



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE
XII CONVOCATORIA (2010-2011)

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE ACTIVIDADES DE MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS FÍSICO-TECNOLÓGICOS (2ª Parte).

2. Código del Proyecto

Nº: 106009

3. Resumen del Proyecto

Este proyecto es continuación de otro proyecto del mismo título (Nº: 094016), dado la favorable acogida que ha tenido en el alumnado y los resultados obtenidos.

Se va a seguir trabajando con los alumnos la competencia de pensamiento crítico a través de actividades interdisciplinarias en la que están implicadas asignaturas de las titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial e Informática de la E.P.S. de la Universidad de Córdoba, aunque en este curso se trabajará fundamentalmente con los alumnos de los cursos superiores de dichas titulaciones.

La parte esencial de la estrategia didáctica que proponemos es posibilitar que el alumno trabaje y adquiera la competencia de pensamiento crítico mediante actividades de modelación y simulación de sistemas físico-tecnológicos (circuitos eléctricos, electrónicos, opto-electrónicos, sistemas de comunicación, etc.). Estas actividades se enfocarán de forma análoga a la que encontrarán en el ámbito profesional, donde las fases de modelado y simulación van íntimamente ligadas a la del montaje experimental y el contraste de resultados, todo ello cimentado en un sólido conocimiento teórico de sus componentes y de las leyes físicas que gobiernan su comportamiento.

En los cursos superiores con un número menor de alumnos se utilizará una metodología didáctica basada en:

Aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos, dentro de un contexto de aprendizaje cooperativo (en grupos).

Una actividad adicional incluida en el proyecto es que los alumnos realicen algunas prácticas reales vía internet.

4. Coordinador del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
Antonio Blanca Pancorbo	Física Aplicada	021	PDI

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
--------------------	--------------	--------------------------	-----------------------

José García-Aznar Escudero	Electrónica	021	PDI
José Ruiz García	Tecnología Electrónica	020	PDI
Francisco José Bellido Outeriño	Tecnología Electrónica	021	PDI
Matías Liñán Reyes	Tecnología Electrónica	020	PDI
José María Flores Arias	Tecnología Electrónica	021	PDI
Antonio Moreno Muñoz	Tecnología Electrónica	021	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Sistemas de Comunicación Ópticos	Física Aplicada	I. T. Inf. de Sistemas y de Gestión
Aplicaciones Industriales de la Electrónica de potencia	Electrónica	I. Automática y Electrónica Ind.
Circuitos Electrónicos de Potencia	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Electrónica	Tecnología Electrónica	I. T. Inf. de Sistemas
Electrónica Industrial	Tecnología Electrónica	I. Automática y Electrónica Ind
Instrumentación Electrónica	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Electrónica Analógica	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Regulación de Convertidores Electrónicos	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Electrónica Básica	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Sistemas Electrónicos de Potencia	Tecnología Electrónica	I. T. I en Electrónica
Matemáticas I y II	Matemáticas	I. T. I en Electricidad

MEMORIA DE LA ACCIÓN

1. Introducción

Este proyecto es continuación del realizado en el curso 2009/2010. Dicha continuación fue contemplada desde el primer momento debido a la envergadura del mismo y la cantidad de asignaturas implicadas.

A esto se añade la observación y constatación de que este proyecto está consiguiendo resultados razonablemente satisfactorios, y al grado de implicación y motivación de muchos alumnos.

Se plantea porque la adaptación de los estudios universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) lleva a la conveniencia de modificar los planes de estudio, así como la metodología docente y los métodos de evaluación para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, encuadrando todo esto en una serie de experiencias metodológicas y de coordinación entre asignaturas.

EL enfoque de utilizar la enseñanza-aprendizaje para la adquisición de competencias, se ha realizado desde diversas instancias internacionales (UNESCO, UE, OCDE, PISA, etc.).

Como definición de competencia se puede usar la dada por la Comisión Europea que la considera como la capacidad demostrada de utilizar conocimientos y destrezas.

De las competencias más importantes en el campo científico-tecnológico (y en casi cualquier ámbito de nuestra vida) es la del pensamiento crítico. Existen diversas definiciones de pensamiento crítico, aunque en palabras sencillas, el pensamiento crítico es la capacidad de pensar por cuenta propia, analizando y evaluando la consistencia de las propias ideas, de lo que se lee, de lo que se escucha, de lo que se observa y forma un conjunto de habilidades cognitivas que se deben enseñar a nuestros alumnos: análisis, síntesis, conceptualización, etc.

En esta experiencia estamos trabajando con los alumnos la competencia de pensamiento crítico a través de actividades interdisciplinares en la que están implicadas asignaturas de las titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial e Informática de la E.P.S. de la Universidad de Córdoba.

La interdisciplinaridad posibilita planificar actividades (modelado y simulación de sistemas físico-tecnológicos, resolución de problemas y cuestiones, realización de proyectos, etc.) que suministran una perspectiva unificada en diversas asignaturas: temas que se complementan, relaciones entre conceptos, lenguaje simbólico común, actividades enfocadas con un tratamiento globalizado, etc. Utilizaremos un enfoque constructivista en el tratamiento interdisciplinar de las actividades planteadas.

Hemos incluido en el currículo de las asignaturas que participan en el proyecto, el desarrollo de actividades de modelado y simulación de sistemas físico- tecnológicos utilizando los entornos de cálculo simbólico y numérico Mathematica y Matlab.

La modelización es un intento de describir de un modo preciso la comprensión de los elementos de un sistema de interés, sus estados y sus interacciones con otros elementos. Los modelos deberán ser lo suficientemente detallados y precisos para que en principio puedan ser utilizados para simular el comportamiento de un sistema en un ordenador [1-7]. Tener un modelo detallado de un sistema nos permite probar que las deducciones que se extraen del mismo coinciden con los resultados obtenidos experimentalmente, lo que nos indica si su comprensión y conocimiento son correctos y si las hipótesis simplificadoras realizadas son válidas.

Así que, la elaboración de modelos y las simulaciones implica trabajar algunas de las habilidades cognitivas del pensamiento crítico como son: la interpretación, con la que se trata de comprender y expresar el significado o la relevancia los datos, incógnitas, etc., del sistema; la realización de inferencias en que se emiten y evalúan hipótesis; el análisis, justificación y explicación de los diversos pasos seguidos en la modelación y simulación; análisis de los resultados de la simulación y extracción de las consecuencias correspondientes; autorregulación en la que se cuestiona, confirma, valida o corrige el razonamiento o los resultados obtenidos, etc.

En el desarrollo de nuestra labor docente nos encontramos con una serie de dificultades relacionadas habitualmente con la masificación de las aulas, la carencia de materiales adecuados en muchos laboratorios docentes y un número de créditos bastante limitado en muchas asignaturas, lo que hace que se resienta bastante la interrelación teoría- práctica.

La utilización del ordenador tanto en las simulaciones como en la toma y análisis de datos experimentales ha servido para mitigar en gran medida algunas de las dificultades relacionadas anteriormente.

Las modelizaciones-simulaciones fomentan el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico (aparte de otras como la resolución de problemas, síntesis, análisis, etc.). El enfoque de la modelización-simulación de circuitos y su implementación con componentes reales en el laboratorio y posterior contraste de resultados, como pequeños proyectos o trabajos científico-técnicos, le confiere un gran valor formativo y motivacional, de hecho hoy en día es una herramienta indispensable en la realización de cualquier montaje tecnológico, evitando la necesidad de construir sistemas cuyo funcionamiento no podemos asegurar o construir prototipos cada vez que se haga una modificación, lo que es, además, económicamente inviable.

Con la implementación real de las prácticas simuladas se puede comprobar la bondad y fidelidad de los modelos simulados. Se les muestra una metodología de trabajo ya implantada en el ámbito de la empresa.

Por estas razones creemos que es importante para un ingeniero adquirir la competencia de pensamiento crítico y formarse en la modelización, simulación e implementación real de dichos sistemas (circuitos, sistemas de comunicación, etc.).

2. Objetivos

Esta experiencia ha tenido por objeto trabajar con los alumnos la competencia de pensamiento crítico a través de actividades interdisciplinares, aparte de trabajar de forma indirecta otras competencias transversales (resolución de problemas, capacidad de análisis y síntesis, expresión oral y escrita, etc.) y específicas de conocimiento, lo que contribuye a la formación científico-técnica de nuestros alumnos, necesaria para abordar los problemas que se les planteen en el ejercicio de su profesión y a darles una visión abierta y capacitación que les permita aprender nuevos conceptos y metodologías ligados a los avances en los campos científico y tecnológico, esto es, que nuestros alumnos adquieran una serie de competencias que los capaciten para el desempeño de su profesión y para un adecuado desarrollo personal y como ciudadanos.

Se trabaja la competencia de pensamiento crítico, tomando como campo de trabajo la realización de modelos matemáticos y simulaciones de sistemas físico-técnicos que tienen importancia en el currículum de las asignaturas implicadas en el proyecto.

En estas actividades docentes adoptamos un enfoque constructivista de los procesos de enseñanza-aprendizaje de modo que nuestros alumnos comprendan en todo momento el significado de la información y las técnicas que se les proporciona a través de una asimilación activa y crítica.

3. Descripción de la experiencia

a) Elección de los programas para la simulación.

Para la modelización, simulación y montaje experimental de algunos circuitos y dispositivos eléctricos, electrónicos, dispositivos de los sistemas de comunicación por fibra, etc., se han utilizado programas de simulación numérica como el ORCAD/PSpice que permiten verificar el funcionamiento de un circuito eléctrico o electrónico rápidamente y sin necesidad de una implementación utilizando los componentes reales, de modo que dichos programas se han convertido en herramientas muy útiles para salvar tiempo y coste en el diseño de circuitos.

En cuanto a los cálculos analíticos y numéricos necesarios para obtener un conocimiento cualitativo-cuantitativo del circuito en las primeras etapas del proceso de diseño (ej., cómo las características de funcionamiento dependen de los parámetros del circuito, etc.), hemos utilizado algunos entornos de cálculo numérico y simbólico (Mathematica, Matlab, etc.) [8-12] capaces de realizar operaciones matemáticas complejas automáticamente, aunque su aplicabilidad práctica tiene sus limitaciones ya que, por ejemplo, el tamaño de las funciones de transferencia simbólica crece exponencialmente con el tamaño del circuito.

b) Contexto de la experiencia

La experiencia ha tenido lugar en una serie de asignaturas impartidas en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Córdoba correspondientes a varias titulaciones (Ingeniero Técnico en Electrónica, Ingeniero Técnico en Electricidad, Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial, Ingeniero Técnico en Informática) en las es muy importante el estudio de muchos sistemas físicos como los circuitos eléctricos, electrónicos, opto-electrónicos, sistemas de comunicación, etc., así como los procesos de modelado y simulación.

Al tratarse de un Proyecto en el que participamos profesores que pertenecemos a diferentes departamentos (Electrotecnia y Electrónica, Física de la E.P.S.), se encuentran implicadas asignaturas diferentes correspondientes a distintos cursos y titulaciones.

c) Estrategia docente

Hemos adoptado un enfoque constructivista partiendo de las ideas y conceptos previos de los alumnos, muchos de los cuales son erróneos, y le hemos planteado una serie de actividades para eliminar los esquemas explicativos erróneos y lograr que asimilen los constatados científicamente, además de que comprendan en todo momento el significado de la información y las técnicas que se les proporciona, a través de una asimilación activa y crítica.

En la Tabla 1 se presenta los datos correspondientes a algunas de las asignaturas participantes en el proyecto donde se expone el número de grupos de cada asignatura participante en el proyecto y el número de alumnos de cada grupo (que han participado en el proyecto y han sido evaluados).

	Grupo de control	Nº alumnos en grupo de control	Grupo de experimental	Nº alumnos en grupo experimental
A1	1	8	1	11
A2	1	41	1	41
A3	1	5	1	4
Total	3		3	

A1-- Sistemas de Comunicación Ópticos (3º curso) de I.T.en Informática de Sistemas y Gestión

A2-- Electrónica Analógica (2º curso) de I.T Industrial en Electrónica

A3-- Electrónica Industrial (1º curso) de I. Automática y Electrónica Industrial

Tabla 1. Algunos de los grupos de alumnos participantes en el proyecto y los grupos de control correspondientes.

En el Anexo 3 se muestra una Tabla con una descripción más explícita del tipo de sistemas trabajados en cada una de estas asignaturas y su relación con el resto de las participantes en el proyecto.

La estrategia docente ha sido la misma que en la primera parte del proyecto (en el curso anterior), se han escogido dos grupos, uno experimental y otro de control. Se han planteado una serie de problemas a ambos grupos con un nivel de dificultad parecido; con el grupo experimental se han resuelto estos problemas utilizando modelaciones-simulaciones de los sistemas de ecuaciones a que se llega resolviendo los problemas y en todo el proceso de resolución se han trabajado explícitamente algunas de las sub-competencias más relevantes correspondientes al pensamiento crítico.

Con el grupo de control se ha seguido el método utilizado habitualmente para explicar la asignatura, consistente fundamentalmente en clases teóricas y de problemas, así como las prácticas de laboratorio y simuladas.

En la asignatura A1 ha sido el mismo profesor el encargado de la docencia en los dos grupos (experimental y control), impartiendo también la teoría y las prácticas.

En las otras asignaturas han sido varios los profesores encargados por cada una de las asignaturas correspondientes, uno para teoría y los problemas y otros para las prácticas de laboratorio y simuladas. Sin embargo, todos ellos han participado en el proyecto.

La resolución de los problemas y el análisis de los resultados lo han realizado con el profesor encargado de explicar la teoría y de resolver los problemas. En el caso del grupo experimental, ese profesor ha sido el encargado de elaborar los modelos correspondientes al sistema físico-tecnológico implicado a partir de los sistemas de ecuaciones, etc., a que se llega al resolver el problema.

Posteriormente han sido los profesores encargados de las prácticas los que se han ocupado de realizar las simulaciones con dichos modelos, así como el contraste de resultados con la realización experimental en el laboratorio, en aquellos casos que se han escogido para realizar dicho contraste.

En la asignatura A1 se ha conjuntado los modelos de algunos dispositivos opto-electrónicos (láseres, amplificadores, etc.) en el modelado de un sistema de comunicación óptico a través de la fibra, viendo también la influencia de diversos tipos de ruidos en el comportamiento del sistema de comunicación siendo modelizado y simulado en Matlab.

En la asignatura A2 (y algunas otras participantes) se ha realizado la modelación-simulación y análisis de los modelos de circuito equivalente de algunos de dichos dispositivos siguiendo uno

de los enfoques del proyecto, consistente en un estudio interdisciplinar de los problemas planteados.

En la A3 se han realizado un conjunto de actividades enfocadas al estudio de la incidencia de algunos ruidos en el comportamiento de algunos circuitos no lineales, así como de su control. Los alumnos del grupo experimental han trabajado por grupos de forma cooperativa, utilizando Moodle para algunos de los debates en grupo tanto síncronos como asíncronos, e Internet en la búsqueda de información.

Otras actividades se han enfocado como un aprendizaje basado en problemas, de forma que se ha partido del planteamiento de un problema y los alumnos han tenido que ir buscando, seleccionando y analizando la información teórico-metodológica correspondiente para resolverlo. De esta manera han ido incorporando los conceptos, leyes, técnicas, etc., a sus esquemas explicativos conforme los han ido necesitando en su análisis del problema (elaboración y contraste de hipótesis, etc.).

Los diversos grupos han tenido que presentar en clase los resultados de algunas de las actividades que han realizado (generalmente resolución de problemas utilizando la modelación-simulación y contraste con los resultados experimentales).

La presentación de los trabajos se hace en presencia de los dos grupos en que se ha dividido la asignatura (experimental y de control) y todos pueden participar en el cuestionamiento y aclaración de la solución planteada por el grupo de alumnos que expone su trabajo.

De forma análoga a cómo se hizo en el curso anterior, los mejores trabajos se cuelgan en la plataforma Moodle para que otros alumnos los puedan consultar.

4. Materiales y métodos

Los materiales utilizados han sido los disponibles en los departamentos implicados, tanto el existente en los laboratorios correspondientes (osciloscopios, fuentes de alimentación, material fungible diverso, etc., como aulas de ordenadores tanto las montadas en los propios departamentos como las disponibles para la comunidad universitaria por parte de la Universidad de Córdoba. El software puesto a disposición corresponde en algunos casos al disponible en los departamentos (Orcad/Spice, Chaos Data Analyzer, Insite); al puesto a disposición por la Universidad de Córdoba (Matlab, Mathematica, Microsoft Office Word y Excel); al de distribución libre como Maxima, Scilab y Octave, Tisean, Visual Recurrence Analysis. Se ha utilizado Origin para el análisis estadístico de los resultados.

Hemos continuado la misma dinámica de reuniones y puestas en común que en el curso anterior para seguimiento de los objetivos planteados.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso

Durante los dos cursos en que hemos estado trabajando con los alumnos la competencia de pensamiento crítico, estos han comprobado la conveniencia de su uso para abordar la resolución de problemas.

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

Dicho material queda 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

La adquisición de la competencia de pensamiento crítico utilizando modelizaciones, simulaciones y su contraste experimental, aparte del enorme valor intrínseco que tienen para el futuro profesional y de desarrollo personal de nuestros alumnos, facilita en gran medida la adopción de la metodología científico-técnica como parte fundamental de sus hábitos de trabajo. En las asignaturas implicadas ha sido muy útil y motivador la habituación a usar la competencia de pensamiento crítico, aunque creemos que la adquisición y uso de dicha competencia es válida para alumnos de cualquier titulación.

7. Observaciones y comentarios

Somos conscientes de que no se han integrado en el proyecto asignaturas que contienen en su currículum el estudio de circuitos eléctricos y electrónicos. Abogaremos por conseguir su implicación en el futuro.

Las titulaciones de Informática aparecen porque en ellas se les aclara el uso y/o aplicación de los procesos de simulación, lo cual implica el manejo teórico y práctico de un conjunto de conocimientos bastantes importantes para nuestros alumnos, sobre todo en lo concerniente a la utilización de los programas, métodos numéricos y analíticos, lenguaje de programación, etc. Aparte de esto, les permite conocer con mayor profundidad el funcionamiento y comportamiento físico de los sistemas de comunicación por fibra óptica.

8. Autoevaluación de la experiencia

A comienzo del curso se les hizo una prueba inicial sobre el nivel de conocimientos conceptuales y procedimentales que deberían conocer los alumnos para seguir de forma adecuada la asignatura. También se les pasó un cuestionario para tratar de averiguar el grado de motivación hacia la asignatura, así como la utilización de la competencia de pensamiento crítico en la resolución de los problemas, en las prácticas de laboratorio y simuladas y en el estudio de la teoría.

Dicha prueba y cuestionario se realizó a los dos grupos de cada asignatura implicados en el proyecto (grupos experimental y de control), para detectar si existía una diferencia de nivel académico acusada entre ambos grupos.

Los resultados muestran que las diferencias de nivel de conocimientos y utilización de la competencia de pensamiento crítico eran parecidas en ambos grupos, aunque la motivación era algo mayor en los grupos experimentales.

La experiencia cotidiana con nuestros alumnos, el sentido común y muchos estudios realizados [13-15] permiten establecer una correlación entre la motivación y el grado de satisfacción de nuestros alumnos y la efectividad de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Esta efectividad se mide habitualmente cuantificando el logro de las competencias adquiridas por nuestros alumnos.

En este proyecto hemos medido la adquisición de la competencia de pensamiento crítico a través de procesos de modelado, simulación y contrastación experimental en una serie de asignaturas, aunque presentamos explícitamente los resultados obtenidos en una de ellas.

Los datos recogidos corresponden a las notas de las diversas pruebas realizadas a los grupos experimental y de control en las diversas pruebas practicadas: escritas, presentaciones orales, participación en foros, trabajos de laboratorio y simulación y los informes elaborados.

La evaluación global se condensa en las notas finales que se han tomado como datos a utilizar en el estudio del grado de adquisición de la competencia de pensamiento crítico.

Aquí presentamos los resultados del análisis de los resultados obtenidos en la asignatura A2.

El grado de satisfacción de los alumnos del grupo experimental lo hemos medido con encuestas de satisfacción.

Para evaluar el impacto que ha tenido la introducción de los procesos de modelado, simulación y contraste experimental –MSCE--(trabajados interdisciplinariamente en una serie de asignaturas) en la adquisición de la competencia de pensamiento crítico es importante correlacionar si los resultados académicos de nuestros alumnos y el trabajo explícito de adquisición de la competencia de pensamiento crítico utilizando MSCE están correlacionados.

Lo hemos realizado utilizando varias herramientas estadísticas: estadística descriptiva, histogramas, gráficos de caja (boxplot), inferencia estadística, etc.

De estas herramientas la inferencia estadística tiene bastante relevancia en el análisis de dicha correlación.

Partimos de la premisa o hipótesis de 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).

El contraste de esta hipótesis se hace a través de una prueba test-t de students de dos muestras. Esta prueba permite evaluar si las medias de los dos grupos son estadísticamente diferentes para poder ser comparadas.

Para poder aplicar dicha prueba un requisito esencial es que los dos grupos en estudio (experimental y de control) deben tener una distribución normal. Para comprobar este punto se han utilizado una serie de pruebas:

- a) En la Figura 1 se muestran representaciones gráficas de los datos donde se muestra con cierta nitidez que dichos datos se ajustan a una distribución normal.

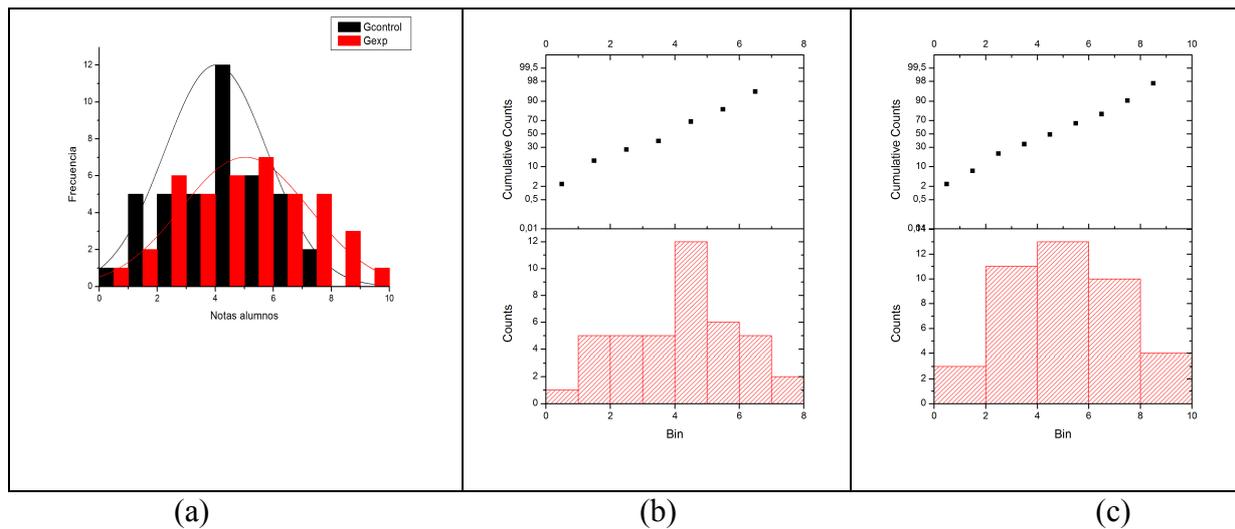


Figura 1. (a) Histogramas con curvas de ajuste de distribución normal correspondientes a los grupos de control y experimental (b) y (c) Histogramas con gráficos de probabilidad correspondientes a los grupos de control y experimental (se muestra cómo los gráficos de probabilidad se pueden ajustar a una línea recta, lo que es el indicativo de que los datos se pueden ajustar a una distribución normal).

b) Se ha realizado la prueba de Kolmogorov-Smirnov (también las de Shapiro-Wilk y Lilliefors). Con estas pruebas se mide el grado de ajuste de dos distribuciones de probabilidad, que en nuestro caso corresponden a la de la muestra y la población general. Con un nivel de significación de 0,05 se comprueba en los tres casos que las muestras (grupos de alumnos utilizados) han sido extraídas de una población con una distribución estadística normal. En la Tabla 2 se muestran los resultados

Prueba normalidad de kolmogorov-Smirnov	DF	Statistic	Prob>D
Gcontrol	41	0,07549	1
Gexp	41	0,14434	0,32937

Gcontrol: At the 0.05 level, the data was significantly drawn from a normally distributed population

Gexp: At the 0.05 level, the data was significantly drawn from a normally distributed population

Tabla 2. Resultados correspondientes a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov Para los grupos de control y experimental.

Los resultados finales correspondientes a los grupos de control y experimental se muestran en las figuras 2 y en la Tabla 3.

Estadística descriptiva	N	Mean	SD	SEM
Gcontrol	41	4,02439	1,78421	0,27865
Gexp	41	5,02683	2,20435	0,34426

Tabla 3. Estadística descriptiva donde aparecen las medias de los grupos de control y experimental.

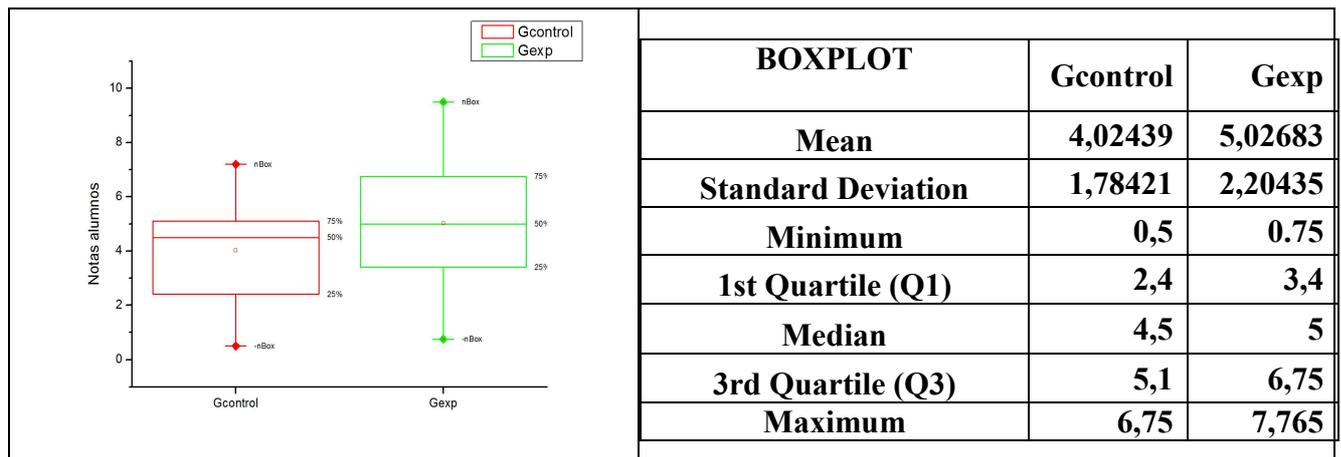


Figura2. En la parte izquierda se muestra un gráfico de caja (boxplot). En la parte derecha se muestra una tabla con los datos correspondientes a los boxplot de los grupos de control y experimental.

Los resultados de la evaluación mostrados en las Figuras 2 y la Tabla3, muestran que son mejores para el grupo experimental, se debe realizar un análisis de inferencia estadístico para ver si dichas diferencias son estadísticamente relevantes.

El análisis estadístico test-t de dos muestras independientes permite probar si o no la media de dos muestras independientes de una distribución normal son iguales o difieren (significativamente de forma estadística) en un valor dado, además crea un intervalo de confianza para la diferencia de la media de las muestras. Las dos variables se suponen independientes y las varianzas entre ellas pueden ser iguales o diferentes.

Se calcula el estadístico t de prueba y se toma un p-valor para decidir si o no se rechaza la hipótesis nula. Un pequeño valor de p (p-valor) que sea menor que un nivel de significación alfa (0,05) indica que se puede rechazar la hipótesis nula, en caso contrario se verifica la hipótesis nula y se rechaza la alternativa.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.

t-Test Students	t Statistic	DF	Prob> t
Equal Variance Assumed	-2,26336	80	0,02632
Equal Variance NOT Assumed	-2,26336	76,67137	0,02644

Null Hypothesis: mean1-mean2 = 0

Alternative Hypothesis: mean1-mean2 $\neq 0$

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

Tabla 4. 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.

En la Tabla 5 aparece la potencia de dicha prueba, que mide la sensibilidad de la misma, esto es, la capacidad de la prueba para detectar diferencias.

Actual Power	Alpha	Sample Size	Power
	0,05	82	0,6088

Tabla 5. Se muestra la potencia correspondiente a la prueba t-Test Students.

Como la potencia es el grado de probabilidad que tenemos para detectar estadísticamente diferencias entre los promedios de los grupos estudiados, en nuestro caso, dicha probabilidad es del 61%. Para poder establecer esas diferencias al menos con un 90% de probabilidad deberíamos haber realizado la experiencia con una población noventa de alumnos en cada grupo.

En este curso los resultados obtenidos en relación a la adquisición de la competencia de pensamiento crítico son significativamente mejores para el grupo experimental que ha seguido el plan de trabajo planteado en el proyecto, en las tres asignaturas.

Durante el próximo curso tenemos previsto continuar con el proyecto de modo que con la experiencia acumulada podamos mejorar los resultados.

9. Bibliografía

[1] Govind P. Agrawal. "LIGHT WAVE TECHNOLOGY Telecommunication Systems". JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION. 2005. ISBN-13 978-0-471-21572-1

[2] Gerd Keiser. "Optical Fiber Communications". Second Edition. Singapore. MC Graw Hill. 1991. ISBN. 0-07-100785-7.

[3] Attia, John Okyere. "Electronics and Circuit Analysis using MATLAB". CRC Press. 1999. ISBN 0-8493-1176-4.

[4] Ramasamy Natarajan. "Computer-Aided Power System Analysis". MARCEL DEKKER, INC. 2002. ISBN: 0-8247-0699-4

[5] Robert Boylestad, Louis Nashelsky. *Electrónica. Teoría de Circuitos*. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. ISBN: 968-880-347-2.

[6] B. Ogayar y A. López. *Teoría de Circuitos con OrCAD Pspice*. Ed. Ra-Ma. ISBN: 84-7897-414-8.

[7] E. Hennig. *Symbolic approximation and modelling techniques for analysis and design of analog circuits*. 2000. Ed. Shaker Verlag.

[8] W. Gander; J. Hřebíček. "Solving Problems in Scientific Computing using Maple and Matlab". Third Edition. Springer Verlag. 1997.

[9] Jamal T. Manassah. "Elementary mathematical and computational tools for electrical and computer engineers using MATLAB". CRC Press. 2001. ISBN 0-8493-1080-6

[10] Stephen Wolfram. *The Matematica Book*. Third Edition. Ed. Cambridge University Press.

[11] G. Piccoli, R. Ahmad, and B. Ives, "Web-based virtual learning environments: A research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic it skills training," *MIS Quart.*, vol. 25, no. 4, pp. 401–426, Dec. 2001.

[12] T. L. Donohue and E. H. Wong, "Achievement motivation and college satisfaction in traditional and nontraditional students," *Educ.*, vol. 118, no. 2, pp. 237–244, Dec. 1997.

[13] E. M. Bures, P. C. Abrami, and C. Amundsen, "Student motivation to learn via computer conferencing," *Res. High. Educ.*, vol. 41, no. 5, pp. 593–621, Oct. 2000.

[14] G. Piccoli, R. Ahmad, and B. Ives, "Web-based virtual learning environments: A research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic it skills training," *MIS Quart.*, vol. 25, no. 4, pp. 401–426, Dec. 2001.

[15] T. L. Donohue and E. H. Wong, "Achievement motivation and college satisfaction in traditional and nontraditional students," *Educ.*, vol. 118, no. 2, pp. 237–244, Dec. 1997.

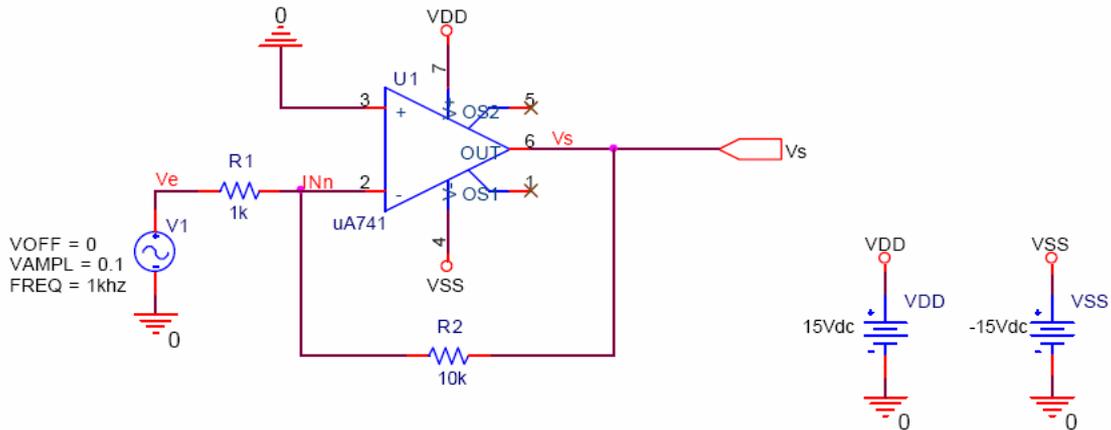
Lugar y fecha de la redacción de esta memoria

En Córdoba a 12 de Septiembre de 2011

ANEXO I. En las figuras se muestran algunas simulaciones de dispositivos modelados con Pspice

Amplificador Inversor y Análisis Transitorio. Realiza el siguiente montaje (amplificador inversor de

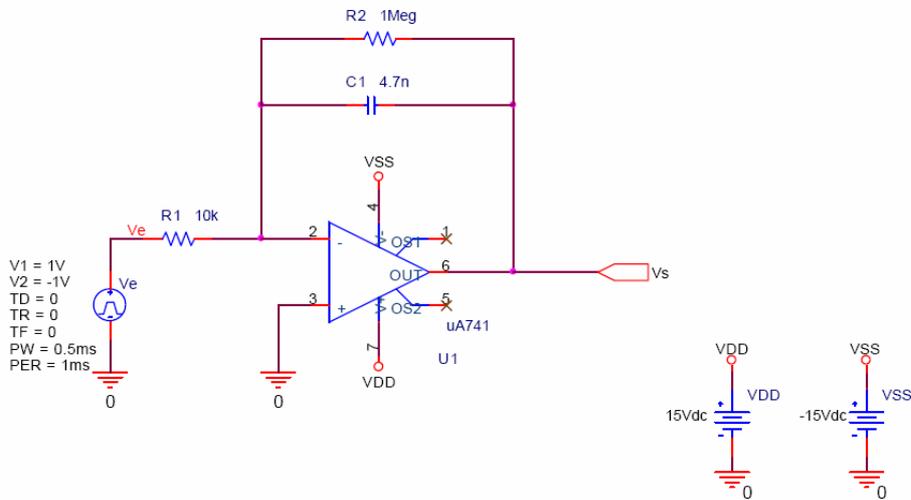
ganancia $A_V = \frac{V_S}{V_E} = -10$),



$$V_S = -\frac{R_{[2]}}{R_{[1]}} \cdot V_E = -10 \cdot V_E \Rightarrow \begin{matrix} R_1 = \text{---} k\Omega \\ R_2 = \text{---} k\Omega \end{matrix}$$

Figura 1. Amplificador inversor

El amplificador operacional como integrador. Análisis Transitorio. Realiza el siguiente montaje,

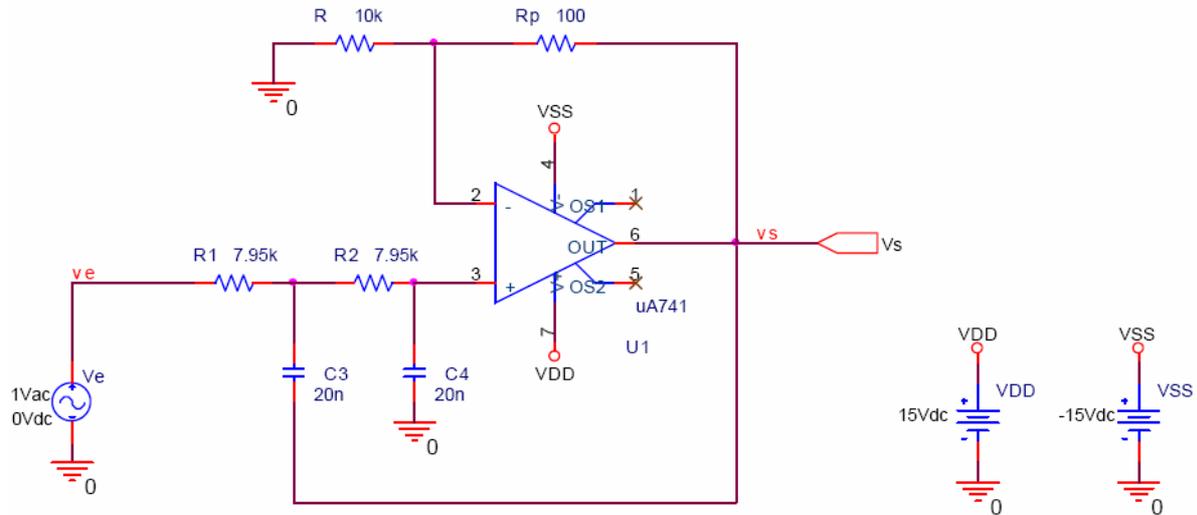


$$v_s(t) = -\frac{1}{R_1 \cdot C} \cdot \int_{t_0}^t e^{-\frac{(t-\tau)}{C_1 \cdot R_2}} \cdot v_E(\tau) d\tau + e^{-\frac{(t-t_0)}{C_1 \cdot R_2}} \cdot v_s(t_0)$$

en el integrador puro $R_2 \rightarrow \infty$:
$$v_s(t) = -\frac{1}{R_1 \cdot C} \cdot \int_{t_0}^t v_E(\tau) d\tau + v_s(t_0)$$

Figura 1. Integrador. R_2 se emplea para descargar el condensador de señales de baja frecuencia.

Filtro activo paso bajo (célula Sallen-Key). Análisis en frecuencia (ac). Realiza el siguiente montaje,



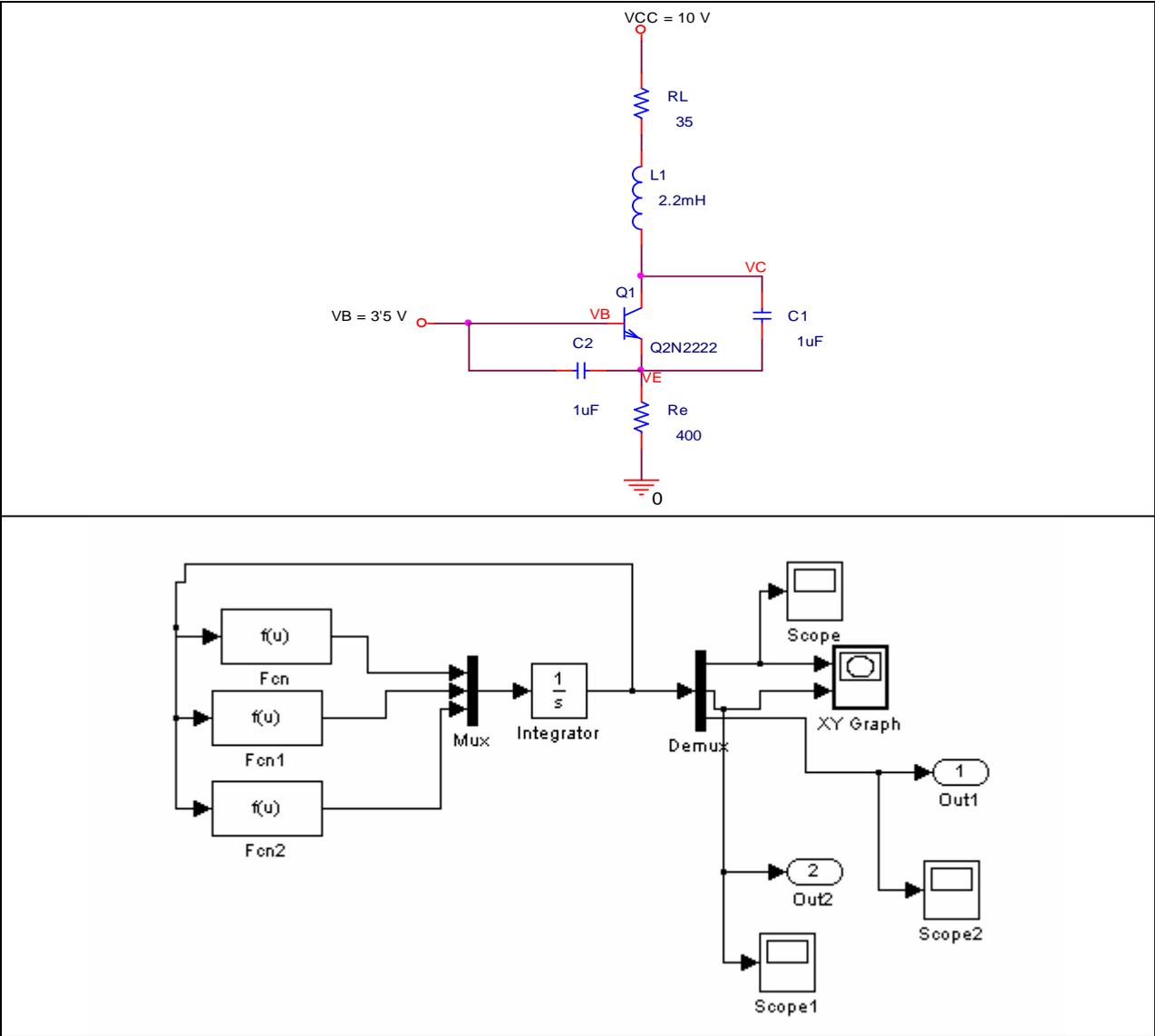
$$A_V(s) = \frac{v_S(s)}{v_E(s)} = \frac{Z_3 \cdot Z_4 \cdot A_{VO}}{(Z_1 + Z_3) \cdot (Z_2 + Z_4) + Z_1 \cdot Z_3 - Z_1 \cdot Z_4 \cdot A_{VO}} = \frac{A_{VO}}{(RCs)^2 + (3 - A_{VO}) \cdot RCs + 1}$$

donde $A_{VO} = \text{Ganancia en Continua} = \frac{R + R_p}{R}$

y para $R_1 = R_2$ y $C_3 = C_4$

Figura 1. Filtro Paso Bajo

ANEXO II. Modelización en Psipce y Simulink de un oscilador de alta frecuencia que obtiene a su salida una señal de frecuencia determinada de manera autónoma.



ANEXO III. En la Tabla se muestra las asignaturas, algunas de cuyas actividades hemos escogido mostrar, el número de alumnos afectados y otras asignaturas con las que se han coordinado para complementar y sincronizar dichas actividades.

ESPECIALIDAD	ASIGNATURA	Nº ALUMNOS AFECTADOS	SISTEMAS FÍSICO-TECNOLÓGICOS A ESTUDIAR	DURACIÓN	ASIGNATURAS CON QUE SE COORDINA
<i>I.T.en Informática de Sistemas y Gestión</i>	<i>Sistemas de Comunicación Ópticos (3º curso)</i>	32	<i>Dispositivos optoelectrónicos (lasers, amplificadores, detectores, etc.) así como el estudio de su comportamiento dinámico</i>	<i>Curso 2010/11</i>	<i>[1] -[2]-[3]-[10] (Estudio de los modelos de circuito equivalente)</i>
<i>I.T Industrial en Electrónica</i>	<i>Electrónica Analógica (2º curso)</i>	111 135	<i>Filtros, integradores, derivadores, rectificadores, modelos de pequeña señal, etc.</i>	<i>Curso 2010/11</i>	<i>[4] -[5]-[6]- [7]-[8]-[9]-[10]</i>
<i>I. Automática y Electrónica Ind.</i>	<i>Aplicaciones Industriales de la Electrónica de Potencia</i>	10	<i>Fluctuaciones de tensión, generación de armónicos por cargas no lineales, filtros, etc.</i>	<i>Curso 2010/11</i>	<i>[2]-[3]-[10]</i>
<i>I. Automática y Electrónica Ind.</i>	<i>Electrónica Industrial</i>	14	<i>Convertidores de potencia, variadores, etc.</i>	<i>Curso 2010/11</i>	<i>[2]-[3]-[5]-[10]</i>

[1] --Electrónica Básica (1º curso I.T.I Electrónica 187 alumnos)

[2] --Electrónica Analógica (2º curso I.T.I Electrónica 131 alumnos)

[3] -- Electrónica (1º curso I.T. Inf. de Sistemas 185 alumnos)

[4] --Fuentes de Alimentación Electrónicas Avanzadas (2º curso I.A.E.I 4 alumnos)

[5] --Aplicaciones Industriales de la Electrónica de Potencia ((2º curso I.A.E.I 9 alumnos)

[6] --Instrumentación electrónica(2º curso I.T.I Electrónica 60 alumnos)

[7] --Sistemas Electrónicos de Potencia (3º curso I.T.I Electricidad 5 alumnos)

[8] --Regulación de convertidores electrónicos (3º curso I.T.I Electrónica 9 alumnos)

[9] --Electrónica Industrial (1º curso I.A.E.I 12 alumnos)

[10]—Matemáticas I y II (1º curso I.T.I Electrónica 132 alumnos))

Tabla. Asignaturas implicadas en el proyecto relacionadas en función de algunas de las actividades realizadas