

# *ICT platform for support AC circuits study*

## *Plataforma TIC de apoyo al estudio de circuitos eléctricos de corriente alterna*

M. San Martín, E.P. Parra, M. Blanco,  
A. Sánchez, J.A. Serrano,  
M.I. Jiménez  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.  
[moisan@uva.es](mailto:moisan@uva.es), [eparra@eii.uva.es](mailto:eparra@eii.uva.es), [moisesbc@uva.es](mailto:moisesbc@uva.es),  
[asanchez@eii.uva.es](mailto:asanchez@eii.uva.es), [andresimam@eii.uva.es](mailto:andresimam@eii.uva.es),  
[marjim@tel.uva.es](mailto:marjim@tel.uva.es)

M. García  
UNED.  
[mggarcia@ind.uned.es](mailto:mggarcia@ind.uned.es)

---

### Abstract

*The software used for making educational tools allows analyze the engineering phenomena in a more complete and explained way, by means of simulation and experimentation. It is necessary to know the equations about the behaviour of the object under study for the generation of these tools, and to solve them through the right software, obtaining the output values from the input values. With this software it is possible to realize new studies only modifying the parameters of the model or the input values. In this work the alternating current electric circuits are analyzed. Joined with the simulation, this technology also allows the experimentation through the development of practices by WEB that can be done with remote access. These tools can be used both for teaching in the classroom and laboratories. and for doing exercises and in their own study time of the students.*

*La utilización de software para la elaboración de herramientas didácticas permite, median- te simulación y experimentación, analizar los fenómenos de Ingeniería de una forma más completa e ilustrativa. Para la generación de estas herramientas será necesario conocer las ecuaciones que rigen el comportamiento del fenómeno objeto de estudio, y resolverlas mediante el software adecuado, obteniendo las variables de salida a partir de las variables de entrada. Con el software es posible realizar nuevos estudios modificando los parámetros del modelo o las variables de entrada. En este trabajo se analizan los Circuitos Eléctricos de Corriente Alterna. Junto a la simulación, la tecnología permite también la experimentación, mediante el desarrollo de prácticas vía WEB que pueden ser realizadas con acceso remoto. Estas herramientas pueden ser usadas tanto en la impartición de la docencia en aula y laboratorio, como para la elaboración de problemas y en el propio tiempo de estudio del alumno.*

---

Keywords: Simulation, Experimentation, Remote Practise, Alternating Current, Control by WEB.

Palabras clave: Simulación, Experimentación, Práctica remota, Corriente Alterna, Control vía WEB.

## 1 Introducción

Las materias relativas a diferentes fenómenos físicos en las titulaciones de Ingeniería se han impartido tradicionalmente en las aulas mediante simplificaciones, físicas y matemáticas, que permitían abarcar mínimamente el estudio de las citadas materias.

En este artículo se propone la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación con el objeto de desarrollar unas herramientas de apoyo para el estudio de circuitos eléctricos de corriente alterna. Estas herramientas TIC serán de varios tipos: simulación y práctica experimental.

Los objetivos del trabajo expuestos son los siguientes:

- Las herramientas desarrolladas van a permitir abordar de manera más completa el estudio de los fenómenos asociados a los circuitos eléctricos.
- El uso de las mencionadas herramientas en el aula permitirá una mayor comprensión por parte de los alumnos de los fenómenos analizados.

Para la generación de las diferentes herramientas se ha usado el software LabVIEW ya que permite tanto la simulación como adquisición y tratamiento de datos, si bien podría haberse utilizado otros lenguajes tales como MATLAB<sup>®</sup>, etc.

Todas las herramientas diseñadas, que desde hace varios años se utilizan en las correspondientes asignaturas en la Universidad de Valladolid, se integran perfectamente en la impartición de las materias en el aula, en las clases de problemas y laboratorios, así como en el tiempo de estudio personal del alumno o persona interesada en estos temas.

## 2 Metodología

El trabajo que aquí se presenta se ha abordado en dos frentes complementarios, que se detallarán a continuación: simulación y experimentación (práctica remota).

### 2.1 Simulación

Para el estudio de fenómenos físicos de la Ingeniería (en concreto, el análisis de circuitos eléctricos en corriente alterna) es muy interesante la utilización de simuladores que ayuden a la comprensión de estos fenómenos (San Martín et al., 2007), (García et al., n.d.), (San Martín et al., 2013).

El procedimiento para la elaboración de estos simuladores mediante software es el siguiente:

- a) Conocer las ecuaciones teóricas que rigen el comportamiento del fenómeno (análisis de circuitos eléctricos en corriente alterna (Fraile (2012)), ecuaciones que deben ser planteadas de la forma más general posible para abordar problemas generales relativos al mismo fenómeno.
- b) Resolver estas ecuaciones mediante el software adecuado (Ertugrul, 1998), (Chee-Mun, 2000), que en nuestro caso ha sido LabVIEW, y que proporcionará las respuestas de tensión, corriente y potencia del circuito eléctrico.

c) Tratamiento de los datos de la resolución, que nos permiten obtener, entre otros:

- La representación de tensiones y corrientes en el dominio del tiempo y en el dominio fasorial.
- Determinación de los fasores de tensión y de corriente.
- Cálculo de las potencias activa, reactiva y aparente.
- Cálculo de valores máximos, medios y eficaces.
- Determinación de desfases.

d) Validación del simulador: a partir de problemas teóricos y de laboratorio se contrastará la validez de la resolución del simulador.

Una vez obtenida la solución de forma programática mediante el software generado, ésta constituye una plataforma para la resolución general del comportamiento del fenómeno ante distintos parámetros y diferentes variables de entrada. Así, nos va a permitir, entre otros:

- Estudio de circuitos R, L y C.
- Estudio de circuitos serie RLC en cualquiera de sus configuraciones.
- Estudio de circuitos paralelo RLC en cualquiera de sus configuraciones.
- Evolución de las magnitudes ante cambio de parámetros.
- Etc.

Para el estudio de circuitos eléctricos de corriente alterna se han elaborado simuladores para el estudio de circuitos monofásicos y circuitos trifásicos.

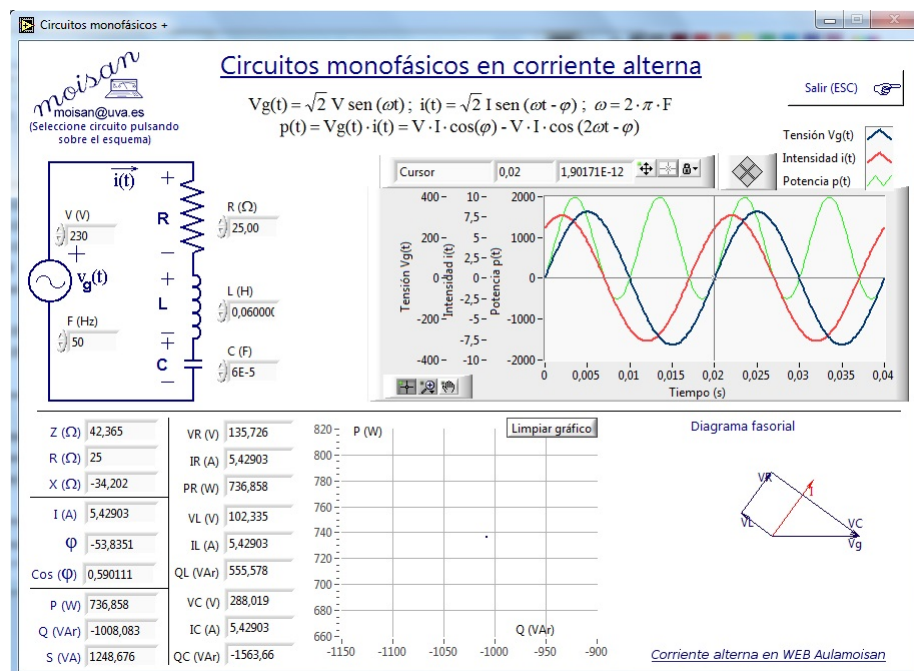


Figura 1: Simulador de circuitos monofásicos.

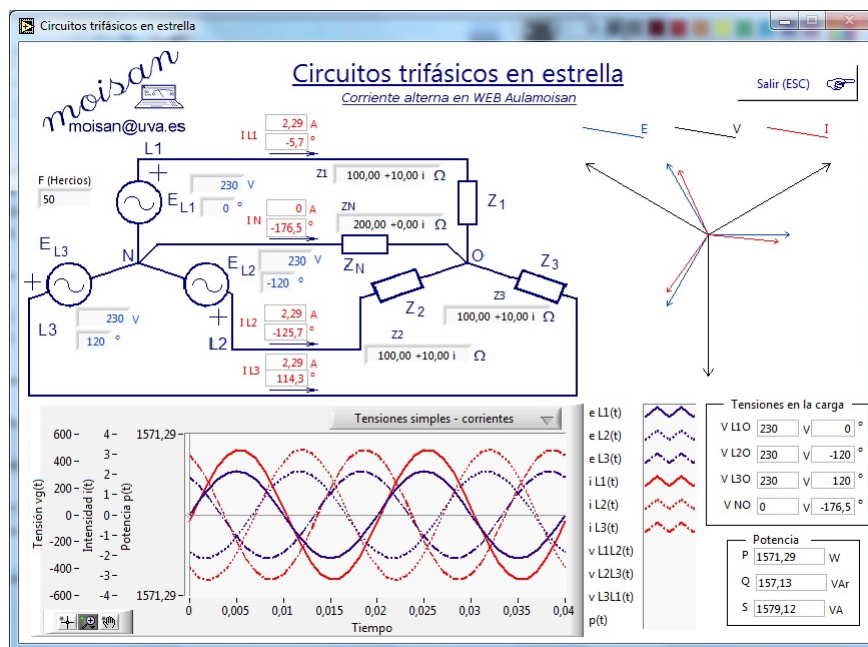


Figura 2: Simulador de circuitos trifásicos.

## 2.2 Práctica experimental

En las disciplinas relativas a la Ingeniería es muy conveniente la realización de prácticas reales de laboratorio que ayuden a la comprensión de los fenómenos objeto de estudio. Tradicionalmente muchas de las disciplinas de Ingeniería tienen un componente práctico que se ha venido impartiendo en laboratorios adecuados.

La aplicación de las TIC al laboratorio (Ertugrul, 1998), (Chee-Mun, 2000) va a permitir trascender la sesión de prácticas para poder ser usadas fuera del local propio de laboratorio tanto en la impartición de la clase teórica, de problemas y en el tiempo de estudio personal de alumno.

En las prácticas de análisis de circuitos de corriente alterna se realizarán los montajes de los diversos circuitos eléctricos incorporando dispositivos de medida y control que permitan un acceso remoto al ensayo, ensayo que se realiza con datos reales, no simulados. En este trabajo se ha conseguido mediante utilización de tarjetas de adquisición de datos, transductores de tensión y corriente, y todo el control del ensayo se realiza mediante el software LabVIEW que permite, sin conocimientos informáticos de creación de páginas WEB, el poder controlar y visualizar el ensayo desde la mayoría de los navegadores vía WEB.

Para este trabajo se han desarrollado prácticas vía WEB para circuitos monofásicos y trifásicos. La siguiente figura muestra la práctica remota de circuitos monofásicos.

En la práctica experimental de circuitos monofásicos se puede realizar la conexión de resistencias, bobinas y condensadores a una tensión monofásica, obteniendo la respuesta de tensiones y corrientes en el dominio del tiempo. El software realiza un tratamiento de los datos adquiridos determinando valores eficaces y medios, así como la representación de diagramas fasoriales. El acceso al ensayo (control y visualización) se hace vía WEB por lo que no es necesaria la instalación del software LabVIEW. En la siguiente figura se muestra la práctica remota de circuitos trifásicos.

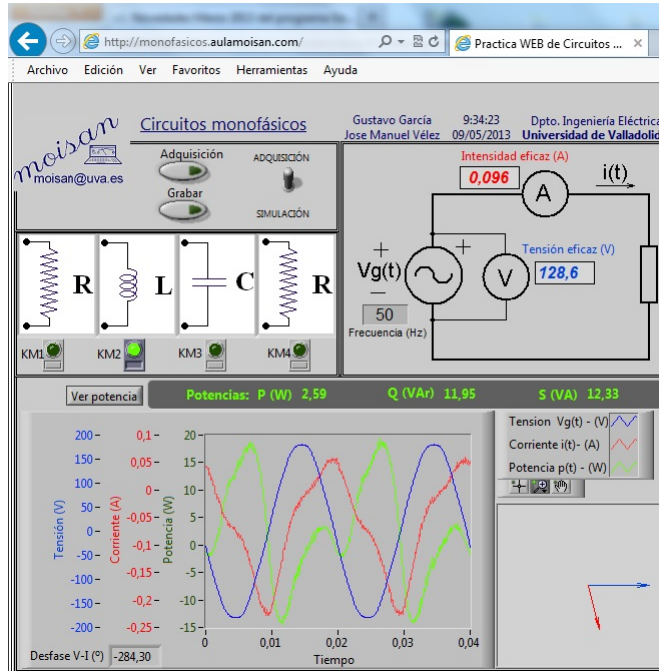


Figura 3: Práctica remota de circuitos monofásicos.

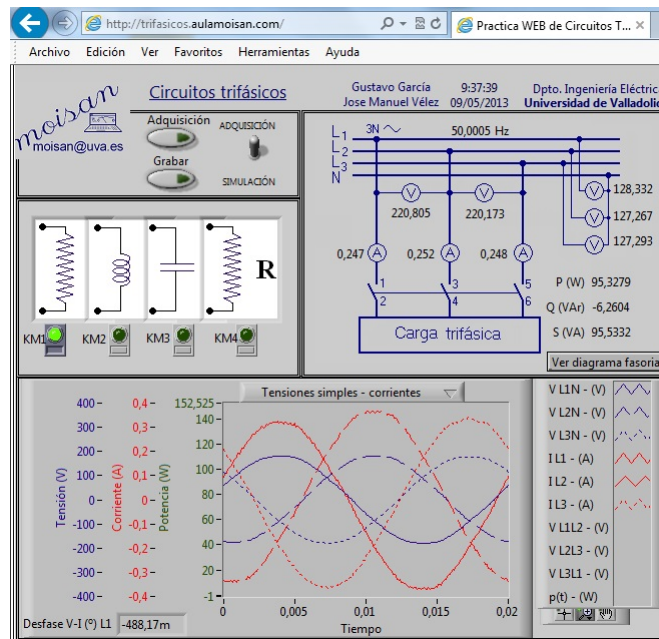


Figura 4: Práctica remota de circuitos trifásicos.

En la práctica experimental de circuitos trifásicos se pueden realizar la conexión de resistencias, bobinas y condensadores a una tensión trifásica, obteniendo la respuesta de tensiones y corrientes trifásicas en el dominio del tiempo. El software realiza un tratamiento de los datos adquiridos determinando valores eficaces de tensiones y corrientes, y potencias, así como la representación de diagramas fasoriales.

### 3 Resultados: Aplicaciones de las herramientas diseñadas

A partir de las herramientas diseñadas, en nuestro caso para el estudio de circuitos de corriente alterna, se podrán realizar las siguientes aplicaciones:

- Análisis de elementos lineales y elementos no lineales de un circuito eléctrico.
- Comparación entre el estudio teórico y real de un circuito eléctrico (monofásico y trifásico).
- Estudio armónico de tensiones y corrientes de un circuito con una bobina de núcleo magnético. Este estudio puede ser realizado con la misma herramienta LabVIEW u otras, ya que los datos pueden ser exportados a otras plataformas (Excel, Matlab, etc.).

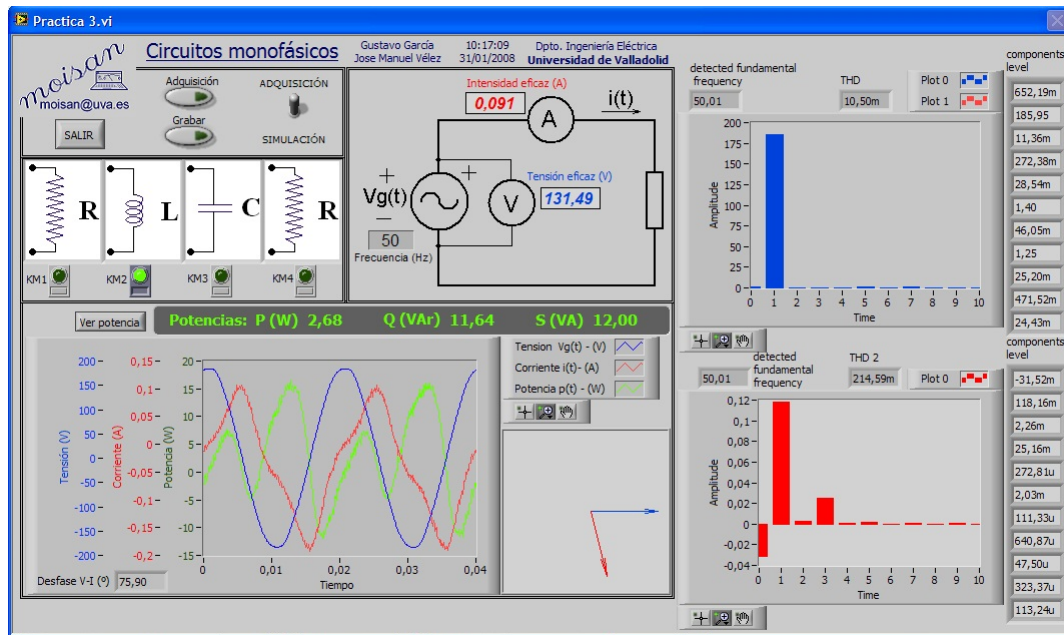


Figura 5: Análisis armónico de tensión y corriente de una bobina real.

- Diferencias entre el factor de potencia y el coseno de  $\varphi$  en un circuito real.
- Análisis de la resonancia eléctrica.
- Etc.

### 4 Conclusiones

En el presente trabajo desarrollado en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Valladolid se han generado una serie de herramientas para el estudio de Circuitos Eléctricos de Corriente Alterna que pueden ser usadas:

- En el aula para clases teóricas.
- En el aula para clases de problemas.
- En las sesiones de laboratorio.

d) En el estudio personal del alumno o todo aquel interesado en la materia.

El acceso vía WEB, tanto en control como en visualización, de las herramientas posibilita la utilización fuera de los horarios de clases reguladas.

En el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Valladolid se vienen usando estas herramientas en las asignaturas de Electrotecnia y Teoría de Circuitos con gran éxito por la mejora en las explicaciones y en la reducción de horas que se dedican a estas materias.

De la misma forma, y al ser de libre acceso las herramientas desarrolladas, se constata su uso por otras universidades mediante plataformas Moodle o WEB (Serrano et al., 2010), (Serrano et al., 2013).

Aplicando las directrices de este trabajo es posible extender las herramientas a otras materias propias de la Ingeniería tales como:

- Transitorios eléctricos.
- Máquinas eléctricas rotativas.
- Protecciones eléctricas.
- Subestaciones eléctricas.
- Transformadores eléctricos monofásicos y trifásicos.
- Etc.

## Referencias

-  San Martín M., Serrano J. A., Parra, E. P. (2007).  
*Recursos didácticos en Ingeniería Eléctrica con LabVIEW, National Instruments*  
*Página Académica Española.*  
Retrieved from: <http://spain.ni.com/academia/laboratorios>
-  García M., Soriano E., García M. J., Garcé E., Sánchez A. (n.d.).  
*Materials Science Forum. Vol: New Frontiers in Manufacturing Engineering and*  
*Materials Processing Training and Learning.*  
Simulation Tools as an Educational and Training Resource in Manufacturing  
Engineering SubjetsTeaching, 83-91.
-  San Martín M., Serrano J. A., Parra E. P., Blanco M, Ledo C. (2013).  
*Recursos didácticos en Ingeniería Eléctrica.*  
Convocatoria Innovación Docente Universidad de Valladolid.
-  Fraile Mora J. (2012).  
*Circuitos eléctricos.*  
Pearson Educación, Madrid.
-  Ertugrul N. (2000).  
*Electrical Circuits and Machines Laboratory with LabVIEW.*  
Manual National Instruments, Austin Texas.
-  Chee-Mun O. (1998).  
*Dynamic Simulation of Electric Machinery.*  
Prentice Hall, New Jersey.
-  Serrano J. A., Parra E. P., San Martín M. (2010).  
*Prácticas de Circuitos vía WEB, Blog Iniciatives Educatives.*  
Retrieved from:  
<http://www.bernatllopis.es/2010/12/practicas-de-circuitos-via-web.html>
-  Serrano J. A., Parra E. P., San Martín, M. (2013).  
*Simulación de Circuitos Monofásicos de Corriente Alterna. Blog CEAC.*  
Retrieved from:  
<http://www.ceac.es/blog/inicio/2013/02/26/simulador-de-circuitos-monofasicos-en-corriente-alterna>