

MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA GRUPOS DOCENTES

CURSO 2014/2015

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

Desarrollo de módulos interdisciplinarios a través de la Modelización y Simulación.

2. Código del Proyecto

214-12-5023

3. Resumen del Proyecto

El proyecto se enmarca en una serie de experiencias metodológicas y de coordinación entre asignaturas para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y adaptarlos al nuevo modelo educativo que marca el Espacio Europeo de Educación Superior.

En este proyecto los alumnos han desarrollado módulos interdisciplinarios a través de una estrategia metodológica basada en la modelización y simulación, en las que están implicadas asignaturas de los Grados impartidos en la E.P.S. de Córdoba de la UCO.

El proyecto ha tenido como objetivo principal, utilizar los procesos de modelado-simulación como una estrategia metodológica para mejorar la comprensión de una serie de temas (comunes entre asignaturas implicadas en el Proyecto) a través de su tratamiento y estudio interdisciplinar, así como la adquisición de diversas competencias que tienen gran importancia en su futuro profesional como ingenieros: pensamiento crítico, resolución de problemas, trabajo cooperativo, etc.

4. Coordinador/es del Proyecto

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

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
José García-Aznar Escudero	Electrónica	021	PDI
José Ruiz García	Tecnología Electrónica	020	PDI
José María Flores Arias	Tecnología Electrónica	021	PDI
Antonio Moreno Muñoz	Tecnología Electrónica	021	PDI

6. Asignaturas implicadas

Nombre de la asignatura	Titulación/es
Fundamentos Físicos de la Ingeniería I [1]	G.I. Electrónica Industrial

Circuitos y Sistemas Electrónicos [2]	G. I. en Informática
Fundamentos de Electrónica [3]	G.I. Electrónica Industrial
Electrónica Industrial [4]	G.I. Electrónica Industrial
Electrónica de Potencia [5]	G.I. Electrónica Industrial
Electrónica Industrial Avanzada [6]	G.I. Electrónica Industrial
Control de Máquinas y Accionamientos [7]	G.I. Electrónica Industrial

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA GRUPOS DOCENTES

1. Introducción.

El proyecto se enmarca en una serie de experiencias metodológicas y de coordinación entre asignaturas para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y adaptarlos al nuevo modelo educativo que marca el Espacio Europeo de Educación Superior.

También se debe tener en cuenta que en muchas asignaturas de las titulaciones de ingeniería hay una elevada tasa de absentismo, bajo número de estudiantes que pasan de curso y gran número de abandonos, vemos que hay que plantear críticamente alternativas a las metodologías tradicionales en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En este proyecto los alumnos han desarrollado módulos interdisciplinares a través de una estrategia metodológica basada en la modelización y simulación, en las que están implicadas asignaturas de los Grados impartidos en la E.P.S. de Córdoba de la UCO.

Los programas suelen estar sobrecargados con ejercicios poco relacionados con los problemas que los alumnos encuentran en su vida real o en el entorno profesional de la titulación. La lección magistral ofrece pocas oportunidades para reflexionar sobre lo explicado, no fomentándose el desarrollo de competencias (útiles en el desarrollo de su profesión) y es poco motivacional.

La sobrecarga de los programas reduce el tiempo que se puede dedicar a cada tema y a pensar y utilizar dicho conocimiento para la resolución de problemas en diferentes contextos --sobrecarga cognoscitiva--, lo que disminuye el rendimiento, esto es, el currículo excesivo lleva a que no aprenden la asignatura adecuadamente [1].

Parece conveniente reducir el contenido del currículo de las asignaturas, de forma que el diseño de la guía docente guarde equilibrio entre amplitud y profundidad para que la carga de trabajo sea adecuada y se pueda alcanzar las competencias exigidas. Los procesos de modelado simulación desde un planteamiento modular interdisciplinar permiten abordar una reducción en el contenido de las asignaturas, quedándose con la parte más fundamental.

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. [2,3].

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 (módulos interdisciplinares) 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 estamos 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.

La interdisciplinariedad posibilita planificar actividades 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.

Se han incluido en el currículo de las asignaturas participantes en el proyecto, el desarrollo de actividades de modelado y simulación de sistemas físico- tecnológicos utilizando el entorno de cálculo simbólico y numérico Matlab.

La mayoría de los problemas físicos y tecnológicos son muy complicados de resolver sin hacer simplificaciones en la física del problema, aparte de las aproximaciones inherentes a cualquier método numérico. Las modelizaciones y simulaciones, apoyadas en las posibilidades que ofrecen los ordenadores, son utilizadas habitualmente por los físicos e ingenieros (para abordar la resolución de problemas más complejos), se puede decir que actualmente forman parte de la actividad científica. Así, para los casos en que no se pueden encontrar soluciones analíticas, o que los experimentos son complicados, costosos o peligrosos, la relevancia de las modelizaciones y simulaciones es fundamental [4].

Algunas de las implicaciones de la modelización y simulación en los procesos de enseñanza-aprendizaje, es que fomentan que los alumnos: hagan hipótesis y prueben ideas para la resolución de problemas, aislen y manipulen parámetros, utilicen una variedad de representaciones (gráficos, animaciones, imágenes, etc.) y las herramientas computacionales adecuadas, analicen fenómenos que son complejos, costosos, peligrosos o difíciles de implementar en el laboratorio, planteen un conjunto de ecuaciones que permitan modelizar matemáticamente el sistema o proceso físico, y todo esto favorece la comprensión de los fenómenos y leyes físico-tecnológicas.

Por tanto, los procesos de modelización y simulación contribuyen a la adquisición de la competencia de resolución de problemas.

Por otro lado, Mayer, Dow, and Mayer encuentran que los alumnos tienen más éxito en la resolución de problemas cuando la información que reciben es en respuesta a las preguntas que han planteado, más que a una recepción de dicha información no solicitada [5]. Esto lleva a que debe haber una implicación activa de los alumnos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, lo que conlleva a que los alumnos se involucren en un proceso de aprendizaje activo, integrando de forma constructiva los nuevos conocimientos con los que ya poseen, lo que facilita el aprendizaje.

La estrategia didáctica adoptada está basada en la teoría constructivista y en la del aprendizaje social de Vygotsky, que postula que al integrarse con una persona experimentada (profesor u otro alumno compañero) el aprendiz (alumno) puede realizar tareas más avanzadas y desarrollar su aprendizaje de una forma más rápida y eficaz que si lo intenta por sí mismo [6, 7].

El aprendizaje colaborativo posibilita: centrar el aprendizaje de los alumnos en un objetivo común (resolver el problema proyecto); plantear problemas más complicados; fomentar los procesos de reflexión que llevan al aprendizaje; realizar críticas y plantear argumentos a los compañeros de grupo [8].

El aprendizaje cooperativo realizado con metodologías constructivistas favorece la adquisición de las competencias necesarias para desenvolverse en un mercado de trabajo que demanda hoy día personas que sepan manejar grandes cantidades de información (encontrar fuentes de información, extraer la información de cada fuente, seleccionarla y procesarla para resolver el problema o la tarea encomendada), y trabajar en equipo.

Cuando se plantean actividades muy parecidas a las de la vida real y que han de desarrollar en su profesión, se favorece la motivación de nuestros alumnos [9].

Para que se asemejen lo más posible a los casos reales, los proyectos-problema de modelado-simulación se han presentado como desestructurados, de forma que en función del análisis y las suposiciones que se realicen puede encontrarse una u otra solución (proyectos-problemas abiertos). A los alumnos se les dan determinadas indicaciones para su resolución pero no hay ninguna receta para alcanzarla.

Se ha planteado el desarrollo de actividades de modelado y simulación de sistemas físico-tecnológicos utilizando el entorno de cálculo simbólico y numérico Matlab [10], con algunas Toolbox que facilitan dicho modelado y simulación. Además, se ha realizado la implementación real de los proyectos-problema simulados para comprobar la bondad y fidelidad de los modelos simulados. De esta forma se les muestra una

metodología de trabajo ya implantada en el ámbito de la empresa.

2. Objetivos.

El proyecto ha tenido como objetivo principal, utilizar los procesos de modelado-simulación como una estrategia metodológica para mejorar la comprensión de una serie de temas (comunes entre asignaturas implicadas en el Proyecto) a través de su tratamiento y estudio interdisciplinar.

Adicionalmente se ha pretendido que los alumnos se familiaricen y habitúen:

- 1.- A utilizar diversas competencias (en los procesos de aprendizaje) que tienen gran importancia en su futuro profesional como ingenieros: pensamiento crítico, resolución de problemas, trabajo cooperativo -- planificación, resolución de conflictos, organización del trabajo, organización de reuniones--, auto-regulación de su aprendizaje, expresión oral y escrita, etc.,
- 3.- Al uso de herramientas informáticas en la resolución de problemas científico-técnicos (Matlab, Pspice, etc.,).
- 4.- Al tratamiento de los datos obtenidos en simulaciones y/o experimentos con la ayuda de programas informáticos (Curve Fitting Toolbox, Chaos Data Analyzer).

Hemos pretendido que nuestros alumnos adquieran una serie de competencias y conocimientos que los capaciten para el desempeño de su profesión y para un adecuado desarrollo personal y como ciudadanos.

3. Descripción de la experiencia.

Para la adquisición de los objetivos propuestos, la estructura metodológica seguida ha consistido en plantear la experiencia en varias fases con un enfoque constructivista [11]:

1.- En una primera fase preparatoria se ha establecido el ámbito de aplicación de la experiencia, así como la creación de equipos con los alumnos implicados en esta. También se les ha enseñado a utilizar la modelización y la simulación utilizando el entorno de programación Matlab.

2.- En una segunda fase los alumnos han estudiado interdisciplinariamente los módulos propuestos y resuelto de forma colaborativa los problemas planteados.

3.- En una tercera fase de evaluación les hemos planteado ejercicios de autoevaluación y evaluación, se han evaluado los informes con la resolución de los problemas planteados, su presentación pública y cómo han defendido su resolución. También se ha evaluado los registros de la plataforma y la participación de los alumnos en el trabajo de resolución y en las discusiones.

1.- Para poder contrastar la validez didáctica de la experiencia en las asignaturas implicadas se han establecido dos grupos: el experimental, con el que se ha realizado la experiencia, y el de control, con el que se ha utilizado solamente la metodología habitual donde se incluyen las lecciones presenciales y resolución de ejercicios y problemas, aparte de las prácticas simuladas y de laboratorio. También han tenido una sesión semanal para la resolución de todo tipo de dudas.

En el caso de la Escuela Politécnica superior de Córdoba se han podido formar subgrupos de 20 alumnos, por lo que los grupos cooperativos de alumnos lo forman tres o cuatro alumnos, en función de la extensión y complejidad del proyecto-problema que se les ha planteado.

Hemos utilizado la plataforma de aprendizaje Moodle como una herramienta que facilita el aprendizaje cooperativo, evaluación y autoevaluación. Se les ha dado una serie de indicaciones y consejos sobre búsqueda, análisis y selección de información en internet, y sobre el modo de realizar el aprendizaje

cooperativo.

Al comienzo se les ha planteado problemas bien estructurados del tipo académico habitual (en el contexto del módulo interdisciplinar que se está estudiando). A continuación, los trabajan en grupos para habituarlos a trabajar colaborativamente, y se les plantean cuestionarios de autoevaluación de grupo. Estas pruebas posibilitan una realimentación inmediata y sugerencias para mejorar diversas competencias (pensamiento crítico, resolución de los problemas, etc.) y el aprendizaje de contenidos.

Antes de plantearles los problemas como pequeños proyectos (al grupo experimental), se ha trabajado con ellos el desarrollo de uno como ejemplo, donde se les ha mostrado cómo antes de nada se debe comprender y clarificar el problema a resolver para pasar a buscar y seleccionar la información (leyes físicas, métodos y algoritmos matemáticos, etc.) necesaria para proceder a su resolución cualitativa y cuantitativa y a aplicarla interdisciplinariamente. En esta fase se les enseña a utilizar el entorno de programación Matlab. Se les incide en la comprobación y análisis de resultados como uno de los procesos fundamentales en la resolución de todo problema. Esta estrategia didáctica de resolución de problemas ejemplo, hace que el rendimiento y consecución de competencias de los alumnos mejore más rápidamente [12,13]

2.- Los problemas se han planteado como proyectos muy parecidos a los que se van a encontrar en su profesión, lo cual, ha estimulado y centrado su aprendizaje. El papel que hemos tenido los profesores ha sido el de servir de guía y tutor en el proceso de desarrollo del proyecto-problema.

Se les ha recalcado que al resolver los proyectos problema deben tener en cuenta su relación interdisciplinar y, que los procesos de modelización y simulación implican: definir claramente el problema, recabar información, seleccionarla y estudiarla para poder realizar una modelización matemática adecuada, establecer y organizar las ecuaciones que representan matemáticamente el modelo, escribirlas en un programa, depurar y ejecutar éste realizando las simulaciones pertinentes, mostrar gráficamente las soluciones y analizar los resultados, contrastar los resultados con los obtenidos experimentalmente (siempre que sea posible).

En cada problema proyecto se les ha pedido los siguientes informes:

- a) el primero es para mostrar cómo han planificado el trabajo en grupo y cómo han enfocado la resolución del problema proyecto así como las herramientas bibliográficas y el software a utilizar.
- b) Un informe borrador (interino) en el que se muestra cómo van progresando en la resolución del problema.
- c) Un informe final donde se muestra y explica cómo se ha realizado la resolución del problema proyecto.

Las sesiones de debate se fijan con una periodicidad semanal, en ellas se posibilita que además de la puesta en común del trabajo colaborativo de los alumnos del grupo, puedan recabar ayuda para la resolución de dudas, guías o sugerencias para encontrar y/o seleccionar información, o nuevos enfoques para la solución del proyecto-problema, etc. Se ha fomentado que los alumnos auto-regulen su aprendizaje marcando los objetivos, temporización, papeles jugados por cada elemento del grupo, etc.

Se les ha planteado la realización de tres proyectos-problema (correspondientes al módulo en estudio) a los alumnos de los grupos experimentales.

3.- En la evaluación de cada uno se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos: memoria del proyecto-problema (40% de la nota), presentación mediante Power Point (30% de la nota), calidad de la trabajo en grupo (15% de la nota), cuadernos personales (15% de la nota).

En la evaluación final se ha valorado tanto el trabajo del grupo, como las tareas individuales desarrolladas, además de las pruebas planteadas bien vía web en la plataforma Moodle, o mediante pruebas escritas.

En el grupo experimental, la nota de los proyectos-problema es un 25% de la nota final.

La evaluación de la experiencia la hemos realizado contrastando los resultados obtenidos en los grupos experimentales y de control, utilizando las técnicas estadísticas más convenientes. Además, se le ha pasado una encuesta para detectar los fallos e inconvenientes de la experiencia percibidos por los alumnos, lo cual nos permitirá corregir errores en un proceso continuo de realimentación, tan necesario en las actividades de enseñanza-aprendizaje.

En la tabla de abajo se especifica más detalladamente la interrelación entre el tipo de sistemas en los que se les ha planteado el proyecto-problema y las asignaturas en las que se ha realizado dichos trabajos.

4. Materiales y métodos.

Este tipo de proyectos interdisciplinarios exige:

- Trabajar las asignaturas en equipo.
- Establecer criterios para el trabajo interdisciplinario 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.

Esta metodología se ha adoptado para la consecución secuencial de todos los puntos señalados en los objetivos, para lo cual se han utilizado los programas Camtasia Studio, Adobe Captivate, Matlab [14-15] y se han elaborado tutoriales de los mismos adaptados a los cursos, así como problemas y cuestionarios de autoevaluación. También hemos relacionado las competencias que deben alcanzarse, con los contenidos teórico-prácticos de las asignaturas implicadas y las metodologías docentes utilizadas para conseguirlo.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso.

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.

La realización de las actividades utilizando módulos interdisciplinarios 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.

La conveniencia o utilidad de dicho enfoque se da 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. 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.

En la experiencia realizada hemos intentado transmitirles (creemos haberlo conseguido en algunos casos) y hacerles constatar la necesidad de la adquisición de una serie de competencias y conocimientos que los capaciten para el desempeño de su profesión (entre otras la competencia de pensamiento crítico que es fundamental a la hora de abordar los problemas y necesidades de la tecnología).

7. Observaciones y comentarios.

En el proyecto no se han integrado asignaturas que contienen en su currículum el estudio de circuitos eléctricos y electrónicos, aunque ha participado alguna que no ha podido incluirse en el proyecto. Abogaremos por conseguir su implicación en el futuro.

Autoevaluación de la experiencia.

En la experiencia partimos realizando una prueba inicial sobre el nivel de conocimientos conceptuales y procedimentales que deberían tener los alumnos para seguir de forma adecuada la asignatura. También se les ha pasado 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.

Esto 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 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 [16-18] 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.

Una de las competencias fundamentales en el campo de la ingeniería es la del pensamiento crítico, por lo tanto en este proyecto hemos medido la adquisición de dicha competencia 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 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 en los procesos de modelado y simulación. Aquí presentamos los resultados del análisis de los resultados obtenidos en la asignatura [3] –ver Anexo 1--.

Para evaluar el impacto que ha tenido el desarrollo de módulos interdisciplinarios a través de la modelización y simulación 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 dichos módulos están correlacionados.

Dicha correlación la 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.

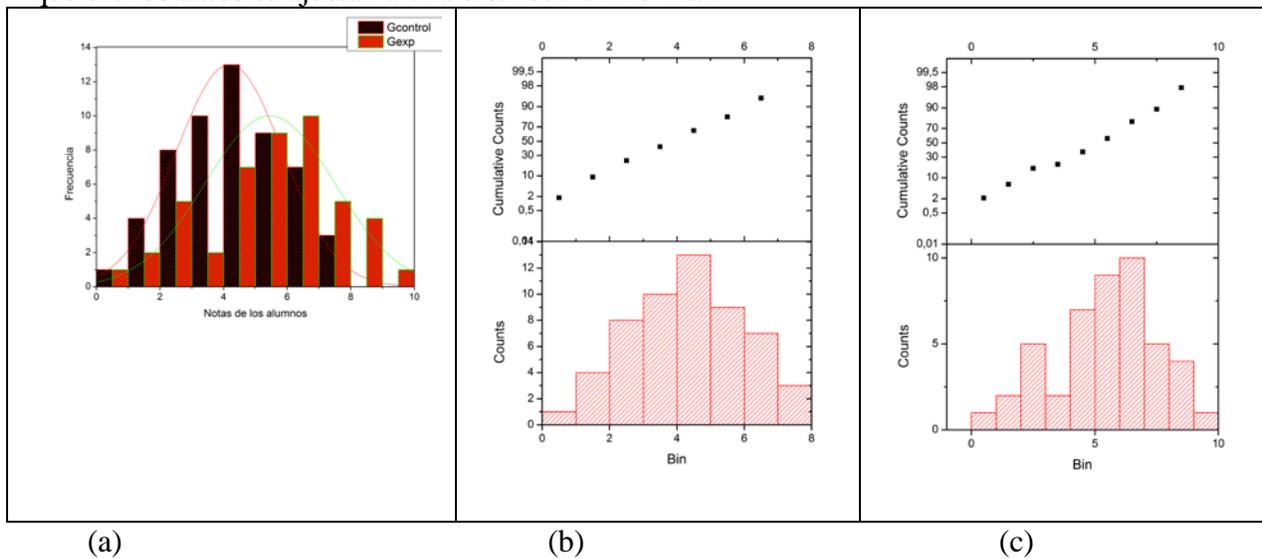


Figura 1. (a) Histogramas con curvas de ajuste de distribución normal correspondientes a los grupos de control y experimental (b) y (c) Histogramas con gráficos de probabilidad correspondientes a los grupos de control y experimental (se muestra cómo los gráficos de probabilidad se pueden ajustar a una 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	p-value
Gcontrol	55	0,06752	1
Gexp	46	0,08616	0,9559

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 3 y en la Tabla 3.

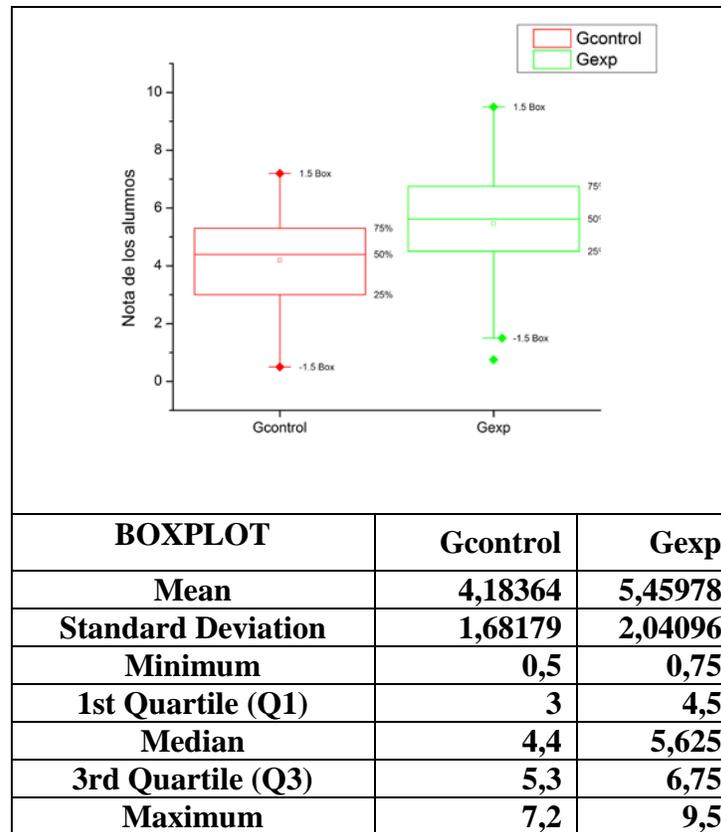


Figura2. En la parte superior se muestra un gráfico de caja (boxplot). En la parte inferior se muestra una tabla con los datos correspondientes a los boxplot de los grupos de control y experimental.

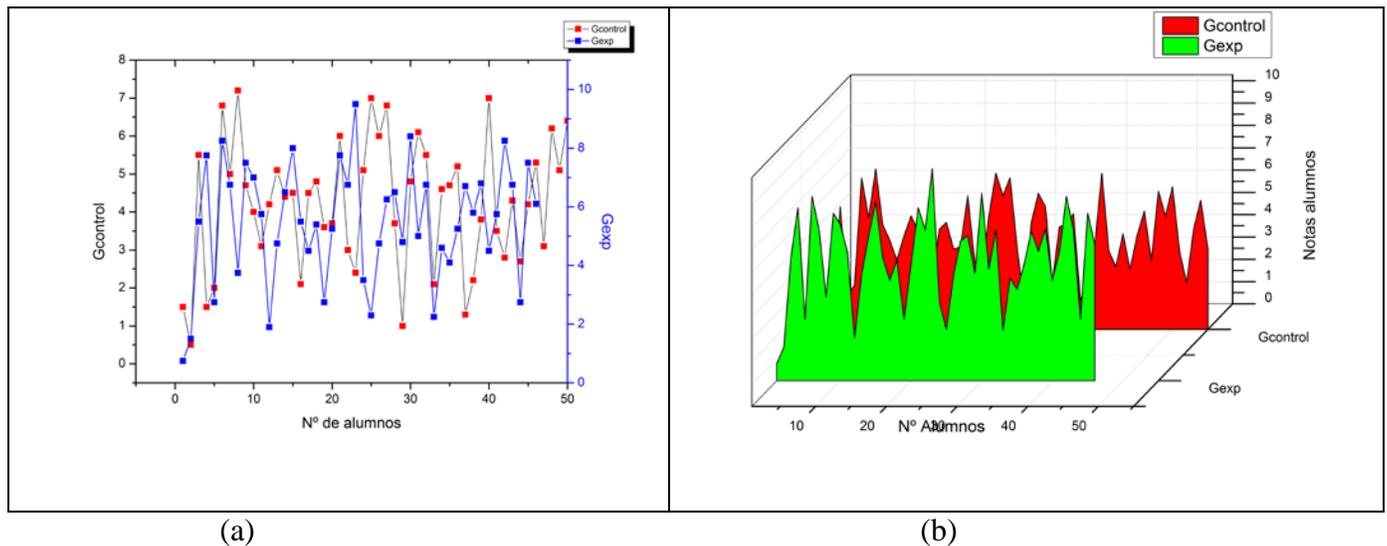


Figura 3. (a) Gráfico de líneas con los resultados de la evaluación de los grupos de control y experimental (b) Idem en un gráfico 3D.

Estadística descriptiva	N	Mean	SD	SEM
Gcontrol	55	4,18364	1,68179	0,22677
Gexp	46	5,45978	2,04096	0,30092

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

Aunque los resultados de la evaluación mostrados en las Figuras 2 y 3 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	-3,44557	99	8,37421E-4
Equal Variance NOT Assumed	-3,38677	87,19073	0,00106

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 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	101	0,92675

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 92,67 %.

Los resultados obtenidos con la prueba t-Test Students se han refrendado realizando también un análisis de varianza, llegando a las mismas conclusiones. En la Tabla 6 se muestran los resultados.

Test de Fisher	MeanDiff	SEM	t Value	Prob	Alpha	Sig	LCL	UCL
Level2	1,27615	0,26123	4,88506	2,12128E-6	0,05	1	0,761	1,79129
Level1								

El Sig igual a 1 implica que la diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05

El Sig igual a 0 implica que la diferencia de medias no es significativa en el nivel 0,05

Tabla 6. Se muestra el resultado correspondiente a la prueba Test de Fisher.

En la asignatura [3] se muestra que 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. Esta misma conclusión se ha obtenido para las asignaturas [4] y [5], sin embargo en las otras asignaturas implicadas, aunque los resultados han sido ligeramente superiores para los grupos experimentales, sin embargo no han sido estadísticamente diferentes como para validar estadísticamente el plan de trabajo planteado en el proyecto.

8. Bibliografía.

- [1] Gardner, H. W. (1993). Educating for understanding. *The American School Board. Journal, July*, 20-24.
- [2] Marín Ibáñez, R. (1979). *“Interdisciplinaridad y enseñanza en equipo”*. Ed: Paraninfo.
- [3] Torres, J. (2000). *“Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado”*. Ed: Ediciones Morata.
- [4] Erickson, D. K. (1999). A problem-based approach to mathematics instruction. *Mathematics Teacher*, 92(6), 516-521.
- [5] Mayer, R. E., Dow, G. T., & Mayer, S. (2003). Multimedia learning in an interactive self-explaining environment: What works in the design of agent-based microworlds?. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 806-812.
- [6] Vygotskiĭ, L. L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- [7] Baturay, M. H., & Bay, O. F. (2010). The effects of problem-based learning on the classroom community perceptions and achievement of web-based education students. *Computers & Education*, 55(1), 43-52.
- [8] Bravo, C., Redondo, M. A., Ortega, M., & Verdejo, M. F. (2006). Collaborative environments for the learning of design: A model and a case study in Domotics. *Computers & Education*, 46(2), 152-173.
- [9] Hedley, M., & Barrie, S. (1998). An undergraduate microcontroller systems laboratory. *IEEE Transactions on Education*, 41(4), 345–353.
- [10] <http://www.mathworks.es/>
- [11] Moreno, L., Gonzalez, C., Castilla, I., Gonzalez, E., & Sigut, J. (2007). Applying a constructivist and collaborative methodological approach in engineering education. *Computers & Education*, 49(3), 891-915.

- [12] Crippen, K. J., & Earl, B. L. (2007). The impact of web-based worked examples and self-explanation on performance, problem solving, and self-efficacy. *Computers & Education*, 49(3), 809-821.
- [13] Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and instruction*, 8(4), 293-332.
- [14] www.techsmith.com
- [15] <http://www.adobe.com/es/>
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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 10 de Septiembre de 2015

Sr Vicerrector de Estudios de Postgrado y Formación Continua

9.- Relación de **evidencias** que se anexan a la memoria

ANEXO I.

En la tabla de abajo se especifica más detalladamente la interrelación entre el tipo de sistemas en los que se va a plantear el proyecto-problema y las asignaturas en las que se va a realizar y/o aplicar dichos trabajos.

MÓDULOS A ESTUDIAR	DURACIÓN	ASIGNATURAS PARTICIPANTES
Oscilaciones y ondas: eléctricas, mecánicas, señales	<i>Curso 2014/15</i>	<i>[1] -[2]-[3]-[8] (Estudio del comportamiento dinámico transitorio y estacionario, analogías sistemas mecánicos y eléctricos-electrónicos, dispositivos y aplicaciones)</i>
Dispositivos eléctricos y electrónicos de tratamiento de las señales eléctricas.	<i>Curso 2014/15</i>	<i>[2] -[3]-[4] -[5]-[6]-[8] (filtros, integradores, derivadores, rectificadores, modelos de pequeña señal, etc.)</i>
Corriente eléctrica: naturaleza, generación, transformación y aplicaciones.	<i>Curso 2014/15</i>	<i>[1]-[2]-[3] -[4]-[5]- [6]-[7]-[8] (Estudio del comportamiento dinámico y analogías con sistemas mecánicos)</i>

[1]—Fundamentos Físicos de la Ingeniería I (1º curso Graduado en Ing. Electrónica 169 alumnos)

[2] –Circuitos y Sistemas Electrónicos (1º curso Graduado en Ing. Informática 143alumnos)

[3] –Fundamentos de Electrónica (2º curso Graduado en Ing. Electrónica 141 alumnos)

[4] --Electrónica Industrial (3º curso Graduado en Ing. Eléctrica 48 alumnos)

[5] -- Electrónica de Potencia (3º curso Graduado en Ing. Electrónica 136 alumnos)

[6] -- Electrónica Industrial Avanzada (4º curso Graduado en Ing. Electrónica 21 alumnos)

[7] –Control de Máquinas y Accionamientos (3º curso Graduado en Ing. Eléctrica 35 alumnos)

*[8]—Matemáticas III (2º curso Graduado en Ing. Eléctrica 40 alumnos)**

**Ha participado aunque no ha podido estar incluida en el proyecto*

ANEXO II. En las Figuras 1, 1 y 3 se muestran algunas diapositivas de uno de los módulos trabajados en el proyecto realizadas con Adobe Captivate.

Curso 2014 / 2015

Salir Titulaciones Anteriores Plataforma Curso 2013 - 2014 Criterios Virtualización Martes, 07 Julio 2015

AMoodle UCO > ATRA-0-FHMPTI > Recursos > Proyecto 5. Modelado y simulación de un motor (velocidad) Actualizar Recurso

Modelado de un motor

Planteamiento del problema físico: Consideremos un motor de corriente continua que posibilita movimientos de rotación y que puede acoplarse con ruedas, cables, etc.

A continuación se muestra el circuito y el diagrama de cuerpo libre del rotor.

ADOBE CAPTIVATE™

Figura 1

Curso 2014 / 2015

Salir Titulaciones Anteriores Plataforma Curso 2013 - 2014 Criterios Virtualización Martes, 07 Julio 2015

AMoodle UCO > ATRA-0-FHMPTI > Recursos > Proyecto 5. Modelado y simulación de un motor (velocidad) Actualizar Recurso

Modelado de un motor

Los sistemas (7) y (9) pueden ponerse como un sistema de dos ecuaciones diferenciales de primer grado utilizando como variables (de estado) a **theta** e **I**. Así:

$$J\ddot{\theta} + b\dot{\theta} = kt I \rightarrow \frac{d\dot{\theta}}{dt} = \frac{1}{J}(kt I - b\dot{\theta}) \quad (10)$$

$$V - L \frac{dI}{dt} - ke \dot{\theta} = RI \rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{1}{L}(V - ke \dot{\theta} - RI) \quad (11)$$

ADOBE CAPTIVATE™

Figura 2

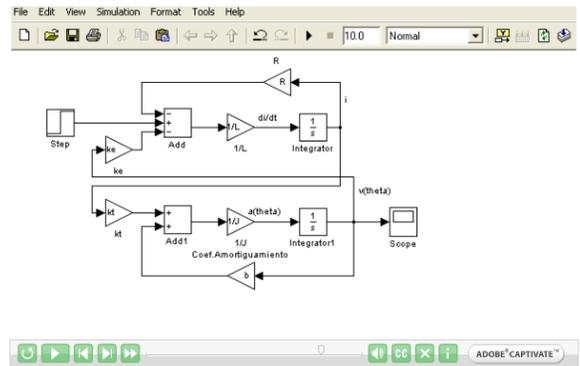
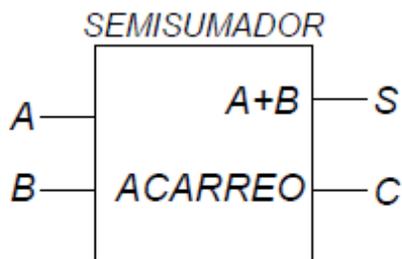


Figura 3

ANEXO III.- En las figuras se muestran algunas modelaciones y simulaciones realizadas con circuitos combinatoriales (en otro módulo).

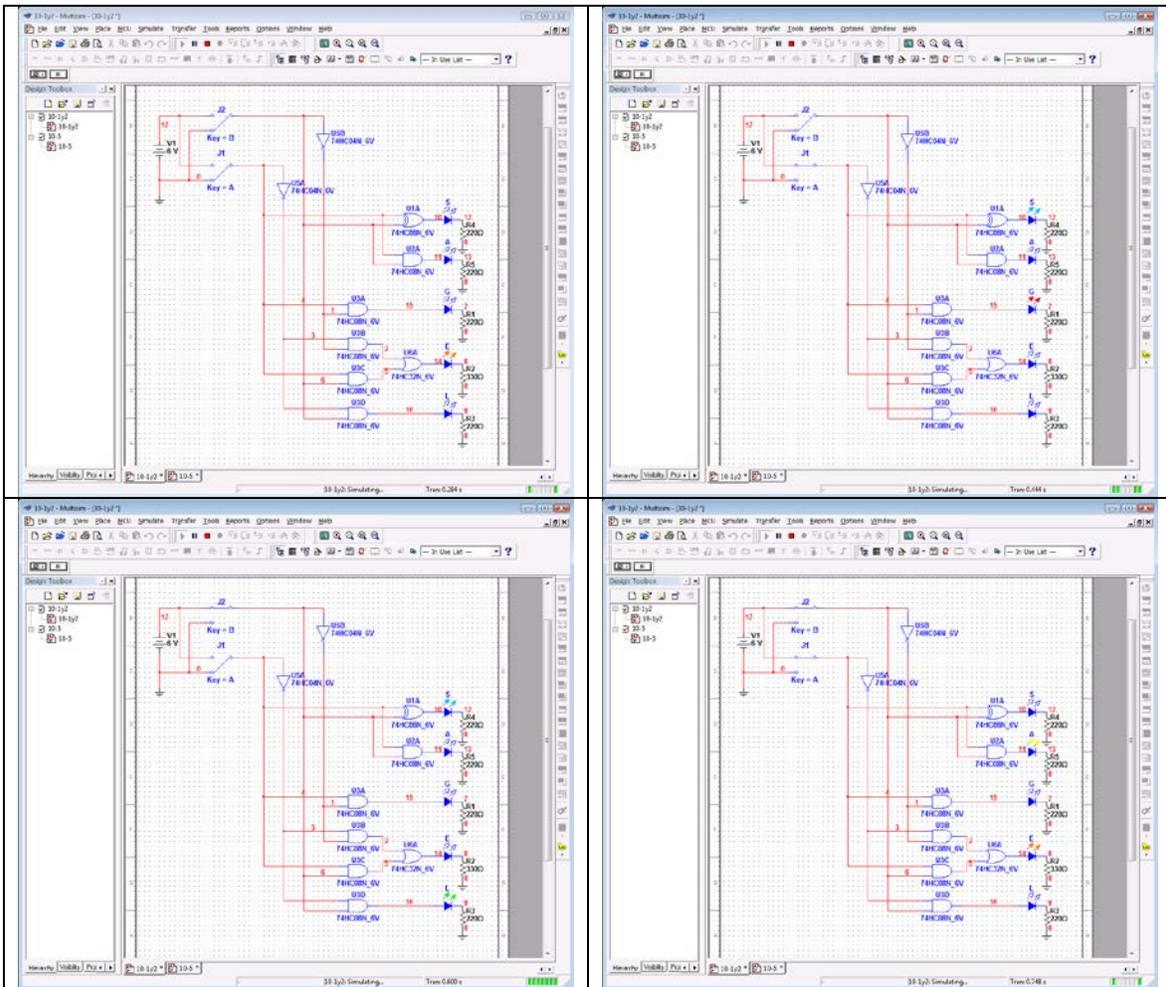
1) **Circuito combinatorial semisumador de dos datos de un BIT.**



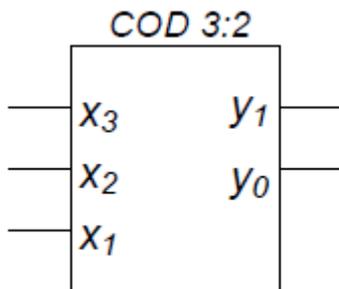
Componentes:

- Fuente de alimentación
- Circuitos integradores:
- 74HC04 - 74HC32 - 74HC86 - 74HC08
- 4 resistencias de 220Ω
- 1 resistencias de 330Ω
- 5 diodos LED

Diagramas del circuito modelizado en diversas combinaciones.



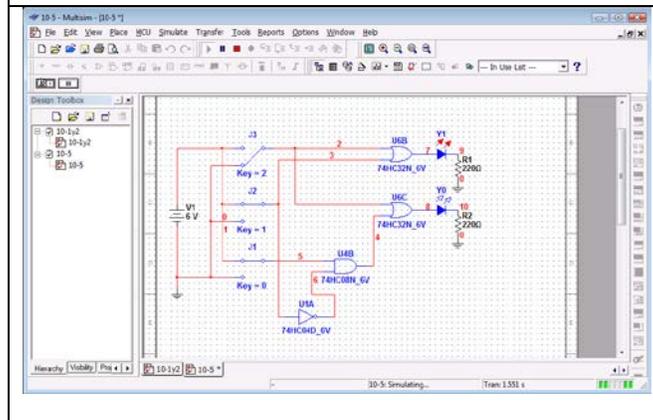
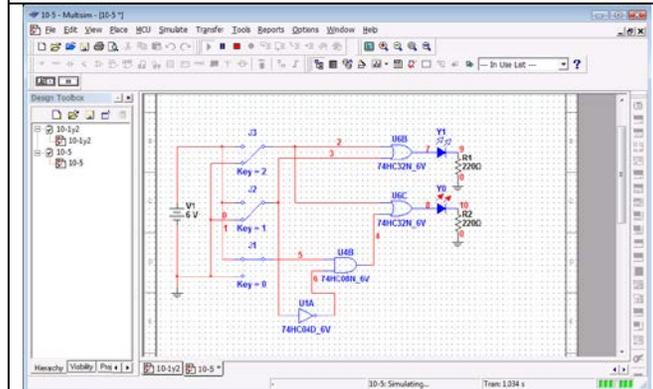
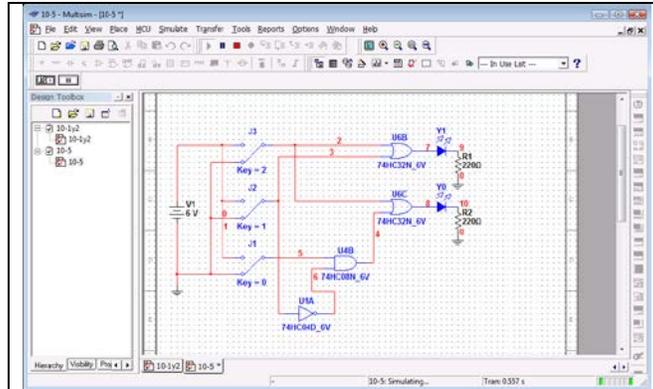
2) Circuito combinacional decodificador de prioridad de tres entradas y dos salidas.



Componentes:

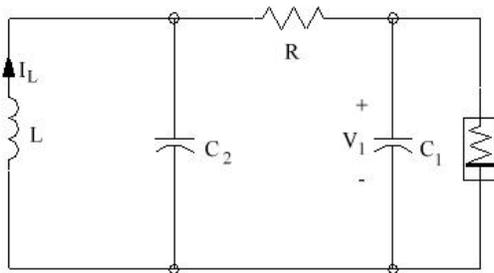
- Fuente de alimentación
- Circuitos integradores:
- 74HC04 - 74HC32 - 74HC08
- 2 resistencias de 220Ω
- 2 diodos LED

Diagramas del circuito modelizado en diversas combinaciones.



ANEXO IV. En las tablas de abajo se muestran algunas figuras correspondientes al modelado y simulación de un circuito de tipo Chua autónomo.

CIRCUITO (diagrama esquemático)



Los valores de los parámetros utilizados son:

- L inductancia de 18 mH
- C_1 condensador de 10 nF
- C_2 condensador de 100 nF
- $G_b = -0.41 \cdot 10^{-3}$
- $G_a = -0.76 \cdot 10^{-3}$
- $B_p = 1$

Las ecuaciones dinámicas en variables de estado del sistema son las siguientes:

$$C_1 \frac{dV_1}{dt} = \frac{(V_2 - V_1)}{R} - f(V_1)$$

$$C_2 \frac{dV_2}{dt} = \frac{(V_1 - V_2)}{R} + I_L$$

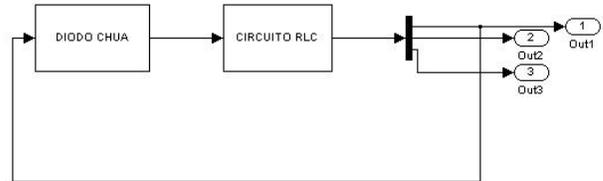
$$L \frac{dI_L}{dt} = -V_2$$

Donde

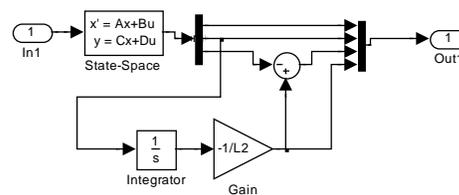
$$f(V) = G_b VR + 0.5(G_a - G_b)(|VR + B_p| - |VR - B_p|)$$

En este circuito la estabilidad viene dada por la variación del valor de la resistencia entre $2.1 \text{ K}\Omega$ y $1.5 \text{ K}\Omega$.

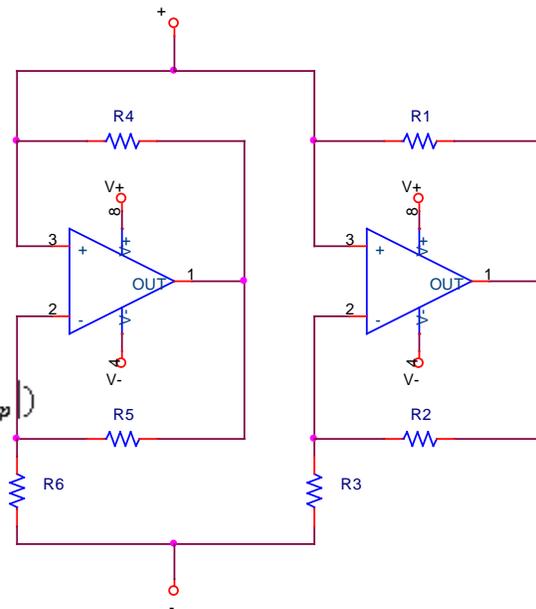
SIMULACIÓN DEL CIRCUITO EN SIMULINK



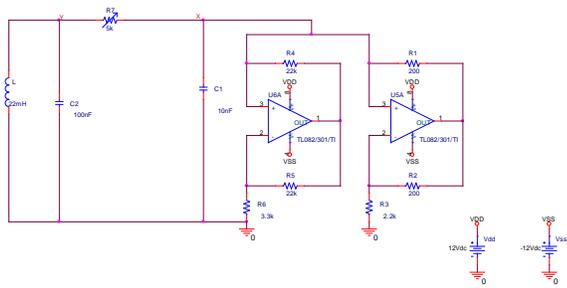
MODELO DEL CIRCUITO RLC EN SIMULINK



IMPLEMENTACIÓN DIODO CHUA (basado en dos AO)

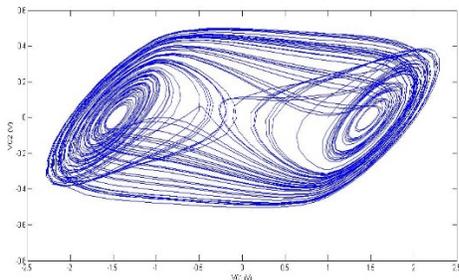


CIRCUITO DE CHUA CON PSPICE

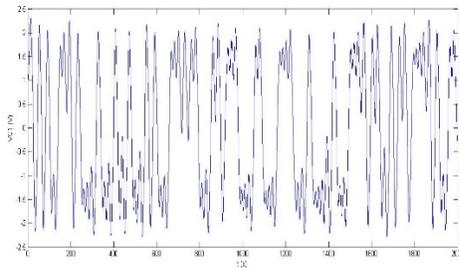


SIMULACIÓN CIRCUITO EN MATLAB

Gráfica del plano de fases del circuito
($R = 1548\Omega$)

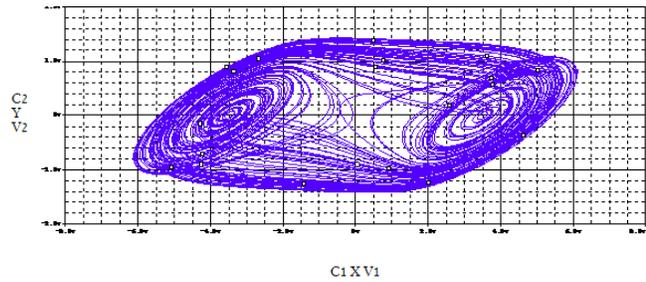


Serie temporal

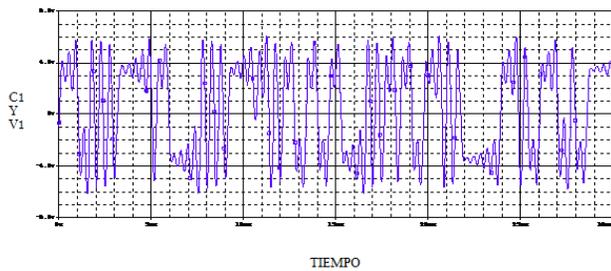


SIMULACIÓN CIRCUITO EN PSPICE

Gráfica del plano de fases del circuito
($R = 1717\Omega$)

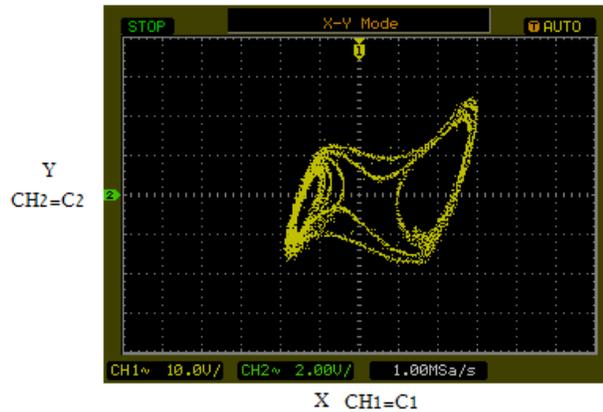


Serie temporal



RESULTADOS SIMULACIÓN IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO

Gráfica del plano de fases del circuito



Serie temporal

