

Dispositivo USB para la adquisición de señales de presión y diámetro arterial

Gómez, Juan Carlos ⁽¹⁾ ⁽²⁾

⁽¹⁾INTI-Electrónica e Informática

⁽²⁾Universidad Favaloro

Introducción

Dentro del área de la Ingeniería del Equipamiento Biomédico es preciso actualizar y adecuar los sistemas de adquisición de datos a las nuevas tecnologías disponibles.

En particular, se ven afectados aquellos sistemas que utilizan computadoras personales (PC) dado que los cambios tecnológicos a los que están sometidos son muy frecuentes. Los nuevos sistemas operativos hacen que las aplicaciones de software queden obsoletas o sean incompatibles. En lo que respecta al hardware los problemas son aún más graves. Los mecanismos de interfaz van quedando lentos para las nuevas necesidades o directamente no están disponibles en las nuevas computadoras.

En el campo de la investigación esta necesidad se agudiza aún más dada la habitual escasez de recursos. Lo anterior hace importante que se cuente localmente con el conocimiento y la capacidad para desarrollarlos, mantenerlos y adecuarlos a las necesidades cambiantes que exige esta actividad.

En la Universidad Favaloro se vienen realizando, desde el año 1984, investigaciones con animales crónicamente instrumentados, midiendo presión y diámetro aórtico con el propósito de identificar, caracterizar y evaluar las propiedades mecánicas de la pared arterial. El instrumental utilizado padece la situación anteriormente descrita.

Con el objeto de contar con una alternativa que pudiera actualizar tecnológicamente parte del instrumental utilizado para realizar estas mediciones, se propuso como trabajo de tesis de la Maestría en Ingeniería Biomédica, el diseño y la construcción de un sistema que permita la adquisición, visualización y almacenamiento de las señales de presión y diámetro arterial empleando una PC o una Laptop, mediante el uso del Bus Serie Universal (USB). Pretendiendo además, que el trabajo realizado fuera la base para futuros desarrollos con mayores prestaciones.

Descripción del trabajo realizado

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos y para definir las características particulares del dispositivo a construir, se entrevistó a los grupos de investigación y se consideró la cadena de instrumentación utilizada hasta el momento conjuntamente con los manuales del equipamiento.

Establecidas las especificaciones preliminares se analizaron las diferentes alternativas para la conexión de un dispositivo de adquisición a una computadora personal, como ser: la colocación de placas en los buses estándar de la PC, utilización de la interfaz serie RS232, port paralelo (impresora) en sus diferentes modos y USB entre otras.

Se seleccionó el USB^{[r 1][r 2]} dado que cumple con todos los requisitos de disponibilidad, ancho de banda, facilidad de conexión, etc. En particular, la clase de dispositivo USB seleccionada fue: Human Interface Device (HID)^[r 3].

Para una mejor interpretación del trabajo presentado es conveniente realizar una breve descripción de la instrumentación necesaria para la medición de presión y diámetro arterial *in vivo*. Básicamente se coloca, operación quirúrgica mediante, un primer sensor de presión, del tipo Konigsberg, en el interior de la aorta del animal. En el mismo lugar, se agrega un catéter que permite la conexión de un segundo sensor, tipo Statham, colocado externamente para fines de calibración. La medición de diámetro arterial se realiza mediante un sonomicrómetro; equipo que indica la distancia entre dos cristales piezoeléctricos midiendo el tiempo que demanda a las vibraciones mecánicas emitidas por uno de ellos en ser detectadas por el otro. Los cristales son implantados sobre la cara externa de la arteria en cuestión de manera que queden diametralmente opuestos entre sí y sobre el mismo punto donde se mide la presión. Las conexiones eléctricas y el catéter se encuentran accesibles por el lomo del animal.

El sistema construido consta de dos grandes partes, el adquirente de datos propiamente dicho y una aplicación o software para PC que permita la visualización y almacenamiento de los valores adquiridos.

El adquirente a su vez, está compuesto por tres canales, dos de presión y uno para diámetro arterial.

Inicialmente se construyó un prototipo funcional con el que se realizaron las primeras experiencias en USB. Con él se implementaron diferentes clases de dispositivos: joystick y teclado. Ambos presentados en un trabajo previo^[r 4].

En una segunda etapa, dedicada al adquirente de datos propiamente dicho, se diseñaron y construyeron los circuitos de las cadenas de amplificación y filtros para las diferentes señales de presión y diámetro (sonomicrometro), la etapa de conversión analógica a digital y la conexión opto-aislada con el microcontrolador.

Dada la necesidad de una conexión directa al "paciente" se construyó el equipo de manera tal que ante la eventualidad de una falla no se permita una circulación de corriente mayor a la establecida en la norma IEC601^[r 5]. El nivel de protección contra shock eléctrico requerido hace que estas partes sean clasificadas como BF. Por ese motivo se separaron ópticamente las señales entre la sección que contiene los amplificadores, filtros y convertidor de la del microcontrolador que está finalmente conectado a la PC. Con igual finalidad se utilizó una fuente aislada para la etapa de entrada.

Los amplificadores se construyeron considerando particularmente los bajos niveles de señal a amplificar, del orden de los microVolt, con especial cuidado de mantener bajos los niveles de ruido, incluyendo los introducidos por los propios componentes.

Finalizando esta etapa se desarrolló el software para el microcontrolador en lenguaje "C". El microcontrolador realiza la adquisición de los valores de las señales y administra el protocolo del sistema USB para comunicarse con la aplicación sobre la PC.

En la etapa final se desarrolló el software para PC, bajo sistema operativo Windows[®] que permite la visualización y el almacenamiento de las señales adquiridas en tiempo real. Los archivos con los datos adquiridos poseen un formato estándar y pueden ser procesados con excel[®] o matlab[®]. El programa permite adecuar la presentación en pantalla acorde a las necesidades del usuario: modificar escalas y la posición relativa de las diferentes señales así como habilitar o inhibir alguna de ellas. Todo el trabajo de programación se desarrolló empleando Visual C++.

Resultados

Se obtuvo un prototipo funcional y se verificó el correcto funcionamiento del sistema completo.

Se calibró el sistema mediante el uso de un generador de presiones.

Se verificó el cumplimiento de las especificaciones eléctricas establecidas para cada canal mediante la inyección de señales y la realización de mediciones de laboratorio.

Se realizó una práctica en el quirófano con un animal recién instrumentado y se validó el sistema comparándolo con el que estaba corrientemente en uso.

El personal que habitualmente maneja la instrumentación destacó la facilidad de uso y de instalación del nuevo equipo.

El presente trabajo, en su forma original, se presentó como trabajo de tesis ante el Jurado seleccionado por la Universidad Favaloro, se defendió públicamente y resultó aprobado con una calificación de nueve puntos.

Conclusiones

La comunicación USB demostró ser robusta y confiable. Su único punto débil es una complejidad intermedia para su desarrollo inicial, aunque una vez adquirido el *Know How* esta dificultad disminuye considerablemente para proyectos futuros.

Particularmente, la elección de HID como clase de dispositivo USB, permitió el uso de drivers estándar, ya incluidos en el sistema operativo, aligerando la tarea de desarrollo.

El uso de esta nueva tecnología permite mejorar las prestaciones del equipamiento electromédico utilizado para la adquisición de señales de presión y diámetro arterial.

Quiero agradecer a Gustavito Escudero por su desinteresada ayuda durante la realización de este trabajo.

Referencias

- [r 1] USB Design by Example. A practical guide to building I/O Devices. John Hyde. Intel University Press.
- [r 2] Universal Serial Bus Specification Rev. 1.1 September 23, 1998 y Rev. 2.0 April 27, 2000.
- [r 3] Device Class Definition for Human Interface Devices (HID) Version 1.1 4/9/99
- [r 4] Bus serie universal. Juan Carlos Gómez y Gustavo Escudero. Jornadas de Innovación y Desarrollo 2002. INTI
- [r 5] International Standard IEC 601, Medical electrical equipment.

Para mayor información contactarse con:
Juan Carlos Gómez – juanca@inti.gov.ar