

LA ENSEÑANZA DE LA INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA, BASADA EN EL ORDENADOR.

José Barros, Alejandro Carrasco, Rafael Ferrer.

Departamento de Tecnología Electrónica.

Facultad de Informática.

Universidad de Sevilla.

Avda. de Reina Mercedes s/n. 41012 - Sevilla.

Tfno.+34.54550974 - Fax +34.54552764 - E-mail: jbarros@dte.us.es

Introducción

En los entornos del año 2.000 el ordenador constituye un elemento insustituible en la mayor parte de los hechos de todo tipo. En la enseñanza de la instrumentación electrónica, no podía ser de otra manera. Por eso decidimos que en nuestra asignatura de Instrumentación Electrónica, la utilización de los ordenadores, de las tarjetas de adquisición y del software de adquisición y control sería fundamental.

Hay que llegar al alumno con una explicación clara y diferenciada de cada una de las partes que constituyen un instrumento, haciendo las prácticas oportunas sobre cada uno de ellas.

En el Departamento de Tecnología Electrónica de la Facultad de Informática de Sevilla, en la asignatura de Instrumentación Electrónica, desarrollamos la asignatura en base a ordenadores con tarjetas de adquisición y el uso de distintos sensores, para así poder describir individualizadamente cada una de las partes que constituyen un instrumento.

Usamos también microcontroladores que tienen señales de entrada analógicas y salidas digitales y que se pueden conectar al ordenador a través de un puerto RS-232.

Desarrollo

Dado que cualquier instrumento está formado por un sensor, un sistema de adquisición de los datos, un sistema que procese los datos adquiridos y un sistema de presentación de los datos finales, en nuestra asignatura desarrollamos cada una esas funciones constituyentes de un instrumento.

Las partes en las que nosotros dividimos la asignatura son: Sensores, Tarjeta de adquisición de datos, Driver software y programación a base de registros, y lenguajes de programación de instrumentación, así como el uso de microcontroladores que programamos y que pueden o bien funcionar de forma independiente o pueden programarse para que transfieran los datos adquiridos a un puerto RS-232 o RS-485 para de esta forma que se puedan comunicar estos datos a un ordenador que esté dotado de un puerto de este mismo tipo.

Los tipos de sensores utilizados son los más característicos de cada uno de los tipos de señal, así usamos termopares, galgas extensiométricas, encoders, interruptores, LED's, micrófonos, etc.

Consideramos importante la explicación de los principios de funcionamiento así como las características de linealidad, haciendo especial hincapié en cuales son las técnicas utilizadas para la linealización de cada sensor (entre los analógicos).

Resumen de algunas de las prácticas de sensores.

Práctica de termopares

En las prácticas se les da a los alumnos un termopar tipo T, tipo S, tipo K y el polinomio de linealización así como la tabla de valores de dicho termopar, y el alumno debe de observar la posibles diferencias de medición de la temperatura usando una u otra de las opciones. Para estas prácticas se utiliza como sistema de medida una tarjeta de adquisición de datos conectada a un ordenador y un programa ejecutable, que el alumno sólo tiene que utilizar siendo la respuesta del programa los milivoltios que lee el sistema de adquisición a una temperatura determinada.

El alumno anota los milivoltios y con el uso de una calculadora o de Excel, obtiene la equivalencia de temperatura que esos milivoltios representan usando por una parte la tabla de equivalencia milivoltios-grados y por otro lado usando la fórmula del NIST para ese tipo de termopar.

Práctica de Galgas Extensiométricas

En esta práctica el alumno dispone de dos puentes de galgas extensiométricas, una con una sola galga y el otro con cuatro galgas, ambos montados sobre una pletina de acero. El factor de las galgas es 2,000.

Los puentes se alimentan con una tensión externa de 2 voltios.

El desequilibrio de los puentes se mide mediante una tarjeta de adquisición de datos conectada a un ordenador, y una aplicación lee la señal de desequilibrio de los puentes y lo escribe en una ventana.

En el programa de adquisición de datos da el valor de milivoltios del desequilibrio del puente.

El alumno tiene que anotar ese valor y calcular las microdeformaciones utilizando la fórmula.

Práctica de Encoder

El alumno dispone de un encoder de cuadratura, cuyas señales A y B están conectadas a entradas analógicas de una tarjeta de adquisición de datos conectada a un ordenador.

El Software instalado en el ordenador tiene una gráfica donde pueden verse las dos señales en cuadratura y el alumno observa las señales y como ambas están desfasadas en 90 grados aproximadamente dependiendo del sentido de giro cual de ellas está avanzada respecto a la otra.

Así mismo el alumno con ayuda de dos contadores, uno que mide los pulsos producidos por la salida A y otro que mide los pulsos de la salida B, puede calcular la posición en la que el encoder se encuentra, restando ambos.

Práctica de Digitalizador

Para introducir a los alumnos en el concepto de digitalizador, utilizamos una tarjeta de adquisición de datos de la que comenzamos con la explicación del funcionamiento básico, el principio de un convertidor analógico-digital y digital-analógico para pasar a explicar y practicar sobre el manejo de las tarjetas de adquisición de datos desde el ordenador a través de los registros.

En este sentido explicamos a los alumnos el manejo de la tarjeta de adquisición de datos a través de la programación de los registros de dicha tarjeta, esto es útil dado que el alumno aprende la funcionalidad de los circuitos de adquisición, así como el funcionamiento del conversor analógico-digital.

Como en la actualidad la mayoría de los fabricantes de sistemas de adquisición facilitan drivers para sus tarjetas y sistemas basados en ordenador que facilitan enormemente la tarea de la programación, hemos desarrollado un módulo sobre como programar las tarjetas de adquisición de datos con los drivers explicando cada una de las funciones que tiene el mismo. También utilizamos microcontroladores para la introducción de los digitalizadores y adquisición de datos. Estos microcontroladores los programamos en C y tienen 4 entradas analógicas y 16 entradas y salidas digitales. Tienen además una salida RS-232 y otra RS-485 que pueden programarse para que los datos adquiridos puedan enviarse al exterior a través de estos puertos serie.

Estos microcontroladores los utilizamos no sólo para que el alumno observe la digitalización de las señales analógicas sino para que además aprendan como se convierten a formato de comunicación serie y como de esta forma podemos comunicar los datos a un ordenador a través del puerto RS-232. Estos microcontroladores pueden funcionar independientemente de modo que en una de las prácticas se realiza una adquisición de termopares y el alumno establece unos límites de temperatura de forma que cuando la temperatura excede los límites establecidos, se activan unos LED's conectados a una de las salidas digitales.

En esta práctica el alumno se introduce en el programa en C del microcontrolador y modifica sólo los valores de los límites de temperatura y a continuación carga el programa en el microcontrolador.

El análisis de los datos es una parte fundamental en todo instrumento y nosotros en las clases de instrumentación hacemos hincapié en los tipos más comunes de análisis como son los filtros, cálculos matemáticos de estadística, transformada rápida de Fourier, generación de funciones, derivada, integral, interpolación, etc..

Por una parte el análisis de datos los alumnos lo aprenden realizándolo con calculadora o usando Excel como en las prácticas descritas anteriormente, pero en otras ocasiones se les muestra al analizar los datos adquiridos y para ellos realizamos la siguiente práctica entre otras encaminadas al mismo objetivo.

Práctica de análisis de sonido

El alumno dispone de un micrófono con un amplificador, una tarjeta de adquisición de datos conectada a un ordenador y un software que adquiere la señal analógica y le realiza la FFT; el alumno ve en la pantalla del ordenador un gráfico con la señal del micrófono y en otro gráfico puede ver la FFT. El alumno dispone de un diapasón de varios tonos.

Es importante hacer ver a los alumnos que en la representación de los datos no sólo existe hoy en día la representación tanto gráfica como numérica en la pantalla del ordenador o la

impresión de los resultados en papel mediante la impresora sino que es también un medio el paso de datos a sistemas estándar de facto como hoja de cálculo Excel, o transferencia de datos a través de internet, o la comunicación de datos entre aplicaciones.

A este respecto, introducimos al alumno en las técnicas de transmisión de información entre aplicaciones a través de DDE, o como usar aplicaciones externas mediante ActiveX, o como enviar datos a través de ethernet a otro ordenador, así como la comunicación de datos entre ordenadores usando los puertos RS-232 y RS-485.

Para la enseñanza de estas técnicas utilizamos o bien los microcontroladores descritos anteriormente, para demostrar la comunicación de datos entre ordenadores a través de los puertos RS-232 y RS-485, así como software realizado de forma que los alumnos sólo pueden ejecutar las aplicaciones en las que pueden ver las diferentes técnicas antes mencionadas. De aquí resultan entre otras, las siguientes prácticas, para conseguir dicho efecto.

Práctica de DDE

El alumno ejecuta un programa en el que completa datos en una tabla que el programa transfiere a una hoja Excel. Este programa está escrito en VisualBasic y el alumno accede al código para ver las funciones DDE.

Práctica de ActiveX

El alumno recibe información de lo que es la tecnología ActiveX y como en este momento la mayoría de los fabricantes de hardware para conectar a ordenador, como cámaras de visión, tarjetas de adquisición de datos, PLC's e incluso aplicaciones como agendas, calendarios, navegadores de internet como Netscape o Internet Explorer, bases de datos como Access o aplicaciones como Word, Excel, etc., son ActiveX que pueden manejarse desde distintos lenguajes de programación que sean contenedores de ActiveX como lo es el VisualBasic.

En la práctica se ejecuta un calendario de Microsoft y posteriormente este calendario se maneja desde una aplicación que a través de ActiveX lo maneja. De igual manera otra aplicación controla de la misma forma Internet Explorer desde una aplicación desarrollada con VisualBasic.

Conclusiones

En nuestra experiencia este camino adapta a los alumnos a la comprensión de la Instrumentación Electrónica de forma sencilla y práctica, les facilita la práctica de la medida, y es progresiva puesto que cada año es susceptible de ampliación con la incorporación de nuevas tecnologías y medios, lo que hace que sea dinámica y se adapte continuamente a las innovaciones que están apareciendo continuamente en este campo.

Dado que en la universidad se deben presentar las más amplias técnicas, no centrándose en ninguna en particular que daría al alumno una visión sesgada de la tecnología, en nuestra asignatura utilizamos componentes, tarjetas y software de muy diferentes procedencias y fabricantes.