

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN AULA-TALLER PARA LA ENSEÑANZA DE LA CATEDRA ELECTROTECNIA Y MAQUINAS ELÉCTRICA

Enrietti, Adhemar*, Mieres, Franco

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Trenque Lauquen.
Racedo 298, Trenque Lauquen (6400), Provincia de Buenos Aires.
adhemarenrietti@yahoo.com.ar*

RESUMEN.

La enseñanza de la física, especialmente aquellas partes más abstractas, como el electromagnetismo, exige de los alumnos grandes esfuerzos para asimilar sus conceptos, apropiarse de los mismos y aplicarlos en la vida diaria.

Sin perder de vista esta problemática, y con el objetivo de mejorar la enseñanza, los procesos cognoscitivos, el desarrollo de la creatividad en las soluciones y la estimulación del auto aprendizaje, se diseñó y construyó un Aula-Taller para explicar, comprobar y favorecer la asimilación de conocimientos de la electrotecnia de una forma teórico-práctica; es decir, una propuesta pedagógica basada en el concepto de "hacer ingeniería".

En la tarea de llevar a cabo este enfoque constructivista de la enseñanza, afrontamos el gran desafío de reducir los costos de implantación a la mínima expresión, sin afectar capacidades cuantitativas y cualitativas de los contenidos. Con la mira puesta en ambos aspectos, se construyeron tableros y módulos de trabajo utilizando, en parte, instrumental en desuso y maquinarias fuera de servicio que, empleados en los distintos trabajos prácticos, permitieron al alumno explorar y aplicar diferentes estrategias de resolución en circuitos de corriente continua y alterna (monofásica y trifásica), realizar ensayos de máquinas eléctricas y adquirir nuevas destrezas técnicas en un entorno de trabajo colaborativo que, sumado al uso de software, creación de informes de prácticas y las ponencias respectivas, sostienen el desarrollo de analogías con el accionar profesional.

En 2012 comenzó la implementación del Aula-Taller como área de enseñanza, y casi inmediatamente pudo observarse que el alumno comprendía los modelos teóricos desde una perspectiva práctica, con un arraigamiento del saber más profundo. Esas respuestas se manifestaban en la mayor participación en clases, en un mejor promedio de notas de evaluaciones parciales y finales, y en el tiempo empleado para rendir este último.

Palabras Claves: Electrotecnia, Docencia, Ingeniería, Física.

ABSTRACT

The teaching of physics, especially the more abstract such as electromagnetism, parts required in the students major effort to align their concepts, and apply them to their own daily life.

Considering this problem, and in order to improve teaching, cognitive processes, develop creativity in the solutions and encourage self-learning, designed and built a classroom workshop to explain, test and promote the assimilation of knowledge from electrical engineering from a theoretical and practical manner, ie, a pedagogical approach based on the concept of "doing engineering".

In the task of conducting our constructivist approach to teaching, we face the challenge to reduce implementation costs to a minimum without affecting quantitative and qualitative content capabilities. Thus, job boards and modules were constructed using, in part, instrumental disused machinery out of service, which, when used in different practical work allowed students to explore and apply different resolution strategies in DC and AC (single and three phase), testing of electrical equipment and acquire new technical skills in a collaborative work environment that, coupled with the use of software, reporting practices and presentations of them, support the development of analogies with the professional activities .

In 2012 began the use of the workshop and classroom teaching area, watching almost immediately that the student understand the theoretical models from a practical perspective with a deeper

rooting knowledge. These responses were evident in the increased participation of classes, the grade point average of midterm and final evaluations, and time with the latter surrenders.

1. INTRODUCCIÓN

La formación que reciben los estudiantes durante su estadía en la universidad debe basarse en las tareas profesionales que realizarán una vez finalizada la carrera de grado. Los ingenieros - especialmente los novatos- saben que la ingeniería se aprende ejerciendo la profesión, y que eso, es obvio, lleva tiempo; para lograrlo hay que hacer ingeniería.

La física, como uno pilares fundamentales de la ingeniería, explica los fenómenos que sucederán en el entorno de trabajo del hombre-profesional, y en función de eso se apoya en hechos experimentales desarrollados y verificados. Por lo tanto, el entendimiento y asimilación de estos conocimientos por parte de los alumnos no puede llevarse a cabo de otra manera que no sea a través de experiencias que expliquen y demuestren sus teorías.

Lo expuesto anteriormente muestra una opción en la metodología de enseñanza en la universidad, la de *“aprender ingeniería, haciendo ingeniería”*. Esto debe traducirse en generación de labores para que los estudiantes empiecen a sentirse ingenieros. Actividades propias de la profesión que les permitan acrecentar sus habilidades, adquirir conocimientos y ejercitar la creatividad con la finalidad de concebir una forma de ver, enfrentar y solucionar los problemas futuros de su vida profesional.

Si a esto se le suma la rápida evolución de la ciencia y el vertiginoso ritmo con el que se producen los avances tecnológicos, como docentes de ingeniería nos vemos naturalmente obligados a realizar una constante adecuación y revisión de las estrategias y metodologías empleadas, conjuntamente con una evaluación permanente de las mismas y en correspondencia a los recursos con que se cuenta.

Cuando desde la cátedra de *“Electrotecnia y Máquinas Eléctricas”* de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Trenque Lauquen (UTN-FRTL, en adelante) se planteó qué hacer para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de una de las primeras asignaturas en la que los alumnos pueden desarrollar la habilidad de transferir conocimientos previamente adquiridos a situaciones reales, tal como se afirmó en los párrafos precedentes, se evaluaron varias alternativas. Se sopesaron la tecnología actual con sus simulaciones, las prácticas de laboratorio, las clases teóricas, las experiencias profesionales, nuestro tiempo como alumnos y también nuestros ideales de enseñanza ingenieril.

En tal sentido, no pudiendo decidir sólo por una de ellas, ya que resultaba insuficiente para los criterios de enseñanza que se estaban manejando, y tras considerar que *“los grandes hechos requieren de grandes decisiones”*, nos embarcamos en el arduo trabajo de integrar todas las opciones.

Esa estrategia se sintetizó en la conformación de un Aula-Taller de Tecnología Eléctrica, en la que el alumno dispusiera de un espacio alternativo de trabajo en complementariedad con la teoría, donde pudiese resolver problemas analíticamente, simular las condiciones en software, llevar las situaciones a la práctica real y reflexionar, elaborar informes de lo sucedido, exponer y defender sus conclusiones, además de escuchar otras alternativas, debatir y decidir qué es válido. En conclusión, un lugar donde se buscará *“hacer ingeniería, para aprender ingeniería”*.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos generales:

- Mejorar la calidad de enseñanza de la Cátedra de Electrotecnia y Máquinas Eléctricas

2.2. Objetivos específicos:

- Desarrollar la creatividad en los alumnos.
- Arraigar los conocimientos teóricos.
- Recrear situaciones de la vida profesional.
- Emplear tecnologías actuales para la solución de problemas.
- Desarrollar las habilidades de documentación, exposición y análisis de información.
- Desarrollar las destrezas técnicas.

3. METODOLOGÍA

Desde fines del año 2011, y durante gran parte de 2012, se trabajó en encontrar el espacio para instalar el laboratorio, habiéndose solicitado a la UTN-FRTL el lugar destinado a depósitos de máquinas en desuso y papelería. Una vez concedido, fue convenientemente reacondicionado y transformado en el ámbito físico para emplazar el Aula-Taller. Allí, al año siguiente, en 2013, se realizó una nueva alimentación e instalación eléctrica trifásica.

Finalizadas todas las etapas de refacciones quedaron identificadas tres zonas bien definidas dentro del Aula-Taller: una para Teóricos y Prácticos Analíticos; otra zona de Experiencias y un área destinada a Exposición-Almacén.

3.1. Zona donde se pueden impartir los teóricos y los prácticos de gabinete.

Está conformada por un pizarrón; bancos y sillas altas; una interfaz inalámbrica de conexión a internet; y computadoras de escritorio. Es donde los alumnos toman notas y resuelven las prácticas analíticas. También pueden utilizar sus notebooks con los soft que se incluyeron en el aula virtual de la cátedra. (Figura 1).



Figura 1 *Aula-Taller.*

3.2. Zona de taller

Se proyectó un tablero de alimentación eléctrica e instrumental de medición, que con la incorporación de módulos de trabajo, conforman un banco de actividades capaz de contener todos los trabajos prácticos y modelizar situaciones problemáticas reales.

El tablero está compuesto de un circuito general con cable a la vista identificando, conexiones y colores de cables requeridos por norma, cortes de seguridad y un registrador de energía activa trifásico, de este se desprenden los tres circuitos más usuales con los que los alumnos se encontrarán en su vida profesional (Figura 3).

- Circuito con tensión continua de 12 V
- Circuito alterno monofásico de 220V
- Circuito alterno trifásico de 380 V.

Además, el tablero, está preparado para la conexión de autotransformadores monofásicos y trifásicos para la realización de prácticas con diferentes magnitudes de voltaje. Las mediciones son realizadas con instrumentos analógicos de tensión, corriente, y factor de potencia, instalados en forma permanente en el tablero o bien por instrumentos digitales o analógicos de operación manual.



Figura 2 *Tablero de prácticas.*



Figura 3 *Circuitos del Tablero.*

3.3. Zona de exposición-almacén

Espacio en el que se exhiben materiales, componentes, máquinas y catálogos, en general, que estimulan la reflexión, aportan a ella, y a la comprensión e integración de los conocimientos en cualquier instante de las clases (Figura 4).



Figura 4 Zona de exposición.

3.4. Trabajos Prácticos Aplicados

Para el desarrollo de los trabajos de laboratorio o –según nuestra denominación- Trabajos Prácticos Aplicados (TPA, en adelante), y por ser futuras experiencias profesionales llevadas al aula, se elaboraron módulos de trabajo con materiales y elementos eléctricos sencillos. También se confeccionaron módulos compuestos con máquinas eléctricas de baja potencia que, en gran parte, provenían de elementos de rezago.

A todos los módulos se les aplicó un criterio de estandarización con el objeto de mantener un mayor grado de seguridad eléctrica ante posibles contactos directos e indirectos en el conexionado.

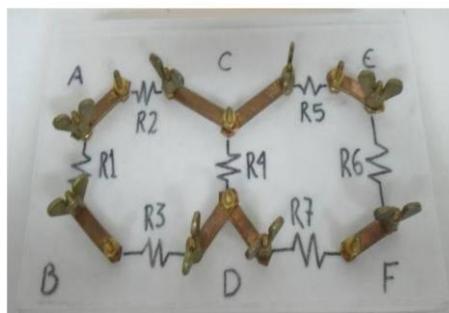


Figura 5 Circuito variable resistivo



Figura 6 Motor monofásico de jaula de ardilla con alternador

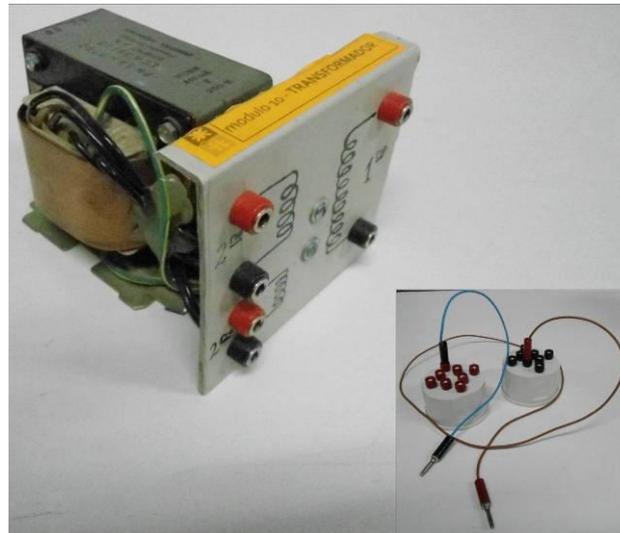


Figura 7 Transformador monofásico y borneras de conexión

Los TPA constan de nueve prácticas distribuidas a lo largo del año y en simultaneidad a los temas impartidos en la teoría. La Tabla 1 se identifica cada uno de ellos.

Tabla 1. Guías de Trabajos prácticos aplicados

N° Tpa	Tema	Contenido
1	Seguridad eléctrica	Normas de seguridad para trabajar en un laboratorio con tensión y corriente. Protecciones eléctricas.
2	Aparamenta e instrumentos	Identificación y características de los instrumentos de medición. Conexiones, precauciones de seguridad, medidas de tensiones, corrientes y resistencias, errores en las mediciones.
3	Circuitos de corriente continua	Leyes de ohm y kirchoff. Teoremas fundamentales (Thevenin, Norton y Superposición) aplicados a circuitos de corriente continua.
4	Circuitos de corriente alterna	Leyes de ohm y kirchoff. Teoremas fundamentales aplicados a circuitos de corriente alterna. Circuitos R-L; R-C y RLC.
5	Potencias eléctrica y factor de potencia	Medición de potencias, corrección del factor de potencia. Tipos de compensación.
6	Sistemas trifásicos	Circuitos trifásicos en estrella y triangulo con cargas simétricas y asimétricas, equilibradas y desequilibradas.
7	Transformadores	Bornes homólogos, Relación de Transformación. Medición de resistencias e impedancias de los bobinados.
8	Transformadores	Ensayos de vacío y cortocircuito. Estudio en carga.
9	Puesta a tierra	Medición de diversas tomas de tierra

3.5. Uso de TICS

Con el objeto de asistir en la resolución de los trabajos prácticos y/o simulación de los problemas, y en los TPA correspondientes a la materia, se realizó una informatización de la catedra mediante el uso de software libres como SolveElec 2.5, simuladores desarrollados por AulaMoisan o el software de Eduardo Rodríguez Alija [4].

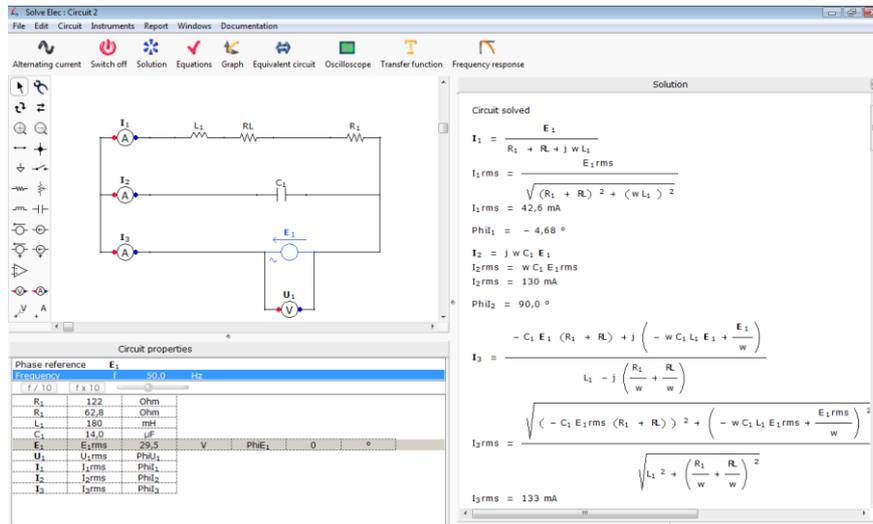


Figura 8 Simulación de TPA en SolveElec

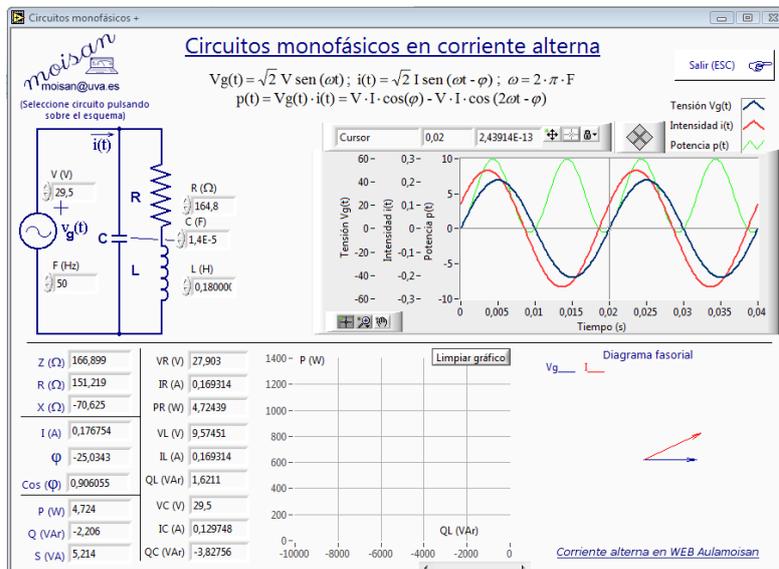


Figura 9 Simulación de TPA en soft de Aula-Moisan

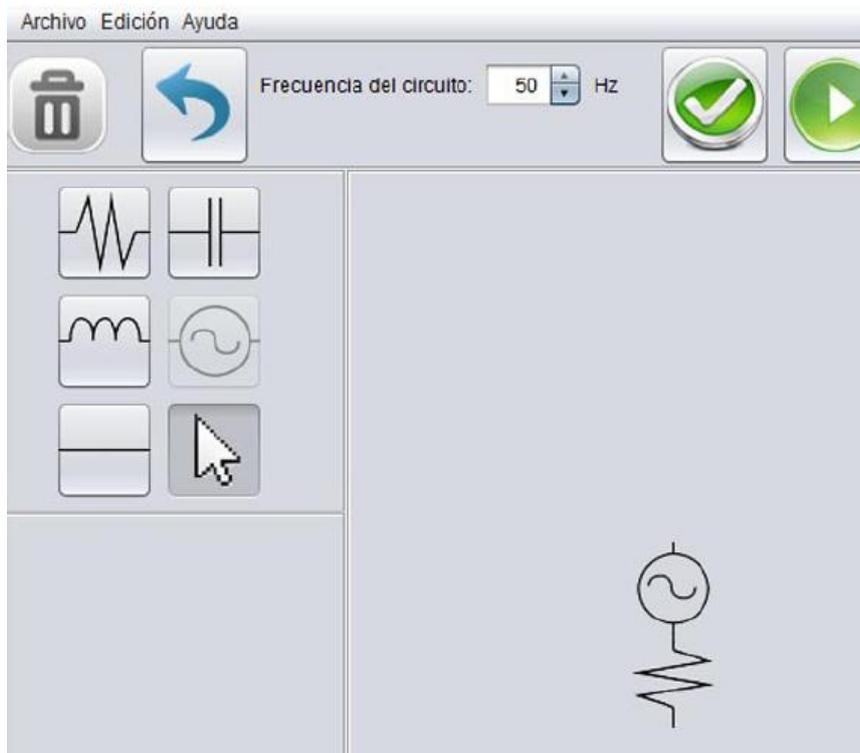


Figura 10 Herramienta web para resolver circuitos de corriente alterna

3.6. Gestión de información, comunicación y criterios de evaluación.

La utilización del Campus Virtual de la UTN-FRTL como vía de comunicación y almacenaje de información hizo más fácil la tarea de expresar nuestros requisitos y consideraciones, y de atender todas las necesidades de los alumnos.

En el Campus se encuentra toda la información formal de la materia, como la planificación, calendario, recomendaciones de cursada, apuntes, trabajos prácticos, TPA y software. Además, es en donde se produce el intercambio de informes de prácticas, consultas, sugerencia de lectura, entre otros.

La metodología de trabajo consiste en que los alumnos agrupados por comisiones puedan desarrollar los TPA. Cada práctica cuenta con un alumno responsable de entregar y/o subir el informe técnico del TPA al foro del campus. El informe es evaluado y, en aquellos casos en que sea necesario, reciben las correcciones pertinentes dentro del Campus para que la comisión conforme el informe final y realice la ponencia correspondiente.

Para la aprobación del TPA se requieren tres aspectos considerados importantes, y que se detallan a continuación:

- Calidad y pertinencia del informe técnico. Se evalúa tanto el formato del informe (tipo de hoja, carátula, secciones o esquema de la organización del texto, etc), como la organización de la información, el uso de modelos gráficos y las conclusiones desarrolladas.
- Precisión en la defensa y presentación.
- Organización y uso de recursos de soporte en la ponencia.

4. RESULTADOS

En el poco tiempo de implementación del aula-taller, desde el 2012, se observó que los alumnos tienen una mayor participación en clase, es más alta la tasa de comprensión de los enunciados de prácticos, y hay una cantidad mayor de alumnos aprueba los parciales en la primer fecha y con mejores notas. Todo esto hace que los alumnos tengan un mejor conocimiento de los conceptos una mayor seguridad, para confluir en un menor tiempo de acceso al examen final y aprobación de la materia.

5. CONCLUSIONES

Si bien el plazo para elaborar una conclusión irrefutable es corto, los primeros resultados muestran que “Hacer ingeniería para aprender ingeniería” es una opción válida para que el estudiante asiente las bases de su ocupación futura.

Esta forma de enseñanza produce un arraigamiento más profundo de los conocimientos adquiridos en materia Electrotecnia y Maquinas Eléctricas, fortalece las actitudes y aptitudes optimistas de la resolución de problemas, desarrolla la creatividad, y fomenta el trabajo en grupo, en otras palabras, siembra las destrezas del futuro ingeniero.

6. REFERENCIAS

- [1] Zbar, Paul B. et al (2004). Prácticas de electricidad. México. 7ma edición. Alfaomega Grupo Editor. México.
- [2] Soberats Vidal, José Enrique; Isla Vilachá, Idalia Irene (2010). “Enfoque virtual del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Electricidad Aplicada a la Ingeniería Mecánica II”. Ciencias Holguín. Vol. XVI, n° 3, pag. 1-9. Cuba.
- [3] Prado, Susana et al (2009). “La importancia de utilizar diferentes herramientas didácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de electrotecnia aplicada”. Segundas Jornadas de Educación Mediada por Tecnología. Comahue, Argentina.
- [4] Rodríguez Alija, Eduardo (2012). “Herramienta web para resolver circuitos de corriente alterna”. Recuperado el 1 de abril del 2014 del sitio web de la Universidad de Valladolid de España: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/2629>

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer a la UTN-FRTL por darnos el apoyo, lugar y acompañamiento en la concreción de nuestros ideales de enseñanza, a la empresa Electroingeniería S.A., a la Cooperativa eléctrica de Trenque Lauquen, al alumno Fabian Pignanelli y a Electromecánica MR por su apoyo y cooperación.