JORNADA DE EXPERIENCIAS INNOVADORAS EN EDUCACIÓN EN LA FCEIA

Viernes 15 de Noviembre 2019

FORMANDO COMPETENCIAS PARA EL ANÁLISIS DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Cano, J. A, Mateljan, B, Mirable, J. P.
Cátedra de Máquinas Eléctricas 2, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Exactas,
Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario
E-mail: jacano@fceia.unr.edu.ar

RESUMEN

Este artículo describe la experiencia educativa que se desarrolla en la actividad curricular Máquinas Eléctricas 2 que pertenece a la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de Rosario. El objetivo fundamental de la actividad es la integración de los conocimientos y la formación de competencias específicas para el análisis dinámico de distintos tipos de máquinas eléctricas, a fin de lograr que los estudiantes alcancen una adecuada inserción en la actividad profesional. El inconveniente es que, para la formación de dichas competencias, se requiere de la manipulación de numerosas ecuaciones diferenciales con coeficientes variables en el tiempo. La metodología para superarlo, es utilizar el software para simulaciones Matlab-Simulink, que se aplica para ejemplos, problemas rutinarios y abiertos, aprovechando su alta interactividad gráfica. Esta característica posibilita que los estudiantes, organizados en grupos, puedan variar fácilmente los parámetros y ver el impacto que esos cambios tienen sobre el resultado, obteniendo una retroalimentación inmediata sobre su comprensión de la interrelación y la correlación de las variables involucradas. Para la evaluación de los logros alcanzados, se aplicaron distintos instrumentos, como ser los exámenes, los informes y las rúbricas, mediante las cuales se verificó que la modalidad adoptada resultó ser superadora con respecto a la ejecución de los ejercicios rutinarios. En particular, mediante los problemas abiertos, se introdujeron correlaciones temáticas con actividades curriculares posteriores, lo que dio origen a nuevos desafíos y discusiones sobre sus distintas formas de abordaje. Esta característica demostró hacerlos especialmente aptos para favorecer el trabajo en equipo, el interés de los estudiantes, la búsqueda de las soluciones innovadoras, el desarrollo de las capacidades prácticas para construir conocimientos así como de las competencias profesionales, si se los compara con las prácticas computacionales similares que se incluyen en la bibliografía de la especialidad.

Palabras clave: *Competencias, Específicas, Máquinas, Software, Interactividad*

INTRODUCCIÓN

En función de las consideraciones generales y del marco conceptual detallado en [Confedi, 2018] y de la Resolución 989/2018 del Ministerio de Educación: “Documento marco sobre la formulación de estándares para la acreditación de carreras de grado”, el Confedi (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería), formalizó una propuesta de nuevos estándares para las carreras de ingeniería. Este documento se tuvo en cuenta para el proceso de mejora continua de la actividad curricular Máquinas Eléctricas 2, perteneciente a la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR). La actividad es cuatrimestral con una carga horaria de 5 horas semanales, siendo en total 80 horas en el cuatrimestre.

En particular, los docentes de la cátedra trabajaron sobre las denominadas “Competencias Específicas de Egreso”, a saber:

“El plan de estudios debe garantizar el desarrollo de las competencias específicas para las actividades reservadas definidas en la terminal y verificar el cumplimiento, además, de la formación en el proyecto académico de la carrera, de los alcances de título que defina la institución, con la profundidad y calidad propia de un título de ingeniero” [Confedi, 2018].

Focalizando la atención sobre el Anexo 1 [Confedi, 2018], donde se incluyen las competencias específicas y los descriptores para cada terminal, se buscó avanzar en la formulación y empleo de herramientas y metodologías didácticas en el marco de los nuevos paradigmas destinados a lograr una formación centrada en el estudiante y basada en el desarrollo de competencias.

DESARROLLO

Contexto académico

A partir del nuevo Plan de Estudios 2014, en la carrera de Ingeniería Eléctrica (FCEIA-UNR), se comenzaron a planificar las distintas actividades curriculares teniendo como objetivo avanzar hacia la enseñanza centrada en el estudiante y la formación por competencias.

Las actividades prácticas se estructuran en tres trabajos experimentales donde se ejercita la utilización del software y se correlacionan los resultados con los conceptos básicos desarrollados en teoría y un trabajo final integrador, que consiste en un problema de tipo abierto para profundizar las capacidades y competencias de los estudiantes.

Dada su ubicación en el 8º semestre, se busca integrar la mayor cantidad posible de competencias desarrolladas en las actividades curriculares previas, por ejemplo Dinámica de los Sistemas y Máquinas Eléctricas 1. A estas competencias ya desarrolladas, se buscan sumar nuevos conocimientos y capacidades específicas de análisis, y así construir las competencias adecuadas para la aplicación al estudio de las máquinas eléctricas reales en el contexto de los sistemas de potencia, profundizando las habilidades de los estudiantes para trabajar en forma autónoma y en equipo.

Los modelos y sus rangos de aplicación

Desde las primeras representaciones [Park, 1929] se generaron numerosos modelos y, asociados a estos, diversos métodos de determinación de parámetros, inclusive para los mismos rangos de aplicación.

De los estudios realizados sobre las máquinas eléctricas es posible delimitar, al menos, dos grandes grupos:

- El modelado para alcanzar una comprensión más detallada del complejo comportamiento electromagnético interno dentro de la máquina (equivalencia interna).

- El modelado para la simulación de este elemento como parte de un sistema más extenso y más complejo (equivalencia externa).

En particular, este último tipo de modelo es el que se aborda en esta actividad curricular.

El desarrollo del modelo

Para poder realizar una simulación, es imprescindible el desarrollo del modelo de la máquina eléctrica, cuyo proceso de obtención puede resumirse mediante el esquema detallado en la figura 1 [Cano, 2017].

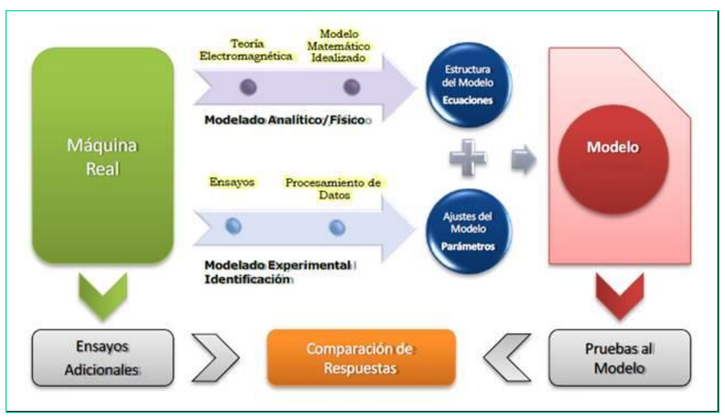

Figura 1: Diagrama de las etapas para obtener y validar el modelo

Las competencias

Como corolario de las actividades desarrolladas en la asignatura Máquinas Eléctricas 2, se introdujo la resolución de problemas abiertos de ingeniería, que constituyen el trabajo final integrador [Mateljan, B. y Mirable J. P., 2018] y que tienen por objetivo lograr que el estudiante sea capaz de aplicar todos los conocimientos adquiridos y alcanzar las competencias específicas que corresponden a las actividades reservadas del título.

Aplicación a un problema abierto

El Trabajo Práctico Integrador consiste en llevar a los alumnos a una situación donde deberán exceder levemente los conocimientos adquiridos en la teoría de las máquinas de inducción [Cano, 2018], para enfrentarse a la simulación digital de un caso cuasi real [Mateljan y Mirable, 2018].

Teniendo pleno conocimiento de las dinámicas naturales de una máquina eléctrica ante perturbaciones simples como ser escalones de torque motriz o condiciones de falla, se propone al alumno dar un paso más, e incluir en los modelos ya estudiados elementos que permitan simular condiciones de trabajo reales (controladores y modelos de cargas variables). La exposición de los resultados de la simulación se deja a criterio de los alumnos, que deberán seleccionar no sólo qué simulaciones deben realizar, sino también qué variables deberán mostrar para explicar las dinámicas observadas y como interactúa la máquina con los elementos agregados.

Por ejemplo, a continuación, se muestran dos resultados de simulaciones de máquinas de inducción en modalidad de motor y generador. Cada uno de los modelos contiene lazos de control y modelos de cargas reales [Mateljan y Mirable, 2018].

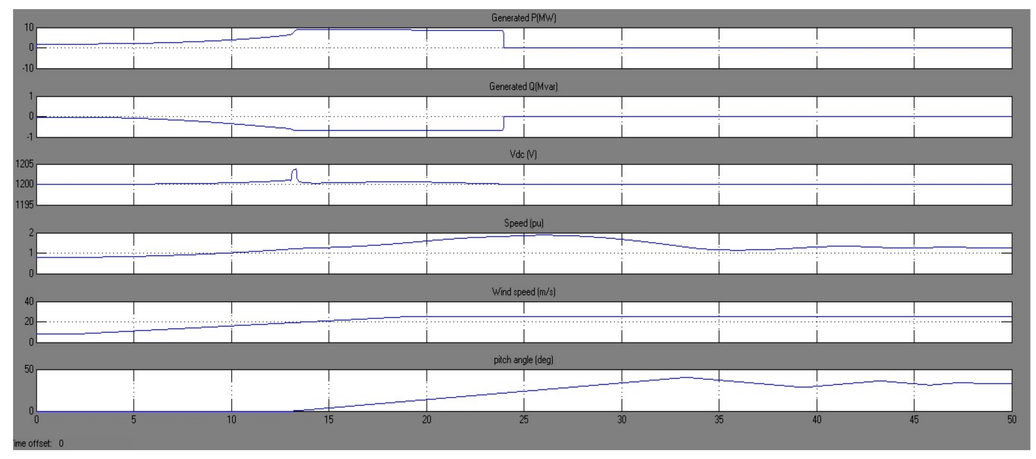

Figura 2: Simulación dinámica de la respuesta de un generador de inducción doblemente alimentado, accionado por una turbina eólica ante un aumento de la velocidad del viento.

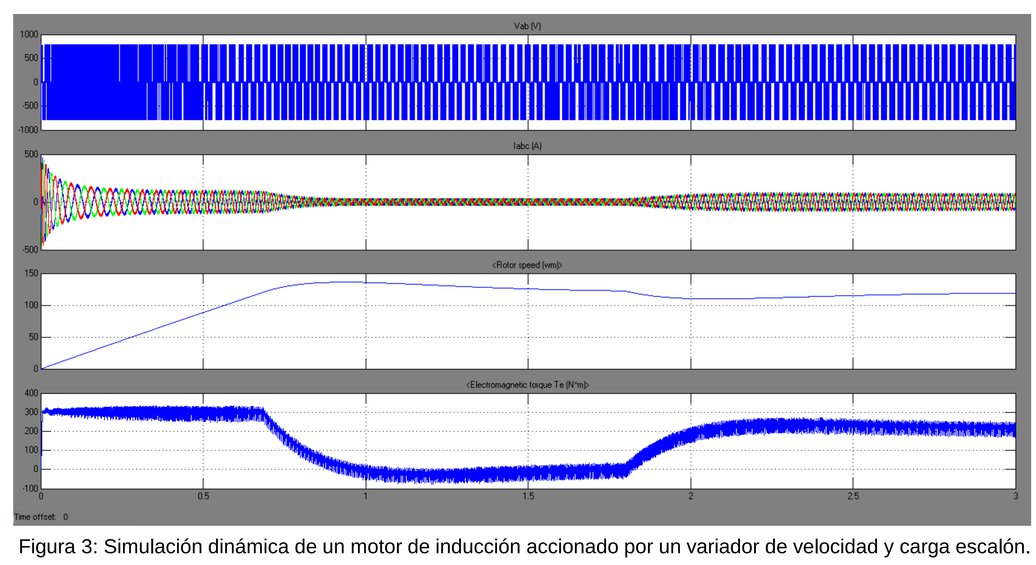

Figura 3: Simulación dinámica de un motor de inducción accionado por un variador de velocidad y carga escalón.

En la primera imagen se observa la evolución de un aerogenerador ante un aumento de velocidad del viento, que lo lleva desde una potencia intermedia hasta su carga máxima y porteriormente sigue aumentando hasta la velocidad de corte (el generador lleva su potencia a cero por seguridad).

En la segunda imagen se observa la evolución de un motor de inducción accionado por un variador de velocidad, durante el proceso de arranque y ante un escalón de cupla de carga.

CONCLUSIONES

La experiencia recogida por los docentes fue muy positiva, dado que empleando exámenes, cuestionarios y rúbricas, se verificaron no sólo las capacidades didácticas del software para estimular el autoaprendizaje y sus potencialidades cuasi profesionales, sino que también se pudo valorar objetivamente el nivel de logro alcanzado por los estudiantes, resultando que alrededor del 80% alcanzó calificaciones finales entre muy bueno (8/10) y sobresaliente (10/10), hecho muy importante para su inmediata inserción laboral y/o académica.

Es de recordar que el proceso de enseñanza-aprendizaje basado en competencias implica la creación y aplicación de métodos que permitan una nueva forma de relación docente-alumno, fomentando que el estudiante asuma el protagonismo de las actividades que realiza en forma proactiva, para llegar a ser el profesional competente que la sociedad está exigiendo.

REFERENCIAS

Cano, J. (2017), Introducción al Modelado de las Máquinas Eléctricas, Rosario: Escuela de Ingeniería Eléctrica, FCEIA, UNR, Argentina.

Cano, J. (2018), Análisis de las Máquinas de Inducción Simétricas, Rosario: Escuela de Ingeniería Eléctrica, FCEIA, UNR, Argentina.

CONFEDI (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina, “Libro Rojo de CONFEDI”. Aprobado por la Asamblea del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina, Rosario, 1 de junio de 2018.

Krause, P. C., Wasynczuk, O. and Sudhoff, S. D. (2001), Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, 2º edition, New York: IEEE Press Wiley-Interscience.

Mano González, M. y Moro Cabero, M. (2009). La evaluación por competencias: propuesta de un sistema de medida para el grado en Información y Documentación. Universidad de Barcelona. BiD-Número 23. ISSN 1575-5886.

Mateljan, B. y Mirable J. P. (2018). Guía de Trabajo Práctico Integrador, Rosario: Escuela de Ingeniería Eléctrica, FCEIA, UNR, Argentina.

Matlab/Simulink 6.5 (2012) son marcas registradas por The MathWorks, Inc.

Ong, C. M. (1998), Dynamic Simulation of Electric Machinery, New York: Prentice Hall PTR, Upper Saddle River.

Park, R.H. (1929) , Two-Reaction Theory of Synchronous Machines – Generalized Method of Analysis – Part I, *AIEE Trans*., Vol. 48, July, pp. 716 – 727.

Zavala, M. (2003). Las competencias del profesorado universitario. Madrid: Editorial Narcea.