

## **ELECTRÓNICA DE POTENCIA Y ACCIONAMIENTOS: AREA MOTRIZ EN EL TRABAJO UNIVERSIDAD - INDUSTRIA Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

JORGE PONTT<sup>1</sup>, MICHAEL BRAUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor Depto. de Electrónica - Universidad Técnica Federico Santa María  
Av. España 1680, Valparaíso, Chile, [jpo@elo.utfsm.cl](mailto:jpo@elo.utfsm.cl)

<sup>2</sup> Profesor Elektrotechnisches Institut - Universität Karlsruhe  
Kaiserstrasse 12, 76128 Karlsruhe, Alemania, [braun@eti.etec.uni-karlsruhe.de](mailto:braun@eti.etec.uni-karlsruhe.de)

*La electrónica de potencia y accionamientos integran conocimientos y tecnología en nuevas aplicaciones industriales con importante impacto económico. La aplicación del software HARMONIX para el análisis de armónicas en sistemas industriales desarrollado en la UTFSM-Chile y el Kolloquium del Instituto de Electrotecnia de la Universidad de Karlsruhe, Alemania, ilustran cómo las tecnologías de la información y la vinculación multisectorial, promueven la investigación, el postgrado y la transferencia tecnológica.*

### **1. Introducción**

La modernización de la industria requiere el desarrollo de proyectos con nuevas tecnologías productivas y de información, donde la disciplina de la electrotecnia juega un rol esencial. En la transformación y movimiento de materiales, los sistemas de electrónica de potencia y accionamientos definen la calidad del proceso productivo, con prestaciones cada vez más exigentes como: rendimiento energético, controlabilidad, comunicación con el sistema de control de procesos, facilidad de mantención/operación, dentro de una relación prestación/costo competitivo.

### **2. Desafíos y actividades**

Lo anterior, hace necesario un gran esfuerzo de la ingeniería para el desarrollo de soluciones apropiadas que incorporen las nuevas tecnologías. El gran desafío para el personal usuario es actualizar los conocimientos de la tecnología y aplicarlos exitosamente en los procesos productivos. En este proceso de innovación y cambio, la Universidad juega un rol esencial, en el desarrollo de los nuevos conceptos y su transferencia al sector productivo, mediante:

- Formación de nuevos profesionales con conocimientos profundos para el diseño y operación de nuevas tecnologías (pregrado).
- Formación de profesionales de gran capacidad de desarrollo e investigación aplicada (postgrado).
- Formación continua para profesionales de empresas de ingeniería de diseño y operación „orientadas al proceso“ (post-título).

- Contribución a resolver problemas industriales específicos que apoyen el proceso de toma de decisiones en todas las fases de los proyectos.

### 3. Area de aplicación de la electrónica de potencia y accionamientos.

Por ejemplo, en la minería, se requiere movilizar grandes cantidades de mineral con correas transportadoras descendentes, desde la mina ubicada en la cordillera hasta la planta procesadora, ubicada convenientemente algunos kilómetros más abajo. Tradicionalmente se ha empleado accionamientos con motores de inducción de anillos deslizantes. Sin embargo para grandes distancias y grandes cantidades de mineral, dicha solución tradicional presenta limitaciones, por el nivel de potencia, las exigencias de frenado y la característica elástica y potencialmente oscilatoria de la banda de goma. Con la tecnología actual, es posible el desarrollo de accionamientos de motores de inducción de jaula, alimentados con frecuencia variable, que permite regular el torque y la velocidad de transporte con alta calidad dinámica, adaptándose al proceso. Además, a diferencia de soluciones previas en que se empleaba un frenado disipativo, se posibilita un frenado regenerativo, con transformación de la energía potencial del mineral descendente en energía eléctrica que se inyecta a la red industrial. Así, se hacen atractivos nuevos esquemas de convertidores estáticos regenerativos con operación en 4 cuadrantes (Active Front End). Se puede mencionar que uno de los problemas abiertos es la interacción entre estos convertidores y la red, ya que por tratarse de nuevas tecnologías, existe escasa información de mediciones y de experiencia previa de operación.

### 4. La aplicación de herramientas basadas en conocimiento.

El tratamiento de problemas complejos, muchas veces con plazos de tiempo limitados, requiere de nuevas herramientas basadas en conocimiento. Es así como el empleo de herramientas de simulación ad-hoc junto a la experiencia del usuario, otorga una metodología efectiva para todas las fases de un proyecto. En efecto, con un modelado adecuado, se puede *„reconstruir una realidad virtual“*, que establece una capacidad razonable de predicción de los principales fenómenos, bajo los escenarios probables de operación, permitiendo múltiples aplicaciones como es el caso del diseño y configuración de sistemas de control de potencia reactiva y reducción de armónicas [1]. Debe destacarse, que una condición necesaria para el éxito de aplicación de estas herramientas, es el conocimiento y capacidad de criterio dados por las mediciones durante los trabajos de desarrollo, puesta en marcha y operación de equipos. La investigación científica, a través del trabajo sistemático, aporta con nuevos modelos analíticos, métodos de medida, simulación y evaluación de desempeño, con ensayos de laboratorio y plantas piloto para el estudio y reproducibilidad de los diversos fenómenos involucrados, que dan soporte a los modelos computacionales, con los rangos de validez y limitaciones que permiten validar los resultados de la herramienta de simulación computacional. Para la reproducibilidad y escalabilidad de los fenómenos involucrados, es esencial el desarrollo de plantas (ensayos) piloto y se requiere de una fuerte participación e interacción con profesionales de la industria.

Debe indicarse el peligro de usar herramientas poderosas, sin el apoyo conceptual necesario, pues un empleo inconsciente puede conducir a errores graves en la toma de decisiones.

## 5. Ejemplo ilustrativo.

Para una red industrial con convertidores estáticos, se desea establecer las condiciones admisibles de operación como un subconjunto de las posibilidades:

Caso 1 a) Sistema sin filtros de armónicas, red en configuración A.

Caso 1 b) Sistema sin filtros de armónicas, red en configuración B.

Caso 2 a) Sistema con filtros de armónicas, red en configuración A.

Caso 2 a) Sistema con filtros de armónicas, red en configuración B.

El estudio es complejo y en su desarrollo se deben enfrentar diversos problemas técnicos interdisciplinarios. Una red industrial puede tener cerca de 100 barras, 200 componentes, unos 20 convertidores estáticos y una gran variedad de condiciones de operación. Sin embargo, un grupo de trabajo con experiencia y con apoyo de herramientas modernas, puede dar una respuesta efectiva dentro de un plazo breve. Así, las 4 situaciones descritas se analizan computacionalmente empleando el software HARMONIX 3.0. El análisis se realiza dando la estructura de la red y los parámetros de simulación correspondientes. En la fig.1, se ilustra el comportamiento de la impedancia de barra en función de la frecuencia  $Z(f)$ . Para este ejemplo, se observa que las 4 situaciones, pueden agruparse en sólo dos casos globales, concluyéndose la existencia de una resonancia en el caso 1 y que justifica la necesidad de emplear filtros de armónicas (caso 2). De esta forma se dispone de una base técnica efectiva para decidir la condición operacional más conveniente. En síntesis, un problema complejo se resuelve en forma eficiente con nuevas herramientas basadas en conocimiento contribuyendo al análisis expedito y toma de decisiones en proyectos de ingeniería.

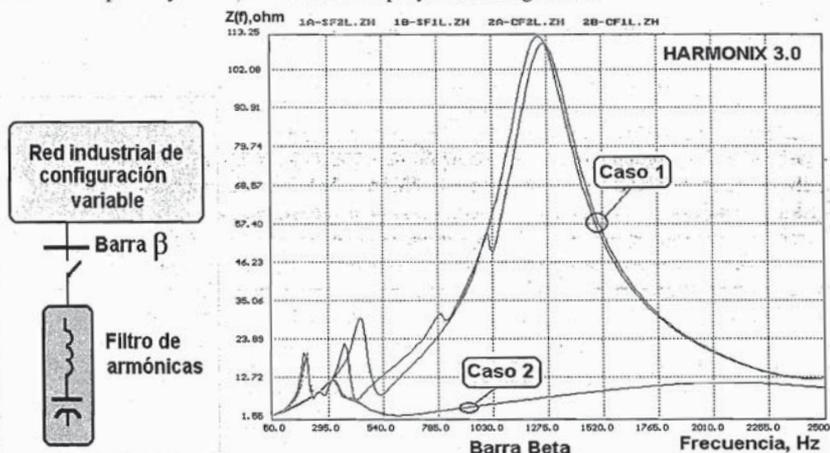


Fig.1. Comportamiento de impedancia v/s frecuencia de una barra de un sistema industrial, para el escenario operacional:

Caso 1: Sin filtro de armónicas.

Caso 2: Con filtro de armónicas

## 6. Actividades Universidad-Empresa

La constitución de grupos de trabajo en la Universidad y en las empresas da los interlocutores válidos para la formulación de nuevos problemas, análisis de escenarios y tendencias tecnológicas. De gran valor son las actividades [2], [3]:

- Seminarios ofrecidos por profesores, investigadores y profesionales de empresas.
- Solución de problemas específicos por parte de académicos y estudiantes.
- Transferencia de tecnología, desarrollos tecnológicos y licencias.

### El Kolloquium del Instituto de Electrotecnia de la Universidad de Karlsruhe (TH)

Este Kolloquium se desarrolla desde hace 30 años, con unas 6 reuniones invitadas por semestre, las que se realizan los días lunes a las 14.30 horas. Las reuniones comienzan con una conferencia invitada, en la que posteriormente se discute el tema, con participación de la audiencia y al final se da la posibilidad de analizar tópicos específicos en pequeños grupos. El objetivo del Kolloquium es el intercambio de información reciente entre la universidad y la industria, con los siguientes efectos:

- Formulación de nuevos temas de trabajo científico-tecnológico.
- Reconocimiento de nuevas tecnologías para el desarrollo y aplicación.
- Perspectiva para los estudiantes sobre futuras aplicaciones y posibilidades de empleo.
- Preparación de temas de trabajo conjunto.

Los factores de éxito más relevantes son: a) Una adecuada organización con invitaciones personales a más de 500 profesionales, b) Los temas actuales de gran interés, c) La excelencia de preparación y presentación de los expositores y d) La confiabilidad de la realización del evento con fechas fijas con adecuada anticipación. Cabe destacar que participan regularmente entre 30 a 50 profesionales nacionales y del extranjero, algunos de los cuales viajan unos 500 kilómetros. El Kolloquium del Instituto es ampliamente conocido dentro y fuera de Alemania y sirve como modelo para reuniones técnicas en otras universidades. Aún cuando su realización significa un gran esfuerzo para organizadores y participantes, éste se ve compensado por sus valiosos efectos.

### Referencias

- [1] J. Pontt O., C. Pontt O. (\*), Ennio Perelli et Al "*HARMONIX: A software package for teaching harmonics in power systems with nonlinear loads*", Proceedings of European Power Electronics Conference, Trondheim, Norway, Sept., 1997, Vol.4, pp. 4.996 - 4.1001.
- [2] Web ETI-Universität Karlsruhe: <http://www-eti.etec.uni-karlsruhe.de/institut/koll.htm>
- [3] Web Universidad Técnica Federico Santa María: <http://www.elo.utfsm.cl>

### Reconocimientos

Los autores desean expresar su reconocimiento al programa ALFA, a la SEW-Stiftung, a FONDEF-CONICYT y a las instituciones, empresas y universidades que han dado su apoyo a las actividades de investigación y desarrollo que han facilitado la presentación de este trabajo.