



## **INTRODUCCIÓN DE SOFTWARE DE SIMULACIÓN PROFESIONAL EN LA DOCENCIA DE SISTEMAS DE POTENCIA**

**CURSO: 3º. Grado en Ingeniería Eléctrica. Asignaturas: Instalaciones Eléctricas y Sistemas Eléctricos**

**FACULTAD: Escuela Superior de Ingenieros**

### **I. PARTICIPANTES**

El proyecto se desarrolla en el departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática de Tecnun. Involucra a profesores del área de Ingeniería Eléctrica y cuenta con la participación de un doctorando.

- Joaquín de Nó Lengaran. Profesor Titular. Director del proyecto.
- Luis Fontán Agorreta. Profesor Adjunto.
- Miguel Martínez-Iturralde Maiza. Profesor Ayudante Doctor.
- Marco Satrustegui de Legarra. Personal Investigador en Formación.
- Íñigo Martínez Azcárate. Alumno desarrollando su Proyecto Fin de Grado.

### **II. RESULTADOS OBTENIDOS**

En esta memoria, se presenta los distintos pasos que se han dado para el testeo de software de simulación profesional en la docencia de Sistemas de Potencia.

Se han testado dos programas comerciales, Power World y PSCAD.

#### **POWER WORLD**

Se ha utilizado la versión educacional de este software, con una limitación de 12 nudos eléctricos. Pero suficiente para el carácter de testero de este proyecto.

La instalación resulta sencilla y puede realizarse tanto a nivel institucional como individual. Este es un punto a favor ya que permitiría a los alumnos trabajar en sus ordenadores personales sin limitaciones legales.

El entorno de trabajo es suficientemente amigable como para que los alumnos puedan navegar por él de forma casi inmediata.

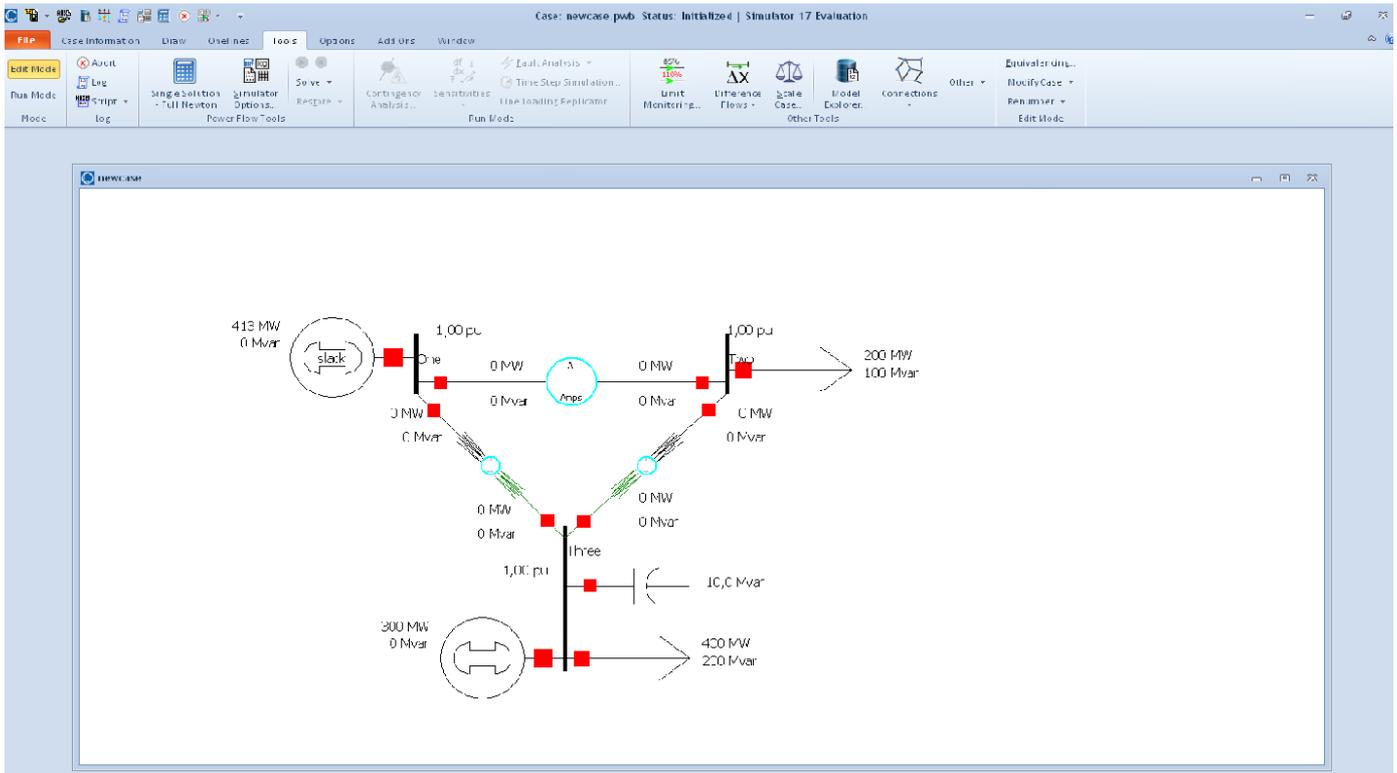
Cuenta con un tutorial on-line exhaustivo, pero esa misma característica hace engorroso su manejo.

Los estudios que permite son de régimen cuasi estacionario en sistemas de potencia, con resolución de tipo "Flujo de Cargas", con respuesta on-line a variaciones de la topología, la generación o las cargas del sistema.

Permite varios tipos de resolución numérica del Flujo de Cargas, en función de la convergencia matemática esperada para cada tipo de escenario.

Los resultados se plasman tanto en pantalla (en forma estática y con animaciones), como a través de listas numéricas exportables a Excel u otras herramientas de hoja de cálculo.

Permite la realización de ejemplos sencillos en un tiempo asumible en el rango de tiempos de unas prácticas asociadas a asignaturas de ingeniería eléctrica.



**Figura 1.** Ejemplo de edición de un sistema sencillo con tres nudos con Power World

El sistema Power World permite también el análisis de sistemas en régimen de fallo, tanto fallos simétricos como asimétricos. En este último caso, utiliza para la resolución de los sistemas el método de Componentes Simétricas.

Ésta es la metodología estándar para resolver estos casos aunque, como es sabido, no ofrece una resolución exhaustiva del transitorio eléctrico, sino una estimación de los órdenes de magnitud de las corrientes de cortocircuito en régimen subtransitorio, transitorio y síncrono.

Quizá lo más engorroso del sistema sea la introducción de datos de cada uno de los elementos. El hecho de que esté preparado para simular multitud de casos reales, tipos de instalaciones, máquinas, etc. regímenes de funcionamiento, etc. hace que los menús de introducción de datos sean especialmente prolijos y poco útiles a la hora de realizar ejemplos sencillos. Se echa de menos una forma abreviada de introducción de datos. Esto queda plasmando en la figura 2, que muestra el interfaz de usuario para la instrucción de parámetros en generadores.

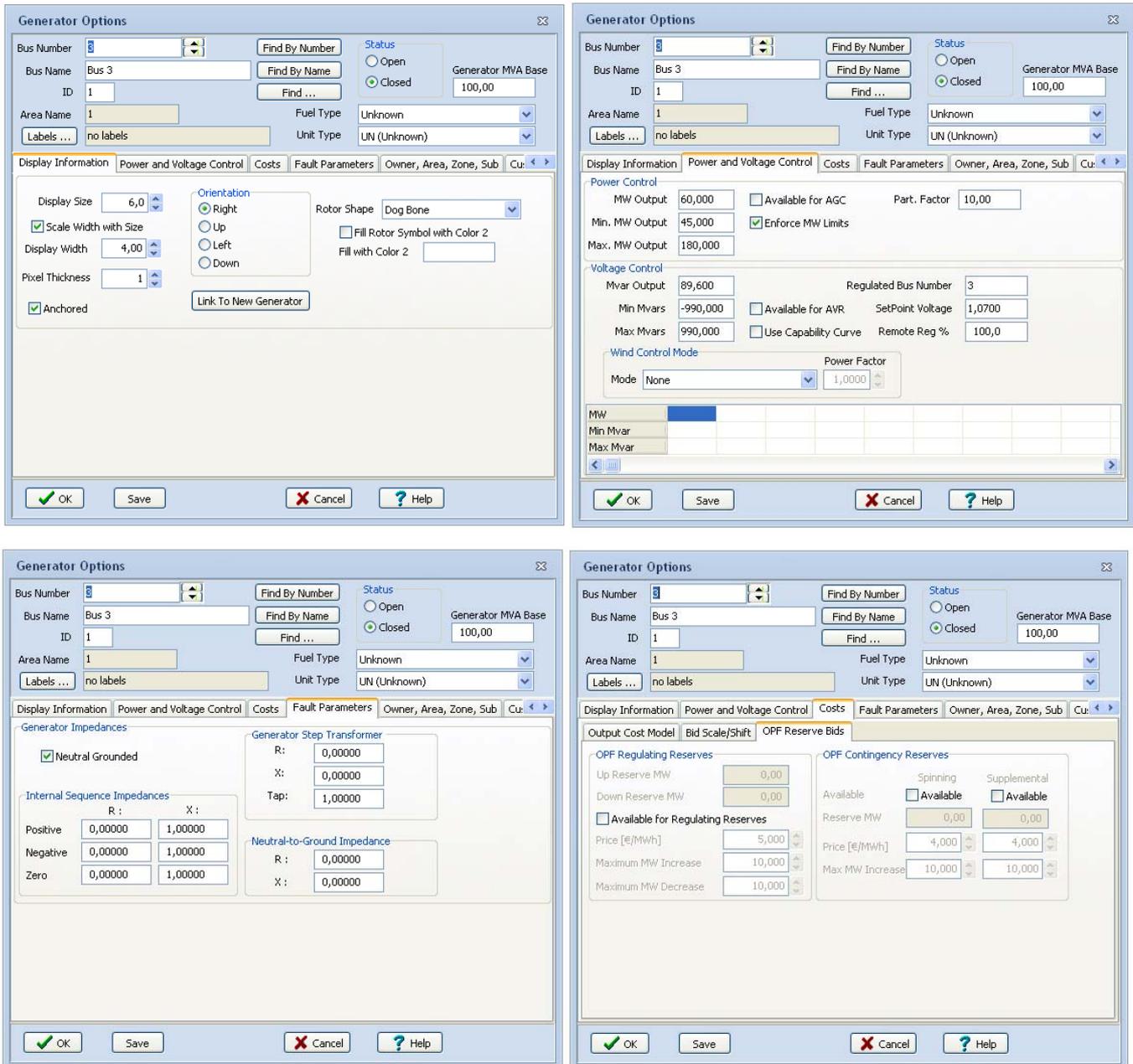


Figura 2. Menús de definición de parámetros de máquinas rotativas

## PSCAD

Es uno de los programas más potentes del mercado en el ámbito de la simulación de régimen transitorio. A pesar de tener como punto fuerte la simulación del transitorio, es capaz de simular con una gran exactitud el régimen estacionario. Por lo tanto, se trata de un software con una gran versatilidad.

Por otro lado, cuenta con una de las bibliotecas de componentes más extensa y completa del mercado, por lo que se pueden generar y simular infinidad de sistemas eléctricos reales con gran exactitud. Por consiguiente, se puede concluir que es un software que ofrece un gran abanico de posibilidades.



Desde el punto de vista del usuario, es un software de moderada/alta dificultad de uso. Es decir, es muy sencillo seguir los primeros pasos básicos, pero una vez concluidos, el grado de dificultad de los siguientes pasos es muy superior al grado intermedio. Por ello, es un software para usuarios de nivel avanzado, no para usuarios de nivel medio-bajo.

En cuanto a la documentación del mismo (Guía del Usuario de PSCAD), son guías que van actualizándose a medida que se van actualizando las versiones del programa, pero no son guías para usuarios intermedios, ni mucho menos para usuarios que estén empezando. Son guías enfocadas a usuarios expertos en sistemas eléctricos y electrónicos y habituales usuarios de PSCAD en sus versiones anteriores.

Sobre la cuestión de la docencia, esto es, si se debe utilizar este programa para la docencia de asignaturas como Electrotecnia o Instalaciones Eléctricas, se concluye que es un software capaz de resolver circuitos sencillos sin ningún tipo de problema, pero muy probablemente el tiempo necesario para manejar el sistema hasta llegar a resolver circuitos sencillos resultaría claramente excesivo.

Por otra parte, desde el punto de vista de la docencia, se echa en falta una aplicación dentro del mismo para trabajar de forma completa en el dominio operacional complejo, de tal manera que se pudiera tener una visión global de un sistema en régimen estacionario o cuasi estacionario en dicho dominio.

En el marco de este proyecto de innovación, y a la vista de la complejidad en el manejo de esta plataforma, se optó por ampliar su estudio con el desarrollo de un Proyecto Fin de Grado específico. En este PFG se han estudiado de forma exhaustiva las posibilidades de este software y se ha desarrollado una guía básica de usuario con vistas a un potencial uso futuro en la docencia. El título del proyecto ha sido: Estudio y valoración del simulador PSCAD como potencial herramienta de apoyo en la docencia de Teoría de Circuitos y Sistemas de Potencia. El proyecto fue desarrollado por D. Íñigo Martínez Azcárate, alumno del grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

### III. PROPUESTA DE MEJORAS FUTURAS

Se propone la preparación de un conjunto de prácticas específicas con la plataforma **Power World** e introducirlas de forma estable en la docencia de la asignatura Instalaciones Eléctricas.

En dichas prácticas se simularía tanto el comportamiento en régimen cuasi estacionario como en régimen de fallo.

Primeramente se solucionarían con el software los mismos ejemplos propuestos y resueltos en clase para posteriormente pasar a sistemas con mayor número de nudos y componentes sólo abordables vía simulación.

Se propone asimismo, a más largo plazo, la preparación de escenarios de simulación en régimen transitorio con PSCAD, como herramienta didáctica para el profesorado a la hora de hacer ver a los alumnos el comportamiento en dicho régimen de tensiones y corrientes en sistemas reales.

*Fecha: 29 de julio de 2014*