

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE
CURSO ACADÉMICO 2012-2013**

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

Estudio interdisciplinar de sistemas oscilantes utilizando herramientas e-learning: portafolio y Wiki (2ª parte).

2. Código del Proyecto

125061

3. Resumen del Proyecto

Este proyecto es continuación de otro del mismo título (Nº: **115018**), dado la favorable acogida que ha tenido en el alumnado y los resultados obtenidos.

Se ha seguido trabajando con los alumnos las actividades interdisciplinares en las asignaturas partícipes, que se imparten en primer, segundo y tercer curso de los Grados de Ingeniería Electrónica Industrial, Eléctrica y Mecánica de la EPSC.

Las actividades interdisciplinares se crean en torno a “núcleos temáticos”, que interconectan temas de dichas asignaturas, en un trabajo conjunto de resolución de problemas, utilizando entornos de cálculo simbólico-numérico y modelado de sistemas físico-tecnológicos del ámbito de las asignaturas implicadas.

El elemento fundamental de los núcleos temáticos será el planteamiento de problemas de física, mecánica, electricidad, etc., para cuya resolución se utilizarán los conceptos, leyes y teorías físicas pertinentes al problema, haciéndole ver a los alumnos la necesidad de utilizar los conceptos y herramientas matemáticas, tanto para la formulación del modelo que representa matemáticamente al fenómeno, como para la resolución de las diversas ecuaciones que surgen, simulaciones y aplicaciones tecnológicas.

Las actividades y problemas planteados se han resuelto en grupos utilizando como herramienta online el portafolio en un entorno Wiki de la plataforma e-learning Moodle. Los núcleos temáticos que se han trabajado en este curso han consistido en una ampliación del estudio interdisciplinar de los comportamientos ondulatorios y oscilatorios en sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos.

4. Coordinador/es del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
Mª Antonia Cejas Molina	Matemáticas	033
José Luis Olivares Olmedilla	Ingeniería Eléctrica	033

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
Antonio Blanca Pancorbo	Física Aplicada	021	
José García-Aznar Escudero	Electrónica	021	
Rafael Enrique Hidalgo Fernández	Ingeniería Gráfica y Geomática	063	

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Fundamentos Físicos de la Ingeniería I	Física Aplicada	Graduado en Ingeniería Electrónica Industrial
Matemáticas para la Ingeniería I	Matemáticas	Graduado en Ingeniería Eléctrica
Matemáticas para la Ingeniería III	Matemáticas	Graduado en Ingeniería Eléctrica
Circuitos	Ingeniería Eléctrica	Graduado en Ingeniería Eléctrica
Electrónica de Potencia	Tecnología Electrónica	Graduado en Ingeniería Electrónica Industrial
Dibujo Técnico Mecánico	Expresión Gráfica en la Ingeniería	Graduado en Ingeniería Mecánica

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

Especificaciones

Utilice estas páginas para la redacción de la memoria de la acción desarrollada. La memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de **diez** páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato indicado (tipo y tamaño de letra: Times New Roman, 12; interlineado: sencillo) e incorporar todos los apartados señalados (excepcionalmente podrá excluirse alguno). En el caso de que durante el desarrollo de la acción se hubieran producido documentos o material gráfico dignos de reseñar (CD, páginas web, revistas, vídeos, etc.) se incluirá como anexo una copia de los mismos.

Apartados

1. Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas, etc.).

Este proyecto es una continuación del que hemos realizado en el curso 2011/2012. La continuidad la habíamos contemplado desde el primer momento cuando solicitamos el proyecto actual debido a la envergadura del mismo y la cantidad de asignaturas implicadas.

A esto se añade la observación y constatación de que estamos consiguiendo resultados razonablemente satisfactorios, y al grado de implicación y motivación de muchos alumnos, sobre todo en clases prácticas.

Los avances en el campo científico-tecnológico, hace que los problemas planteados en su ámbito sean difíciles de afrontar individual o colectivamente desde una concepción únicamente disciplinar, en general, exige la integración de conocimientos procedentes de diversos ámbitos para superar el tratamiento inconexo y fragmentado de dichos problemas. Muchos de estos problemas pertenecen al dominio de la investigación, aplicación y desarrollo, y otros surgen en el de la docencia.

Es natural plantearse: ¿en qué consiste la interdisciplinariedad?, ¿por qué es importante abordar los procesos de enseñanza-aprendizaje desde un enfoque interdisciplinario y qué posibilitan?, etc. [1-7].

La interdisciplinariedad no se reduce sólo a los conocimientos, incluye además un sistema de hábitos, habilidades y competencias que deben lograrse como resultado de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Esto suele conducir a cambios metodológicos en la impartición de las asignaturas. Por ejemplo el programa puede elaborarse en torno a temas, problemas o asuntos que son estudiados combinando diversas perspectivas desde las asignaturas implicadas.

Esta metodología permite plantearse preguntas científicas y problemas que hacen referencia a conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales de otras asignaturas dentro de la temática que estemos trabajando, y se pueden incluir como actividades propuestas a los alumnos.

Problemática fundamental en el trabajo interdisciplinar va a ser la integración de los contenidos y metodologías de las disciplinas implicadas, lo cual nos lleva a establecer metodologías, lenguaje, medios, formas organizativas, evaluación y procedimientos comunes y a una elaboración integrada de los diversos temas implicados.

Por otro lado, en algunas de las asignaturas implicadas se estudian sistemas físico-tecnológicos, y la modelización es un intento de describir de un modo preciso sus estados y sus interacciones con otros elementos. Los modelos deberán describirse física-matemáticamente de forma detallada para que en principio, puedan ser utilizados para simular el comportamiento del sistema en un ordenador.

Además, la realización de modelaciones-simulaciones en el estudio de muchos sistemas físicos, tiene unas características didácticas que fomentan su uso y el logro de una serie de competencias claves para su desarrollo profesional y personal, así tienen un gran componente motivacional aparte de permitirles conectar con la forma en que se suelen enfrentar actualmente, los científicos y técnicos, con los problemas del mundo real. Se les muestra una metodología de trabajo ya implantada en el ámbito de la empresa, cosa importante en el logro de competencias de las titulaciones implicadas.

Por otro lado, el aprendizaje a distancia u online permite un acceso abierto a la educación libre de restricciones de tiempo y lugar, ofreciendo un aprendizaje flexible bien a los alumnos individualmente o a grupos de alumnos. Por ello, tanto las actividades interdisciplinares como las relacionadas con el modelado y simulación, encuentran en las plataformas de aprendizaje online un contexto adecuado para desarrollar los procesos de enseñanza-aprendizaje [8-11].

Los foros de debate, clases virtuales (a distancia), boletines de novedades, correos electrónicos, etc., posibilitan una interacción alumno(s)-alumno(s), profesor-alumno(s) que suple y /o complementa la interactividad presencial, pudiendo realizarse síncrona o asíncronamente (*los alumnos pueden tener una interacción personal con el profesor o con otro u otros alumnos independientemente de los lugares donde se encuentren localizados, o de rígidos horarios*).

Estas nuevas tecnologías permiten que nos planteemos nuevas formas de organizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, además de replantearnos la efectividad de las metodologías utilizadas en este tipo de enseñanza, así como en la más tradicional, realizada fundamentalmente de modo presencial. Así que los procesos enseñanza-aprendizaje utilizando plataformas e-learning, sirven a un doble objetivo: distribuir materiales y recursos de aprendizaje, y establecer una comunicación adecuada entre los dos elementos más importantes de los procesos de enseñanza-aprendizaje, profesores y alumnos. Los sistemas de e-learning favorecen también el estudio independiente, esto es, da a los alumnos la posibilidad de controlar su propio aprendizaje.

Por otro lado, el Portafolio [12, 13] es una mezcla de método didáctico de enseñanza-aprendizaje y técnica evaluativa que permite, utilizando las diversas aportaciones de los alumnos, comprobar el logro de determinadas competencias en el contexto de una disciplina o materia de estudio. El análisis del portafolio informa del proceso personal seguido por el alumno, permitiéndole a él y a los demás, ver sus esfuerzos y logros en relación a los objetivos de aprendizaje y criterios de evaluación establecidos previamente. Esta estrategia de enseñanza-aprendizaje se fundamenta en la teoría de que, la evaluación tiene influencia en cómo los alumnos se plantean su aprendizaje. Tiene como objetivo guiar a los alumnos en su actividad y en la percepción de sus propios progresos, resaltando la apreciación que tienen los alumnos sobre su dominio de las competencias

trabajadas en el curso. También, desarrolla la capacidad para localizar información, formular, analizar y resolver problemas, etc.

El portfolio tiene la ventaja de: ofrecer una información amplia sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje; servir como una herramienta de evaluación continua, formativa; posibilitar un aprendizaje cooperativo alumno-alumno y alumnos-profesor; fomentar la autonomía y el pensamiento crítico reflexivo, etc. Tiene aspectos motivacionales, ya que al tratarse de una tarea diaria se pueden comprobar casi inmediatamente los esfuerzos y resultados obtenidos.

Sin embargo, debe aclararse bien la temática y los aspectos que debe tratar el portafolio porque puede ser muy costoso en tiempo invertido por profesor y alumnos, y no tener mucha utilidad didáctica. El portafolio conlleva un alto nivel de autodisciplina y responsabilidad por parte del alumnado, pero es una estrategia adecuada que les induce a un estudio diario y a realizar las diversas actividades programadas.

Wiki es el medio idóneo para poder realizar una página de carácter personal, a modo de e-portfolio (portafolio electrónico o digital) del alumno, o como cuaderno de clase. Un Wiki consiste esencialmente en una aplicación Web que permite visualizar online un conjunto de páginas (páginas Wiki) y permite que los usuarios editen a su vez el contenido y creen nuevas páginas.

Por tanto, habilitando desde la plataforma Moodle el Wiki, cada alumno puede disponer de un e-portfolio (en formato Wiki) de acceso personal. Su edición puede estar restringida o no, dependiendo del objetivo que queramos conseguir.

El wiki permite realizar fácilmente la edición y formateo de textos, permitiendo incluir contenidos multimedia como imágenes, archivos de audio y video, archivos flash, applets de Java, etc.

Las páginas de un Wiki constituyen un documento hipertexto, que un grupo de usuarios pueden consultar, editar y ampliar simultáneamente. El Wiki recuerda todas las versiones de cada página, tal y como las dejó cada usuario después de editarlas. Ello permite invertir los cambios, valorar la aportación de cada alumno, etc.

Además, el Wiki solo exige un navegador web y una conexión a Internet donde esté el servidor Wiki. Los Wikis son herramientas sencillas, flexibles y potentes de colaboración. Tienen muchas aplicaciones, desde repositorios, listas de enlaces web debidamente organizadas, elaboración de enciclopedias, etc. Con un Wiki es fácil desarrollar o complementar los contenidos del temario de una asignatura entre todos.

El Wiki es una herramienta de trabajo ideal para el desarrollo interdisciplinar de un tema o proyecto de trabajo, donde bien los profesores aportan sus contenidos respecto a un mismo tema en una página común, lo que lleva a resaltar la interrelación de los contenidos desde diferentes perspectivas, o bien se les plantea a los alumnos como actividad a realizar, que será supervisada por los profesores de las asignaturas implicadas en el proyecto.

2. Objetivos (concretar qué se pretendió con la experiencia).

Con este proyecto, se ha seguido avanzar en las actividades interdisciplinares que se iniciaron en el proyecto N° 115018, utilizando la herramienta del portafolio como base para su desarrollo. Tanto los portafolios individuales como los de grupo se han elaborado en el Wiki de la plataforma de e-learning Moodle.

La meta ha sido relacionar las competencias a alcanzar en las diversas asignaturas que participan en el proyecto con la realización de las actividades diseñadas. Entre dichas competencias se

encuentran tanto de la Universidad, como de las genéricas de la titulación, de las básicas de grado, de las básicas de ingeniería y de las transversales:

Hemos continuado incluyendo en el currículo de las asignaturas, el desarrollo de actividades de modelado y simulación de sistemas físico-tecnológicos utilizando los entornos de cálculo simbólico y numérico Matlab y Comsol Multiphysics.

3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia).

Se trata de un Proyecto en el que participamos profesores que pertenecemos a diferentes departamentos (Física Aplicada, Matemáticas, Ingeniería Eléctrica, Tecnología Electrónica y Expresión Gráfica en la Ingeniería de la E.P.S.C.), además, se encuentran implicadas asignaturas diferentes correspondientes a distintos cursos y titulaciones.

Esto hace que se haya realizado la modelización-simulación de sistemas físico-técnicos diferentes, tanto en el tipo de sistemas como en su complejidad, implementación experimental y tipo de análisis a realizar.

La experiencia docente se ha llevado a cabo con alumnos de las titulaciones de Graduado en Ingeniería Electrónica Industrial, Eléctrica y Mecánica, y las asignaturas implicadas son las de: Fundamentos Físicos en la Ingeniería I (158), Matemáticas para la Ingeniería I (67), Matemáticas para la Ingeniería III (31), Circuitos (98), Electrónica de Potencia (56), Dibujo Técnico Mecánico (35).

Se divide a los alumnos de cada asignatura en dos grupos: el experimental, con el que se realiza la experiencia interdisciplinar, y el resto de los alumnos que actúa como grupo de control.

Siguiendo la pauta marcada por la experiencia desarrollada en el curso anterior, las actividades interdisciplinares se han creado en torno a “núcleos temáticos”, que interconectan temas de las asignaturas indicadas [14-19]. Los núcleos temáticos que se han trabajado en este curso han consistido en una ampliación del estudio interdisciplinar de los comportamientos ondulatorios y oscilatorios en sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos (estudiando también su comportamiento no lineal), y se han extendido las actividades al estudio de motores de corriente continua y alterna, estudio de las vibraciones en trenes de alta velocidad, procesos automatizados: aviones comerciales, control de un automóvil, satélites, control de la concentración de un producto en un reactor químico, entre otras.

El procedimiento ha sido parecido al que van a utilizar en su profesión cuando traten sistemas reales como pueda ser el análisis de las oscilaciones de estructuras mecánicas y sistemas eléctricos y electrónicos utilizando un análisis teórico-experimental.

El tratamiento matemático de estos problemas conlleva un conocimiento de diversos conceptos y técnicas de álgebra lineal y ecuaciones diferenciales, para poder abordar la resolución de los problemas planteados y para comprender las soluciones obtenidas con el software utilizado. Dichos sistemas se han estudiado desde una óptica interdisciplinar. El elemento fundamental es el planteamiento de un problema de las asignaturas de Física, Circuitos y Electrónica de Potencia, para cuya resolución se utilizan los conceptos, leyes y teorías físicas pertinentes al problema, haciéndole ver a los alumnos la necesidad de utilizar los conceptos y herramientas matemáticas, tanto para la formulación del modelo que representa matemáticamente al fenómeno o sistema físico, como para la resolución de las diversas ecuaciones que surgen, simulación del sistema, análisis de los datos de la simulación, contraste con el análisis de los datos obtenidos de los experimentos en el laboratorio, extracción de conclusiones, corrección de errores y perspectivas de modificación, aplicación, etc. La realización gráfica de los modelos la llevan a cabo en la asignatura de Dibujo Técnico Mecánico, constatando la mejora que supone para la comprensión y presentación del modelo.

De esta forma se relacionan las competencias que deben alcanzarse, con los contenidos teórico-prácticos de las asignaturas implicadas y las metodologías docentes utilizadas para conseguirlo, en nuestro caso, hemos constatado que la integración interdisciplinar puede ser un buen camino. Se ha usado un software específico para algunas de estas tareas como Matlab, Comsol Multiphysics, Solidworks [20-22] aprovechando su enorme potencia de cálculo y posibilidades de visualización en la realización de un análisis físico-técnico del problema. Esto les permite también poder analizar y estudiar diversas aplicaciones que se les planteen (trabajos con sistemas físicos algo más complejos, etc.) tanto en las asignaturas implicadas en el proyecto como en otras con temática análoga (de sus titulaciones).

También se ha empleado el software Camtasia Studio [23] para la elaboración de diverso material, así se han realizado tutoriales con captura de pantalla donde se describe (también en audio) estos programas, en que los alumnos ven cómo se manejan y funcionan, o bien cómo se realizan algunos modelados y simulaciones de los sistemas físico-tecnológicos en estudio.

Igual que en el curso anterior se han usado materiales docentes variados (*ficheros de texto, tutoriales y presentaciones en diversos formatos –texto, audiovisuales, etc., ejercicios y cuestiones de diverso tipo (de elección múltiple, verdadero-falso, emparejamiento de conceptos, ordenación atendiendo a determinados criterios, etc.)*). Estos se han empleado tanto en los procesos de enseñanza-aprendizaje como para su evaluación (*que puede considerarse formando parte de los anteriores en su versión formativa --detección de esquemas de conocimiento erróneos, técnicas aplicadas incorrectamente, etc., con la posibilidades de corregirlos interactivamente--*) y autoevaluación.

Se han empleado los Wiki de la plataforma de e-learning Moodle como escenario para realizar colaborativamente los trabajos propuestos al permitir la compartición online de documentos, abiertos a las modificaciones y sugerencias de un grupo de colaboradores.

Durante este curso se ha utilizado también el Wiki para:

- a) tomar apuntes por toda la clase, de esa forma los alumnos han podido compartir y comparar lo que han escrito, resolviendo muchas indecisiones en cuanto a lo que es más importante, dudas, etc.
- b) aplicar la técnica didáctica de la tormenta de ideas, ya que explícita o implícitamente los alumnos expresan sus ideas sobre diversos temas y cuestiones, que posteriormente se han debatido en clase, siendo el papel del profesor el de moderador, orientador y supervisor de los debates.

Se ha realizado un seguimiento continuo de la actividad de cada e-portfolio, revisando la wiki de cada alumno y anotando las correcciones y sugerencias en las actividades desarrolladas (para ello, se usa la pestaña de Discusión que existe en cada página).

A partir del e-portfolio, nos hacemos una idea más exacta de lo que el alumno ha aprendido y de la manera en que es capaz de expresarlo (competencia lingüística).

Además, ya que una wiki lleva un registro (historial) de ediciones (cuándo se modificó una página), se ha evaluado también el proceso de auto-reflexión realizado por los alumnos.

Los trabajos realizados se han presentado en clase, y los desarrollados en el Wiki quedarán a disposición de sus compañeros y del profesor.

La inscripción a las actividades en grupo se realiza desde el Wiki. Se ha creado una página Wiki con la lista de temas propuestos, dejando espacios en blanco para que los alumnos se inscriban. La existencia misma del registro histórico de actividad del wiki ya sirve para evitar actos vandálicos.

4. **Materiales y métodos** (describir el material utilizado y la metodología seguida).

Este tipo de proyectos interdisciplinarios exige:

- Trabajar las asignaturas en equipo.
- Establecer criterios para el trabajo interdisciplinar de las asignaturas.
- Seleccionar y precisar los conceptos, temas, actividades a realizar, prácticas y competencias a integrar.
- Recoger toda la información posible sobre experiencias en este campo.
- Establecer los tipos de relaciones entre las asignaturas.
- Determinar los tiempos para desarrollar las diversas partes: teoría, resolución de problemas, etc.
- Evaluar continua y formativamente el proceso de integración reforzando los aspectos positivos, y corrigiendo aquellos que incidan negativamente en la consecución de las competencias a trabajar.

En esta experiencia interdisciplinar se han utilizado los programas Solidworks, Camtasia Studio, Comsol Multiphysics y Matlab. Se han empleado los tutoriales elaborados en la 1ª parte de la experiencia interdisciplinar y se ha elaborado el tutorial de Camtasia Studio; estos tutoriales se han adaptado a las asignaturas partícipes y a las diversas actividades planteadas.

El enfoque metodológico ha sido el mismo que se siguió en el curso anterior, de tal forma que se relacionan las competencias a lograr (con los contenidos teórico-prácticos de las asignaturas implicadas) y las metodologías docentes utilizadas para conseguirlo. Hemos vuelto a constatar que la integración interdisciplinar puede ser un buen camino.

5. **Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad).

Los materiales online elaborados se han adaptado a las normas SCORM, de forma que los alumnos han podido utilizarlos a través de la plataforma Moodle.

Se han realizado una serie de modelizaciones y simulaciones de sistemas mecánicos y circuitos eléctricos, y se han implementado físicamente algunos de ellos, lo que ha favorecido la conexión teoría-simulación-experimentación y cómo contrastarlos.

Los materiales elaborados quedan a disposición del profesorado que lo solicite, siempre que acredite un uso adecuado del mismo, con objetivos docentes, y se responsabilice de su integridad.

Una muestra representativa de actividades realizadas se incluye en los anexos.

6. **Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil).

Durante la experiencia realizada durante este curso hemos seguido comprobando que la interdisciplinariedad es un enfoque muy útil a la hora del planteamiento y resolución de problemas, ya que ha posibilitado analizar estos desde perspectivas diferentes aunque complementarias.

La realización de las actividades interdisciplinarias ha permitido que los alumnos tengan una visión más global y menos fragmentaria del ámbito científico-tecnológico lo que en conjunción con modelizaciones, simulaciones y su contraste experimental, facilita en gran medida la adopción de la metodología científico-técnica como parte fundamental de sus hábitos de trabajo. Además tienen un valor intrínseco para el futuro profesional de nuestros alumnos, ya que una gran parte de los problemas reales que se les plantearán en el desempeño de su profesión tienen carácter interdisciplinar.

La conveniencia o utilidad de dicho enfoque se comprueba cuando se les plantea a los alumnos actividades que impliquen problemas reales, que se salgan de la estructura típica de los problemas planteados académicamente, aunque en la resolución tengan que realizar las idealizaciones y aproximaciones pertinentes para poder tratarlos cuantitativamente.

7. Observaciones y comentarios (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados).

Problemática fundamental en el trabajo interdisciplinar es la integración de los contenidos y metodologías de las disciplinas implicadas, lo cual nos lleva a establecer metodologías, lenguaje, medios, formas organizativas, evaluación y procedimientos comunes y a una elaboración integrada de los diversos temas implicados.

Hemos continuado con la evaluación de la experiencia igual que se hizo en el pasado curso. Tanto al grupo experimental como al de control se les hizo una prueba inicial sobre el nivel de conocimientos conceptuales y procedimentales en cada una de las asignaturas participantes en la experiencia, además se les pasó un cuestionario para tratar de averiguar el grado de motivación hacia las citadas asignaturas.

Además de detectar el nivel académico de los alumnos hemos tratado de detectar si existía una diferencia de nivel académico acusada entre ambos grupos. Los resultados muestran que las diferencias de nivel de conocimientos eran parecidas en ambos grupos, aunque la motivación era algo mayor en los grupos experimentales.

Para evaluar el impacto que ha tenido el desarrollo de las actividades interdisciplinares en el nivel de conocimientos y competencias de los alumnos del grupo experimental respecto al grupo de control hemos recogido los datos de las diversas pruebas realizadas: escritas, presentaciones orales, participación en foros, trabajos de laboratorio y simulación y los informes elaborados.

La evaluación global se condensa en las notas finales, promedio de las diferentes pruebas realizadas, que se han tomado como datos a utilizar en la correlación de si los resultados académicos de nuestros alumnos y el trabajo explícito de realización de las actividades interdisciplinares están correlacionados.

Utilizando la prueba test-t de students de dos muestras hemos comprobado que las notas finales, correspondientes a la evaluación global de los alumnos, son más elevadas en los que han participado en el proyecto (grupo experimental) que en el resto de los alumnos (grupo de control).

Las Tablas 1, 2 y 3 muestran los resultados del estudio estadístico realizado en la asignatura de Electrónica de Potencia.

Estadística descriptiva	N	Mean	SD	SEM
Gexp	27	4,13333	1,74885	0,33657
Gcontrol	28	5,38214	2,26725	0,42847

Tabla 1. Estadística descriptiva donde aparecen las medias de los grupos de control y experimental.

t-Test Students	t Statistic	DF	Prob> t
Equal Variance Assumed	-2,28127	53	0,02658
Equal Variance NOT Assumed	-2,29202	50,59521	0,0261

Null Hypothesis: mean1-mean2 = 0

Alternative Hypothesis: mean1-mean2 <> 0

At the 0.05 level, the difference of the population means is significantly different with the test difference(0)

Tabla 2. Se muestra los resultados de la prueba t-Test Students verificándose la hipótesis alternativa, esto es, se comprueba que la diferencia de las medias es estadísticamente significativa.

Alpha	Sample Size	Power
0,05	55	0,61021

Tabla 3. Se muestra la potencia de la prueba t-Test Students. La probabilidad de rechazar correctamente la hipótesis nula es del 61,02 %.

Se debería haber tenido un tamaño de muestra de 100 alumnos para obtener una potencia de 0,86107, esto es, una probabilidad de rechazar correctamente la hipótesis nula es del 86,11 %.

Como se ha visto los resultados obtenidos en la asignatura de Electrónica de potencia después de realizar las actividades interdisciplinarias planteadas son significativamente mejores para el grupo experimental que ha seguido el plan de trabajo planteado en el proyecto. Esta misma conclusión se ha obtenido para las asignaturas de Matemáticas para la Ingeniería I, Matemáticas para la Ingeniería III y Circuitos, sin embargo en la de Fundamentos Físicos de la Ingeniería I y Dibujo Técnico Mecánico, aunque los resultados han sido ligeramente superiores para el grupo experimental, sin embargo no han sido estadísticamente diferentes como para validar estadísticamente el plan de trabajo planteado en el proyecto.

Por otro lado, somos conscientes de que no se han integrado en el proyecto asignaturas que contienen en su currículum el estudio de otros sistemas físico-tecnológicos. Abogaremos por conseguir su implicación en el futuro.

8. Bibliografía.

1. Moran, Joe. (2001). *“Interdisciplinarity (The New Critical Idiom)”*. Ed: Routledge.
2. Heidi Hayes, J. (1989) . *“Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation”*. Ed: Association for Supervision & Curriculum Deve.
3. Torres, J. (1996). *“Globalización e interdisciplinaridad”*. Ed: Ediciones Morata.
4. Marín Ibáñez, R. (1979). *“Interdisciplinaridad y enseñanza en equipo”*. Ed: Paraninfo.
5. Zemelman, H. (1998) . *“Acerca del problema de los límites disciplinarios”*, en: Encrucijadas metodológicas en ciencias sociales. México: UAM/Xochimilco.
6. Torres, J. (2000). *“Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado”*. Ed: Ediciones Morata.
7. Torres Santome, J. (1996) . *“Globalización e interdisciplinariedad: El curriculum integrado”*. Ed: Morata.
8. Firdyiwek, Y. (1999). Web-Based Courseware Tools: Where Is the Pedagogy?. *Educational Technology*, 39(1), 29-34.
9. Román Mendoza, E. (2011). El desarrollo de cursos a distancia en la World Wide Web mediante plataformas virtuales: «WebCT» en el mundo universitario norteamericano.
10. Gray, S. (1998). «Web-based Instructional Tools», *Syllabus* 12, 18-22, 7.
11. Claudio Dondi. (2006). La calidad del eLearning. *I Jornadas Andaluzas sobre la calidad del eLearning*. Sevilla.
12. Barberá, E. (1999). Enfoques evaluativos en matemáticas: evaluación por portafolios. En J. I. Pozo y C. Monereo (eds.). *El aprendizaje estratégico*. Madrid: Santillana.
13. Barret, H. (2000). Create your own Electronic Porfolio. *Learning & leading with technology Vol. 27, 7*, pp-14-21
14. Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr. (2003). *“Física. Vol.1 y 2”*. Ed. Thomson.
15. Zill, D. G. (2006). *“Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado”*. Ed: Thomson International.
16. Rashid, M. H., & Fernández, A. S. (2004). *Electrónica de potencia: Circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Pearson Educación.
17. Moura, L., & Darwazeh, I. (2005). *Introduction to linear circuit analysis and modelling: from DC to RF*. Newnes.

18. Ong, C. M. (1998). *Dynamic simulation of electric machinery: using Matlab/Simulink* (Vol. 5). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR.
19. Frémond, M., & Maceri, F. (Eds.). (2005). *Mechanical modelling and computational issues in civil engineering* (Vol. 23). Springer.
20. www.mathworks.com
21. www.solidworks.es
22. www.comsol.com
23. www.techsmith.com

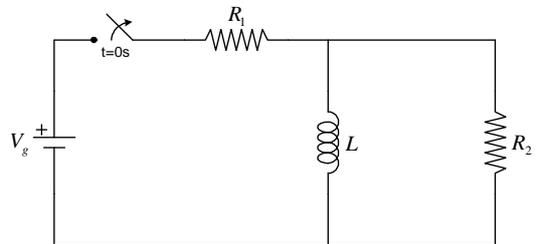
Córdoba, 17 de septiembre de 2013

ANEXO 1. Ejemplos de proyectos-problema planteados.

1) Estudiar el siguiente circuito eléctrico en régimen transitorio

En el circuito eléctrico de la figura, el interruptor lleva cerrado un tiempo que puede considerarse infinito. Si se abre bruscamente, determinar:

- a) La variación de la corriente que circula por la bobina si $V_g=100V$, $R_1=R_2=10\Omega$ y $L=1H$.
- b) Las gráficas de las tensiones en bornes de la bobina y de la resistencia.
- c) La energía transferida a la resistencia al cabo de $0.069 s$.
- d) La energía total disipada en la resistencia.



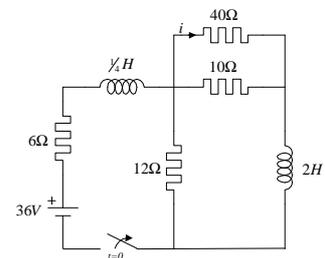
Solución: $i = 10e^{-10t} A$, $v_R = 100e^{-10t} V$, $v_L = -100e^{-10t} V$, $W_R = 37.42 \text{ julios}$ y $W_L = 50 \text{ julios}$

La resolución de este tipo de problemas interdisciplinarios se realiza siguiendo la metodología expuesta en la memoria: Desde el punto de vista físico se resuelve el circuito y se plantean las ecuaciones que lo modelizan, y en Matemáticas se resuelven dichas ecuaciones y se trazan las gráficas correspondientes. En la asignatura de Circuitos se realizan las simulaciones correspondientes para diversos valores de los parámetros (aparte de los suministrados en el problema). El diseño del circuito y las simulaciones se realizan con los programas Matlab y Orcad-Pspice.

2) Otros ejemplos de proyectos problema

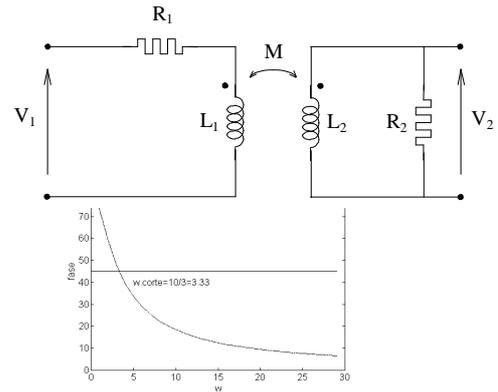
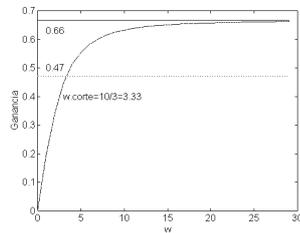
Calcular la corriente $i(t)$ para $t > 0$ en el circuito de la figura. Suponer que el interruptor ha estado largo tiempo cerrado para $t < 0$.

Solución: $i = 0.4e^{-10t} A$



En los circuitos eléctricos se incorpora a menudo un transformador para usarse en un circuito filtro. Se propone utilizar como filtro un circuito como el de la figura. Determinar la respuesta en frecuencia de este circuito cuando $R_1=10\Omega$, $R_2=20\Omega$, $L_1=1 H$, $L_2=4 H$, y $M=2 H$. Describir el tipo de respuesta del filtro obtenida por este circuito.

Solución: El circuito provee una característica de filtro pasa-altas. Cuando $\omega_c=10/3$ (frecuencia crítica pasaalta o frecuencia de corte), el valor es 0.7 la magnitud final de G que se alcanza cuando ω es muy grande.



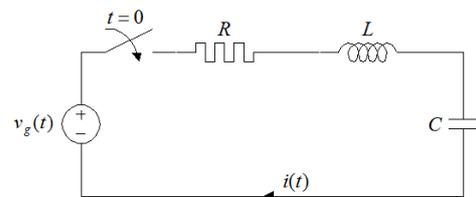
Diseñar un filtro pasa-alta RC con una resistencia de 100Ω , de modo que la frecuencia de corte sea 1 MHz y deducir la expresión de la ganancia en tensión, su valor máximo y a la frecuencia de corte.

Solución: $C = 1.59 \text{ nF}$

ANEXO 2. Resumen parte de simulación de un proyecto-problema.

En el circuito que se muestra en la figura no hay energía almacenada y el interruptor se cierra en el instante $t=0$. Calcular la corriente $i(t)$ para $t>0$. Indicar la corriente una vez alcanzado el régimen permanente. **Hacer el cálculo en el dominio del tiempo.**

$$R=10K\Omega \quad L=1H \quad C=0.5\mu F \quad v_g(t)=100 \text{ sen } 377t \text{ V}$$



El análisis físico del circuito se realiza en la asignatura de Física, para el caso de régimen libre la modelización matemática basada en las leyes físicas nos lleva a:

En el circuito de la figura, para $t>0$, la ecuación de equilibrio es:

$$v_R(t) + v_L(t) + v_C(t) = v_g(t)$$

$$Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = V \text{ sen } \omega t$$

La respuesta transitoria es la superposición de dos regímenes, el régimen libre y el régimen forzado:

$$i(t) = i_l(t) + i_f(t)$$

- Para el **cálculo del régimen libre** no se tiene en cuenta el generador, por lo que la ecuación diferencial queda como:

$$Ri_l + L \frac{di_l}{dt} + \frac{1}{C} \int i_l dt = 0$$

Derivando la ecuación:

$$R \frac{di_l}{dt} + L \frac{d^2 i_l}{dt^2} + \frac{1}{C} i_l = 0$$

$$\frac{d^2 i_l}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di_l}{dt} + \frac{1}{LC} i_l = 0$$

Estas ecuaciones se resuelven en la asignatura de Matemáticas y sus consecuencias físicas se estudian conjuntamente con las asignaturas de Física y Circuitos:

Con ayuda del operador s , siendo $s = \frac{d}{dt}$, convertiremos la ecuación diferencial en una ecuación lineal, simplificando así los cálculos para encontrar la solución.

$$s^2 i_i + \frac{R}{L} s i_i + \frac{1}{LC} i_i = 0 \quad \left(s^2 + \frac{R}{L} s + \frac{1}{LC} \right) i_i = 0$$

Siendo la ecuación característica: $s^2 + \frac{R}{L} s + \frac{1}{LC} = 0$

$$s_{1,2} = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

Siendo:

$$\alpha = \frac{R}{2L} = \frac{10000}{2} = 5000 \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0.5 \cdot 10^{-6}}} = 1414.21$$

Como $\alpha > \omega_0$ tenemos dos soluciones reales y diferentes, con lo que el circuito es del tipo **sobreamortiguado**. La solución a este tipo de circuitos es de la forma:

$$i_i(t) = A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$$

donde los coeficientes s_1 y s_2 son las soluciones de la ecuación característica:

$$s_{1,2} = -5000 \pm \sqrt{5000^2 - 1414.21^2} = -5000 \pm 4795.83$$

$$s_1 = -204.17 \quad s_2 = -9795.83$$

donde:

$$i_i(t) = A_1 e^{-204.17t} + A_2 e^{-9795.83t}$$

En la asignatura de Circuitos se procede a su simulación con Orcad-Pspice:

A continuación se lista el archivo .CIR necesario para la simulación con PSpice

```
Circuito RLC sobreamortiguado. Análisis transitorio.

*Enunciados de datos
*-----
*Elementos pasivos
R1      1      2      10000
L1      2      3      1      IC=0
C1      3      0      0.5E-6  IC=0
*Elementos activos
Vg      1      0      SIN      (0      100      60      0      0)

*Enunciados de control
*-----
.TRAN   1E-5   50E-3   0      1E-5   UIC

*Enunciados de salida
*-----
.PROBE

.END
```

En la siguiente gráfica se representa la respuesta transitoria de la corriente en el circuito, además de las curvas correspondientes a los regímenes libre y forzado.

