

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

***Avances PID 4785 sobre desarrollo e implementación de un
Laboratorio para Experiencias sobre Desempeño Energético***

José L. Maccarone, Marcelo R. Gil, Jorgelina Carielo, Pascual Osvaldo, Carlos Amoresano, Alberto Cattaneo, Carlos Kuhn

CODAPLI – GyTE – RedTecNEE - UTN, FRLP Avda. 60 y 124 S/N, Ciudad de Berisso, Pcia. Buenos Aires, Argentina, Tel: +54-221-412-4393, (josmacca@gmail.com)

Resumen

Los países más desarrollados han logrado bajar la correlatividad entre el crecimiento económico y la demanda de energía y lo han logrado a través de la gestión de sus recursos energéticos, este camino lo han transitado ininterrumpidamente durante los últimos 30 años con resultados altamente positivos

Si bien la gestión de los recursos energéticos requiere de un componente formativo teórico, también es cierto que, al estar relacionado con la operación y mantenimiento de equipos y procesos, requiere de un componente práctico. El componente práctico se puede conseguir realizando análisis del desempeño energético utilizando instalaciones reales concentradas en un laboratorio de prácticas y experiencias.

Considerando, además que las adecuaciones de las tarifas energéticas en estos dos últimos años, ha impulsado acciones de capacitación por parte del sector privado, instituciones y sector académico, que si bien contemplan ejemplos prácticos, los mismos no son experiencias prácticas. Para dar respuesta a esta demanda y realizarla con el mayor grado de competencia posible, es que bajo el marco del presente proyecto se propone el desarrollo e implementación de un Laboratorio dedicado a las prácticas de Gestión y de Eficiencia Energética aplicada a las organizaciones (PyMEs).

De esta forma se podrá cumplir con el principal objetivo, ofrecer a las PyMEs de la región un espacio de desarrollo de competencias con vistas a mejorar un su desempeño energético, optimizando algunas de las variables del proceso de producción.

Palabras claves

Laboratorio – Eficiencia - Energía - PyMEs

TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019 OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

INTRODUCCIÓN

Contexto

Este proyecto forma parte de la “RED TECNOLÓGICA NACIONAL SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA” de la Universidad Tecnológica Nacional, presentado en el CIDEL en el año 2014 y en el cual intervienen 10 facultades regionales de la Universidad. En el año 2018 este desarrollo surge del trabajo de integración entre el CODAPLI (Codiseño Aplicado, y el grupo GyTE (Grupo y Tecnología Energética perteneciente los Departamentos de Ingeniería Eléctrica e Industrial), a su vez forma parte del Centro CODAPLI y de la RedTecNEE), tanto el CODAPLI como GyTE pertenecen a la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata y aportan recursos humanos con perfiles específicos para llevar adelante este proyecto.

Líneas de investigación y desarrollo

Dentro de las Políticas de Estado de la Argentina¹, se encuentra en desarrollo un plan para incorporar en las carreras de arquitectura e ingeniería la temática de Eficiencia Energética.

El resultado esperado es convertir a la gestión de los energéticos en un pilar de las fuentes de energía, de tal manera que se convierta por sí sola en una fuente más, es decir el kWh que deja de consumir un usuario queda libre para que lo pueda aprovechar otro usuario, sin necesidad de invertir en nueva generación.

Las adecuaciones de las tarifas energéticas, ha impulsado acciones por parte del sector privado, instituciones y sector académico, relacionadas a la capacitación sobre la temática y existe una creciente oferta de la misma. Pero el problema es que la mayoría de la capacitación que se ofrece si bien cuentan con

ejercicios y ejemplos, pero carecen de prácticas reales. Y en particular en la UTN de la Región de La Plata no existe específicamente un laboratorio dedicado a las prácticas de Gestión y de Eficiencia Energética aplicada a las organizaciones.

Para dar solución a la falta de este tipo de laboratorios, el proyecto tiene como objetivo desarrollar e implementar un laboratorio para que las carreras de Ingeniería de la Facultad, puedan contar con un espacio acorde para realizar prácticas, experiencias y capacitación.

En cuanto a la **metodología** para desarrollar las prácticas, se basa en las experiencias del grupo GyTE en trabajos desarrollados en empresas PyME y parados en la necesidad de las Organizaciones intervenidas, se emularán las experiencias como prácticas en el laboratorio.

DESARROLLO

Si nos referimos a poder realizar prácticas que tengan que ver con el saber hacer para que un equipo, un proceso, sea más eficiente, eficaz y efectivo en cuanto al uso de la energía, tenemos que referirnos a las transformaciones de energía que se realizan en todo proceso porque sin lugar a dudas, al mismo tiempo que se va transformando un producto o desarrollando un servicio paralelamente se van desarrollando transformaciones de energía.

La figura 1, quiere esquematizar una organización en la cual ingresan energías, se transforman y el producto o servicio final sale de ese proceso con una componente energética determinada. Y para ser más eficiente energéticamente es necesario que la componente de energía de todo el proceso sea menor para el mismo objetivo, o sea para el mismo producto. Por lo tanto, se deben conocer los procesos y equipos para poder accionar en

¹ <http://portales.educacion.gov.ar/spu/noticias/se-realizo-la-jornada-la-eficiencia-energetica-en-los-programas-universitarios/>

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

post de un menor consumo de energía para el mismo resultado.

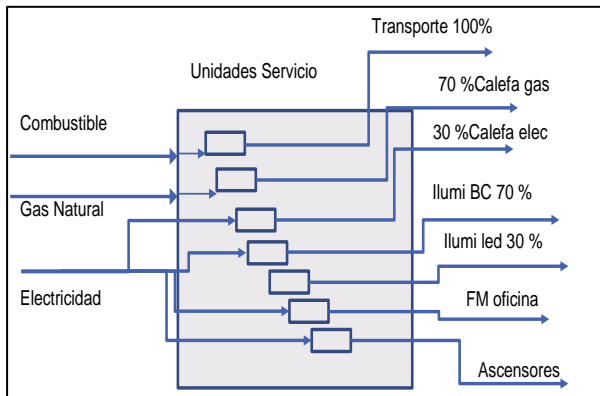


Figura 1: Esquema de producción

Esta figura esquematiza las energías y los combustibles más utilizados, tales como el gas, la electricidad, combustibles líquidos y agua, los que se pueden transformar en vapor, en frío, en calor, fuerza motriz, en agua tratada para proceso, en iluminación, en aire comprimido para proceso, en transporte, entre otros.

En esas transformaciones se encuentran los puntos clave a tener en cuenta al momento de decidir cómo reproducir en un laboratorio la experiencia que emule a dicho proceso y cubra varias necesidades no satisfechas o por lo menos no aún en su totalidad. Tal el caso que se plantea en este trabajo, la experiencia en el laboratorio para el aprendizaje académico, pero también para cubrir otras necesidades de la Región tales como el entrenamiento de técnicos para las industrias, o las pruebas de equipos o simulación de procesos similares a los reales. Incluso en un futuro, a corto plazo poder ofrecer los ensayos para el etiquetado de motores eléctricos.

De la experiencia con las PyMEs surge una primera lista de prácticas a desarrollar en el Laboratorio, las cuales contempla: Termografía, Motores Eléctricos, Calidad de Producto y Servicio en Instalaciones eléctricas de Baja y Media Tensión, Iluminación,

Sistemas de Climatización, Sistemas de Combustión, Sistemas de Compresión, Sistemas de Bombeo, temas generales sobre Balance Energético, Revisión Energética, Auditoría Energética, entre otros.

Particularmente en las industrias el 60 % de la energía consumida es del tipo eléctrica y casi el 70 % está relacionado con motores eléctricos, en los motores eléctricos asincrónicos el mayor aprovechamiento energético se presenta a una carga entre el 75 y 85 % de la potencia nominal, los motores averiados al rebobinarlos no mantienen su rendimiento especificado por el fabricante, normalmente baja por cada rebobinado un 1 a 2 %, los arranques suaves y los variadores de velocidad ayudan a mantener un mejor rendimiento cuando la carga es variable en el proceso. Existen cuatro tipos de motores según sea su caracterización en base a la eficiencia del mismo, siendo el E1 el menos eficiente y hasta el momento en el mercado el E4 el más eficiente. La realidad que el grupo GyTE evidenció en sus intervenciones en las industrias PyMEs, es que estos temas o no son abordados correctamente más allá de que el personal involucrado tenga una vasta experiencia y capacitación para realizar sus tareas específicas. En este aspecto la realidad nos indica que los motores eléctricos son herramienta vital para el proceso de la producción y en muchas oportunidades estos no se encuentran trabajando a su potencia óptima o cercana a ella, por otro lado, motores que son rebobinados varias veces y se los consideran a su rendimiento original, motores que cuentan con variador de velocidad, pero se desaprovecha su máximo rendimiento, etc. Esto sucede porque no se sabe que medir, como medir y como interpretar los resultados de diferentes situaciones que se presentan en la realidad, como ser los parámetros operativos de producción.

Por ese motivo una parte de este laboratorio hará foco en la eficiencia energética de motores eléctricos asincrónicos monofásicos

TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019 OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

y trifásicos de potencia menores a 7,5 kW y estará orientado a que parte de los ensayos de rendimientos de las máquinas pueda realizarse en las Empresas, utilizando o desarrollando para tal efecto los equipos que sean necesarios para llevar adelante esta tarea. De esta forma se podrá cumplir con parte de los principales objetivos buscados, que son acentuar el vínculo que actualmente se tiene con un grupo importante de PyMEs de la región y mejorar su eficiencia energética optimizando algunas de las variables del proceso de producción caracterizando a tal efecto el comportamiento del motor en su lugar de instalación.

Ejemplo de la descripción de metodología para las experiencias con motores de inducción asincrónicos

Para los ensayos de determinación de eficiencia energética en los motores se utiliza como referencia la normativa IEC 60034 Motores Eléctricos de inducción y las normas IRAM 62409 Motores Eléctricos de Inducción monofásicos, Norma IRAM 62405 Motores Eléctricos de Inducción Trifásicos. Estos ensayos se realizan en dependencias del Departamento de Electrotecnia de la Facultad Regional La Plata de la UTN, el cual fue asignado para desarrollarlo como Laboratorio de Eficiencia Energética.

Al laboratorio se lo prepara para que en un futuro pueda desarrollarse el ensayo cumpliendo con las especificaciones requeridas por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA)², por tal motivo este laboratorio se encontrará en condiciones de ser sometido a un proceso de acreditación.

En el marco de lo mencionado anteriormente, se analizan métodos que utilizan algoritmos para medir la eficiencia energética de motores utilizando diferentes parámetros

eléctricos³, obtenidos a través de mediciones eléctricas. Para validar los resultados obtenidos en la determinación de la eficiencia energética de motores instalados en industrias PyMEs del sector productivo nacional, se cuenta con equipamiento adecuado en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Facultad Regional La Plata de la UTN.

Como complemento, es importante destacar que el citado Laboratorio, ubicado en el Departamento de Electrotecnia de la UTN La Plata también será de vital importancia como apoyo a las actividades académicas vinculadas con la capacitación de la temática de Gestión y Eficiencia Energética en las carreras de Ingeniería de la Facultad, las Tecnicaturas y para otras Instituciones de la Región relacionadas a la temática.

Grado de avance general del Laboratorio

Como primeros resultados se puede mencionar el desarrollo de un kit específico para el uso de una cámara termográfica analizando 4 tipos de problemas diferentes. Este kit puede emular un desequilibrio de cargas o una situación en la cual un interruptor termomagnético se encuentra sobrecargado o el caso de un motor trifásico en el cual aparece un sobrecalentamiento en una de sus bobinas por diferentes tipos de fallas o cómo el efecto de emisividad de los cuerpos puede dar una lectura errónea de temperatura de un proceso o equipo. Para los instructores y docentes se prepara un apunte a modo de repaso teórico sobre los conceptos generales de la Termografía, de tal manera que sirva al objetivo de proporcionar el conocimiento complementario a los profesores de otras Carreras de Ingeniería que no estén tan familiarizados con la temática y deseen incorporar la práctica en su materia. También se complementa con un resumen sobre la utilización de la Cámara Termográfica del

² <http://www.oaa.org.ar/Acreditacion.php>

³ Esen G.K. – Özdemir E. “An new field test method for determining energy efficiency of induction motor” – IEEE

transactions Instrumentation and Measurement – vol 66 – N° 12 – diciembre 2017

TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019 OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

Laboratorio y una descripción del Tablero o Kit donde se emulan las 4 prácticas. Las 4 prácticas completamente desarrolladas por pasos y resuelta de tal manera que sirvan de guía al momento de realizarlas. Los alumnos tienen la descripción y guía de uso de la Cámara Termográfica, del kit que utilizan y las guías de los 4 trabajos prácticos no resueltos, pero con todos los pasos como para resolverlo.

Siguiendo el mismo procedimiento se ha desarrollado un software de Gestión del Desempeño Energético para las PyMEs, el cuál está en la etapa de prueba y posiblemente disponible para el 2020.

En cuanto a los trabajos para las pruebas de los motores se está avanzando en dos caminos, uno para establecer la brecha entre las características actuales del laboratorio y las que debería contemplar el mismo para en un futuro poder acreditar los ensayos y el otro camino es en realizar las ensayos bajo el método más adecuado para determinar el desempeño energético de los motores de inducción asincrónicos hasta 2 kW.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la implantación de este proyecto se van a poder tomar decisiones acerca de cómo proceder para hacer más eficiente el consumo energético en una empresa, apunta a concientizar a la sociedad del derroche de energía y a recuperarnos de la crisis energética en la que estamos sumidos en Argentina.

Algunas de estas experiencias fueron utilizadas en el curso realizado en la UTN La Plata a fines del año 2018, bajo la denominación “Programa Ejecutivo en Desarrollo de Proyectos de Energías Renovables”, específicamente utilizado en el módulo 8 sobre Eficiencia Energética.

Los alumnos guiados por el profesor o instructor a cargo de la práctica pueden obtener de estas experiencias diferentes conclusiones, como por ejemplo que dos termomagnéticas de

diferentes marcas según sus curvas de actuación, realizan la apertura a diferentes tiempos y sus bimetálicos también se encuentran a diferentes temperaturas. Por lo tanto, conociendo el tipo de interruptor y midiendo su temperatura a través de una Cámara Termográfica podríamos determinar si esta, cerca o no de su punto de apertura por sobrecarga y poder tomar la decisión del reemplazo con la finalidad en primer lugar de evitar un problema eléctrico y en segundo lugar evitar pérdidas de calor innecesarias.

De forma similar se cuenta con otras tres prácticas sobre el uso de la Termografía en Tableros Eléctricos y otras 3 prácticas en la determinación de la eficiencia energética de los motores eléctricos hasta 2 kW. Y de la misma manera se desarrollarán todas las prácticas y experiencias necesarias. Todas ellas preparadas en un mismo lugar: Laboratorio de Prácticas sobre Eficiencia Energética para que sean utilizadas por las cátedras relacionadas a la temática de todas las carreras de Ingeniería de la Facultad Regional, como también disponibles para Instituciones y Empresas de la Región.

Se puede concluir que la implementación de este laboratorio es un pilar para sostener la transversalidad de la temática en todas las carreras de ingeniería de la Facultad. Y punto de partida para otras iniciativas regionales.

REFERENCIAS

[1] Maccarone, J.; Gil, M.; Pascual, O.; Fata, O.; (2017) “Caracterización Energética de un Parque Industrial” - *IIº Congreso de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ingeniería Eléctrica – UTN Buenos Aires – ISSN 25913913*

[2] Gil, M.; Maccarone, J. (2016) “Instrumentos de seguimiento y control para la implementación de un Plan de Gestión Energética en Organizaciones” - *CLADE 2016 (Congreso Latinoamericano de Distribuidoras*

**TERCER CONGRESO DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CITTIE 2019
OCTAVO SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍA SENE 2019.**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad regional La Plata

Eléctricas) – Córdoba – Argentina - Memorias del Congreso.

[3] Hernandez, L.; Odobez, N.; Maccarone, J.; otros; (2016) - “Eficiencia Energética en Argentina” – *CODIA República Dominicana – Memorias del Congreso*

[4] Fluke – (2016) – “Manual de uso de la Cámara Termográfica Fluke Ti110” – *LEEA (Laboratorio de Eficiencia Energética Aplicada).*

[5] DeLorenzo – (2015) – “Manual de uso del KIT Unilab 3.5 kW” – *LEEA (Laboratorio de Eficiencia Energética Aplicada).*

[6] KIT para ensayo de Termografía – (2017) – “Manual de uso de la KIT para Termografía” *LEEA (Laboratorio de Eficiencia Energética Aplicada).*

[7] Esen, G.; Özdemir, E.; (2017) “A new field test method for determining energy efficiency of induction motor” – *IEEE transactions Instrumentation and Measurement – vol 66 – n° 12*

[8] IEC 60034 – “Ensayos de Motores Eléctricos de Inducción monofásicos y trifásicos” - *última versión.*