

# Generación de simulaciones para la enseñanza de las ciencias. Un ejemplo con circuitos eléctricos creado en EJS

Esteban Panelli, Georgina B. Rodríguez y Marta G. Caligaris

Grupo Ingeniería & Educación  
Facultad Regional San Nicolás – Universidad Tecnológica Nacional  
Colón 332 (2900) San Nicolás, Argentina  
gie@frsn.utn.edu.ar

## 1. Resumen

Las simulaciones constituyen una herramienta muy valiosa en la enseñanza de las ciencias, en todos los niveles educativos. Es indudable que el dictado de clases con utilización de aplicaciones en la PC en las que los alumnos puedan ver los fenómenos ocurrir les resultará más atractivo, y creará un entusiasmo que posiblemente logre hacer desaparecer el desinterés y la dispersión en más de uno de ellos.

Lamentablemente, no predominan las clases en las que se utilizan simulaciones por computadora. El principal problema reside en el hecho de que no es fácil producirlas ya que, en general, se debe poseer un buen dominio de algún lenguaje de programación, especialmente en lo que se refiere a la creación de gráficos, en particular animaciones.

SIMULACIONES FÁCILES EN JAVA (EJS, por sus siglas en inglés, **E**ASY **J**AVA **S**IMULATIONS) es un software diseñado especialmente por Francisco Esquembre, de la Universidad de Murcia, para solucionar este problema. Es de distribución libre y forma parte del proyecto Open Source Physics (Física de código abierto). Se puede bajar del sitio oficial <http://fem.um.es/Ejs>.

EJS está específicamente diseñado para crear simulaciones científicas en Java, de forma sencilla y rápida, sin necesidad de conocer siquiera este lenguaje. Quien se dedique a realizar simulaciones con EJS deberá dedicarse mayormente a escribir los detalles del modelo en estudio, sin prestar prácticamente atención a las técnicas de programación utilizadas. Sin darse cuenta, obtendrá un producto final independiente de EJS, que también puede ser utilizado en forma interactiva en Internet.

En este trabajo, se describe brevemente el software libre EJS, y se muestra un ejemplo de una simulación realizada con el mismo, para estudiar distintos circuitos eléctricos.

## 2. Una introducción a los circuitos RLC

La ley de Kirchoff establece que la suma de todas las caídas de tensión es igual a la suma de todas las fuentes, en un circuito cerrado. Esta ley implica que en un circuito cerrado que contenga una resistencia de  $R$  ohms, una capacitancia de  $C$  faradios, una inductancia de  $L$  Henries y una fuente de voltaje  $E(t)$ , la corriente  $I(t)$  satisface la ecuación

$$L I'(t) + R I(t) + \frac{1}{C} \int I(t) dt = E(t)$$

Esta resulta una ecuación integro-diferencial. Podemos derivar con respecto a  $t$ , para obtener la siguiente ecuación diferencial de segundo orden:

$$L I''(t) + R I'(t) + \frac{1}{C} I(t) = E'(t)$$

Suponiendo que el interruptor del circuito se encuentre cerrado en el tiempo  $t = 0$ , se tiene que la corriente inicial es nula, es decir,  $I(0) = 0$ , y la carga inicial está dada por  $Q(0) = V_0/L$ , o lo que es lo mismo,  $I'(0) = V_0/L$ .

## 2. EJS

Easy Java Simulations (EJS) es una herramienta diseñada por Francisco Esquembre, de la Universidad de Murcia, para la creación de simulaciones interactivas en Java. Las simulaciones que se pueden realizar con esta herramienta, también pueden ser realizadas con modernos lenguajes de programación, pero EJS tiene la ventaja de simplificar la tarea del desarrollador, tanto desde el punto de vista técnico como desde el conceptual. Desde el punto de vista técnico, la parte gráfica de las simulaciones (creación de vistas), que habitualmente requiere un nivel avanzado en programación, se simplifica notablemente. Por otro lado, desde el punto de vista conceptual, EJS provee una estructura simplificada del modelo de la simulación, es decir, de la descripción científica del fenómeno bajo estudio.

Este software permite crear modelos de diferente grado de dificultad, desde los más simples hasta los muy complejos. EJS posee algunas herramientas que simplifican la tarea de realizar una simulación. Por ejemplo, trae incorporados diferentes métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias. De esta manera, el autor de la simulación se evita escribir el código apropiado para ejecutar el método.

La interfaz de usuario de EJS se muestra en la figura 1. EJS posee tres sectores de trabajo para crear una simulación. En el primer panel, **Descripción**, es donde se puede incluir una introducción y explicaciones del fenómeno en estudio. Se pueden incorporar varias páginas de texto, que tienen formato html. Pueden ser creadas por el usuario desde este panel, o crearse con otras herramientas y luego ser importadas. El segundo sector, **Modelo**, es donde se genera el modelo del fenómeno. Aquí se indican las variables que intervienen en el modelo matemático de la simulación, las ecuaciones que las relacionan y algoritmos que realizan la evolución de las variables en el tiempo. Por último, el tercer sector, **Vista**, es el que permite construir la interfaz gráfica de la simulación. Esta interfaz se genera de manera muy sencilla, simplemente seleccionando los elementos que se desea incorporar desde paletas de herramientas, por ejemplo botones, deslizadores, campos, gráficos en dos o tres dimensiones, entre otras cosas. Una vez elegidos los elementos, se deberán especificar sus propiedades, simplemente desplegando el cuadro de diálogo específico con el botón derecho del mouse sobre cada elemento.

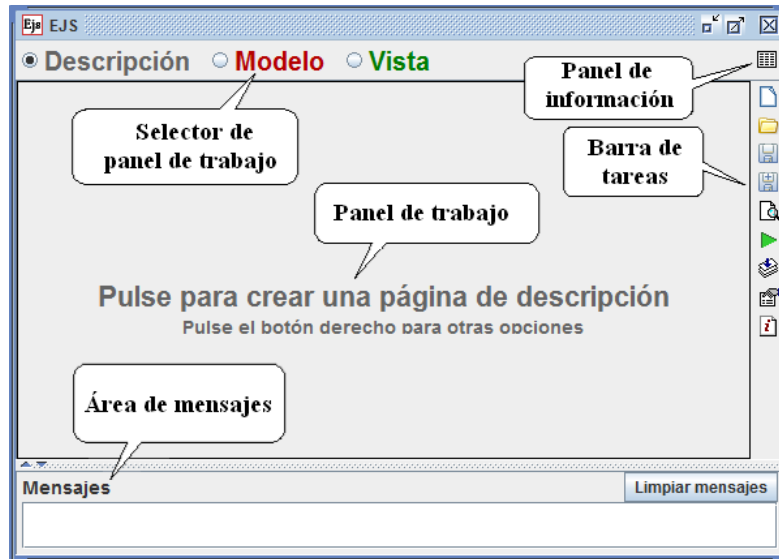


FIGURA 1. Interfaz de usuario de EJS

#### 4. Una simulación para estudiar circuitos eléctricos

Se ha desarrollado con el software EJS una simulación que permite trabajar con distintos circuitos: RL, RC y RLC.

En la interfaz de la aplicación, se permite elegir distintas fuentes. En la figura 2 se muestran juntas dos de las opciones para elegir la fuente de tensión.

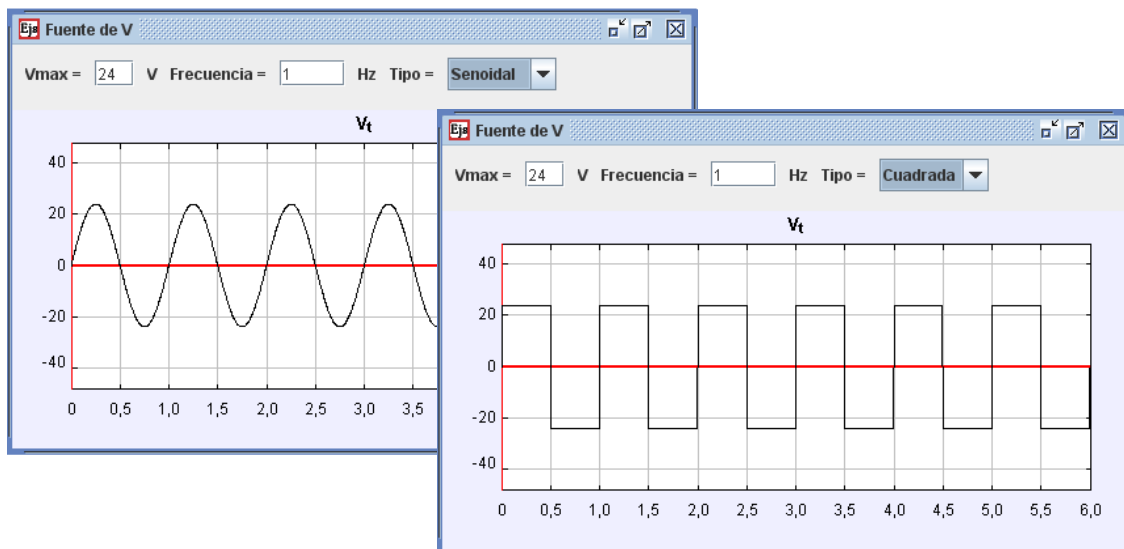


FIGURA 2. Algunas de las posibilidades de elección de la fuente.

Las figuras 3 y 4 muestran los dos primeros segundos de ciclos alternos. En los dos casos se observa que la diferencia de potencial en el resistor sigue en fase con la fuente de alimentación.

En la inductancia se puede ver un desfase de la tensión con respecto a la corriente de  $\pi/2$  en atraso y en el capacitor un desfase igual, pero en adelante.

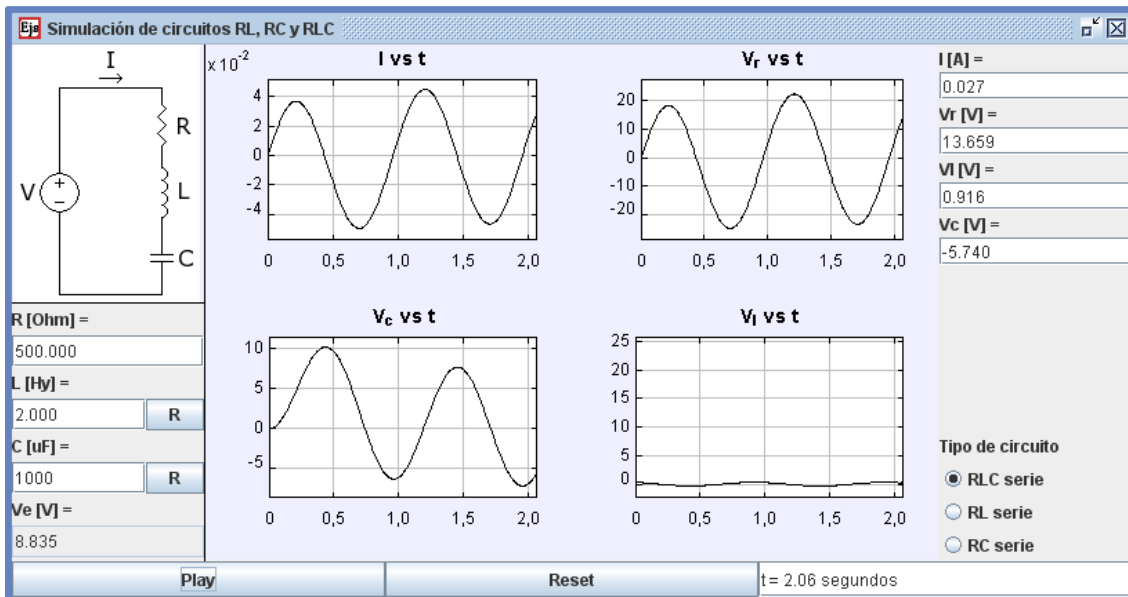


FIGURA 3. Los primeros segundos, para una fuente senoidal

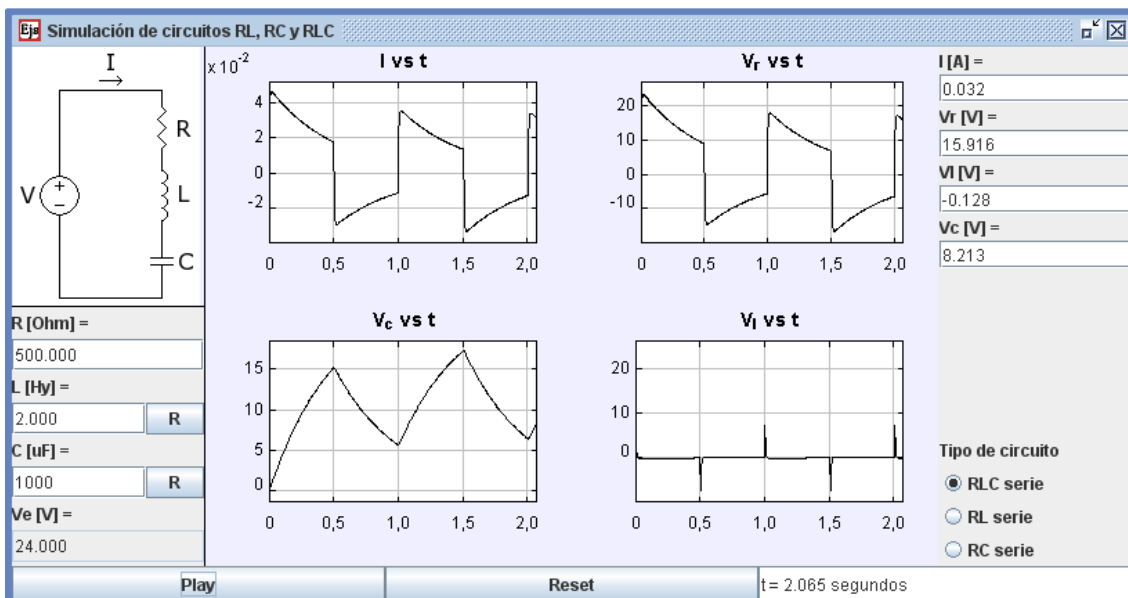


FIGURA 4. Los primeros segundos, para una fuente cuadrada

En la figura 5 se muestra el desarrollo de un estado transitorio del circuito RLC, con fuente continua. La corriente alcanza un pico en las primeras centésimas de segundo y luego disminuye, haciéndose asintótica a cero, debido a que el capacitor se carga con una constante de tiempo, hasta tomar valores de tensión tendientes a los de la fuente. El efecto que se produce en la inductancia es para un análisis más complejo del sistema, pero se puede ver que en las primeras centésimas de segundo la tensión sube y luego cae rápidamente, tendiendo a cero en el caso de una inductancia ideal como la de la figura.

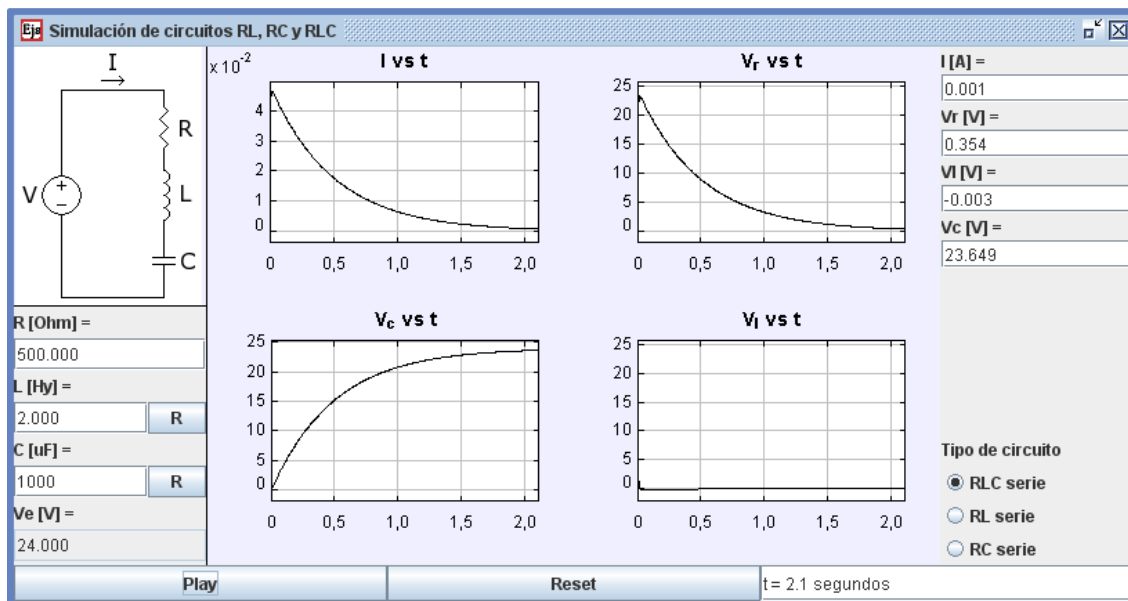


FIGURA 5. Circuito RLC para una fuente continua

## 5. Conclusiones

EJS es una herramienta, sencilla de utilizar, que permite crear simulaciones con un alto poder didáctico. Se pueden lograr simulaciones jugosas sin conocer el lenguaje Java, pero, con conocimiento del mismo, también se pueden programar métodos y procedimientos propios.

El uso del lenguaje Java para la generación de simulaciones permite que los materiales diseñados puedan ser utilizados en cualquier plataforma, dada la universalidad de este lenguaje.

Los gráficos que se pueden incorporar permiten analizar distintas variables dependientes del problema en análisis.

La simulación presentada en este trabajo es fácilmente adaptable para lograr simulaciones de situaciones reales diferentes con formulaciones matemáticas análogas.

## 6. Bibliografía y referencias

- Cogdell, J.R. (2000) Fundamentos de circuitos eléctricos. Ed. Prentice Hall. Primera Edición.
- Esquembre, F. (2005) Easy Java Simulations - The Manual. Version 3.4.
- Página Web oficial de EJS: <http://fem.um.es/Ejs>
- Portis, A.M. y Young, H.D. (1974) Circuitos eléctricos. Berkeley Physics Laboratory Segunda Edición. Ed. Reverté S.A.