

Generación de Material de Enseñanza: Desarrollo del Sistema Adquisidor Pp-V02

Fabiana Prodanoff, Susana Juanto, Diego Alustiza, Camila Quintero, Nahuel Cristofoli, Elias Budd
y Marcos Mineo

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, dalustiza@frlp.utn.edu.ar

Resumen—En esta publicación se presenta el resultado de un proyecto de desarrollo tecnológico cuya finalidad de uso es puramente didáctica. Se trata de un sistema electrónico de adquisición de datos llamado Pp-V02 diseñado para ser usado como herramienta de enseñanza de Física y Química tanto de nivel secundario como universitario. La motivación de tal emprendimiento tuvo su origen en la necesidad de actualizar y aumentar la cantidad de elementos disponibles para la ejecución de trabajos de laboratorio en el Departamento de Ciencias Básicas de la UTN-FRLP. El proyecto fue llevado adelante por docentes investigadores y becarios del Grupo IEC (Investigación en Enseñanza de las Ciencias). Habiendo comenzado con las actividades asociadas a este proyecto a principios del año 2015, hoy en día no sólo se cuenta con un sistema de adquisición de datos económico, fácil de usar y compatible con una amplia variedad de sensores, sino que también se cuenta con el software asociado al mismo, que permite conectarlo a una PC. En esta publicación se mencionan también los antecedentes de este proyecto y se describe la evolución que culmina en el diseño del sistema adquisidor Pp-V02.

Palabras clave—enseñanza, Física, Química, adquisidor.

I. INTRODUCCIÓN

ACTUALMENTE las tecnologías informáticas asisten sistemáticamente al docente en su función educativa.

Las mismas representan un conjunto de herramientas que facilitan, agilizan y mejoran el proceso de enseñanza. Por este motivo existen técnicas educativas basadas íntegramente en la utilización de TICs. A raíz de esto, varios integrantes del Grupo IEC han encauzado sus esfuerzos en explotar las virtudes que la tecnología presenta logrando experiencias de campo cuyos resultados fueron publicados [1] - [3]. En este contexto se vislumbró la posibilidad de diseñar un sistema electrónico que satisfaga las necesidades puntuales de los docentes de las cátedras de Física y Química, en lo que a herramientas disponibles para la elaboración de trabajos de laboratorio se refiere. Se conformó de este modo una línea de trabajo abocada a la generación de un sistema adquisidor de datos aplicable a la medición en el aula de magnitudes físico/químicas.

II. ANTECEDENTES

Más allá de que parte de los involucrados en el desarrollo descrito en este documento ha incursionado en adquirentes de datos durante los años 2003-2004 [4], la interfaz de adquisición Pp-V02 representa una evolución de un sistema previo que data del año 2015. La experiencia lograda por haber trabajado en el desarrollo de la primera versión tanto de software como de hardware brindó una base firme de recursos humanos que se mantuvo durante el año 2016 para abordar la segunda fase del proyecto (dando origen al sistema aquí descrito). Durante el año 2015 se hicieron tanto los relevos necesarios para la determinación

de los requerimientos técnicos (que incluyen aspectos educativos) como los primeros prototipos construidos con técnicas “hobbyistas” (Pp-V01). Así mismo se desarrolló el software necesario (ArSens-V01) para comunicar al hardware del sistema adquisidor con una PC en la cual se visualicen y almacenen los datos de las mediciones hechas para su posterior procesamiento. Los emergentes de esta experiencia de desarrollo tecnológico pueden ser explorados en [5]. La Fig. 1 muestra como luce el sistema generado en el año 2015. Las características de este sistema se resumen a continuación: a) posibilidad de usarse con un amplio espectro de sensores (voltaje, corriente, distancia, temperatura); b) posibilidad de controlar en forma analógica la ganancia y el nivel de “offset” de la señal proveniente de un sensor de salida genérica, a fin de compatibilizar el uso del mismo con las características electrónicas de entrada de la interfaz; c) posibilidad de adquirir datos a tasa regular controlando la frecuencia de muestreo hasta 17 muestras por segundo aproximadamente (no es un sistema de tiempo real de modo que la regularidad del período de muestreo está condicionada por el sistema operativo sobre el que corre la aplicación de software ArSens y también por la carga de cómputo que demanda la ejecución del resto de aplicaciones que corren en forma paralela con el software antedicho); d) posibilidad de almacenar los datos adquiridos en una PC en un archivo de lectura genérica; e) posibilidad de graficar el valor de la muestra contra el paso del tiempo en forma simultánea al proceso de adquisición.

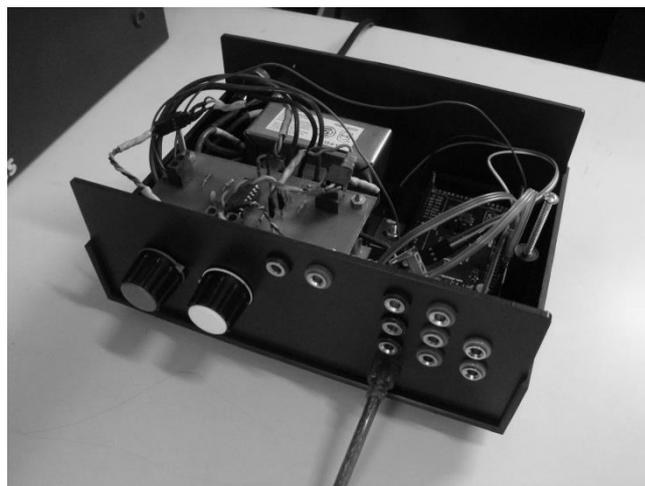


Fig. 1: Sistema Pp-V01 sin tapa superior para observar el detalle interno.

Durante el año 2016 se alcanzaron dos metas importantes, a saber: profesionalizar el proceso de ensamble y mejorar ciertas características técnicas. Los requerimientos de la nueva interfaz de adquisición (Pp-

V02) fueron redefinidos haciéndolos más exigentes en función de las pruebas realizadas sobre la primer versión.

III. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SISTEMA

La Fig. 2 muestra un diagrama en bloques del Sistema Pp-V02 conectado a una PC y a dos sensores.

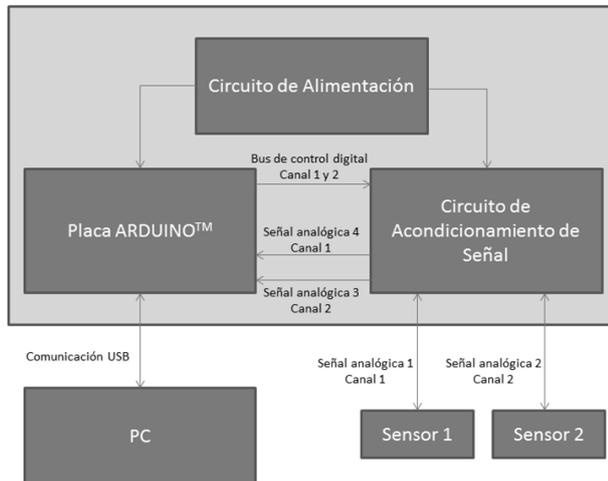


Fig. 2: Diagrama en bloques del Sistema Pp-V02.

El rectángulo más grande de todos representa al sistema Pp-V02. Puede observarse que coexisten dentro del mismo tres subsistemas. Éstos se describen brevemente a continuación:

a) Bloque “Circuito de Alimentación”: representa la existencia de la etapa de distribución de potencia eléctrica (rectificación, regulación y filtrado). Se generan 5VCC, +12VCC y -12VCC para la alimentación de la electrónica digital y analógica de los dos otros bloques.

b) Bloque “Placa ARDUINO™”: placa electrónica de uso común en actividades hobbyistas, en la que se adquieren (muestran) las señales ya acondicionadas de los sensores conectados. En este bloque se ejecutan procesos de digitalización, comunicación de datos a PC y control de funciones del bloque de acondicionamiento de señal. Cabe mencionar que esta parte del hardware fue comprada pero se planifica en estos momentos su eliminación en futuras versiones del sistema adquisidor.

c) Bloque “Circuito de Acondicionamiento de Señal”: subsistema de diseño propio en la que se manipulan las señales de los sensores conectados a fin de compatibilizarlas con la etapa de adquisición del bloque “Placa ARDUINO™”. Este bloque permite la conexión a la placa ARDUINO™ de sensores cuyas salidas no son admitidas eléctricamente por la primera. De este modo se logra ampliar el espectro de sensores conectables a la interfaz Pp. Además, el bloque de acondicionamiento de señal soporta dos canales de adquisición de modo que posibilita el muestreo de dos sensores en simultáneo. El acondicionamiento de las señales provenientes de los sensores consiste en la amplificación (o atenuación) y en el agregado de una señal continua (positiva o negativa) a fin de controlar el “offset” de la señal proveniente de los sensores. El ajuste de ganancia y nivel de offset se logra mediante el uso de amplificadores cuyas realimentaciones son gobernadas por una serie de líneas digitales

manipuladas por el microcontrolador de la placa ARDUINO™.

La configuración física de Pp-V02 se muestra en la Fig. 3.

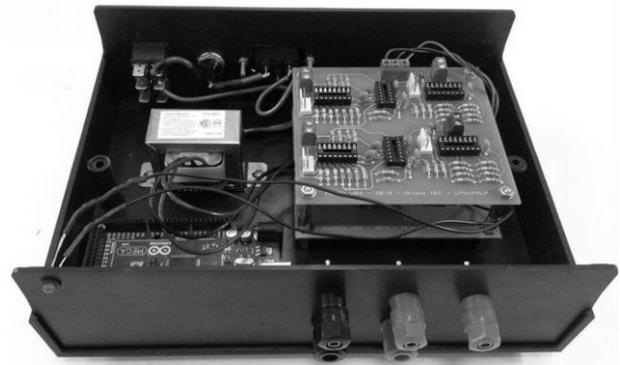


Fig. 3: Vista sin tapa del gabinete del Pp-V02. Se observa el detalle del montaje de parte de la electrónica interna.

A continuación se listan las características básicas del sistema de adquisición Pp-V02.

a) Sistema multisensor: gracias a la implementación del Bloque “Acondicionamiento de Señal” pueden conectarse sensores cuya excursión en tensión llega a $\pm 10V$, extendiendo fuertemente el uso de la placa ARDUINO™ (ARDUINO admite un set de sensores cuya salida analógica sólo puede excursionar en el rango de 0V a 5V).

b) Software de fácil uso: la aplicación de software desarrollada fue pensada de forma tal que pueda ser usada sin necesidad de involucrarse con manuales ni instructivos. El manejo de la interfaz de usuario es sumamente intuitivo tanto para docentes como para estudiantes.

c) Visualización de datos: el software permite visualizar los datos en una gráfica a medida que son adquiridos. También se cuenta con la posibilidad de guardar en PC (mediante la generación de archivos de texto) para su posterior procesamiento (por ejemplo usando una planilla de cálculo).

d) Inversión económica acotada para su construcción: una de las premisas de diseño fue el empleo de partes de fácil adquisición así como también de bajo costo. De este modo fue planificada la generación de una serie de unidades a fin de poblar el laboratorio de Física del Depto. de Ciencias Básicas de la Regional La Plata.

IV. MEJORAS RESPECTO DE LA PRIMER VERSIÓN

A. Mejoras de hardware

Una de las mejoras sustanciales del hardware radica en la implementación del control de ganancia y offset en forma digital y vía comando desde la PC en la que corra la aplicación ArSens. Previamente se contaba con un control analógico usando perillas potenciométricas.

A su vez se amplió a dos la cantidad de canales de adquisición simultánea a fin de ampliar las prestaciones en tiempo de uso y acomodar el sistema adquisidor a necesidades más específicas de nuestras aulas (en función de demandas docentes relevadas y de políticas y metodologías de enseñanza a utilizarse con el sistema adquisidor desarrollado).

Una de las características de esta nueva versión radica en el hecho de que se profesionalizó la construcción de la misma. Por ejemplo, las placas de circuito impreso usadas

no fueron construidas artesanalmente sino que fueron enviadas a fabricar a una empresa nacional entregando el diseño en formato GERBER. Con la finalidad de mejorar, para realizar el diseño de los dos impresos implementados se tuvo en cuenta la facilidad para soldar los componentes electrónicos, la ubicación de conectores en función del "layout" de la caja contenedora, la ubicación de los separadores que hacen las veces de "holders" de los impresos, la potenciales interferencias electromagnéticas entre las partes digital y analógica de los circuitos (se aplicaron técnicas para mitigar fenómenos de acoplamiento capacitivo entre líneas de señales analógicas, crosstalk entre líneas digitales, uso planificado de planos de alimentación y retorno, filtros de desacople para cada alimentación de los circuitos integrados), entre otros aspectos.

Lo descripto en el párrafo anterior brindó base para repensar el proceso de ensamble general del sistema, por ejemplo en la disposición de los cables que unen cada subsistema interno. La suma de las diferentes mejoras en las prácticas de ensamble aumenta la confiabilidad general del sistema, hecho que diferencia fuertemente a esta versión de la previa.

B. Mejoras de software

El software actualmente permite la selección de nuevos sensores. Los mismos también son armados localmente. Tal es el caso de los sensores de campo magnético y de intensidad de luz (Fig. 4).

A su vez el software desarrollado para esta versión de interfaz de adquisición permite ajustar el nivel de offset y la ganancia que afecten a la señal de salida del sensor conectado enviando comandos al microcontrolador de la placa ARDUINO™. Esto último es totalmente transparente al usuario. En la versión previa del hardware tales ajustes eran realizados mediante el uso de potenciómetros cuyas perillas de comando se localizaban sobre el panel frontal de la caja contenedora de la interfaz de adquisición como es mostrado en la Fig. 1.

El software fue sometido a cambios a fin de que éste soporte la visualización simultánea de los dos canales de adquisición que la interfaz permite usar a la vez. También fue depurado en diferentes aspectos ergonómicos a fin de simplificar el uso del mismo por parte de los docentes y estudiantes para los que preste servicio.

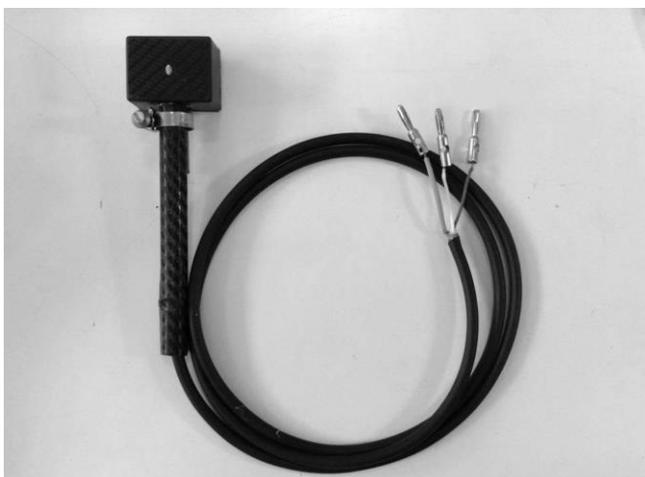


Fig. 4: Sensor de intensidad de luz armado para el sistema de adquisición Pp-V02. Se puede apreciar el detalle artesanal del ensamble.

V. PROYECCIÓN A FUTURO

En función de los logros obtenidos y metas alcanzadas pueden planificarse a futuro las siguientes líneas de trabajo dentro del Grupo IEC.

A. Diseño de experiencias de laboratorio

Esta línea de trabajo prevé la implementación de la interfaz de adquisición Pp-02 en varios experimentos de asistencia a las materias de Física y Química. Para lograr lo anterior es importante diseñar un conjunto de trabajos de laboratorio que exploten apropiadamente tanto a las cualidades electrónicas de la interfaz de adquisición, como a las posibilidades didácticas que la misma ofrece.

B. Servicio técnico

Esta línea de trabajo prevé la capacitación de personal que esté disponible al momento de necesitarse información (asesoramiento) o trabajos de reparación propiamente dicho.

C. Producción local

Esta línea de trabajo prevé la preparación de la logística necesaria para afrontar una dada demanda definida por las políticas educativas de la regional u otras instituciones que requieran la interfaz de adquisición.

VI. CONCLUSIONES

Observando los resultados obtenidos se concluye que durante el tiempo de desarrollo de este proyecto se logró alcanzar la madurez grupal en funciones y en conocimiento, necesarias para enfrentar con seguridad una etapa de explotación del sistema desarrollado. Entiéndase por explotación a la actividad de someter a un servicio sistemático al desarrollo tecnológico realizado. Siendo este servicio siempre acotado al espacio áulico y sometido a los requerimientos metodológicos usados para llevar adelante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias duras mencionadas (Física y Química).

Durante el primer año del proyecto se concluyó que se poseía la capacidad técnica necesaria para continuar en busca de la mejora del sistema desarrollado. En este segundo año se concluye que el grupo humano que llevó adelante el proyecto se encuentra en condiciones de afrontar la etapa de explotación educativa del mismo en lo que a diseño de experiencias de laboratorio y soporte de hardware/software se refiere.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a las autoridades de la UTN-FRLP por el apoyo permanente que ha brindado para la concreción de este proyecto de desarrollo tecnológico. A su vez se agradece a la Dra. Lía Zerbino, directora del Grupo IEC, por la confianza plena depositada en los docentes y becarios involucrados desde el principio de las actividades realizadas.

REFERENCIAS

- [1] E. Alarcos Llorach, *Gramática de la Lengua Española*, Madrid: Editorial Espasa Calpe, 1999.
- [2] L. M. Arslan y J. H. L. Hansen, "Language accent classification in American English", *Speech Communication*, vol. 18, pp. 353-367, 1996.
- [3] K. Bartkova y D. Jouvét, "Selective prosodic post-processing for improving recognition of French telephone numbers", en *Proc. of*

the 7th European Conference on Speech Communication and Technology, vol. 1, pp. 267-270, 1999.

- [4] N. Baade, M. Mineo, D. Alustiza, C. Dorbesi, J. Calderon y J. Toledo, "Diseño de un sistema de adquisición simple para ser usado como herramienta en trabajos de laboratorio", en *Actas del 10º Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)*, 2004.
- [5] Prodanoff, S. Juanto, D. Alustiza, N. Cristofoli, M. Zapata y A. Abraham, "Caso de Desarrollo Tecnológico Local: Generación de Material Didáctico de Bajo Costo para la Implementación de Trabajos de Laboratorio", en *Actas del 3º Congreso Nacional de Ingeniería Informática/Sistemas de Información (CoNaiISI 2015)*, conaiisi2015.utn.edu.ar/memorias.html, 2015.