

Experiencia de adaptación de la asignatura «Electrotecnia y Motores» al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)¹

Eduardo Prieto, Ignacio Arana, José Luis Torres, Marian de Blas, Almudena García, Andrés Seco, Francisco Ramírez, Rafael García ¹,

¹ *Departamento de Proyectos e Ingeniería Rural. Edificio "Los Olivos". Campus de Arrosadía. Universidad Pública de Navarra. Pamplona 31006 Navarra. 948169177 epc@unavarra.es*

Palabras clave: Innovación educativa, Planificación docente, Créditos ECTS, Convergencia al EEES.

0. Resumen

Se presenta el proyecto de adaptación al EEES de la asignatura "66202. Electrotecnia y Motores" de la titulación "Ingeniero Técnico Agrícola. Especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias" de la Universidad Pública de Navarra. Consta de los cuatro apartados que se indican a continuación. El primero, la introducción, presenta la asignatura y el contexto en el que se realiza la adaptación. El segundo, y fundamental, describe el diseño de la asignatura: estructura, objetivos, prerrequisitos, competencias desarrolladas, contenidos del aprendizaje, metodología y estrategias de enseñanza, créditos ECTS y desarrollo temporal y, para acabar, la evaluación. El tercero es la valoración de la propuesta y consideraciones/conclusiones finales. Finalmente, el cuarto, contiene la bibliografía.

1. Introducción

El proyecto de adaptación al EEES que se expone en este trabajo se seleccionó en la convocatoria 2006 para este tipo de proyectos de la Universidad Pública de Navarra [1][2]. Dos de los objetivos principales de esta convocatoria para el curso 2006-2007, que se desarrollan en este proyecto, eran:

Reflexionar y aplicar, si cabe, los conceptos subyacentes del EEES en las asignaturas y grupos de asignaturas (de cara a los próximos planes de estudio) como, por ejemplo, el crédito europeo (ECTS y carga del alumno) y la transformación de los programas actuales de las asignaturas en textos-guía.

Redefinir la función del profesor como orientador en el aprendizaje del estudiante, así como su labor de tutor.

La asignatura seleccionada se denomina "66202. Electrotecnia y Motores". Es una asignatura troncal de 4,5 créditos clásicos (45 clases de 50 minutos), que se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso de la titulación "Ingeniero Técnico Agrícola. Especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias". Realmente, cada semana y durante 15, se imparte una clase de 100 minutos y otra de 50. La breve descripción de su contenido en el Boletín Oficial del Estado (BOE) es "electrotecnia, motores y máquinas, y termotecnia" [3][4].

Esta asignatura troncal desarrolla en la Universidad Pública de Navarra, junto a la asignatura "66207. Construcción de Industrias Agrarias y Alimentarias", la denominación "Ingeniería del Medio Rural".

La asignatura, que debería poderse basar en la troncal "66107. Fundamentos Físicos de la Ingeniería", está relacionada directamente, por sus contenidos electrotécnicos, con la asignatura obligatoria "66310. Electrificación en las IAA" y, por sus contenidos de motores, máquinas y termotecnia, con la asignatura obligatoria "66209. Ingeniería de los procesos de conservación por frío y calor en las IAA".

2. Diseño de la asignatura

2.1. Estructura

La asignatura se estructura en dos bloques, a cada uno de los cuales se destinan la mitad de sus créditos.

Uno de ellos desarrolla los conocimientos relacionados con la electrotecnia. El otro desarrolla los conocimientos relacionados con los motores y las máquinas térmicas.

2.2. Objetivos

Los objetivos fundamentales del bloque de electrotecnia son dos. El primero es que el alumno aprenda a resolver circuitos eléctricos monofásicos y trifásicos en régimen permanente. El segundo, que sea capaz de obtener, para estos circuitos, sus potencias activa, reactiva y aparente y, manteniendo la activa, optimizar el consumo de energía eléctrica minimizando la aparente.

Los objetivos fundamentales del bloque de motores y máquinas térmicas son cuatro. El primero que el alumno conozca los fundamentos y principios de la termodinámica. El segundo es que sepa aplicar estos fundamentos y principios a los motores endotérmicos y, en particular, a los motores de los tractores. El tercero que los aplique a la conservación frigorífica de los alimentos. El cuarto, y último, que los aplique a las transformaciones de productos agrícolas.

2.3. Prerrequisitos

La asignatura no tiene prerrequisitos, si bien es conveniente que se tenga una cierta base de física y matemáticas para cursarla.

2.4. Competencias

Las competencias profesionales que se desarrollan en el bloque de electrotecnia son fundamentalmente dos:

Saber obtener las intensidades y tensiones de las distintas partes de la instalación eléctrica de una industria agroalimentaria.

Obtener y optimizar la potencia eléctrica consumida en una industria agroalimentaria.

Las competencias profesionales que se desarrollan en el bloque de motores y máquinas térmicas son fundamentalmente tres:

Aplicar de manera práctica los fundamentos y principios de la termodinámica para la utilización de los motores endotérmicos empleados en la industria agroalimentaria.

Aplicar de manera práctica los fundamentos y principios de la termodinámica a la conservación de alimentos.

Aplicar de manera práctica los fundamentos y principios de la termodinámica para la utilización de los motores de los tractores.

Utilizando las competencias que cita el Libro Blanco del posible título de grado en Ingenierías Agrarias e Ingenierías Forestales [5], las competencias específicas que se desarrollan, en mayor o menor medida, serían:

Electrificación
Maquinaria y Mecanización
Física
Matemáticas

Y, según la clasificación de este mismo Libro Blanco, las transversales:

Capacidad de análisis y de síntesis.
Comunicación oral y escrita.
Conocimiento de informática.
Resolución de problemas.
Razonamiento crítico.
Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica
Conocimientos básicos de la profesión.

2.5. Contenidos del aprendizaje

Los contenidos del bloque de electrotecnia se pueden agrupar en los tres siguientes:

Corrientes alternas
Análisis de circuitos

Sistemas trifásicos

Y los del bloque de motores y máquinas térmicas en:

Termotecnia
Motores endotérmicos
Máquinas térmicas

2.6. Metodología y estrategias de enseñanza-aprendizaje

Este proyecto de adaptación, más que en hacer una guía al uso [6][7][8][9], se ha centrado en orientar al alumno de la asignatura en su aprendizaje, implicarle en el mismo y resaltar la relevancia para su futuro profesional de lo que aprende.

El proceso de guiado, además de en las tutorías, las clases teóricas presenciales y prácticas en grupos más reducidos, se ha apoyado en la WEB-Ct. Para cada tema, se le ha aportado al alumno en la WEB-Ct de asignatura la siguiente información-guía:

Recordatorio de las competencias profesionales que se desarrollan en el bloque correspondiente (Electrotecnia o Motores y Máquinas Térmicas).

Recordatorio de los objetivos del bloque.

Objetivos concretos del tema.

Actividades que se realizan para conseguir los objetivos del tema.

Forma y momentos en los que desarrollar las actividades del tema.

A continuación se incluye un ejemplo de esta información-guía. Para hacerlo se ha cogido el tema 2 del bloque de electrotecnia. Este tema es uno de los dos que se dedican específicamente a las corrientes alternas. El tema 1 que le precede es el de presentación de los objetivos y contenidos de todo el bloque y de su relación con otros contenidos de la titulación.

Para este tema 2, en la información-guía, después del título del tema (Corrientes alterna I), se recuerdan las competencias profesionales que se desarrollan en el bloque y sus objetivos generales, y se continúa con los objetivos concretos del tema.

OBJETIVOS DEL TEMA "Lección EL2. Corrientes alternas I"

1º.- Conocer y saber utilizar la Ley de Ohm generalizada.

2º.- Obtener la impedancia de los diferentes dispositivos en función de sus características y las del sistema eléctrico al que se conecten.

3º.- Realizar la transformación de valor instantáneo a fasor de valor eficaz congelado en un instante, y viceversa, de tensiones y corrientes sinusoidales.

4º.- Conocer y saber utilizar las Leyes de Kirchhoff aplicadas a vectores.

5º.- Resolver circuitos en los que sus elementos pueden agruparse en serie y/o paralelo.

Se indican las actividades que se realizan para conseguir estos objetivos del tema.

ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL TEMA "Lección EL2. Corrientes alternas I"

0º.- Repasar las operaciones básicas con vectores (suma, resta, multiplicación, división y producto escalar)

1ª.- Ver la estructura básica, desde el punto de vista electrotécnico, de una instalación eléctrica en el ámbito de la hortofruticultura y jardinería (sólo mediante un trabajo voluntario).

2ª.- Convertir dispositivos reales en elementos simples del circuito (sólo mediante un trabajo voluntario).

3ª.- Obtener impedancias a partir de sus elementos simples.

4ª.- Obtener las impedancias equivalentes de las conectadas en serie y/o paralelo.

5ª.- Convertir tensiones e intensidades instantáneas en los fasores de sus valores eficaces congelados y viceversa.

6ª.- Conocer la Ley de Ohm generalizada.

7ª.- Conocer las Leyes de Kirchhoff de fasores.

8ª.- Aplicar la Ley de Ohm generalizada a la resolución de circuitos con impedancias en serie y/o en paralelo.

9ª.- Aplicar la Ley de Ohm y la 1ª Ley de Kirchhoff a la resolución de un sistema trifásico en triángulo (por el momento del curso en el que se realiza se indican las tensiones de alimentación).

Para finalizar, en cada tema, hay un apartado en el que se indican la forma y momentos en los que se desarrollan las actividades previstas. Este apartado se estructura por semanas, indicándose lo que se hace en la clase teórica, lo que se hace en la clase práctica y, cómo cuestión imprescindible para dar seguridad a los alumnos

en cuanto a la consecución de los objetivos previstos en el tema, lo que se espera haber conseguido al acabar cada semana. En los siguientes cuadros se indica la información dada para la 2ª semana del bloque (primera en la que se trabaja su tema 2).

Semana 2 del bloque de Electrotecnia (de las 6 presenciales del curso 2006/07) (Completar las clases presenciales con 3 horas de trabajo para repasar lo tratado y hacer una lectura superficial previa del siguiente tema teórico: "Lección EL3. Corrientes alternas II")

Clase teórica (2 horas):

- 1º.- El profesor presenta los objetivos del tema y los relaciona con los del bloque completo de Electrotecnia.
 - 2º.- El profesor recuerda el trabajo voluntario para desarrollar las actividades 1ª, 2ª y 3ª del tema 2 del bloque de electrotecnia "Corrientes alternas I".
 - 3º.- El profesor recomienda a los alumnos las tutorías como instrumento más eficaz para que el alumno solucione las dificultades que surjan en el aprendizaje, y para la consecución de los objetivos relacionados con el tema.
 - 4º.- El profesor presenta el tema "Lección EL2. Corrientes alternas I". Se hace especial hincapié en las leyes de Kirchhoff, la obtención de impedancias y en la de Ohm generalizada.
 - 5º.- Se realiza una pequeña actividad individual. La actividad trata sobre la aplicación de las Leyes de Kirchhoff.
- Al final de esta clase se espera que al alumno le suenen las Leyes de Kirchhoff, la de Ohm, que las intensidades y tensiones alternas sinusoidales se pueden representar en forma de fasores, las palabras impedancia, admitancia, resistencia y reactancia, y se espera que, por haberlo leído, tenga una cierta fluidez al buscar las ideas y conceptos que puedan interesarle en el documento de apoyo disponible en la WEB-Ct. También se espera que tenga clara la necesidad de asociar los valores de tensiones e intensidades a flechas de valoración.

Clase práctica (1 hora):

- 1º.- El profesor propone la resolución, en grupos de 2, 3 o 4 personas, del ejercicio 13 de los enunciados en el documento de problemas de monofásica dentro de la WEB-Ct.
- 2º.- El profesor, además de ofrecer su ayuda, aconseja el documento "Lección EL2. Corrientes alternas I" como referencia para la resolución del ejercicio.
- 3º.- El profesor indica que el problema trata de obtener las impedancias de diferentes dispositivos conocidas sus características RLC y la frecuencia del sistema eléctrico al que se conectan.
- 4º.- El profesor propone ayudarse también con la siguiente tabla:

| | 500 Hz | 1000 Hz | Frecuencia industrial |
|--|--------|---------|-----------------------|
| $R(\Omega) =$ | | | |
| $\omega(rad/s) =$ | | | |
| $L(H) =$ | | | |
| $X_L(\Omega) =$ | | | |
| $X(\Omega) =$ | | | |
| $X_C(\Omega) =$ | | | |
| $X(\Omega) =$ | | | |
| $\vec{Z}(\Omega) = R + j \cdot X$ | | | |
| $\vec{Z}(\Omega) = Z \angle \varphi^\circ$ | | | |
| $\vec{Z}(\Omega) = Z \angle [\varphi(rad)]$ | | | |
| $\vec{Z}(\Omega) = Z \cdot e^{j \cdot \varphi(rad)}$ | | | |
| ¿Intensidad adelantada o atrasada con respecto a la tensión? | | | |
| Diagrama del vector impedancia: | | | |

11º.- Durante la resolución, el profesor va ayudando a los diferentes grupos según lo van solicitando.

12º.- Al acabar la hora, el profesor recoge la práctica a un miembro de cada grupo (esta práctica la devuelve corregida días después).

Al final de esta clase, en la que se espera que todos los grupos acaben de realizar el problema, los alumnos sabrán obtener las impedancias de diferentes dispositivos conocidas sus características RLC y la frecuencia del sistema eléctrico al que se conecten. Además, como cuestión accesoria, sabrán transformar un vector de su forma binomial a su forma módulo-argumental.

Además, como resumen final, al acabar el bloque, se hace un repaso en el que se indican en 35 puntos las cuestiones fundamentales que el alumno debe saber. A continuación, para finalizar este apartado y también a modo de ejemplo, se indican los 9 puntos que se refieren al tema 2.

¿Qué sabemos?
Se han desarrollado las competencias profesionales previstas:
1ª.- Conocer el régimen permanente de tensiones e intensidades en las distintas partes de una industria agroalimentaria.
2ª.- Conocer y optimizar la potencia consumida en una industria agroalimentaria.
Porque se han cumplido los objetivos iniciales:
I.- Resolver circuitos eléctricos monofásicos y trifásicos en régimen permanente.
II.- Obtener sus potencias activa, reactiva y aparente, y optimizar el consumo minimizando la potencia aparente, manteniendo la activa.
Si sabemos:
1º.- Qué es un circuito eléctrico monofásico.
2º.- Obtener la impedancia (y la admitancia) de los diferentes dispositivos en función de sus características (RLC) y las del sistema eléctrico al que se conecten (frecuencia).
3º.- Utilizar la Ley de Ohm generalizada.
4º.- Utilizar las Leyes de Kirchhoff aplicadas a fasores.
5º.- Realizar la transformación de valor instantáneo a fasor de valor eficaz congelado en un instante, y viceversa, de tensiones y corrientes sinusoidales.
6º.- Obtener las impedancias (o admitancias) equivalentes de las conectadas en serie y/o paralelo.
7º.- Qué se entiende por determinar el comportamiento de un circuito eléctrico.
8º.- Resolver circuitos en los que sus elementos pueden agruparse en serie y/o paralelo.
.
.
24º.- Resolver cualquier sistema trifásico en triángulo (aplicando la Ley de Ohm y la 1ª Ley de Kirchhoff).
.
.

2.7. Créditos ECTS y temporalización

Como ya se ha indicado, la asignatura tiene asignados 4,5 créditos tradicionales que se estima suponen una carga de trabajo para el alumno de 90 horas. Estas 90 horas, a 25 horas por cada crédito ECTS, suponen 3,6 créditos ECTS. A cada bloque se le asignan la mitad de los créditos, por lo que cada uno de ellos tendrá 1,8 créditos ECTS.

La enseñanza de los dos bloques, para procurar desajustar lo menos posible los horarios del resto de las asignaturas, es secuencial. Este curso se ha impartido en primer lugar, sin mayor motivo especial que el que alguno debe ser el primero, el bloque de electrotecnia.

2.8. Evaluación

Como en la actualidad la normativa vigente en nuestra universidad no permite prescindir del examen presencial de conjunto, todos los alumnos han tenido derecho a esta prueba en ambos bloques.

En el bloque de electrotecnia es la calificación de esta prueba de conjunto, mayorada en función de las actividades realizadas por el alumno, la que determina la nota final del bloque.

En el bloque de motores y máquinas térmicas los alumnos pueden optar por una evaluación sin prueba de conjunto o promediar una puntuación obtenida en función de las actividades realizadas y la prueba de conjunto.

Una vez obtenidas las calificaciones de los dos bloques, se promedian ambas para obtener la calificación de la asignatura.

3. Valoración de la propuesta y consideraciones/conclusiones finales

La adaptación proporciona, a la vez que mucho trabajo, grandes satisfacciones.

Los alumnos que se adaptan tienen la posibilidad de aprender más y mejor. Sobre todo, se hacen más independientes, se ven más preparados para resolver problemas y más capaces de aplicar lo aprendido.

Este sistema basado en el aprendizaje centrado en el alumno frente a la enseñanza centrada en el conjunto de los alumnos, además de requerir grupos más reducidos que los actuales, supone un mayor esfuerzo y

dedicación por parte del profesorado. Mayor esfuerzo y dedicación del profesorado y tamaño adecuado de grupos todavía no están considerados adecuadamente.

4. Bibliografía

[1] Rector de la Universidad Pública de Navarra. "Resolución nº 670/2006. Convocatoria para segunda selección de Proyectos de Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Curso 2006-2007". 16 de mayo de 2006.

[2] Rector de la Universidad Pública de Navarra. "Resolución nº 908/2006 por la que se adjudican las subvenciones a miembros de la comunidad universitaria para llevar a cabo Proyectos docentes de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) edición 2006-2007". 6 de julio de 2006.

[3] Universidad Pública de Navarra. "Resolución por la que se acuerda la publicación del plan de estudios de Ingeniero Técnico Agrícola, especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias". (Resolución de 20 de diciembre de 2002). BOE núm.16 de 18 de enero de 2003. 2482-2489. (<http://www.boe.es/boe/dias/2003/01/18/pdfs/a02482-02489.pdf>)

[4] Universidad Pública de Navarra. "Resolución por la que se corrigen errores en la de 20 de diciembre de 2002, por la que se hace público el plan de estudios de Ingeniero Técnico Agrícola, especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias". (Resolución de 25 de noviembre de 2003). BOE núm.300 de 16 de diciembre de 2003. 44732-44733. (<http://www.boe.es/boe/dias/2003/12/16/pdfs/a44732-44733.pdf>)

[5] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. . Libro Blanco Título de Grado en Ingenierías Agrarias e Ingenierías Forestales. Marzo 2006. (http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_agrarias_forestales_def.pdf)

[6] Zabalza Beraza, Miguel A.. Octubre 2004. "Guía para la planificación docente de la docencia universitaria en el marco del EEES (Guía de guías)". (<http://www.unavarra.es/conocer/calidad/pdf/guiaplan.pdf>)

[7] Prieto, E. Torres, J.L. de Blas, M. García, A. Seco, A. Arana, I. Ramírez, F. "Primera aproximación al espacio Europeo de Educación Superior (EEES) de la asignatura "Electrificación en las industrias agroalimentarias"". Incluido (pp 66-76) en el volumen I de la publicación de la Universidad Pública de Navarra "Proyectos docentes de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior 2005-2006. ISBN 978-84-9769-175-8. 2007.

[8] Prieto, E. Torres, J.L. de Blas, M. García, A. "«Electrificación en las industrias agroalimentarias». Una experiencia de adaptación al Espacio Europeo de Educación superior (EEES)". VI Jornadas sobre la actividad docente e investigadora en Ingeniería Agroforestal: La Ingeniería Agroforestal ante el proceso de convergencia al Espacio Europeo de Educación Superior. ISBN: 978-84-690-5936-4. 2007

[9] Torres, J.L. García, A. de Blas, M. Prieto, E. "Adaptación de la asignatura de Energías renovables y aprovechamiento energético en el medio rural al EEES". Incluido (pp 77-97) en el volumen I de la publicación de la Universidad Pública de Navarra "Proyectos docentes de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior 2005-2006. ISBN 978-84-9769-175-8. 2007.