

INTEGRACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LA REVISIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ASIGNATURAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y PRESENTACIÓN DE SUS CONTENIDOS

MANUEL BURGOS PAYÁN, MANUEL CASAL GÓMEZ CAMINERO, PEDRO LUIS CRUZ ROMERO, FRANCISCO PARREÑO SÁNCHEZ', JOSÉ LUIS MARTÍNEZ RAMOS, JOSÉ MARÍA MAZA ORTEGA, JESÚS MANUEL RIQUELME SANTOS, ESTHER ROMERO RAMOS,

JOSÉ ANTONIO ROSENDO MACÍAS, ÁNGEL LUIS TRIGO GARCÍA, ANTONIO DE LA VILLA JAÉN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

ÁNGEL GASPAR GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA, DE TELECOMUNICACIÓN Y AUTOMÁTICA. ÁREA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA UNIVERSIDAD DE JAÉN

RESUMEN

La actividad de innovación se propone la integración de la tecnología de la información en la revisión de los programas de asignaturas de ingeniería, con especial atención a la presentación de sus contenidos. El uso de estas tecnologías debe desempeñar un doble papel. Por un lado, facilitar la transmisión de una idea de la ingeniería eléctrica más acorde con la realidad y, en segundo lugar, servir como un elemento de motivación y estímulo para los estudiantes. El resultado debería conducir a una mejor formación de los estudiantes más en consonancia con los nuevos retos de la ingeniería eléctrica y, por tanto, un mayor interés de los estudiantes, de ingeniería de energía.

Palabras clave: Ingeniería eléctrica de potencia, revisión de los planes de estudios de ingeniería eléctrica de potencia, motivación del estudiante.

ABSTRACT

The innovation activity proposed the integration of the information technology in the review of programs for engineering subjects, with particular attention to the presentation of its contents. The use of these technologies should play a double role. On the one hand, facilitate the transmission of an idea of the Electrical Engineering more in line with reality and, second, serve as an element of motivation and encouragement for students. The result should lead to better training of students more in line with the new challenges of Electrical Engineering and, therefore, a greater interest of students by Power Engineering.

Keywords: Electrical power engineering, review of the electric power engineering curricula, student motivation.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Desde mediados de los ochenta del pasado siglo el *Transaction on Education*, prestigiosa revista estadounidense editada por *The Institute of Electrical and Electronics Engineers, (IEEE)* especializada en temas de enseñanza de la Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, ha venido dejando constancia de la progresiva reducción del número de nuevos estudiantes que cursan estudios de Ingeniería Eléctrica en favor de titulaciones novedosas como la Electrónica o la Automática y otras. Este progresivo desinterés de los nuevos estudiantes por la Ingeniería Eléctrica no es un fenómeno local sino global: pudo empezar en los EE.UU. pero ha podido detectarse en todo el mundo y, con algún retraso, también ha aparecido en España.

En el caso español y, en particular de la Universidad de Sevilla, este fenómeno se ha manifestado en forma brusca y con toda crudeza al confluir esta lenta tendencia general (causa interna) con la implantación de los nuevos planes de estudios de Ingeniería Industrial (Plan 1998) y con la oferta de nuevas titulaciones en la propia Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla (causas externas).

En los anteriores Planes de Estudios (Plan 64), la Ingeniería Eléctrica era una de las cuatro intensificaciones (itinerarios curriculares). Aquellos Planes estaban organizados en seis cursos a base de asignaturas de extensión anual. Del Primero al Tercer curso se impartían las que se podrían denominar materias básicas (Álgebra, Cálculo, Física, etcétera) y pretecnológicas (Teoría de Circuitos, entre otras). Los alumnos escogían la Especialidad al matricularse en el Cuarto Curso. En estos planes, la Especialidad Eléctrica englobaba las materias relacionadas con la Ingeniería Eléctrica, la Electrónica y la Automática. La elección de materias optativas se limitaba a los dos últimos cursos: la elección por parte del alumno de una asignatura de un bloque de dos, en Quinto y Sexto cursos. Las asignaturas de la Especialidad Eléctrica tenían una matrícula media de unos 70 alumnos entre cuarto y sexto curso (algunos más en cuarto y algunos menos en sexto).

En el nuevo Plan de Estudios de 1998, la Ingeniería Eléctrica es una de las once nuevas intensificaciones (itinerarios curriculares). Este nuevo Plan está organizado en créditos, con cinco cursos en los que dominan las asignaturas de extensión cuatrimestral. En los dos primeros cursos se imparten las materias básicas y pretecnológicas. Los alumnos pueden escoger la Intensificación (no es obligatorio) al matricularse en el Tercer Curso. La posibilidad de elección de materias por parte del alumno es ahora amplísima (además del bloque de materias/actividades de libre configuración). De hecho, todo lo que no son materias troncales u obligatorias, es optativo para el alumno (más de la mitad del total de créditos). En la actualidad, las

asignaturas de la Intensificación Eléctrica tienen una matrícula media de entre 10 y 15 alumnos entre tercero y quinto curso, si bien la situación no puede considerarse estable todavía, dado el poco tiempo que llevan funcionando los nuevos planes.

Por otra parte, hasta 1990, la entonces Escuela Superior de Ingenieros Industriales, solo impartía esta titulación (Plan 64). Desde entonces, la actual Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla ha incrementado notablemente la oferta de nuevas titulaciones:

- 1991. Se pone en marcha el Ingeniero de Telecomunicación, con gran aceptación por parte del alumnado, lo que empezó a atraer estudiantes de Ingeniería Industrial interesados en un perfil de Electrónica y Automática.
- 1998. Ingeniero Químico y las titulaciones de segundo ciclo: Ingeniero de Organización Industrial, Ingeniero en Electrónica y el Ingeniero en Electrónica y Automática Industrial, coincidiendo con los nuevos planes de Ingeniería Industrial
- 2002. Ingeniero Aeronáutico, con gran aceptación también por parte del alumnado

Una de las consecuencias de este crecimiento en la oferta de titulaciones ha sido la reducción de la demanda de estudiantes de Ingeniería Industrial, acompañada de una reducción de la nota de ingreso de Selectividad hasta el mínimo de 5.0 y una oferta de plazas que empieza a no completarse ni en la convocatoria de Septiembre.

Si bien es cierto que el aumento de la oferta de nuevas titulaciones (y de elevado número de plazas en cada una de ellas) explica una reducción de la demanda, solo explica una parte de la reducción ya que este es un fenómeno que puede observarse en otras muchas titulaciones de ciclo largo. El progresivo desinterés por las titulaciones de ciclo largo probablemente tiene su origen en cuestiones sociolaborales: los alumnos realizan un gran esfuerzo durante muchos años (el promedio empleaba nueve años en terminar los estudios con el Plan 64) tras los que se les ofrece un puesto de trabajo con unas muy precarias condiciones económicas y laborales (becas, contratos en prácticas, jornadas sin fin, movilidad global, escasa retribución económica, etcétera, al menos en las primeras etapas de inserción laboral). Cada vez son más los estudiantes que optan por las titulaciones cortas: optan por un esfuerzo más suave (menor duración) y una más rápida rentabilización de sus estudios.

Hasta aquí las causas externas, pero también causas internas. La revisión de la literatura referenciada al principio permite identificar algunas, buscando las que se citan en la mayoría de los estudios, con independencia del país donde se haya ge-

nerado el trabajo, y eliminado las que no tengan sentido en el entorno sociolaboral español y andaluz. Uno de los aspectos que más insistentemente aparece en los estudios es que los alumnos perciben la Ingeniería Eléctrica como algo pasado de moda. Esta percepción resultar algo paradójico ya que, simultáneamente, la Ingeniería Eléctrica, de la mano de la incorporación de los recursos energéticos renovables, la liberalización de los mercados energéticos y de los aspectos relacionados con la calidad del suministro eléctrico, principalmente, está atravesando una etapa expansión y planteamiento de nuevos retos tecnológicos, algunos de los cuales alcanzan una gran repercusión social, económica, política y mediática (caso de los "apagones", por ejemplo). El caso de los parques eólicos podría servir como ejemplo paradigmático. Hasta tal punto es así que la imagen de los aerogeneradores (molinos) se utiliza como "icono de modernidad", para transmitir la idea de tecnología punta + respeto al medio ambiente y puede verse hasta en campañas publicitarias tanto institucionales como de empresas privadas o medios de comunicación.

Los proyectos futuros del Ministerio de Educación, avanzados en los borradores de Reales Decretos de Grado y Postgrado, no parecen que vayan a mejorar esta situación, sino más bien todo lo contrario.

La principal conclusión que puede extraerse del análisis previo de la situación es que no se consigue transmitir al alumnado una idea de la Ingeniería Eléctrica ajustada a la realidad, y ello repercute en el desinterés de los alumnos por la Intensificación.

A fin de reconducir esta situación se propone una serie de actividades que, de una forma global, podría denominarse como la actividad de innovación que se propone: Integración de las tecnologías de la información en la revisión de los programas de asignaturas de ingeniería y, sobre todo, presentación de sus contenidos. El uso de estas tecnologías debería jugar un doble papel. Por un lado, facilitar la transmisión de una idea de la Ingeniería Eléctrica más ajustada a la realidad y, por otro, servir como elemento de motivación y estímulo para los estudiantes. El resultado debería conducir a una mejor formación de los alumnos, más ajustada a los nuevos retos de la Ingeniería Eléctrica y, por ende, en un mayor interés de los alumnos por la Intensificación Eléctrica.

2. OBJETIVOS

A fin de reconducir la situación descrita en la Introducción y, tratando de incorporar las directrices del futuro Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), se propone el desarrollo de una serie de actividades, centradas en el uso de las tec-

nologías de la información, con el doble objetivo de facilitar la transmisión de una idea de la Ingeniería Eléctrica más ajustada a la realidad y servir como elemento de motivación y estímulo para los estudiantes.

El núcleo de la actividad estaría centrado en revisión crítica de los contenidos programas de las asignaturas, a fin incluir o potenciar los aspectos relacionados con:

- La utilización de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica y su integración en la red de transporte y distribución
- La mejora del rendimiento de las máquinas eléctricas y el ahorro energético
- La contaminación evitada, el medioambiente y el desarrollo sostenible
- La economía y la liberalización del mercado eléctrico
- La inclusión del uso de programas informáticos y quipos reales en la presentación de contenidos (clases en los laboratorios) y en el trabajo de los alumnos
- Utilización de medios audiovisuales en la presentación de los contenidos
- Ofrecer páginas de Internet (en la bibliografía y las clases) donde los alumnos puedan encontrar material complementario o de ampliación

Creación de páginas web de las asignaturas con los materiales de clase, material complementario y de ampliación, enlaces a otras páginas de interés, creación de listas de distribución, encuestas on-line, novedades, trabajos realizados por otros alumnos, seminarios, proyectos fin de carrera realizados/en curso, convocatoria de becas, estancias en empresas, visitas a empresas, etcétera.

También deberían introducirse aspectos relacionados con las principales directrices del futuro EEES y la atención a los estudiantes procedentes del Programa Erasmus, como pueden ser:

- Introducción de los créditos ECTS (*European Credit Transfer System*)
- Elaboración de la versión inglesa del programa de la asignatura (o en otras lenguas de la Unión Europea, relevantes en materia de Ingeniería)
- Potenciación de la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje
- Potenciación de las tutorías, la atención personalizada y el seguimiento semi-presencial tutelado de las asignaturas
- Desarrollo de seminarios complementarios o de ampliación, con participa-

ción activa de los estudiantes

- Desarrollo de material didáctico en inglés o en otras lenguas de la Unión Europea, relevantes en materia de Ingeniería

3. METODOLOGÍA

De entre las múltiples actividades relacionadas en la Guía III “Materiales para la formación del Profesorado Universitario” propuestas por la UCUA, las que mejor se adaptan a las necesidades del grupo y en las se centrarán las actividades son las siguientes:

- Módulo 3: Los procesos de planificación en la universidad
 - * Actividad 17. La selección de los contenidos
 - * Actividad 18. La secuenciación de los contenidos
 - * Actividad 19. La organización de los contenidos
- Módulo 8. La exposición en el aula universitaria
 - * Actividad 38. Transferencia de los saberes
- Módulo 9. Actividades prácticas en el aprendizaje universitario
 - * Actividad 43. Motivación proporcionada por el profesor

Las actividades se han centrado este primer año en las siguientes asignaturas:

- Máquinas Eléctricas, 4º curso Ingeniero Industrial – USE
- Tracción y Accionamientos Eléctricos, 5º curso Ingeniero Industrial – USE
- Tecnología Eléctrica, 5º curso Ingeniero Industrial – USE
- Proyectos Fin de Carrera relacionados – USE + UJA

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos son de difícil cuantificación, pero estarán relacionados con los siguientes aspectos:

- Mejora de la calidad de la docencia impartida por los integrantes del grupo
- Mejor aceptación de la Intensificación Eléctrica entre el alumnado de Ingeniería Industrial

- Mejora de los materiales didácticos y de la presentación de los contenidos de las asignaturas
- Utilización de las tecnologías de la información y de Internet como recurso didáctico
- Desarrollo de material específico para formación semipresencial con tutorías
- Adaptación de la práctica docente a los retos del EEES
- Consolidación del equipo de formación y profundización de la cooperación interuniversitaria

5. CONCLUSIONES

El grupo ha trabajado en varios ámbitos, de entre los que cabe destacar la elaboración de encuestas, tanto para los actuales estudiantes de las asignaturas como para los alumnos egresados, la revisión de los programas de las asignaturas, la realización de diversas visitas a empresas e instalaciones industriales y el incremento en el uso de ordenador portátil y videoprojector en la presentación del material de las asignaturas, simulaciones, etcétera. De entre todas, cabe resaltar dos de ellas:

- La presentación de un tema de la asignatura de Teoría de Circuitos (transitorios de primer y segundo orden) en el Laboratorio. Se ha pasado de la típica situación de Clase Magistral a “aprender haciendo” en el Laboratorio. La experiencia ha sido muy bien acogida por parte de los estudiantes y el resultado ha sido muy gratificante para todos los participantes.
- La presentación de las asignaturas (al principio del cuatrimestre) y, especialmente, la presentación de la Intensificación a los alumnos de 2º curso Ingeniero Industrial, en las sesiones que tradicionalmente organiza la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. En ambos casos se ha abandonado el esquema previo de descripción de contenidos, por considerarse que la mera relación de contenido tiene poco sentido para los alumnos. Ahora se pone énfasis en los asuntos que tienen significado e interés para ellos, asuntos de los que pueden tener referencias directas porque están en los medio de comunicación (como los apagones, medioambiente, energías renovables, aspectos económicos, posibilidades de empleo, etc.), en los problemas que se abordan y en los métodos de resolverlos.

También se ha incidido en tres cuestiones fundamentales:

- Relación de ofertas/gestión de becas y entrevistas de trabajo “gestionadas”

- por el Departamento (1 beca alumno de 5º curso, 5 becas colaboración, una veintena de entrevistas de trabajo, ...)
- Nivel de dificultad de las asignaturas, favorablemente comparable al promedio de cada curso
 - Proyectos fin de carrera. Atención de la demanda de los alumnos. Menos duración promedio, atención personalizada, participación del alumno en la definición del contenido del proyecto.

La eventualidad de orden práctico más reseñable del proyecto estuvo relacionada con la experiencia de llevar la exposición de un tema de la asignatura de Teoría de Circuitos al Laboratorio. Tendiendo en cuenta que hay unos 350 alumnos matriculados y que la capacidad máxima del Laboratorio es de 40 alumnos, la carga docente para el profesorado se ha multiplicado por ocho. Todo ello sin contar el tiempo previo de diseño y elaboración del nuevo material adaptado para su utilización en el Laboratorio.

Este tipo de enfoque didáctico, atendiendo a las nuevas especificaciones requeridas por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), de generalizarse, como parece indicar el mensaje que llega desde los diversos niveles institucionales, va a requerir una importantísima dotación presupuestaria a fin de poder dar una respuesta docente con un mínimo de calidad al gran incremento que la implantación de las directrices del EEES, va a experimentar la carga docente a impartir por las Universidades y el profesorado de los Departamentos en último término.

Otra dificultad reseñable, de orden más genérica, es el riesgo (que ya desde hace algún tiempo puede observarse en la Universidad) de desequilibrio entre Enseñanza e Investigación. El modelo actual, en el que solo se premia los resultados de la Investigación, y no hay ningún incentivo, más allá de la satisfacción personal, para mejorar la Enseñanza. El riesgo de “descuidar” la carrera docente para acelerar la carrera “profesional” como investigador, es casi obligatoriamente aceptado por el profesorado, especialmente por los noveles. Este colectivo se ve fuertemente presionado a tratar de amortizar lo más rápidamente posible el tiempo disponible con “resultados de investigación”, ya que es casi lo único que las diversas Agencias y Órganos de evaluación toman en consideración. No reciben ningún estímulo por ocuparse de la docencia, y su situación de precariedad no mejorará si no consiguen “resultados de investigación”.

Dado que en este Proyecto de Formación (y otros desarrollados por el ICE, por ejemplo), íntimamente vinculado a la investigación-acción, se dan condiciones similares a las de los Proyectos de Investigación del Ministerio o de las propias Universidades, como son, por ejemplo:

- Haber sido seleccionados en libre concurrencia con otros Proyectos, en igualdad de condiciones
- Haber sido evaluados y seleccionados por una Comisión externa de expertos conforme a un baremo de méritos
- Estar sometidos a seguimiento y periódicamente evaluados por parte de un experto (coordinador) externo,

sería adecuado y muy conveniente que las Agencias de Evaluación de la Calidad, tanto autonómicas como nacionales, establecieran un mecanismo de reconocimiento del doble papel de experiencia docente y de proyecto de investigación del Proyecto de Formación, que pudiera suponer un impulso eficaz para la carrera docente e investigadora del profesorado que la lleva a cabo, especialmente para aquellos profesores noveles que se encuentran en una situación más precaria.

6. BIBLIOGRAFÍA

- PHADKE, A.G.; "CAP Forum: Power Engineering Education: Crisis Revisited", IEEE Computer Applications in Power, Oct 2002, Volume: 15-4, pp. 12 – 15.
- CHOWDHURY, B.H., "Power Education at the Crossroads", IEEE Spectrum, Oct 2000, Volume: 37-10, pp. 64 – 69.
- DANIELS, M.W.; Shaffer, R.A., "Re-inventing the electrical machines curriculum IEEE Transactions on Education", Volume: 41-2, 1998 , pp. 92 – 100
- G. KARADY, G. T. HEYDT, M. MICHEL, P. CROSSLEY, H. RUDNICK, and S. IWAMOTO, "Review of power engineering education worldwide," Proc. IEEE Summer Power Meeting, vol. 2, Edmonton, AB, Canada, July 1999, pp. 906–915.
- G. T. HEYDT, S. S. VENKATA, C. A. GROSS, Y P. W. SAUER, "Promoting the power engineering profession through the IEEE power engineering society," IEEE Power Eng. Soc. Rev., vol. 20, pp. 17–21, Jan. 2000.
- B. H. CHOWDHURY, "Power education at the crossroads," IEEE Spectr., vol. 37, PP. 64–69, OCT. 2000.
- G. T. HEYDT, P. W. SAUER, and V. VITTAL, "Linking education, research, and the power industry," IEEE Power Eng. Soc. Rev., vol. 22, no. 3, p. 37, Mar. 2002.

- A. G. PHADKE, "CAP forum: power engineering education: crisis revisited," IEEE Comput. Appl. Power, vol. 15, pp. 12–15, Oct. 2002.
- SPECIAL ISSUE of the IEEE Power and Energy Magazine, S. S. Venkata, Ed., vol. 1, no. 4, July/Aug. 2003.
- G. T. HEYDT y V. VITTAL, "Feeding our profession," IEEE Power Energy Magazine, vol. 1, pp. 38–45, Jan./Feb. 2003.
- VENKATA, S.S., "Power education: Growing the crop of power engineering professionals", IEEE Power and Energy Magazine, July-Aug. 2003, Volume 1-4, pp. 18 – 21
- SAUER, P.W. ; HEYDT, G.T. y VITTAL, V. "Guest Editorial Special Section on Power Engineering Education", IEEE Transactions on Power Systems, Feb. 2004, Volume : 19-1, pp. 4 – 4.
- SAUER, P.W.; HEYDT, G.T. y VITTAL, V.; "The state of electric power engineering education", IEEE Transactions on Power Systems, Feb. 2004, Volume: 19-1, pp. 5 – 8.
- VENKATA, S.S.; PAHWA, A.; BROWN, R.E. y CHRISTIE, R.D.; "What future distribution engineers need to learn", IEEE Transactions on Power Systems, Feb. 2004, Volume: 19-1, pp. 17 – 23.