

Al Ilmo. Vicerrector de Ordenación Docente.

SOLICITUD DE AYUDAS PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN DOCENTE Y RENOVACIÓN PEDAGÓGICA.

Convocatoria de 2002

Departamento: INGENIERÍA ELÉCTRICA.

Area: INGENIERIA ELÉCTRICA.

Impacto de las acciones a desarrollar:

Asignaturas y Titulaciones:

Electricidad y Magnetismo, 1º Ingeniería Técnica Industrial, Esp. Electricidad

Electricidad y Electrometría, 1º Ingeniería Técnica Industrial, Esp. Electrónica Industrial

Número de alumnos y horas lectivas:

Electricidad y Magnetismo, 200 alumnos; 3 horas, anual.

Electricidad y Electrometría, 280 alumnos; 4 horas, anual.

SOLICITANTES.

Nombre y apellidos: Dr. FRANCISCO JAVIER ARCEGA SOLSONA

Titulación: Dr. en Ciencias Físicas

Cargo: CATEDRATICO E.U.

Departamento y Centro : INGENIERIA ELECTRICA (E.U.I.T.I.Z.)

Teléfono: 976 762169.

Fax: 976 762226.

Dirección: Campus Tecnológico del Actur.

María de Luna 3, Edificio C. 50018. Zaragoza.

e-mail: arcegefj@posta.unizar.es

Investigador: D. ANTONIO PARDINA CARRERA

Titulación: Ingeniero Técnico.

Cargo: TITULAR. E. U.

Departamento y Centro: INGENIERIA ELECTRICA (E.U.I.T.I.Z.)

Teléfono: 976 762172.

Fax: 976 762226.

Dirección: Campus Tecnológico del Actur.

María de Luna 3, Edificio C. 50018. Zaragoza.

e-mail: pardina@posta.unizar.es

Investigador: Dr. JESÚS LETOSA FLETA

Titulación: Dr. en Ciencias Físicas

Cargo: TITULAR E.U.

Departamento y Centro: INGENIERIA ELECTRICA (E.U.I.T.I.Z.)

Teléfono: 976 762589.

Fax: 976 762226.

Dirección: Campus Tecnológico del Actur.

María de Luna 3, Edificio C. 50018. Zaragoza.

e-mail: jletosa@posta.unizar.es

Investigador: D. ANTONIO USÓN SARDAÑA

Titulación: Ingeniero Industrial.

Cargo: TITULAR. E. U.

Departamento y Centro: INGENIERIA ELECTRICA (E.U.I.T.I.Z.)

Teléfono: 976 762589.

Fax: 976 762226.

Dirección: Campus Tecnológico del Actur.

María de Luna 3, Edificio C. 50018. Zaragoza.

e-mail: auson@posta.unizar.es

Investigador: D. JESÚS SERGIO ARTAL SEVIL.

Titulación: Ingeniero Técnico.

Cargo: ASOCIADO TC.

Departamento y Centro: INGENIERIA ELECTRICA (E.U.I.T.I.Z.)

Teléfono: 976 762619.

Fax: 976 762226.

Dirección: Campus Tecnológico del Actur.

María de Luna 3, Edificio C. 50018. Zaragoza.

e-mail: jsartal@posta.unizar.es

Investigador: D. JOAQUIN MUR AMADA.

Titulación: Ingeniero Industrial.

Cargo: ASOCIADO TC.

Departamento y Centro: INGENIERIA ELECTRICA (E.U.I.T.I.Z.)

Teléfono: 976 761920.

Fax: 976 762226.

Dirección: Campus Tecnológico del Actur.

María de Luna 3, Edificio C. 50018. Zaragoza.

e-mail: joako@posta.unizar.es

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS A DESARROLLAR.

Introducción

El proyecto a desarrollar en el siguiente curso académico profundiza en los trabajos llevados a cabo en éste, que fundamentaron nuestra petición de la anterior convocatoria de ayudas para proyectos de innovación docente y renovación pedagógica.

Las innovaciones objeto de esta petición se dirigen a estudiantes de un curso inicial de Electricidad y Magnetismo para Ingenieros. Como ya discutimos en la memoria del proyecto presentado el año anterior uno de los caballos de batalla para la enseñanza de ésta disciplina en el contexto señalado es la motivación; el estudiante debería ver lo antes posible las aplicaciones de la materia a la ingeniería, aunque sea en una fase muy simplificada de esta. En esta línea venimos realizando actuaciones durante varios cursos orientadas a distintos aspectos:

- Se han planteado numerosos problemas basados en aplicaciones industriales reales, tanto para la realización en pizarra como propuestos para trabajo de los estudiantes en la preparación de la asignatura. Estos problemas se han simplificado para adaptarse al nivel requerido. [1], [2].
- Hemos implantado nuevas e innovaciones prácticas de laboratorio para experimentar los conceptos presentados haciendo uso de los presupuestos asignados para los nuevos Planes de la Titulación. [3], [4].
- Se ha adquirido en unos casos y se ha desarrollado en otros, con participación de los estudiantes, material para simulaciones y demostraciones prácticas en clase o en el laboratorio. Este material permite, en muchos casos, realizar experimentos a grupos amplios al poderse proyectar con un simple retroproyector. [5].
- También hemos propuesto trabajos voluntarios a los estudiantes para la construcción de pequeños prototipos de los que han resultado algunas demostraciones de las referidas en el apartado anterior.

De estas actuaciones, muy bien recibidas por los estudiantes, destacan los experimentos realizados en clase que permiten visualizar “en directo” algunas cuestiones cruciales que se están explicando en la pizarra. Esto no solo ayuda a fijar los conocimientos sino que acerca la teoría a las aplicaciones reales estimulando la imaginación y el interés del alumno. Estos experimentos se completan con demostraciones de laboratorio y nuevas prácticas que requieren material específico.

Parte del material utilizado se ha adquirido en distribuidores de material didáctico, pero otros componentes han sido desarrollados aquí con participación de los alumnos. Consideramos que esto supone un paso más allá en la mejora de la calidad docente, ya que además de crear nuevos recursos didácticos involucra y motiva a los estudiantes en su desarrollo. Por ello, para todos los proyectos que se presentan aquí se prevé la participación del alumno en su desarrollo. Para la realización de estos trabajos no sólo esperamos la colaboración de los estudiantes de primer curso a los que van dirigidos los beneficios didácticos de los proyectos, sino también a alumnos de último curso que deseen trabajar en ellos como Proyectos fin de Carrera. Esto último ya ha sucedido este curso académico, con el proyecto del horno de inducción y el generador de Van de Graaff, propuestos el año anterior.

Teniendo en cuenta que los recursos de la convocatoria son limitados y obligados a un reparto de los fondos disponibles, presentamos los **proyectos separados y ordenados por el orden de prioridad que a nuestro juicio tienen para la mejora docente buscada.**

Proyecto 1: *Ilustración experimental del efecto Skin en conductores.*

El efecto pelicular requiere conocimientos teóricos sofisticados que suelen estar fuera del alcance del alumno en un primer curso de Electromagnetismo. No obstante, y dada la importancia práctica que posee este concepto en la ingeniería eléctrica actual, es conveniente introducirlo de una forma aplicada en el laboratorio. Esa idea anima la siguiente propuesta.

Se utilizará el prototipo de horno de inducción de laboratorio desarrollado en la anterior convocatoria de ayudas docentes para experimentar con este efecto perjudicial que aparece en la conducción eléctrica en metales conforme se aumenta la frecuencia. Para ello queremos diseñar y desarrollar la circuitería necesaria para alimentar el horno de inducción a frecuencias medias (\approx kHz) variables, que pongan de manifiesto tanto el incremento de resistencia de los cables como el incremento de la densidad de potencia transferida al canal en función del efecto citado.

La idea es que a partir del prototipo inicial, un alumno desarrolle su Proyecto Fin de Carrera y después el sistema quede operativo para demostraciones de laboratorio.

Presupuesto previsto:

Material diverso para el control y alimentación de las bobinas del horno:.	€ 240.-
Total:	€ 240.-
IVA: (16%)	€ 39.-
Total final:	€ 279.-

Proyecto 2: Construcción de una máquina eléctrica homopolar.

Las máquinas eléctricas son el resultado de una aplicación adecuada de los principios básicos del electromagnetismo que comenzaron a desarrollarse en el siglo XIX, con los experimentos de Oersted, Faraday y Lenz. Dentro de los estudios que presentaron los científicos anteriores podemos considerar como punto de partida de las máquinas eléctricas el principio de la inducción electromagnética presentado por Faraday y Lenz. La ley de Faraday fué el detonante a partir del cual muchos científicos e ingenieros buscaron la realización técnica y posterior mejora constructiva de las máquinas eléctricas.

Los principios de cálculo de los motores actuales son objeto de estudio en asignaturas de máquinas eléctricas en cursos superiores. Con este proyecto se pretende demostrar la estrecha relación existente entre el Electromagnetismo y las citadas asignaturas, al mismo tiempo que se conecta con cuestiones presentes en la materia de la asignatura que evidencian su relevancia industrial y su elevada utilidad práctica.

A partir del curso 98-99 se han ido proponiendo a grupos de alumnos la construcción de varios prototipos de motores de inducción. Concretamente en la anterior convocatoria de este Proyecto se asignó una cantidad de dinero para la realización de un motor de inducción cuyo rotor está compuesto por una lata de conserva. Dicho prototipo se está desarrollando en la actualidad. En esta línea proponemos para el curso siguiente la realización de otro sencillo prototipo de máquina eléctrica elemental que nos permita la justificación práctica de otros conceptos básicos.

Uno de estos conceptos es la reversibilidad de las máquinas eléctricas. Para ello se propone la construcción del generador eléctrico más simple, constructivamente hablando, que fué desarrollado por Faraday y se conoce con el nombre de Generador Homopolar. Consiste en un disco de cobre que gira sobre un eje horizontal, dentro del campo magnético de un potente imán permanente. Como bornes de entrada/salida se tienen dos contactos que rozan sendas zonas conductoras en la periferia del disco y su eje. Con este prototipo se quiere ilustrar el ensayo que utilizó Faraday para demostrar la producción de corriente eléctrica mediante imanes (movimiento del disco en el interior del campo magnético -generador-). Sin modificar la geometría de la máquina, se puede demostrar su funcionamiento como motor, suministrando una corriente eléctrica que circula a través del disco conductor que se encuentra en el interior del campo magnético. La aparición de fuerzas distribuidas en el disco, provoca el movimiento del disco. Este prototipo servirá, igualmente, para ilustrar claramente al alumnado las fuerzas que ejercen los campos magnéticos sobre las corrientes eléctricas.

Presupuesto previsto:

Material diverso para la construcción del motor	€ 150.-
Mecanización de piezas	€ 210.-
Conjunto de bobinas e imanes permanentes	€ 210.-
Total:	€ 570-
IVA: (16%)	€ 92.-
Total final:	€ 662.-

Proyecto 3: *Generadores de alta tensión para prácticas de electrostática.*

En la Electricidad y el Magnetismo, la electrostática es una de las partes básicas, pero es también la que presenta mayor dificultad para el desarrollo de su parte experimental. Los experimentos electrostáticos (de atracción o repulsión entre cargas estáticas, de electrización de objetos, de apantallamiento, etc.) son formalmente sencillos aunque en la práctica resultan engorrosos. Ello se debe a que las cargas estáticas involucradas son muy pequeñas y susceptibles de cualquier pérdida en el aire, dependiente de la humedad ambiental, temperatura, etc.

Pese a todo, se han diseñado algunas prácticas de esta materia que se basan en la máquina de Van de Graaff. Esta máquina electrostática de alta tensión, de la que actualmente estamos desarrollando una versión con un grupo de alumnos, fue financiada por la anterior convocatoria de este programa de ayudas.

Aunque las máquinas de van de Graaff son muy interesantes para demostraciones, tanto en el laboratorio como en clase, no son las más adecuadas para realizar prácticas de la materia que nos ocupa, ya que requieren mucho mantenimiento de los componentes mecánicos móviles y su funcionamiento es muy dependiente de la temperatura y de la humedad ambiental. Por ello en el siguiente proyecto proponemos el desarrollo de otros generadores alternativos de alta tensión más robustos y que mantengan los niveles necesarios de seguridad. Una vez que se hayan realizado los diferentes prototipos, se elegirá el más apropiado para utilizarlo en prácticas de laboratorio.

Concretamente proponemos tres diseños diferentes de generadores de alta tensión. Uno de ellos basado en el circuito de muy alta tensión utilizado para la alimentación de los tubos de imagen que podemos conseguir de cualquier viejo televisor.

Otro está basado en la bobina de Tesla, sistema que puede desarrollarse mediante una bobina excitadora de las bujías de motores de gasolina que pueden encontrarse en cualquier desguace de coches.

Por último, el tercer diseño es de naturaleza electrónica y se basa en el circuito multiplicador de tensión, que consiste en el bombeo de carga a condensadores mediante un sistema conmutado y un conjunto de diodos.

En este proyecto se pretende sensibilizar y motivar a los estudiantes con el reciclaje y el uso de viejos dispositivos que podemos encontrarnos en cualquier desguace. De esta forma introducimos también el concepto de desarrollo sostenido, cada vez más importante en la docencia de la ingeniería, a través de la reutilización y reciclaje de viejos equipos.

Presupuesto previsto:

Material adquiridos del desguace	€ 120.-
Material diverso para el montaje	€ 150.-
Total:	€ 270.-
IVA: (16%)	€ 44.-
Total final:	€ 314.-

Proyecto 4: *Diferentes experimentos relacionados con la superconductividad.*

Uno de los fenómenos más atractivos para los estudiantes entre los contenidos de la materia que nos ocupa es la superconductividad. Es, a su vez, un concepto que por su dificultad en la experimentación y complejidad de explicación teórica resulta difícil de asimilar. Dado que ya disponemos ya de algún material para el manejo del nitrógeno líquido (Dewar) y dos piezas superconductoras, adquiridas con la financiación recibida en la convocatoria anterior, se pretende ahora continuar esta línea de trabajo con otra serie de experiencias que pongan de manifiesto los distintos aspectos prácticos relacionados con este fenómeno físico.

Para ello queremos construir una bobina de cable o cinta superconductora para realizar demostraciones de almacenamiento de energía, de creación de intensos campos magnéticos y de levitación basadas en este fenómeno.

Además de cable superconductor presupuestamos dentro de este proyecto una partida para adquirir varios juegos de imanes permanentes. El disponer de imanes permanentes adecuados es fundamental no solo para el desarrollo de este proyecto sino para el de buena parte de los proyectos relacionados con el magnetismo. Es necesario hacer notar el elevado precio de este tipo de material y destacar la importancia que tienen para cualquier demostración o construcción de prototipos.

Presupuesto previsto:

Cable superconductor	€ 150.-
Nitrógeno líquido	€ 60.-
Imanes permanentes	€ 301.-
Total:	€ 511.-
IVA: (16%)	€ 82.-
Total final:	€ 593.-

Proyecto 5: *El experimento del salto del anillo. (Levitación Magnética).*

La levitación magnética ha ido progresivamente introduciéndose en aplicaciones tecnológicas como la tracción ferroviaria y los sistemas de rodamientos para grandes máquinas. Los alumnos suelen mostrar una fuerte curiosidad por este tipo de fenómenos electromagnéticos que, aunque muy complejos de analizar con exactitud, pueden ser simplificados para su explicación en un curso elemental de Electromagnetismo.

La levitación de una anilla conductora en el interior de un núcleo de hierro es un experimento muy sencillo de realizar en la práctica y de fuerte impacto para el observador. Durante el curso 99-00 un alumno realizó un pequeño modelo que, alimentado con autotransformador, sirvió como punto de partida para otro trabajo de levitación desarrollado por alumnos del curso 00-01. Actualmente, y siguiendo con la misma línea, un alumno de la especialidad Electrónica Industrial está realizando su proyecto final de carrera sobre el experimento de Elihu-Thomson sobre levitación. [6]. Las dificultades que se están observando para obtener los materiales magnéticos adecuados, así como la complejidad de los sistemas electrónicos de regulación, exigen una dedicación temporal y una financiación que justifica la incorporación de este proyecto a la convocatoria de ayudas de este curso.

Presupuesto previsto:

Material diverso para el montaje	€ 150.-
Mecanizado de piezas	€ 90.-
Dispositivos electrónicos básicos	€ 120.-
Total:	€ 360.-
IVA: (16%)	€ 58.-
Total final:	€ 418.-

Proyecto 6: *Asistencia de un estudiante a un Congreso Docente.*

Este proyecto lo planteamos como una nueva experiencia educativa y docente, cuyo propósito es comprometer más directamente al alumnado en el resultado final de su trabajo en la asignatura. Creemos, además, que contribuirá positivamente a la mejora de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La idea básica es proponer a los alumnos, al principio de curso, la posibilidad de la presentación a un Congreso Docente del mejor de los trabajos realizados durante el curso académico. Desde el primer momento se dejará claro que deberán ser ellos quienes expongan públicamente en el Congreso el resultado del trabajo seleccionado. Se trata de plantear esta exposición como un premio a la calidad del trabajo y la motivación demostrada por los estudiantes en su desarrollo. Así mismo, se pretende observar las consecuencias que, sobre los estudiantes, tiene esta nueva proposición.

Para el buen desarrollo de este proyecto, se considera necesario que uno de los profesores realice la función de tutor, tanto para la preparación del documento como en la orientación de la exposición. Así mismo, se considera prioritaria la asistencia del tutor al congreso junto con el estudiante. El tutor aprovechará esta oportunidad para hacer públicos los resultados obtenidos con los proyectos incluidos en las convocatorias de ayudas para la innovación docente.

Presupuesto previsto:

Inscripción al Congreso Docente. (2 inscripciones)	€ 421.-
Viajes y dietas	€ 180.-
Total:	€ 601.-
IVA: (16%)	€ 96.-
Total final:	€ 697.-

Referencias.

- [1]. Letosa Fleta J., Usón Sardaña A., “Una introducción al calentamiento de dieléctricos mediante campos eléctricos de alta frecuencia”, pp. 129-139, VIII Congreso de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas, septiembre de 2000.
- [2]. Usón Sardaña A., Letosa Fleta J., “Tensiones de paso y de contacto en un curso básico de electromagnetismo”, pp. 217-228, VIII Congreso de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas, septiembre de 2000.
- [3]. Samplón M, Artal J.S., “Exposición Docente de los conceptos de calibración, trazabilidad metrológica e intercomparación.” CIDUI, Congreso Internacional. Docencia Universitaria e Innovación. Septiembre 2002. Pendiente publicación.
- [4]. Letosa J., Usón A., Abad P., “Comprobación experimental en el laboratorio del fenómeno de la Tensión de Paso.” CIDUI, Congreso Internacional. Docencia Universitaria e Innovación. Septiembre 2002. Pendiente publicación.
- [5]. Arcega F.J., Artal J.S., Samplón M., “Potencial y Campo Eléctrico. Concepto, análisis y simulación en un entorno didáctico.” X Congreso de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas. Julio 2002. Pendiente publicación.
- [6]. Barry, N., Casey, R. “Elihu-Thomson's Jumping Ring in a Levitated Closed-Loop Control Experiment.” IEEE Transactions on Education. Vol42. NO 1. February 1999. Pag. 72 - 80.

Informe de actividades

Este informe se presenta para justificar las actividades realizadas en el marco del proyecto de innovación docente concedido en la convocatoria 2001-2002 a este grupo de trabajo del Departamento de Ingeniería eléctrica con fecha de concesión: y cuantía de 1767,88 E.

Los profesores participantes en este proyecto son:

Dr. Francisco Javier Arcega Solsona

D. Antonio Pardina Carrera

Dr. Jesús Letosa Fleta

D. Antonio Usón Sardaña

y las asignaturas involucradas

Como se indicó en la memoria de solicitud del Proyecto (documento anexo) el objeto de la petición era la fabricación de prototipos que sirviesen para demostraciones, de clase o de laboratorio, sobre cuestiones prácticas que ilustren la teoría de las materias impartidas. Como se indicó estos proyectos se han realizado con estudiantes voluntarios estructurados como trabajos de asignatura o proyectos fin de carrera y sus principales funciones son aumentar la motivación y mejorar la comprensión.

A continuación concretaremos las acciones realizadas en cada uno de los trabajos propuestos indicando el grado de desarrollo alcanzado actualmente en su realización práctica y el dinero invertido.

Proyecto 1; Horno de inducción de canal abierto para laboratorio.

Este proyecto ha sido asignado a un estudiante como proyecto fin de carrera. Se adquirieron dos núcleos de chapa magnética y para ellos se diseñó una bobina adecuada para alimentar el canal a 220 V. Además se mandó mecanizar un canal de acero. Actualmente el sistema está en fase de pruebas habiéndose caracterizado la chapa magnética y realizado las primeras pruebas es carga.

El prototipo requiere más desarrollo en cuanto a la construcción del revestimiento refractario y construcción de otro canal de cobre que se incluirán en los gastos del proyecto de innovación docente concedido para la siguiente convocatoria.

Por último se ha adquirido algún material de electrónica de potencia, puentes de transistores y material periférico para desarrollar sistemas de alimentación de la bobina inductora a frecuencias distintas de 50 Hz.

Detalles de los materiales y el prototipo construido pueden verse en las figuras. En cuanto al detalle de las inversiones realizadas véase tabla

Material	Proveedor	Importe (Euros)
Material PVC construcción de soporte bobina	Taid	44,72
Material PVC construcción de soporte bobina	Taid	36,8
Mecanización canal acero	SAI	22,2
Núcleos magnéticos	CMG	557,04
Componentes electrónicos potencia	RS	273,08

Componentes electrónicos varios	RS	116,41
	Total:	1050,25

Proyecto 2: Motor eléctrico con rotor de lata de conservas

Se ha construido como trabajo de asignatura, desarrollado por dos estudiantes, un prototipo de motor de inducción cuyo rotor es una lata de tomate, véanse las fotografías. El montaje funciona y es operativo para demostrar el funcionamiento de esta máquina básica. Desde el punto de vista didáctico tiene especial interés por la facilidad de construcción que muestra al alumno la posibilidad real de construir prototipos sencillos con los principios teóricos vistos en clase.

El presupuesto empleado en el proyecto es el siguiente:

Material	Proveedor	Importe (Euros)
Materiales varios de construcción del prototipo	TRAID	193,23
	Total	193,23

Proyecto 3: Generador de Van de Graaff

También orientado como trabajo de asignatura de estudiantes. El a actualidad está en fase de construcción habiéndose construido el soporte para la esfera y algunos elementos mecánicos del sistema. Falta cromar la esfera mecánica y ensamblar los diversos componentes quedando pendiente de finalización para el siguiente curso académico.

Material	Proveedor	Importe (Euros)
Mecanización rodamientos	SAI	40,76
Varios, demostraciones	Ferrán	158,1
	Total	40,76

(añadir fotografías)

El presupuesto empleado es el siguiente:

Proyecto 4: Demostración de superconductividad

Se ha comprado como infraestructura básica para estas demostraciones un Dewar de 5 litros para contener nitrógeno líquido y un kit para demostración del efecto Meisner-Ochsenfeld. Además se ha desarrollado con estudiantes un sistema para la medida de la temperatura crítica de un superconductor. Esto se muestra en las fotografías anexas.

El presupuesto invertido en este proyecto se desglosa a continuación.

Material	Proveedor	Importe (Euros)
Kit efecto Meisner-Ochsenfeld	DIDACIENCIA	170,69
Dewar nitrógeno líquido	AFORA	114,63
Mecanización temperatura crítica	SAI	56,1
	Total:	341,42