

Acerca de la eficacia de VISIR como recurso en temas de electrónica circuital en Argentina

Susana Marchisio, Federico Lerro, Claudio Merendino, Miguel Plano, Sonia B. Concari, Carlos Arguedas
Javier García-Zubía, Unai Hernández-Jayo, Gustavo R. Alves

Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Cs. Ex. Ingeniería y Agrim. timbucorreo@gmail.com

Resumen — “Virtual Instruments System in Reality” (VISIR) es una plataforma laboratorio de acceso remoto desarrollada en el Departamento de Ingeniería Electrónica del Instituto de Tecnología de Blekinge (BTH), Suecia. VISIR ha sido empleada y evaluada en varios países e instituciones en el mundo, reportándose en la bibliografía que la misma facilita el logro de resultados de aprendizaje en temas de electrónica analógica. El primer uso intensivo de VISIR por estudiantes en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR) data de 2016. Dicha experiencia se llevó a cabo en la forma de caso de estudio en una asignatura de Ingeniería Electrónica (IE) que constituye el primer acercamiento a la electrónica de dispositivos y circuitos. El empleo de VISIR en el contexto curricular se propuso en forma complementaria al laboratorio tradicional, para la realización de una actividad de integración cuya solución requería del cálculo matemático y de la experimentación remota. Finalizada la experiencia se recabaron datos cuantitativos y cualitativos con el objetivo de evaluar la misma. En este trabajo se informan resultados que focalizan en la valoración por estudiantes y docentes de la eficacia de VISIR como recurso de aprendizaje en temas introductorios de la electrónica circuital.

Palabras clave—VISIR, formación experimental, aprendizajes, electrónica circuital, laboratorio remoto

I. INTRODUCCIÓN

LA escasez de ingenieros requeridos en ámbitos científicos y técnicos viene siendo una preocupación a escala mundial. Asociaciones profesionales y académicas, organismos nacionales e internacionales, autoridades gubernamentales, la industria y la universidad, coinciden en la necesidad de alentar vocaciones en el área, reducir el número de abandonos exhibido en los primeros años de estudios universitarios y diseñar e implementar acciones con objetivos de logro a corto y mediano plazo a los fines de subsanar este problema que afecta directamente al desarrollo sostenible de los pueblos. En este contexto, las propuestas de solución han pasado por sensibilizar a la sociedad sobre el problema, aumentando el interés por la ciencia y la tecnología entre los jóvenes y por la promoción de nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje, especialmente las centradas en el estudiante, las que implican el uso de recursos didácticos basadas en tecnologías informáticas y de comunicación (TIC).

Como herramientas educativas potenciadas por TIC, los laboratorios remotos (LR) permiten no solo la experimentación real, sino también compartir recursos entre instituciones y llegar a que más estudiantes experimenten con la naturaleza, promoviendo el interés por las carreras relacionadas con las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Desarrollado en el Instituto de Tecnología de Blekinge, Suecia (BTH), el laboratorio “Virtual

Instruments System in Reality” (VISIR) es considerado el de mayor difusión a nivel mundial. Este laboratorio ha sido validado por profesores y estudiantes de numerosas instituciones europeas, universitarias y de nivel medio.

La convocatoria Erasmus+ 2015: Educación Superior – Desarrollo de la Capacidad Internacional, de la Comisión Europea, resultó ser una oportunidad para difundir buenas prácticas y para concretar la cooperación y el intercambio entre el consorcio de instituciones de la Unión Europea (UE) usuarias de VISIR y cinco instituciones socias de América Latina (AL). Específicamente, el proyecto VISIR+ se constituyó con el objetivo definir y desarrollar un conjunto de módulos educativos que se corresponden con la realización práctica de experimentos en forma remota, empleando VISIR. Se busca que este laboratorio se integre a los currícula de Ingeniería en coherencia con el enfoque de enseñanza y aprendizaje por investigación [1].

Este trabajo refiere a la primera implementación didáctica con empleo de VISIR en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), una de las instituciones socias de AL. La misma se llevó a cabo en la asignatura Física de los Dispositivos Electrónicos (FDE) con el propósito de promover, desde el espacio de la experimentación, procesos de aprendizaje activo en temas de electrónica circuital. Dada la importancia del contexto como condicionante que opera en los resultados de cualquier intervención curricular, se describe en primer lugar el ambiente de aprendizajes en el que se desarrolló la misma. Posteriormente se focaliza en la implementación didáctica con VISIR, el diseño de la investigación, sus resultados y conclusiones preliminares.

II. AMBIENTE DE APRENDIZAJE

A. La Asignatura y sus Objetivos de Aprendizaje

La asignatura Física de los dispositivos Electrónicos (FDE) está ubicada en el tercer año de Ingeniería Electrónica (IE) de la (UNR). La misma representa el primer acercamiento de los estudiantes a los dispositivos electrónicos, desde el estudio de sus estructuras materiales, pasando por el diseño de dispositivos hasta su aplicación circuital. Se busca que el estudiante no sólo comprenda la utilidad técnica de los dispositivos electrónicos básicos, sino también que los “construya”; que modele estructuras y dispositivos concretos, que descubra cómo estos funcionan, cómo se los polariza y aprovecha, llegando a proponer y ensayar circuitos de aplicación sencillos.

El tránsito de los estudiantes por la asignatura no es sencillo en términos de aprendizajes. Al respecto, ya con referencia específica a la electrónica de circuitos, se ha

reportado que los estudiantes tienen serias dificultades al encarar el estudio de los Fundamentos de Electrónica [2]. Los mismos están asociados a la complejidad que representa la comprensión de la operatoria de los circuitos electrónicos, principalmente debido a sus diferentes comportamientos con dependencia de la configuración, el tipo de señal y la carga especificada. Estas apreciaciones coinciden con las del equipo docente, quienes han observado, además, la dificultad que para los estudiantes representa pasar de la comprensión del funcionamiento físico de un dispositivo al análisis de sus curvas características y, más aún, a la integración del dispositivo en un circuito con fines específicos.

Los estudiantes cuentan con materiales didácticos variados: módulos escritos, guías de estudio y de actividades experimentales, simulaciones, un sistema hipermedia y el “Laboratorio Remoto de Física Electrónica FCEIA-UNR”. Este desarrollo propio está integrado en una plataforma de tecnología e-educativa [3], con Facebook y Twitter [4], y ha sido federado con el Sistema de Laboratorios Remotos de la Universidad de Deusto (UD) [5]. Esto posibilita que los estudiantes accedan a través de éste a la plataforma VISIR. La integración de recursos didácticos se enmarca en un proceso de enseñanza multimedial centrado en la actividad del estudiante, bajo la orientación y el seguimiento de los aprendizajes, buscando promover procesos constructivos mediante actividades de diseño y resolución de problemas [6].

B. La Asignatura y la Formación Experimental

En FDE se asigna gran importancia a la formación experimental, realizándose un total de 16 trabajos prácticos, entre actividades de laboratorio tradicional, laboratorio virtual y de acceso remoto. Las actividades abarcan desde una introductoria destinada a que el estudiante tome contacto con el instrumental, hasta el diseño y ensayo de circuitos básicos con diodos y transistores.

Las actividades en el laboratorio tradicional cubren el análisis de curvas, cálculo de parámetros y modelización de variados dispositivos básicos, incluyendo el estudio de comportamientos, con atención a posibles usos. A su vez, las simulaciones se integran al laboratorio en una actividad de diseño de un diodo. Mientras, el laboratorio remoto desarrollado en la UNR se propone para facilitar análisis más focalizados sobre ciertos fenómenos de interés [6].

Dos de las actividades experimentales en laboratorio tradicional son las que involucran el diseño de circuitos con diodos y con transistores. Si bien al momento de realizar esta actividad los estudiantes cuentan con conocimientos previos de teoría y de cálculo de circuitos, debe tenerse en cuenta que su recorrido curricular en electrónica circuital inicia en esta asignatura desde el espacio de la experimentación. Por lo que para los estudiantes se trata de una tarea desafiante y motivadora, pero a la vez, compleja. En este contexto se propuso la inclusión de VISIR.

III. IMPLEMENTACIÓN CON VISIR

La actividad con integración del laboratorio VISIR se planteó a los estudiantes como integradora del trabajo de laboratorio, de realización individual y obligatoria. Los docentes presentaron el sistema VISIR en una sesión demostrativa, explicando a los estudiantes en qué consistía

la actividad a realizar, las características de VISIR y cómo acceder al manual. Se facilitaron los usuarios para ingresar al LR en el entorno VISIR de la UD y se propuso a los estudiantes un plazo máximo de dos semanas para el envío del informe al profesor. Durante el proceso se evacuaron dudas por correo electrónico y en forma presencial.

La actividad se denominó: “Ensayo de un circuito amplificador básico con transistores con Laboratorio Remoto VISIR”. Las consignas fueron entregadas por escrito. Las mismas combinaron preguntas preliminares de análisis de circuitos que requerían resolución matemática, y actividades de realización práctica con VISIR. Los estudiantes estaban familiarizados con el uso de protoboard con instrumentos reales y con el armado y diseño de circuitos básicos con transistor bipolar (BJT).

En la primera parte de la actividad se propuso el circuito a ensayar (Fig. 1), requiriéndose un primer análisis circuital con fuente continua a los fines de que los estudiantes: a) Identificaran el modo de conexión, b) Establecieran el punto de trabajo, c) Determinaran la recta de carga y d) Indicarán cómo harían para medir experimentalmente los valores obtenidos.

Resuelto lo analítico, lo siguiente requería del empleo de VISIR. Los estudiantes debieron armar en el protoboard de VISIR el circuito de la Fig. 1. Empleando el mismo se les solicitó: a) Verificar si los resultados obtenidos del cálculo eran correctos y b) Inferir sobre posibles diferencias en los resultados.

En la segunda parte de la actividad con VISIR se propuso el circuito básico de amplificador de pequeña señal (Fig. 2). Los estudiantes debían: a) Ensayar el circuito, b) Observar su comportamiento variando frecuencia y amplitud de la señal, con y sin el uso de capacitor de desacople; c) Responder acerca de la función que cumplen en el circuito todos los capacitores y d) Explicar por qué las conexiones de entrada y salida de señal se ubican de la manera propuesta.

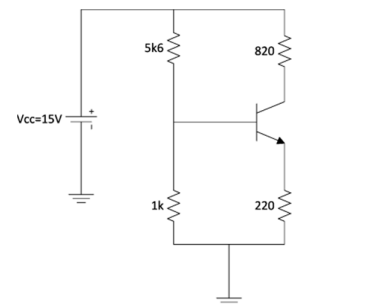


Fig. 1. Circuito propuesto para la primera parte de la actividad con VISIR

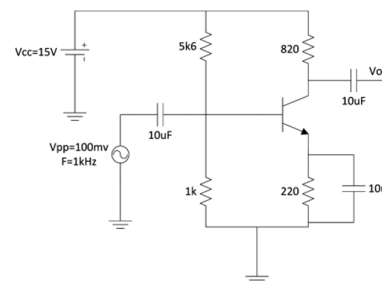


Fig. 2. Circuito propuesto para la segunda parte de la actividad con VISIR

IV. RECOLECCIÓN DE DATOS

Dado el interés de conocer la valoración que estudiantes y profesores hacen sobre la eficacia de VISIR como recurso de aprendizaje, se recurrió al análisis de las respuestas vertidas por los estudiantes en el “Cuestionario de Satisfacción del Estudiante” y a la opinión del profesor registrada en el “Cuestionario de Satisfacción del Profesor”.

Ambos cuestionarios fueron elaborados ad hoc por integrantes del Proyecto VISIR+, responsables del Work Package 3, pertenecientes al Politécnico de Porto (IPP), Portugal y al Instituto Rosario de Investigación en Ciencias de la Educación (IRICE), de Argentina.

El “Cuestionario de Satisfacción del Estudiante” se compone de 20 ítems, escala Likert 1 a 4, donde 4 corresponde a “muy de acuerdo” y 1 a “desacuerdo”, además de 2 preguntas abiertas. La respuesta al mismo fue solicitada a los estudiantes luego de enviar al profesor por e-mail los informes escritos de las experiencias realizadas. Dado el interés del trabajo, se focaliza el análisis sobre aquellas preguntas de este cuestionario que brindan información acerca de los aprendizajes percibidos.

El “Cuestionario de Satisfacción del Profesor” se compone de 10 preguntas, 9 de ellas con 3 opciones de respuestas (sí, medianamente, no) y una pregunta abierta destinada a valorar globalmente la implementación. El cuestionario incluyó además un espacio para que el profesor vuelque en él comentarios sobre el desempeño general de los estudiantes. Todo ello se complementa con la observación de logros de aprendizaje en los informes individuales realizados por los estudiantes.

V. RESULTADOS

Los dos profesores responsables de laboratorio y 15 de los 17 estudiantes que participaron de la experiencia respondieron los respectivos cuestionarios.

La Tabla 1 muestra los resultados del “Cuestionario de Satisfacción del Estudiante”, con las siguientes opciones de respuesta: “No Acuerdo” (NA), “Acuerdo Parcialmente” (AP), “Acuerdo” (A), “Acuerdo Totalmente” (AT)

TABLA I

RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DEL ESTUDIANTE APRENDIZAJES PERCIBIDOS. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SEGÚN ACUERDO

		NA (1)	AP (2)	A (3)	AT (4)
P1	VISIR me ayudó a comprender mejor temas de la materia	0 %	26,7 %	53,3%	20,0%
P2	Probé los experimentos varias veces si los resultados me parecían extraños	6,7%	26,7%	26,7%	40,0%
P3	Creo que puedo manejar el laboratorio remoto muy bien	0 %	20,0%	66,7%	13,3%
P4	Creo que puedo resolver muchos problemas de electricidad reales	0%	40,0%	46,7%	13,3%
P5	Pude utilizar los conceptos científicos para explicar los resultados de los experimentos	0%	0%	46,7%	53,3%

Por otra parte, del análisis del “Cuestionario de Satisfacción del Profesor” surgen valoraciones positivas por parte de los profesores que intervinieron en la experiencia. Específicamente, destacan que los trabajos presentados por los estudiantes fueron satisfactorios. Uno de los profesores manifiesta en el cuestionario:

“VISIR permite enfatizar más en el desarrollo de circuitos o dispositivos puntuales, habiendo previamente utilizado las herramientas de banco en el laboratorio tradicional”.... “El laboratorio remoto les permitió tener más tiempo para probar y evaluar múltiples opciones”... “Es importante tener en cuenta que los estudiantes determinaron la respuesta del circuito, aun cuando no tenían conocimientos formalizados sobre amplificación”

Mientras el otro profesor expresa: “Es un complemento ideal en la enseñanza. Le da libertad al alumno de probar fuera de los límites específicos del problema planteado o como herramienta de aprendizaje para realizar prueba y error en un entorno controlado; esto podría ser previo al desarrollo en clase”

Revisando las entregas de los estudiantes, puede afirmarse que los 17 estudiantes pudieron cumplimentar con lo solicitado, acompañando las explicaciones con instantáneas tomadas de la interfaz cliente de VISIR (Fig.3 y Fig. 4). Por otra parte, más allá de las actividades que se les propuso, algunos estudiantes probaron variantes en el circuito y en la entrada respondiendo más a su propia curiosidad que a la consigna.

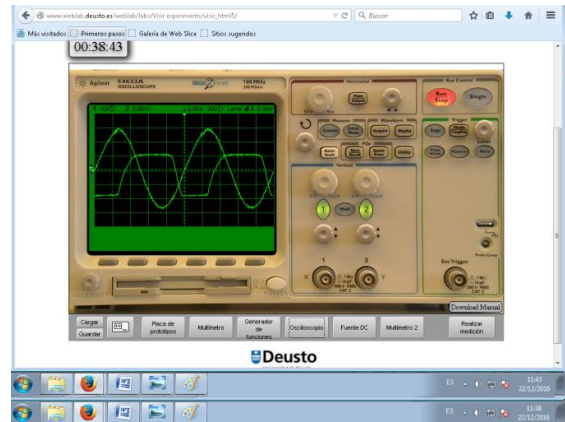


Fig. 3. Imagen recuperada de un informe. Análisis del comportamiento del circuito con capacitor



Fig. 4. Imagen recuperada de un informe. Análisis del comportamiento del circuito sin capacitor

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La observación de la Tabla I permite apreciar que, considerando las respuestas a las 5 preguntas que informan sobre los aprendizajes percibidos, la P2 es la única que muestra un número de respuestas distinto de cero (6,7%) en la categoría NA. Lo mismo revela, además, con un porcentaje que alcanza el 93,3%, que la gran mayoría de los estudiantes que participaron de la experiencia no se han limitado a armar el circuito propuesto sino que, también, han analizado los resultados obtenidos y valorado los mismos a la luz de lo realizado, realizando nuevos ensayos.

Para el caso de las restantes afirmaciones del Cuestionario, resalta la existencia de un 40% de estudiantes que en la P4 optaron por seleccionar AP, expresando con ello cierto resguardo en la creencia de que luego de la experiencia realizada con VISIR pueden resolver muchos problemas de electricidad reales.

Por otra parte, resulta alentadora la percepción altamente positiva de los estudiantes cuando en la P5 afirman, en el 100% de los casos (entre el 46,7% que optó por seleccionar A y el 53,3% que optó por seleccionar AT), que han podido utilizar los conceptos científicos para explicar los resultados de los experimentos, revelando con ello el logro de procesos de integración valiosos para el aprendizaje de los dispositivos electrónicos.

Como contrapartida, si se compara lo anterior con los porcentajes asociados a P1, con 26,7% de estudiantes que seleccionaron la opción AP y sólo un 20% que seleccionaron AT, se evidencia mayor cautela por parte de los estudiantes al momento de afirmar que VISIR los ha ayudado a comprender mejor los temas de la materia. Si bien este resultado podría ser considerado una debilidad al momento de valorar la eficacia de VISIR en términos de facilitar los aprendizajes, es claro que para P1 no existen respuestas en desacuerdo. Por otra parte, los temas de electrónica circuital constituyen sólo la parte al final de una asignatura en la que se desarrollan contenidos que inician con los fundamentos de la Física Cuántica orientada a materiales. Además, es claro que tampoco puede esperarse que una única actividad considerada en forma aislada del resto de las actividades a lo largo de un curso, se base ésta en VISIR o en otro recurso, sea la que ayude a comprender mejor los temas, para todos los estudiantes, con independencia de, por ejemplo, sus estilos cognitivos.

Si lo anterior se contrasta con la evidencia de lo realizado en los informes y la apreciación de uno de los profesores destacando los buenos análisis realizados por los estudiantes de la respuesta del circuito *“aun cuando no tenían conocimientos formalizados sobre amplificación”*, podría afirmarse que en el contexto de la asignatura FDE para IE en la UNR, VISIR ha resultado un recurso didáctico eficaz para introducir a los estudiantes en este tema fundamental de la electrónica circuital.

Con referencia a P3, los resultados dan cuenta de una percepción mayoritariamente positiva de parte de los estudiantes sobre sus aprendizajes en asociación con la operatoria experimental del laboratorio remoto. Sin embargo, hay un 20% de estudiantes que seleccionó la opción AP en P3. Al respecto, y más allá que se trate de estudiantes familiarizados con el uso de tecnologías, el dominio de la herramienta es un factor clave si de lo que se

trata es que la misma se transforme en un medio facilitador de aprendizajes. Es por lo que ese 20% pareciera ser un mal resultado. Sin embargo, al momento de valorarlo, resulta clave recordar que en el caso de esta experiencia, además de las indicaciones generales sobre cómo acceder al manual del VISIR, los profesores explicaron cómo operar con el laboratorio remoto en una clase demostrativa que no incluyó tiempos de práctica sobre VISIR de parte de los estudiantes. De ahí que para futuras implementaciones, y tal como lo apoyan resultados de otras investigaciones [7] [8], será necesario proveer a los estudiantes la oportunidad de realizar previos ensayos de prueba sobre VISIR junto al profesor sin la carga que representa la realización del propio trabajo práctico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto “Procesos educativos mediados por tecnologías en ciencias e ingeniería. Estudio de casos” (UNR-1ING505).

Los autores desean agradecer el apoyo de la Comunidad VISIR, así como el apoyo financiero proporcionado por la Comisión Europea a través de la subvención 561735-EPP-1-2015-1-PT-EPPKA2-CBHE-JP.

REFERENCIAS

- [1] G. R. Alves, A. Fidalgo, A. Marques, C. Viegas, M. Felgueiras, R. Costa, N. Lima, J. Garcia-Zubia, U. Hernández-Jayo, M. Castro, G. Díaz-Orueta, A. Pester, D. Zutin, W. Kulesza, I. Gustavsson, L. Schlichting, G. Ferreira, D. De Bona, J. Silva, J. Alves, S. Biléssimo, A. Pavani, D. Lima, G. Temporão, S. Marchisio, S. Concari, F. Lerro, R. Fernández, H. Paz, F. Soria, N. Almeida, V. De Oliveira, M. Pozzo and E. Dobbolletta. “Spreading remote lab usage. A System – A Community – A Federation”, In Engineering Education (CISPEE), 2016 2nd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education. pp. 1-7. IEEE, doi: [10.1109/CISPEE.2016.7777722](https://doi.org/10.1109/CISPEE.2016.7777722).
- [2] F. D. Trujillo-Aguilera, P. J. Sotorri-Ruiz, A. Pozo-Ruz. “A new challenge in the Electronics teaching/learning process for the Industrial Design Engineering Bachelor. EDUCON 2007.
- [3] F. Lerro, S. Marchisio, S. Martini, H. Massacesi, E. Perretta, A. Giménez, N. Aimetti y J. Oshiro. “Performing Real Experiments from a Remote Learning Management System”. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje. February 2014. Volume: 9 Issue: 1. pp: 1-5. doi: [10.1109/RITA.2014.2302052](https://doi.org/10.1109/RITA.2014.2302052)
- [4] Lerro, F., Orduña, P., Marchisio, S., García-Zubia, J., “Development of a Remote Laboratory Management System and Integration with Social Networks”. International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (IJES) Vol 2, No 3, pp33-37. 2013. <http://online-journals.org/index.php/i-ies/article/view/3821>
- [5] Orduña, P., Lerro, F., Bailey, P., Marchisio, S., De Long, K., Perreta, E., Dziabenko, O., Angulo, I., Lopez-de-Ipina, D., Garcia-Zubia, J., 2013. “Exploring complex remote laboratory ecosystems through interoperable federation chains.” Global Engineering Education Conference. IEEE. EDUCON 2013. pp.1200,1208 <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=6530259&isnumber=6530074>.
- [6] Marchisio, S; Concari, S; Lerro F.; Kofman, H. 2014. Experiencias Educativas con Laboratorios Remotos en Argentina. En Domínguez, M.C., Cacheiro, M.L. y Dulac, J. (eds.) (2014). Diálogo entre culturas: estrategias didácticas y tecnologías educativas. Pizarra Digital [DVD]. Madrid: Anaya - UNED.
- [7] M.A Marques, M.C Viegas, M.C Costa-Lobo, A.V Fidalgo, G.R Alves, J.S Rocha and I Gustavsson, "How Remote Labs Impact on Course Outcomes: Various Practices Using VISIR", Education, IEEE Transactions, vol. 57, no. 3, pp. 151-159, Aug. 2014, doi: [10.1109/TE.2013.2284156](https://doi.org/10.1109/TE.2013.2284156)
- [8] J. Garcia-Zubia, J. Cuadros, S. Romero, U.Hernández-Jayo, P.Orduña, M.Guenaga, L. González-Sabate, I.Gustavsson “Empirical Analysis of the Use of the VISIR Remote Lab in Teaching Analog Electronics”, Education, IEEE Transactions, vol. pp, no. 99, pp. 1-8, 2016, doi: [10.1109/TE.2016.2608790](https://doi.org/10.1109/TE.2016.2608790)