

DESARROLLO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA USO EN CARRERAS DE INGENIERÍA

Paola Beltramini^{1,2}, Marcos A. Aranda^{1,3}, Eduardo Cano^{1,2}, Marcelo D'amore^{1,2}, Mario Alaniz^{1,3}, Aureliano Herrera^{1,4}, Pedro Foresi^{1,2}

pbeltramini@teco.unca.edu.ar, markosdarioaranda@gmail.com

(1) Grupo de Investigación en Internet de las Cosas (GIIoT), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa.

(2) Departamento Electrónica, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa.

(3) Departamento de Informática, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa.

(4) Alumno Becario, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa.

AREA TEMATICA: Tecnología Informática Aplicada en Educación

RESUMEN

Las prácticas de laboratorio son una actividad indispensable en la formación integral de un estudiante de carreras tecnológicas. Bajo esta concepción, el equipo de trabajo que integra el proyecto, viene trabajando en el desarrollo tecnológico y pedagógico de instrumental de laboratorio que permita al estudiante “ver” lo que estudia mediante la construcción de los ensayos y el uso de una interfaz gráfica, como apoyo al proceso de visualizar señales y parámetros no visibles al ojo.

Si bien originalmente se propuso la construcción de un “Laboratorio Portátil de Escritorio”, la pandemia del COVID-19, que impidió la realización de actividades educativas presenciales durante todo el año 2020 y posiblemente afecte a gran parte del año 2021, puso de manifiesto la importancia de disponer de instrumentación virtual, que permitan a nuestros estudiantes ser artífices de su propio aprendizaje, y realizar prácticas de laboratorio aun en sus hogares.

Ante esta realidad, se consideró oportuno adaptar el proyecto original y, a partir del uso de software libre, encarar el desarrollo de instrumentos virtuales para que alumnos que cursan asignaturas de los primeros años de carreras de ingeniería o similares conozcan y aprendan a utilizar instrumental que luego usarán en asignaturas de años posteriores.

Palabras Claves: TIC, instrumentación virtual, Enseñanza,

CONTEXTO

Nuestra propuesta surge como continuación del trabajo que viene realizando el grupo de investigadores desde el año 2016, a través de proyectos de investigación presentados en diferentes convocatorias de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCA) y ante convocatorias de Organismos provinciales. El proyecto inicial (2016) se enfocó en el diseño y construcción de un prototipo de un “Laboratorio de escritorio” y en el diseño de las actividades de enseñanza. Posteriormente el trabajo se enfocó en salvar las dificultades y falencias detectadas y optimizar el hardware y software realizados, manteniendo la estructura base del prototipo, realizando algunas modificaciones y mejoras en cada una de las etapas en función de las nuevas tecnologías accesibles.

Como principal organismo beneficiario resulta la Universidad Nacional de Catamarca, siendo las carreras de grado y pregrado de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas los espacios donde se realizan las pruebas y se implementa los prototipos. Una vez concluidos los ensayos y pruebas de funcionamiento, el instrumental desarrollado podrá ser puesto a disposición de los colegios técnicos de la provincia que se encuentren interesados en esta nueva modalidad de enseñanza.

El ámbito de trabajo es la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, principalmente el Laboratorio que posee el grupo de investigación en Internet de las Cosas (GIIoT) y el Laboratorio de Electrónica, los

cuales aportan los materiales, equipamiento e instrumental necesarios.

1. INTRODUCCIÓN

En las carreras de ingeniería se está prestando especial atención a las estrategias y formas de aprendizaje activo, investigaciones han demostrado que los estudiantes pueden mejorar su aprendizaje si están activamente comprometidos con el material que están estudiando. Integrar laboratorios especiales ya sean remotos, virtuales o de escritorio, en el diseño de actividades de enseñanza, permite que los estudiantes conduzcan mejor su aprendizaje para lograr los resultados deseados. [1][2]

Para el caso particular de la Facultad de Tecnología y Cs. Aplicadas, las prácticas de Laboratorio se realizan de manera presencial en un entorno de “laboratorio real”, y en general, es difícil que cada asignatura/estudiante disponga de sus propios instrumentos. Una solución a la falta de disponibilidad de instrumental suficiente podría ser utilizar los recursos propios de los estudiantes, es decir, sus computadoras y teléfonos personales, reemplazando el instrumental de laboratorio por instrumentos virtuales. Esta idea hoy toma mayor relevancia, ante la pandemia que está atravesando la sociedad mundial, y en particular la Argentina, donde, en el 2020 debido a las medidas de aislamiento adoptadas por los gobiernos nacional y provincial no se pudieron realizar actividades prácticas presenciales en forma tradicional, siendo que aún se desconoce si se podrá retornar a las mismas durante el transcurso del 2021.

La utilización de TICs en la educación, como ser programas de simulación, de software y hardware, permiten generar ambientes de aprendizaje basados en experimentos de laboratorio y resolución de problemas de ingeniería reales, fortaleciendo el desarrollo de competencias y desempeños necesarios para la práctica profesional del futuro ingeniero.[2] Así se abren camino dos nuevos conceptos muy importantes: la instrumentación virtual y los sistemas de adquisición o toma de datos. [3]

1.1 Instrumentación Virtual

La instrumentación virtual es un concepto introducido por la compañía National Instruments, definiendo a un Instrumento Virtual como "un instrumento que no es real, que se ejecuta en una computadora y tiene sus funciones definidas por software" (National Instruments, 2001), y a la “Instrumentación Virtual” como un sistema de medición, análisis y control de señales físicas con un PC por medio de instrumentos virtuales. [4]

La instrumentación virtual permite implementar “laboratorios virtuales” para realizar experiencias similares utilizando aplicaciones informáticas que incluyen el armado esquemático del circuito, manipulación de instrumentos, visualización de animaciones, obtención numérica y gráfica de resultados, incluyendo en algunos casos el almacenamiento digital para procesamiento posterior con programas de graficación más complejos y bases de datos. [5]

Algunas ventajas de los instrumentos virtuales frente a los instrumentos tradicionales son: [4] [5]

- Flexibilidad: un instrumento virtual puede ser diseñado por el usuario de acuerdo con sus necesidades, sus funciones pueden modificarse y adaptarse a las necesidades particulares del usuario, modificando el programa, sin necesidad de reemplazar todo el instrumento.
- Portabilidad: los instrumentos virtuales pueden correr en las computadoras portátiles.
- Menor costo
- Ocupa menor espacio
- En general no requieren fuente de alimentación externa.
- Se pueden adaptar fácilmente a los cambios tecnológicos

Estos beneficios convierten a los Instrumentos Virtuales en una herramienta didáctica muy importante que permite mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en las carreras de ingeniería, y además los experimentos diseñados bajo este esquema pueden estar disponibles no sólo localmente sino a distancia a través de Internet.[4]

1.2 Osciloscopio

El osciloscopio es el instrumento fundamental de un laboratorio, básicamente es un

dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas analógicas variables en el tiempo

Los osciloscopios son fundamentalmente de dos tipos Analógicos y Digitales, los primeros, trabajan directamente con la señal aplicada, se amplifica y posteriormente, se ingresa por medio de la creación de campos eléctricos y magnéticos, que desvía un haz de electrones en sentido vertical y de forma proporcional a dicho valor de entrada. En contraste los osciloscopios digitales utilizan un conversor analógico-digital (ADC) para adquirir y almacenar digitalmente la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla. [7][8]

Un osciloscopio virtual es una especie de osciloscopio digital, que, en lugar de mostrar la señal en una pantalla, la grafica mediante un software que corre en una computadora y que ingresa por lo general mediante conexión USB. En si son tarjetas de adquisición de datos de alta velocidad que funcionan igual que un osciloscopio. [8]

La etapa de adquisición de datos es vital para que el osciloscopio reconstruya con precisión la forma de onda de la señal a mostrar. La adquisición de datos puede realizarse con cualquier placa de desarrollo o sistema embebido, como por ejemplo las plataformas Arduino [10], EDU-CIAA [11] y STM32F4 Discovery [12]. En general, las entradas analógicas de las placas de desarrollo admiten valores de tensión positivos que oscilan de 3V a 5V, por lo que previo a la digitalización en el ADC, se debe realizar una etapa de acondicionamiento de la señal a medir, ajustando sus niveles a los admisibles por cada placa.

El software es el componente más importante en un instrumento virtual, ya que a partir de él se crean las aplicaciones, diseñando e integrando las rutinas que requiere un proceso en particular. [5]. En función del objetivo del proyecto se trabaja con “Processing” que es un lenguaje de programación y entorno de desarrollo integrado de código abierto basado en Java, de fácil utilización, y que sirve como medio para la enseñanza y producción de proyectos multimedia e interactivos de diseño

digital. Fue iniciado por Ben Fry y Casey Reas, ambos miembros de Aesthetics and Computation Group del MIT Media Lab dirigido por John Maeda. [6]

Se eligió este entorno por ser de código abierto, de fácil programación y porque además permite generar un archivo (o aplicación) portable que no requiere la instalación del programa para ejecutar el instrumento en cualquier computadora con Sistemas Operativos Windows y Linux.

La comunicación entre la placa utilizada para la adquisición y digitalización de las señales se realiza mediante el puerto serie USB (Universal Serial Bus), que además sirve para alimentación eléctrica de la placa. Nuestro Osciloscopio, para poder graficar, recibe por el puerto serie tres paquetes.

1.3 Metodología de uso

Finalizado el desarrollo, para que el alumno pueda utilizar el instrumento en su hogar sólo deberá disponer de:

- Una computadora a la cual le instalará un archivo ejecutable,
- Una placa de desarrollo que posea un converso A/D de 8, 10 o 12 bits (por ejemplo, Arduino o similar) En caso de no disponer de una placa podrá adquirir alguna de bajo costo o solicitarla en el laboratorio de GIIoT de la facultad. En esta placa el alumno deberá grabar un código que le entregará el docente (atento que el desarrollo está pensado para estudiantes de ingeniería esta tarea no debería generar dificultades extras),
- El circuito que utilizará para desarrollar el trabajo práctico, previamente indicado por el docente, y cables de conexión.

Toda esta información será entregada al docente de la asignatura, junto con un instructivo o manual de uso, que contendrá además algunos ejemplos de trabajos prácticos que puede desarrollar.

De esta manera el docente podrá publicar la documentación necesaria en el aula virtual de la asignatura para que el alumno pueda acceder al mismo con la debida antelación, para leerlo y adquirir el material necesario para la realización de la práctica.

2. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Este proyecto tiene como principal objetivo el desarrollo y construcción de un recurso educativo de formación práctica relacionado con los circuitos eléctricos y electrónicos para contribuir a la enseñanza centrada en el estudiante y basada en el logro de competencias. El punto de partida es el diseño de un laboratorio de escritorio portátil que resuma la instrumentación básica y necesaria para el desarrollo de prácticas experimentales guiada, su optimización y adaptación a la instrumentación virtual.

Teniendo en cuenta la motivación adicional que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TICS) producen en forma natural en las actuales generaciones de estudiantes, se busca organizar nuevas estructuras de laboratorio que resulten estimulantes para la enseñanza aprendizaje del nuevo siglo.

El desarrollo del mismo requiere de tres ingenierías muy relacionadas, la electrónica, la informática y las comunicaciones, de esta manera el proyecto se divide en tres fases de desarrollo:

- Desarrollo electrónico, que provee los equipos o dispositivos con los cuales se ingresa, extrae, presenta o procesan datos,.
- Desarrollo de software, uno para la interfaz que permita leer datos directamente de la placa electrónica y el software para la computadora o PC que permitirá interactuar docentes con alumnos en forma amigable, simple y eficaz.
- Desarrollo de las comunicaciones, se deberán manejar los sistemas de comunicación entre la interfaz y la computadora del alumno y además todo el grupo de interfaces o laboratorios con el profesor.

Una segunda línea de investigación es el correcto uso de estas nueva TIC en la educación. La misma se está abordando desde un inicio por especialistas docentes de las cátedras a beneficiarse. Consiste en ir investigando y diseñando las clases que se propondrán. Para cada clase o tema se deberán

desarrollar: aprendizaje teórico, prácticas a realizar por el alumno y mecanismos de evaluación.

3. RESULTADOS OBTENIDOS / ESPERADOS

El diseño propuesto busca asemejarse lo más posible a un osciloscopio digital convencional, replicando las funciones más comunes de dicho instrumento. De esta manera se busca que los alumnos comiencen a familiarizarse con el uso de dicho instrumento para facilitar su posterior manejo, y realicen prácticos donde puedan visualizar, medir, analizar y guardar señales variables en el tiempo.

Respecto a los resultados alcanzados, podemos mencionar los trabajos y pruebas realizadas en años anteriores, con el laboratorio de escritorio, lo que marcó un inicio en el desarrollo del instrumento virtual.

En cuanto al instrumento virtual, en la figura 2 se muestra el desarrollo en el que el grupo está trabajando, el cual simula un osciloscopio de dos canales y permite utilizar diferentes sistemas embebido para la adquisición y conversión de la señal a medir.

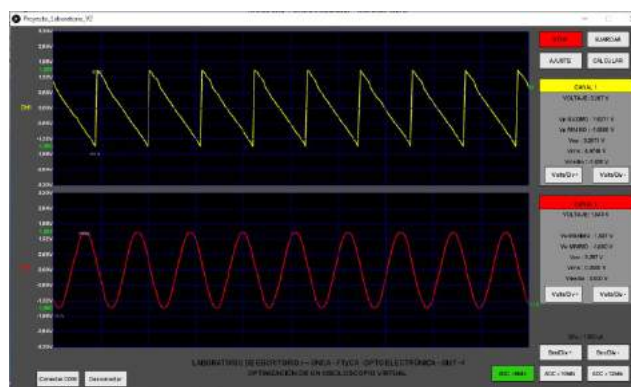


Figura 2. Primer prototipo de Osciloscopio virtual

Se realizaron diversas pruebas de funcionamiento utilizando para la adquisición de las señales placas electrónicas disponibles en el laboratorio, se capturaron diferentes ondas de un generador de señales comercial, señales autogeneradas y salidas de circuitos eléctricos sencillos, como por ejemplo un circuito RC. Se pretende que a partir de esta herramienta los alumnos puedan determinar por lectura directa el periodo y el valor del voltaje, y de manera indirecta la frecuencia de una

señal. Observar desfasaje entre dos señales y valores de DC y AC.

Este diseño, que constituye un primer prototipo de osciloscopio, funciona correctamente en la banda de frecuencia de señales de audio, e incluso hasta 30 kHz y que se adapta a diferentes placas de desarrollo, incluyendo la plataforma Arduino Uno, la cual es de bajo costo y fácil programación para los alumnos de los primeros años de las carreras.

La herramienta de programación utilizada permite generar un archivo ejecutable portable que corre en cualquier computadora con Sistemas Operativos Windows y Linux, sin necesidad de la instalación de ningún software. El desarrollo resulta de gran importancia dado que, con el objeto de plantear a los estudiantes situaciones similares a las de una práctica convencional en el Laboratorio, permite que docentes de diferentes asignaturas tengan la posibilidad de generar actividades prácticas de aprendizaje no presenciales que puedan realizar los alumnos desde sus hogares. Los resultados de estas experiencias pueden guardarse para un posterior análisis por parte de los alumnos, y el envío del mismo a los docentes para su evaluación.

Además se espera generar una ayuda en línea, que guíe a los alumnos y que posteriormente les ayude a interpretar los resultados obtenidos y en caso de que no sean los que debieran esperar, a

De esta manera la propuesta de desarrollo representará un aporte novedoso y primordial ya que va a ir más allá del mero diseño tecnológico y abarcará también el fundamental aspecto pedagógico de implementación para el desarrollo de las clases asegurando de que se cumplan los objetivos de mejoras del proceso de enseñanza aprendizaje.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de trabajo está compuesto principalmente por docentes de las carreras Ing. Electrónica e Ing. en Informática de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, pertenecientes al grupo de Investigación en internet de las cosas (IIoT). Todos los años se agregan alumnos, incentivados a través de un

programa de becas que ofrece la Facultad para estudiantes investigadores.

La diversidad del equipo de investigación es muy importante. Hay docentes de diferentes asignaturas de las mencionadas carreras, en las áreas de física y análisis matemático, electrónica analógica, sistemas digitales, arquitectura de computadoras, instrumentación, control y redes, por lo que se cuenta con un conocimiento detallado de la problemática de la educación técnica en el área.

En cuanto a la formación de los integrantes, hay docentes formados en el área de educación, uno de los cuales posee Título de Especialista en Docencia Universitaria de Disciplinas Tecnológicas. Por otro lado, aquellos que poseen una vasta experiencia de divulgación y de formación en temas de desarrollo tecnológico con microprocesadores de última generación.

En función de ello, para el desarrollo del proyecto, el equipo se organiza en grupos de trabajo: a) del hardware y b) del software. Ambos grupos coinciden en las tareas de montaje y testeo del equipo y en el desarrollo de las herramientas educativas.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Beltramini, P; Poliche, M; Aranda, M; D'Amore M et. all. (2018). "Aportes al desarrollo de competencias en Ingeniería utilizando un laboratorio portátil de escritorio". IV Congreso Argentino de Ingeniería – X Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. Córdoba,
- [2] Cano, J; Poliche, M; Beltramini, P; Aranda, M et. all. (2017). "Laboratorio portátil de escritorio para la enseñanza de la electrónica". Revista Argentina de Ingeniería. Buenos Aires, v.9, n.5, p. 86-93.
- [3] (Chicala, 2015, "Adquisición de datos: Medir para conocer y controlar. Handbook de adquisición de datos" Primera Edición. Cengage Learning Editores, 2015.
- [4] Chacón Rugeles R.. "La Instrumentación Virtual en la Enseñanza de la Ingeniería Electrónica". Acción Pedagógica, Vol. 11, No. 1 / 2002, pp 74-84
- [5] National Instrumentos Corp. (2020) "La Instrumentación Virtual" National Instrumentos Corp., 2003.

- [6] Processing [online] Wikipedia. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Processing>
- [7] Cortés Osorio J., Chaves Osorio J., Medina A.. “Diseño y Construcción de un Osciloscopio Digital implementado en Matlab” *Scientia et Technica* Año XIII, No 34, mayo de 2006. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701
- [8] Logicbus [online] <https://www.logicbus.com.mx/osciloscopio.php>
- [10] <https://www.arduino.cc/>
- [11] Proyecto CIAA: <http://www.proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=desarrollo:edu-ciaa:edu-ciaa-nxp>
- [12] <https://stm32f4-discovery.net/>
- [13] Manuel A., Biel D., y otros. “Instrumentación virtual: Adquisición, procesado y análisis de señales”. EDICIONS UPC. 2001.
- Aranguren G. *Nuevos métodos de enseñanza: una experiencia en diseño electrónico*. IEEE-RITA Vol. 3, Núm. 1 Páginas 39 a 46, Mayo 2008.
- Sánchez Ruvirosa R., *Enseñar y aprender con nuevos métodos. La revolución cultural de la era electrónica*, UAM-X – MÉXICO, pp. 321-326. 2002.
- Monge Nájera, J.; Méndez Estrada, V. H. *Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: la opinión del estudiantado* Revista Educación, ISSN: 0379-7082, vol. 31, núm. 1, pp. 91-108 Universidad de Costa Rica San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica. 2007.
- Ferreiro R., *Nuevos ambientes de aprendizaje*. INPUT. No. 21, Barcelona. 2006.
- La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf, mayo, 2016