

Aportes para la enseñanza de circuitos RL en corriente continua: análisis de un applet

Claudia Zang¹, Norah Giacosa¹, Silvia Giorgi², Jorge Maidana¹, Alejandro Such¹

¹Departamento de Física/Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales/Universidad Nacional de Misiones

Félix de Azara 1552. N3300LQ. Posadas. Misiones. Argentina

Tel/Fax: 54 376 4425414

e-mail: claudiamzang@gmail.com; norah@correo.unam.edu.ar; jamaigms@gmail.com; fiale.s@hotmail.com

²Facultad de Ingeniería Química/Universidad Nacional del Litoral

Santiago del Estero 2829. S3000AOM. Santa Fe. Argentina

e-mail: sgiorgi@fiq.unl.edu.ar

Resumen

Un número considerable de estudiantes universitarios tiene dificultades para conceptualizar los fenómenos transitorios en circuitos inductivos en corriente continua. En particular, para relacionar las magnitudes físicas que intervienen y las funciones matemáticas que las representan. Se sostiene que algunas de estas dificultades, podrían estar relacionadas con el tratamiento dado al tema en los libros de texto que consultan.

Los resultados de otro trabajo de investigación, que abordó el análisis de una muestra de textos universitarios, indican que el tratamiento dado al tema en los mismos, no facilitaría la construcción de conocimientos, porque, entre otras cosas, se realiza una presentación dominada por un instrumentalismo matemático con baja conceptualización.

Existen otros recursos didácticos, acordes con las tendencias contemporáneas de la Educación Superior, como las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, que pueden integrarse curricularmente para promover el aprendizaje deseado.

Por lo mencionado precedentemente, a partir del interés de los autores en la búsqueda de recursos didácticos para mejorar la comprensión del comportamiento de circuitos RL en corriente continua por parte de los estudiantes, se seleccionó y analizó un *applet* de uso libre con el cual se puede complementar el estudio del tema.

Los resultados que se presentan señalan cuestiones de aptitud para su uso en el aula como así también algunas limitaciones sobre las cuales se realizan advertencias a tener en cuenta antes de su utilización.

Palabras claves: enseñanza, Universidad, fenómenos transitorios en circuitos resistivo-inductivos, *applet*.

Contexto

Este estudio se realizó en el marco del proyecto denominado: “El aprendizaje de la Física universitaria: un estudio de las relaciones entre los modelos empleados en la enseñanza y las representaciones de los estudiantes” (16Q479), registrado en la Secretaría de Posgrado de la Facultad de Ciencias Exactas,

Químicas y Naturales (FCEQyN) dependiente de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Se trata de un proyecto trianual (2011-2013).

Introducción

Uno de los bloques temáticos de Física, incluido en la mayoría de las carreras científico-tecnológicas de la República Argentina, es Electricidad. En él se estudian, entre otras cuestiones, el comportamiento de los circuitos resistivo-inductivos en corriente continua.

La experiencia docente de los autores muestra que para un número considerable de alumnos, el estudio de fenómenos transitorios no suele ser una tarea sencilla. En general, los estudiantes tienen dificultades para explicar el proceso de aumento y decaimiento de la corriente eléctrica en circuitos de esta naturaleza; y para vincular, por un lado, las diferentes magnitudes físicas que intervienen (corriente eléctrica, diferencia de potencial, tiempo) y por otro, las formas en que pueden representarse las funciones matemáticas que describen las relaciones entre tales magnitudes.

Si bien son múltiples los factores que influyen en el aprendizaje de Física por parte de los estudiantes, los libros de texto que recomiendan los docentes y que utilizan habitualmente los alumnos, desempeñan un papel preponderante en el mencionado proceso.

En este contexto, y reconociendo la importancia que tienen los libros de texto de uso habitual en la enseñanza, se realizó una investigación previa, con el propósito de indagar la perspectiva con la que se aborda en ellos el tema circuitos RL.

Los resultados, del análisis de doce libros de texto universitarios, muestran que el tratamiento que se hace del tema en la mayoría de los ellos no facilitaría el aprendizaje de los fenómenos transitorios en circuitos inductivos. Por un lado, se realiza una presentación dominada por el instrumentalismo matemático;

por otro, se presentan ecuaciones temporales que no se grafican y gráficos cuyas ecuaciones no se explicitan, lo cual dificultaría la comprensión lectora. Además, los problemas resueltos son mayoritariamente cuantitativos y carentes de interés científico. Las imágenes, analogías, referencias históricas y aplicaciones a la vida cotidiana son escasas.

Los libros de texto, desde las restricciones que la palabra escrita y las ilustraciones estáticas imponen, seguirán siendo referentes para guiar la enseñanza de Física, pero existen otros recursos didácticos, acordes con las tendencias contemporáneas de la Educación Superior, como las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), que pueden integrarse curricularmente para promover el aprendizaje deseado [1].

En el ámbito de las Ciencias Físicas, las TIC han mostrado ser un medio apropiado para desarrollar algunas de las competencias profesionales que la sociedad del conocimiento exige [2]. Si bien sus usos son variados: adquisición y procesamiento de datos, obtención de gráficos en tiempos reales, realización de experiencias en entornos virtuales y reales por medio del uso de laboratorios remotos, siendo esta última modalidad de desarrollo e implementación más acotada y reciente [3, 4, 5], las simulaciones computacionales (*applet*) son los recursos educativos más abundantes y accesibles. No obstante, cabe remarcar que algunas simulaciones de acceso libre contienen serios errores.

Se sostiene, concordando con otros investigadores [6] que enseñar a los estudiantes que los libros de textos pueden contener errores e imprecisiones, favorece el desarrollo de una actitud más crítica hacia las deficiencias detectadas e incide en sus concepciones epistemológicas sobre los criterios de validez del conocimiento científico. Desde esta postura, y extendiendo esta afirmación a las simulaciones, en un trabajo anterior [7] se

diseñaron y desarrollaron actividades con un simulador que incurre en fallas operatorias similares a las que es posible reconocer en las resoluciones de problemas lápiz y papel que realizan los estudiantes. Los resultados mostraron que, ante el uso de dos simuladores seleccionados por los docentes, uno de los cuales arrojaba valores equivocados, algunos estudiantes universitarios fueron incapaces de reconocer los resultados erróneos aún luego de haber abordado el tema en las clases correspondientes.

En virtud de lo mencionado, y en el afán de contribuir a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los fenómenos transitorios en circuitos RL, en esta presentación se describen los criterios de selección y el análisis de un *applet* de acceso libre.

Líneas de investigación y desarrollo

Este trabajo se llevó a cabo en el marco del proyecto de investigación mencionado, el cual se formuló en el contexto de indagación sobre las representaciones mentales de los estudiantes universitarios del ciclo básico relacionadas con determinados tópicos de Física, en este caso el estudio de circuitos RL, y sobre recursos de enseñanza potencialmente útiles para acercar dichas representaciones a los modelos físicos actuales consensuados por la comunidad científica, de manera de hacer más fluidos los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Se espera que los resultados obtenidos en el desarrollo del citado proyecto puedan colaborar con el mejoramiento y la necesaria actualización que la enseñanza de la Física demanda; y promover otras investigaciones en esta dirección.

Resultados y Objetivos

El propósito de este escrito es mostrar resultados preliminares, derivados de un estudio de caso, correspondientes al análisis crítico de

un *applet* con el cual se puede complementar la enseñanza de fenómenos transitorios en circuitos RL en corriente continua en el ciclo universitario básico.

El *applet* que se presenta se escogió en base a categorías que se construyeron, en concordancia con otros estudios, a partir de los siguientes aspectos: criterios para seleccionar información libre de Internet, orientaciones para elegir *software* educativo y recaudos necesarios para la selección de materiales curriculares [8, 9].

El *applet* seleccionado pertenece al curso “Learn Physic using Java” desarrollado por Chiu-king Ng (C. K. Ng). El autor es PhD en Física por la Universidad China de Hong Kong y actualmente se desempeña como docente de Física en el *Yenching Collage* (Hong Kong, República Popular de China). El curso está organizado en tres bloques temáticos: 1) Mecánica, 2) Luz y Ondas y 3) Electromagnetismo y Electrónica; y cuenta con cerca de 50 simuladores. La última actualización, según se indica en la página WEB, data de enero de 2012.

Ingresando al link: http://ngsir.netfirms.com/englishhtm/RL_squar_e.htm se accede al *applet* elegido, disponible en inglés y chino. El título del simulador, cuya pantalla se muestra en la Figura 1, es: “Square Wave applied to RL in series (Continuous charging and discharging)”.

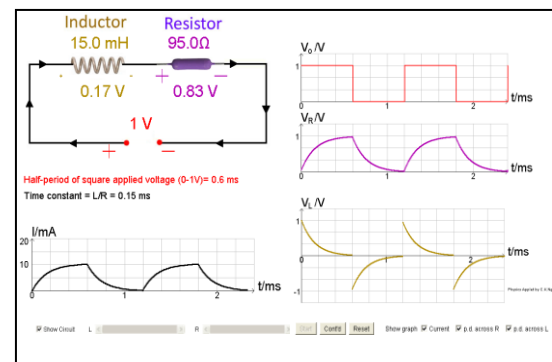


Fig. 1: Pantalla simulador circuito RL C.K. Ng

El objetivo del simulador es estudiar el comportamiento de un circuito RL en serie conectado a un generador de señales cuadradas, en los procesos de crecimiento y decaimiento de la corriente eléctrica en función del tiempo

El semiperíodo de la señal de la fuerza electromotriz (FEM) es constante e igual a 0,6 milisegundos. El valor máximo de la FEM durante el primer semiperíodo, o los consecutivos posteriores impares, es constante e igual a 1 V. En el segundo semiperíodo, o posteriores pares, la FEM se anula. Estas condiciones están explicitadas en el simulador (“*Half-period of square applied voltage (0-1V) = 0.6 ms*”).

En la parte inferior de la pantalla se encuentran los controles de entrada. Ellos son: mostrar animación en circuito (*Show circuit*), asignar valores a L y R dentro de un rango establecido por el programa, iniciar la animación (*Start*), pausar o reiniciar la simulación (*Pause-Cont'd*), reajustar valores (*Reset*); y mostrar los gráficos de: corriente, diferencia de potencial en la resistencia y diferencia de potencial en el inductor (*Show graph: Current, p.d. across R, p.d. across L*).

En la Tabla 1 se muestran los valores máximos y mínimos que admiten las dos únicas variables del programa.

Variables	Valor mínimo	Valor máximo
L	5 mL	100 mH
R	50 Ω	100 Ω

Tabla 1: Valores mínimos y máximos de L y R establecidos en el programa

Una vez seleccionados los valores de L y R , lo cual se logra moviendo el cursor destinado a ese efecto, el programa proporciona automáticamente la constante de tiempo inductiva del circuito. Señalando todas las posibles prestaciones del simulador e iniciándolo es posible ver en el circuito la animación del sentido convencional de

corriente de conducción y la evolución de los gráficos mencionados.

Entre las cuestiones de aptitud para su uso en el aula se señalan:

- Utiliza distintos colores para representar los elementos del circuito (resistencia, inductor, fuente de FEM), sus valores y la diferencia de potencial en sus terminales.

- Grafica la corriente, en el proceso de crecimiento y de decaimiento, en función del tiempo en una misma gráfica.

- Muestra la evolución temporal de la diferencia de potencial en las terminales de la fuente de FEM, en la resistencia y en el inductor, en el proceso de crecimiento y de decaimiento de la corriente eléctrica, en tres gráficos separados utilizando los mismos colores que los representan en el esquema del circuito eléctrico.

- Permite plantear actividades cuantitativas acordes al nivel del curso en el que se pretende introducir.

- Proporciona a los estudiantes oportunidades para desarrollar su propia comprensión acerca de los conceptos involucrados en los procesos de crecimiento y decaimiento de la corriente eléctrica en un circuito de esta naturaleza, a través de un proceso de construcción de hipótesis y de prueba de ideas.

- La pantalla se puede transportar a otros programas informáticos lo cual facilita la preservación de la información y la revisión de los procesos de experimentación.

Algunas limitaciones son:

- El espacio del plano que ocupa el simulador, si no se ajusta convenientemente la resolución de la pantalla de la computadora, no se puede ver completo.

- Dado que la FEM es un generador de señales cuadradas, los procesos de crecimiento y decaimiento de la corriente eléctrica se estudian de manera integrada y la decodificación de todos los gráficos mostrados requiere de un trabajo cuidadoso de interpretación.

- En el título del *applet* se hace referencia a “carga” y “descarga” cuando en ningún

elemento de este tipo de circuitos se acumulan o desacumulan cargas eléctricas.

Se sostiene que la incorporación de las TIC en ambientes educativos requiere indefectiblemente de nuevas competencias docentes que sólo se logran, en primera instancia, a través de la capacitación y de una profunda reflexión acerca de su potencial utilidad para promover procesos de construcción de conocimientos científicos; y en segundo lugar con un uso responsable que posibilite ser considerada por los estudiantes como una herramienta más para aprender.

La mediación entre los recursos utilizados, ya sean éstos libros de texto u otros materiales, depende en última instancia del docente.

Saber analizar críticamente los recursos disponibles antes de seleccionarlos para actividades curriculares, en una época caracterizada por la sobreabundancia de información, es una tarea ineludible. Se espera con este trabajo realizar un aporte en esa dirección.

Formación de Recursos Humanos

El equipo está conformado por docentes del Dpto. de Física de la FCEQyN (UNaM) y alumnos de la Institución. La co-dirección está a cargo de una docente del Dpto. de Física de la Facultad de Ingeniería Química dependiente de la Universidad Nacional de Litoral, con la que se ha compartido trabajo por más de una década. Dos de las integrantes están cursando la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue); y una, la Especialización en Investigación Educativa (Convenio FCEQyN-UNaM con ISFD dependientes del Ministerio de Cultura, Educación, Ciencia y Tecnología de Misiones).

Algunos integrantes del proyecto utilizan regularmente *applets* en cursos de Física, han coordinado un Taller de capacitación docente

en Uruguay durante el año 2012; y diseñado e implementado una Asignatura Optativa destinada a alumnos avanzados del Profesorado en Física (FCEQyN-UNaM) utilizando 34 simuladores de Electromagnetismo y Óptica a partir del segundo semestre de 2012.

Referencias

- [1] Lapp, D. & Cyrus, V. (2000). Using data-collection devices to enhance students' understanding. *Mathematics Teacher*, 93(6), 504-510.
- [2] Serrano, G. y Fuentes S. (2011) El uso de un simulador virtual para la enseñanza del movimiento de proyectiles. *Encuentro Latinoamericano de Profesores y Estudiantes de Matemática y Ciencias Naturales*, San Rafael, Mendoza. Argentina.
- [3] Llonch, E. y Massa, M. (2006) La hipermedia en el aprendizaje del átomo a la construcción de la materia. *Memorias de CIAEF 2006 – IACPE*. Universidad de Costa Rica.
- [4] Kofman, H. & Concari, S. (2011) Using remote labs for Physics teaching. In: *Using Remote Labs in Education*. Javier García Zúbia and Gustavo Alves (Eds.), University of Deusto Publications, 293-308.
- [5] Pires, M. e Veit, E. (2006) Tecnologías de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. V28 N2, 241-248.
- [6] Campanario, J. (2003) De la necesidad a la virtud: cómo aprovechar los errores e imprecisiones de los libros de texto para enseñar Física. *Revista Enseñanza de la Ciencias*. (21), 1, 161-172.
- [7] Giacosa, N.; Giorgi, S.; Maidana, J.; Beck, S. y Zang, C. (2011) Controversias entre modelos físicos y simulaciones computacionales en la clase de electrostática: estudio del funcionamiento de un electroscopio cargado. *Memorias de la REF XVII*. Universidad Nacional de Córdoba. T (70), 1-12.
- [8] Giacosa, N., Zang, C., y Giorgi, S. (2012) TIC en la enseñanza y el aprendizaje de electrostática. *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 957-961.
- [9] Caamaño, A. (Coord.) (2011) *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona. GRAÓ.