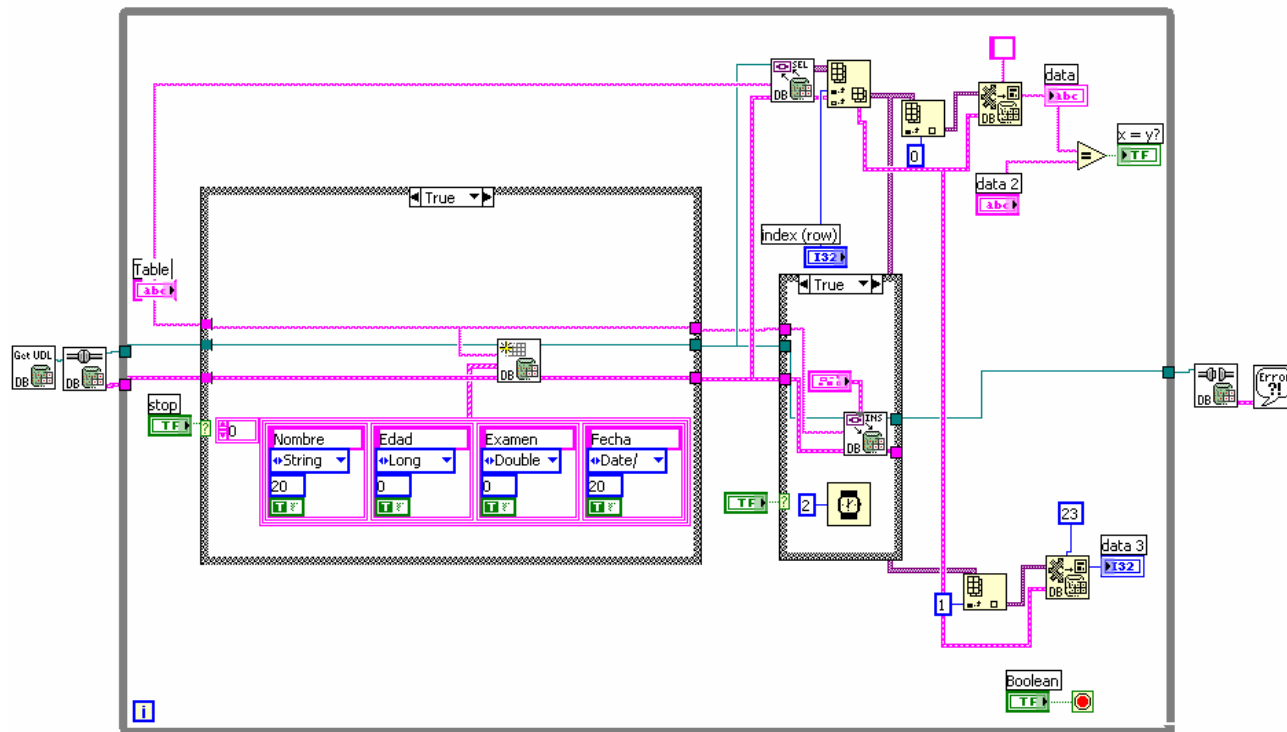


Figura 3.

definir los campos y el tipo de variable que se desea almacenar. Por ejemplo si se desea almacenar el nombre del paciente es necesario definir la variable, como tipo string (cadena de caracteres); saber declarar estas variables permiten acceder de una forma ordenada y fácil a la base de datos, y al mismo tiempo evitan errores de almacenamiento.

2.2 Generación de señales

Para obtener las señales necesarias que se utilizan en audiometría se recurre a la plataforma LabView ya que tiene implementadas las funciones especiales para la generación del sonido.

Inicialmente se debe configurar la tarjeta de sonido, para luego comenzar la generación de las ondas (incluyendo el ruido blanco) a través de las salidas de la tarjeta, las cuales presentan características de frecuencia y amplitud muy exactas.

Como se ha dicho anteriormente, el primer paso es la configuración de la tarjeta de sonido, proceso que se puede ver en la figura 4. En ella existen los vis que se

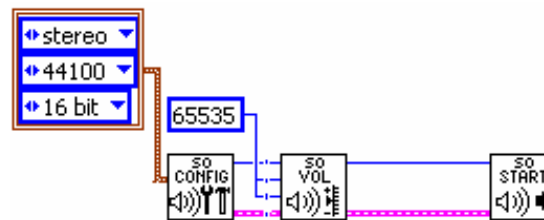


Figura 4.

Para escribir directamente en la tarjeta de sonido se utiliza el Subvi de la figura 5.



Figura 5.

Después de terminar el examen, se debe liberar la tarjeta de sonido y borrar el buffer donde están almacenados los datos almacenados, figura 6.

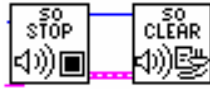


Figura 6.

Es de notar que LabView tiene implementado una función especial para generar ruido blanco. Esta función es muy importante en el desarrollo del proyecto, ya que de esta manera se puede enmascarar o distraer, el oído con dificultades auditivas.

3. METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA EL AUDIÓMETRO CON MICROCONTROLADOR

El audiómetro con microcontrolador es un dispositivo que tiene varias funciones: Una de ellas es almacenar la información básica del paciente y los datos obtenidos en la audiometría.

Para generar las señales necesarias en el examen, se recurre a un PIC 16F877 que controla el generador de onda XR2206, cuya función es generar las señales a las frecuencias requeridas. El microcontrolador aumenta o disminuye la frecuencia y la intensidad del sistema, utilizando como elemento de control un potenciómetro digital. La intensidad del ruido blanco, también es controlada a través del microcontrolador con base a un programa que entrega una señal digital para hacer control sobre el potenciómetro digital.

Finalmente estas señales se amplifican con ayuda de un circuito de amplificación de audio el cual utiliza un

potenciómetro que regula los niveles de intensidad de las señales.

La comunicación con el ordenador se realiza a través del puerto serial RS232, el cual debe tener unos niveles mínimos de voltaje para que la comunicación se realice.

El C.I MAX232, acondiciona estas señales de comunicación elevando los niveles de voltaje del microcontrolador.

Una de las grandes ventajas de este prototipo, es que se le adapta un dispositivo de memoria externa el cual almacena la información suministrada por el paciente en el momento del examen; esta información almacenada en se puede leer con ayuda de un lector de memorias seriales y así descargarla al computador sin necesidad de mover el audiómetro.

Una de las características del audiómetro es su pantalla LCD. Esta permite al usuario poder observar qué rango de frecuencias está generando el audiómetro. Dichas frecuencias se pueden aumentar o disminuir utilizando los pulsadores.

El microcontrolador fue programado en Basic en la plataforma PROTON, dentro de la cual existen funciones que permiten la comunicación, el manejo del LCD y el control de dispositivos externos de una forma rápida además, tiene implementadas instrucciones para cálculos complejos.

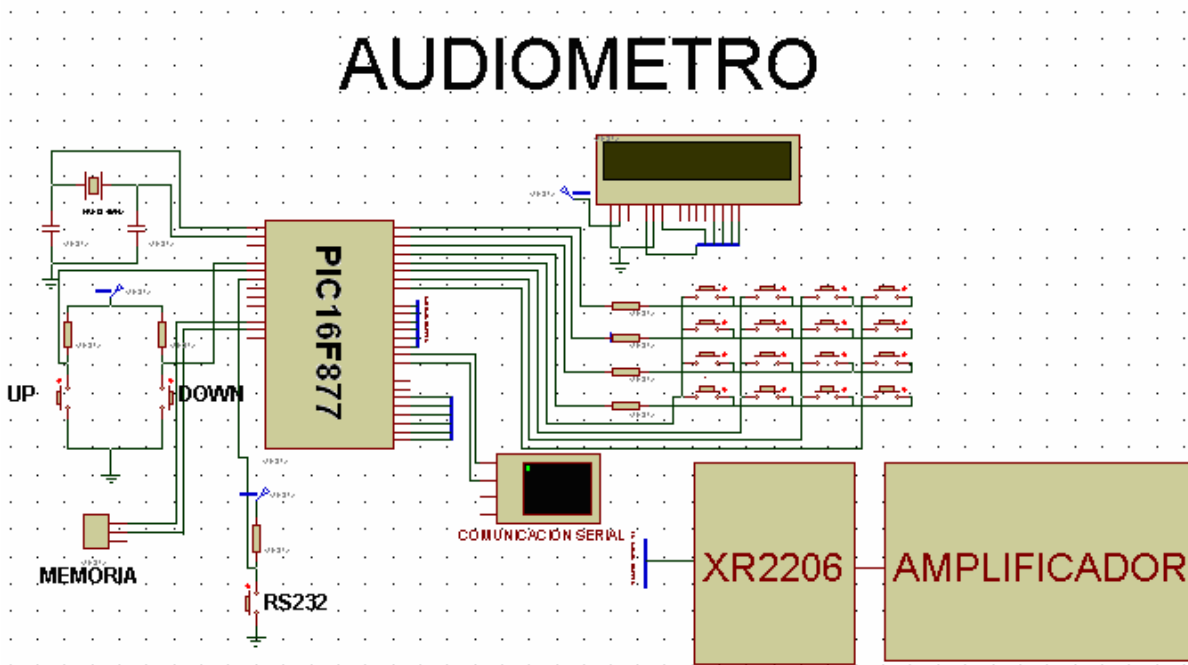


Figura 7. Diagrama Electrónico

En la figura 7 se observa el diagrama electrónico, donde el microcontrolador tiene comunicación con un teclado matricial que tiene como función permitir al usuario introducir la información alfanumérica del paciente, tales como el nombre, edad, dirección, etc.

La apariencia externa del audiómetro se puede observar en la figura 8.



Figura 8. Audiómetro

4. Calibración

La calibración del audiómetro computarizado se está realizando con base a los datos obtenidos de un audiómetro básico utilizado en el Instituto de Audiología Integral. Para ello se ha contado con los siguientes resultados.

Para la vía aérea. Figura 9. (En este caso, se hace la prueba utilizando los auriculares). Datos de frecuencia (en Hertz) y voltaje (en milivoltios)

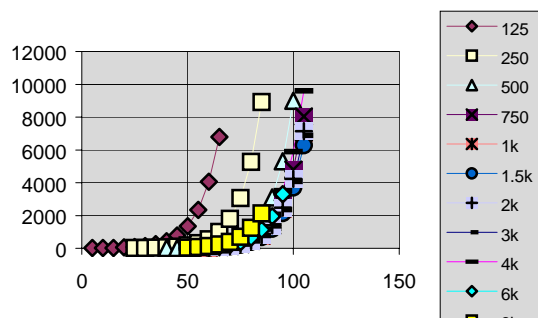


Figura 9. Datos de la prueba por vía aérea

Si linealizamos los datos obtenemos el gráfico de la figura 10.

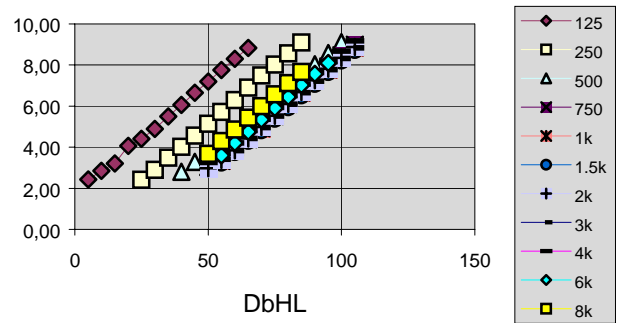


Figura 10. Datos de la prueba linealizados

Para la prueba en vía ósea figura 11. Se obtuvieron los siguientes datos de frecuencia.

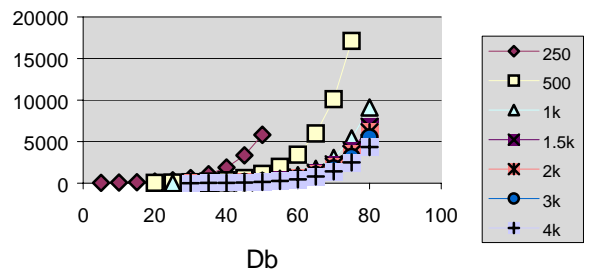


Figura 11. Datos de la prueba por vía ósea

Al linealizar los datos anteriores obtenemos como resultado el siguiente gráfico.

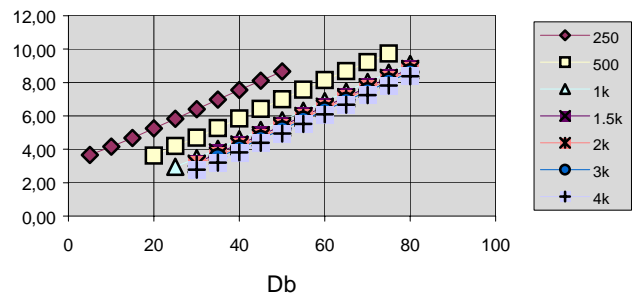


Figura 12. Gráfico linealizado de la prueba por vía aérea

5. ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

Como se ha podido observar, el audiómetro las señales necesarias para la realización de los exámenes y el respectivo almacenamiento de los datos recolectados.

Una gran ventaja del sistema de almacenamiento es que la fuente de datos puede ser accesada desde cualquier programa que pueda tomar datos de una base de datos SQL lo cual, facilita el análisis y publicación de los mismos.

Dos transductores: los audífonos y el transductor para la prueba por vía ósea ya fueron adquiridos y el sistema se encuentra listo para sus pruebas iniciales. En la actualidad se está haciendo la calibración para los rangos de amplitud (intensidad) en cada una de las frecuencias.

La solución planteada para este problema consiste en tomar muestras de las amplitudes a distintas frecuencias que produce un equipo patrón de audiometría con los mismos transductores (marca y modelo) para varios valores de decibeles de salida y utilizar esos datos para calcular las características de la señal que debe usar nuestra implementación.

6. CONCLUSIONES

Los prototipos de audiómetro presentados en el artículo tienen como finalidad hacer un aporte tecnológico en el campo de la audiometría, ya que debido a sus características, pueden utilizarse en nuestro entorno.

Se utilizan para medir los umbrales mínimos de audición del paciente. Con estos dispositivos se pueden hacer medidas de audición recurriendo a las pruebas por vía aérea y ósea. Es de notar que dadas las condiciones ya explicadas se puede recurrir a estas pruebas para realizar simultáneamente la prueba del weber audiométrico, la cual se lleva a cabo utilizando el transductor de vía ósea.

6.1 Características específicas de los prototipos.

Fácil manejo. Los diseños realizados fueron pensados de tal manera que el usuario tenga una forma fácil de realizar el examen, ya que los controles y las ayudas le dan un entorno amigable. Sin embargo, con el objetivo de cumplir con las normas establecidas en estos procesos, se diseñará un manual práctico para el manejo y funcionamiento del mismo.

Fácil implementación. Se puede instalar en cualquier sitio que se desee realizar la prueba, debido a su diseño.

Guardar la información del paciente. Se memoriza la información del examen y los datos del paciente para ser utilizada en el momento en que se requieran.

Respaldo técnico y bajo costo. Al construir los prototipos se desea dar un respaldo técnico para el mantenimiento y la calibración del equipo, ya que los actuales audiómetros tienen la desventaja de que en el momento de existir una falla, (por software o por hardware) es necesario resolver el problema en otro país o ciudad. Lo anterior genera pérdida de tiempo y dinero. Esa es la razón por la cual diseñar y construir prototipos en la región con tecnología de bajo costo y de fácil consecución genera grandes ventajas para los usuarios.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] DAVIS, H. Y SILVEMAN SR. Audición y Sordera. Mexico: talleres gráfico de Editorial Fournier S.A
- [2] SEARS, ZEMANSKY, YOUNG; FREEDMAN. Física Universitaria Volumen 1. Editorial Pearson
- [3] DIHIGO, Manuel E. Biología Humana.
- [4] GONZALEZ J. IBEAS. Introducción a la Física y Biofísica. Madrid: Alhambra.
- [5] GOODHILL, Victor. El oído. Enfermedades, sordera y vértigo. España: Salvat Editores S.A
- [6] HOLGUIN, Andrés. PÉREZ Sandra. OROZCO Álvaro. Curso Básico Lab View Versión 6i. Universidad Tecnológica de Pereira.
- [7] ROBERT THAYERSATALOFF. Occupational Hearing Loss. Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania, USA