



**MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS  
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD  
X CONVOCATORIA (2008-2009)**



❖ **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

## Título del Proyecto

Desarrollo de prácticas de la asignatura de Tecnología Electrónica (Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Electrónica Industrial) para el análisis de componentes electrónicos utilizando el entorno de MATLAB, enmarcadas dentro de la aplicación experimental de la metodología constructivista. (Proy. 08A4032).

## Resumen del desarrollo del Proyecto

Con este proyecto se ha **desarrollado** una **práctica** para la asignatura de Tecnología Electrónica, impartida en el segundo curso de los estudios de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Electrónica Industrial, en la que se analizan componentes electrónicos **utilizando el entorno informático de MATLAB**. Este entorno es un software de computación numérica muy utilizado actualmente por estudiantes, investigadores, técnicos e ingenieros para el desarrollo de cálculos científicos y de ingeniería, y presenta entre otros su propio lenguaje de programación. Con esta práctica el alumno puede estudiar el comportamiento de los dispositivos electrónicos tanto en el ámbito de la idealidad, como desde una perspectiva más realista, teniendo en cuenta sus limitaciones y efectos parásitos. El alumno puede adentrarse en los modelos que describen el comportamiento de estos componentes, tanto a nivel macroscópico, como a nivel microscópico, ámbito que no siempre puede ser estudiado por los alumnos en los laboratorios de docencia debido a las limitaciones que presentan. El uso de MATLAB en las prácticas de Tecnología Electrónica permite al estudiante una mayor comprensión y aplicación tanto de los conceptos teóricos estudiados a nivel de esta asignatura como de las herramientas matemáticas necesarias para la misma, y su uso permite familiarizar al alumno de ingeniería, antes de finalizar sus estudios, con este tipo de entorno informático tan utilizado en la industria. Paralelamente se llevan a cabo actividades prácticas en el laboratorio que permiten contrastar los resultados obtenidos mediante simulación.

Este proyecto ha pretendido continuar con la línea ya desarrollada de aplicación experimental de la **metodología constructivista a las prácticas de laboratorio** de la asignatura de Tecnología Electrónica. Esta metodología consiste básicamente en hacer partícipe al alumno del proceso experimental y, por consiguiente, que se sienta “descubridor” de los resultados obtenidos tanto en el laboratorio como mediante simulación, en contraposición con las prácticas guiadas clásicas (metodología conductista). Así el conocimiento no es transmitido del profesor al alumno, sino que el profesor hace de guía y **el alumno construye por sí mismo el conocimiento** durante el proceso de aprendizaje experimental.

Con esto se ha perseguido, como objetivo principal, acercarse a la reformulación de los objetivos docentes y de aprendizaje de esta asignatura de cara a la implantación de los Títulos de Grado, y como continuación del enfoque ya puesto en funcionamiento de los créditos ECTS en el marco del Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Se ha pretendido orientar la actividad pedagógica a las nuevas competencias específicas y genéricas o transversales de esta asignatura, valorando la importancia de éstas últimas en relación con los perfiles profesionales de los titulados en estos estudios. Se ha pretendido establecer actividades encaminadas a desarrollar en los alumnos, no sólo unos conocimientos disciplinares (saber), sino una serie de competencias profesionales (saber hacer), para adecuar los estudios a la realidad industrial y social en la que previsiblemente se va a desarrollar la actividad de los titulados, en continua evolución debido al avance constante de la ciencia y de la tecnología.

Y finalmente, como objetivo secundario, se ha aspirado a que los resultados obtenidos puedan servir de modelo exportable o extrapolable a otras asignaturas que también tengan un alto contenido experimental y tecnológico, las cuales suelen estar ubicadas en los cursos de segundo y tercero de las distintas titulaciones.

<b>Coordinador/a:</b>	<b>Nombre y apellidos</b> Isabel Santiago Chiquero	<b>Código del Grupo Docente</b> UCO - 020
-----------------------	---	--

**Otros participantes:**

**Asignaturas afectadas**

<b>Nombre de la asignatura</b>	<b>Área de Conocimiento</b>	<b>Titulación/es</b>
Tecnología Electrónica	Tecnología Electrónica	Ingeniería Técnica Industrial (Especialidad Electrónica Industrial).

## **MEMORIA DE LA ACCIÓN**

### **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 fuente: 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 buena calidad.*

### **Apartados**

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

En la actualidad los entornos de modelado y simulación están tomando cada vez más fuerza en el desarrollo tanto del desempeño profesional del ingeniero como de la docencia por parte del profesorado de las distintas ingenierías. MATLAB es un entorno informático de gran uso en la actualidad. Es un software de computación numérica para el desarrollo de cálculos científicos y de ingeniería muy utilizado por estudiantes, investigadores, técnicos e ingenieros. Su nombre recoge la abreviatura de la expresión ‘MAtrix LABoratory’, y permite realizar cálculos numéricos con matrices y vectores, tanto con números reales como con números complejos, resolviendo problemas matemáticos de elevada dificultad en breves instantes de tiempo. La popularidad y el incremento de su uso están relacionados con su modo iterativo de operación, la riqueza y la facilidad para realizar gráficos tanto en dos como en tres dimensiones, la posibilidad de utilizar una gran cantidad de funciones así como de crear funciones adicionales, y la existencia de una gran cantidad de toolboxes que permiten mejorar y ampliar los cálculos en un dominio específico tal y como el procesamiento de señales, tratamiento de imágenes, sistemas de control, etc. MATLAB presenta también su propio entorno de programación, que consiste en un lenguaje de alto nivel similar a otros como C, C++ o Fortran. Este programa permite modelar, simular y analizar distintos tipos de componentes, sistemas y procesos dinámicos. Es utilizado en un amplio espectro de disciplinas, incluyendo la electrónica, aeronáutica, automoción, medioambiente, telecomunicaciones, economía o medicina. Más de un millón de profesionales técnicos pertenecientes a distintas compañías de innovación tecnológica en todo el mundo, así como a numerosos laboratorios de investigación y universidades, utilizan este programa como herramienta fundamental para sus trabajos científicos y de ingeniería.

Por otro lado durante los últimos años, la asignatura de Tecnología Electrónica ha evolucionado cambiando la esencia de su programa, incluyendo desde el estudio de los “procesos tecnológicos” hasta el estudio de las distintas “tecnologías de fabricación” de los componentes y de los circuitos electrónicos. Esta evolución se ha llevado a cabo de forma lenta, tratando de afianzar los nuevos contenidos que, por su carácter experimental, son siempre difíciles de asimilar. El estudio de los “procesos tecnológicos” por parte de los estudiantes experimentó una mejora sustancial gracias a los resultados obtenidos en las convocatorias 2001-02 y 2002-03 de los Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente, en los que se elaboró material didáctico en abundancia y se implementaron herramientas para el acceso telemático a estos recursos. Gracias a los proyectos concedidos en las convocatorias 2004-05, 2006-07 y 2007-08 se inició y se continuó respectivamente en la línea de la aplicación de la metodología constructivista a las prácticas de laboratorio de esta asignatura. Por otro lado, desde que se han ido introduciendo conceptos más globalizadores de las “tecnologías de fabricación”, la demanda de un aprendizaje práctico experimental por parte de los alumnos ha ido creciendo y haciéndose cada vez más necesario, de cara a una sociedad cada vez más tecnificada que acogerá antes o después a estos profesionales. Sin

embargo debido a las limitaciones de los laboratorios de docencia el estudio práctico de esta disciplina se ve limitado en algunos aspectos, pudiéndose ampliar enormemente si los alumnos trabajan con el entorno de simulación que les facilita MATLAB.

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

El objetivo académico principal de este proyecto de Mejora de la Calidad Docente ha consistido en el diseño, preparación y puesta en marcha de una práctica de simulación para la asignatura de Tecnología Electrónica, correspondiente a la titulación Ingeniería Técnica Industrial (Especialidad Electrónica Industrial). En esta práctica se pueden analizar diferentes aspectos de algunos componentes electrónicos, tanto a nivel discreto como formando parte de un determinado circuito electrónico. El alumno va a trabajar con pequeños programas en este entorno informático que les van a permitir estudiar el comportamiento de dispositivos electrónicos tanto en el ámbito de la idealidad, como desde una perspectiva más realista, teniendo en cuenta sus limitaciones y sus efectos parásitos reales. Gracias a estas nuevas tecnologías el alumno tiene a su disposición un nuevo escenario para reflejar los conocimientos aprendidos en teoría. Además los resultados obtenidos en algunas de las actividades desarrolladas mediante simulación con MATLAB se comparan con el desarrollo de las prácticas paralelas en los laboratorios de docencia de la Escuela Politécnica. De esta forma el alumno puede contrastar el comportamiento de los componentes obtenido mediante simulación y mediante las prácticas reales, estudiando las ventajas y los inconvenientes, las limitaciones de una y otra forma de trabajar, siendo necesario el uso de los dos entornos de trabajo en la actualidad. Además esta comparativa permite al alumno validar los resultados obtenidos mediante simulación, adquiriendo los niveles de confianza adecuados en este tipo de verificaciones “virtuales” de cara a experiencias cuya aplicación directa en el laboratorio está limitada por la necesidad de mayores recursos, escapándose incluso algunos equipos del ámbito de la docencia universitaria.

De esta forma se busca además con estas prácticas proporcionar al alumno una introducción a la programación con MATLAB, y aplicar el uso de este software para resolver problemas electrónicos, mostrando la flexibilidad y las posibilidades de este entorno de trabajo para la resolución en general de problemas científicos y de ingeniería y que pueden ser extrapoladas a otras disciplinas. El estudiante de ingeniería debe estar familiarizado con un entorno de este tipo antes de finalizar sus estudios, adaptándose al uso de las nuevas tecnologías y adquiriendo destrezas en el manejo de herramientas informáticas, desarrollando una serie de capacidades básicas para el futuro desempeño de su labor profesional, y familiarizándose también con la terminología en inglés, siempre inherente a este tipo de entornos de programación. Un profesional formado en electrónica, además de tener un espectro muy amplio de actividades en el marco profesional, tiene ante sí unas enormes posibilidades de reorientación profesional debido a su carácter transversal. De esta forma se deben establecer objetivos curriculares básicos que capaciten al ingeniero para el ejercicio profesional de una disciplina de carácter transversal y de amplio espectro.

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

Durante el curso 2008-2009 se ha llevado a cabo el desarrollo de la práctica de Tecnología Electrónica, titulada “Estudio del comportamiento de Componentes Electrónicos mediante el uso de MATLAB”, que correspondería a la práctica 6 de la asignatura, siendo todas las anteriores prácticas de laboratorio. En esta práctica 6 se desarrollan una serie de actividades encaminadas al estudio de aspectos muy concretos del funcionamiento de distintos tipos de componentes electrónicos, tales como resistencias, condensadores, diodos y

transistores. Para cada uno de estos componentes se estudiaron diversas tecnologías de fabricación. En concreto las actividades desarrolladas consisten en la ejecución de una serie de programas de simulación, que permiten estudiar aspectos ya vistos en las cinco prácticas de laboratorio que el alumno ya realiza. A partir de resultados ya obtenidos en estas prácticas el alumno estudia, mediante la realización de estos programas en el entorno de MATLAB, comportamientos no ideales de los componentes electrónicos ya estudiados en el laboratorio, comparando los resultados obtenidos de teórica en las clases de teoría, de forma real y de forma virtual. De esta manera esta práctica 6 estará relacionada muy directamente con el resto de prácticas llevadas a cabo por los alumnos en el laboratorio. A lo largo del curso se han desarrollado las siguientes actividades, que se citan cronológicamente:

1. **Preparación de la práctica 6** de la asignatura, se han ido proponiendo y desarrollando una serie de actividades, que son las que van a tener que desarrollar los alumnos, siguiendo, esta vez mediante el uso de una herramienta software, la línea de las prácticas ya realizadas en el laboratorio.
2. **Implementación y verificación de dicha práctica** en el laboratorio de electrónica y en el laboratorio de CAD-CAE por los profesores de la asignatura.
3. **Elaboración del guión definitivo de la práctica**, decidiendo la información que se le suministra al alumno y la que él debe de buscar para obtener las conclusiones del trabajo a realizar.
4. **Elaboración de un sistema de supervisión y evaluación para el profesor**, valorando el grado de competencias procedimentales y actitudinales adquiridas por el alumno. También se ha intentado extraer los modelos didácticos para exportar los resultados a otras asignaturas.

Con respecto a la puesta en marcha de esta nueva práctica con los alumnos, decir que debido a los problemas planteados a lo largo del curso académico 2008-2009 con el uso de los laboratorios, debido a la no disponibilidad de los mismos debido a problemas técnicos ocasionados por la mudanza al nuevo edificio, se implementarán a lo largo del curso 2009-2010.

#### **4. Materiales y métodos** (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)

Como ya se ha señalado lo que se ha buscado con estas prácticas es optimizar el aprendizaje constructivo, por parte del alumno, de las diferentes tecnologías de dispositivos electrónicos discretos, mediante el uso del entorno de Matlab. Lo que se ha pretendido es que el alumno se acerque al uso de este entorno, tan utilizado en la industria, a través de la aplicación de pequeños programas. Con la aplicación de estos programas el alumno se familiariza con el entorno y aplicación de este software, y como ya se ha señalado con los resultados obtenidos verifica el comportamiento real de los componentes estudiados, y contrasta dichos resultados con aquellos obtenidos en el laboratorio, mediante el uso real de componentes y equipos de laboratorio. Así el alumno puede comparar el uso del entorno experimental y del entorno virtual, y las ventajas e inconvenientes que presentan uno y otro, de cara a la realización de estas prácticas así como a su uso en otros aspectos de su formación académica y profesional.

Para ello el objetivo ha sido que a los alumnos se les entregue, mediante el guión de prácticas, pequeños programas de guía, para que se vaya familiarizando con el entorno. A estos programas, que el alumno tendrá que implementar, se les aplicarán ciertas modificaciones, por parte del alumno, para estudiar diversos aspectos en diferentes

condiciones, y para distintas tecnologías de fabricación de componentes electrónicos (ver anexo).

Para elaborar los guiones, se ha utilizado la bibliografía de la que se disponía, y posteriormente se ha completado con nueva bibliografía adquirida gracias a la dotación económica de este proyecto de mejora docente. Se ha aumentado la bibliografía correspondiente tanto a los fundamentos de este entorno informático, como de distintos tipos de componentes electrónicos, también pensando en ampliar en un futuro esta metodología a alguna práctica más con el objetivo de ampliar el número de componentes estudiados.

La implementación de las prácticas se va a llevar a cabo en el laboratorio de CAD-CAE del departamento. Las licencias del software utilizado ya fueron obtenidas por otro profesor del departamento a través de un proyecto docente de las Experiencias Piloto del Sistema de Créditos Europeo, en el curso 2005-06.

Además, y debido a la continua evolución y cambio de los componentes electrónicos, se han adquirido numerosos componentes para el laboratorio, tanto resistencias, potenciómetros, condensadores, diodos y transistores de diferentes tecnologías, para que el alumno pueda estudiarlos a fondo en el laboratorio, y luego, mediante la aplicación de programas en MATLAB, contrastar los resultados obtenidos de forma virtual.

## **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)

Ya se ha señalado que, a partir de este proyecto, se ha comenzado una línea de prácticas de Tecnología Electrónica en un entorno de simulación, que hasta ahora no había sido utilizado en esta asignatura. Se ha elaborado el guión de dicha práctica, (ver anexo), concretando las actividades que el alumno va a estudiar mediante el uso de este software. La práctica, será implementada por los alumnos durante el próximo cursos 2009-10 debido a que durante el curso anterior no se ha tenido disponibilidad total de los laboratorios, pero se prevee que se obtendrán resultados muy positivos, tanto en el proceso de enseñanza, al incluir una nueva metodología, como en el proceso de aprendizaje, dado que los alumnos suelen mostrarse muy receptivos al empleo de las nuevas tecnologías. Una vez que dicha práctica sea ejecutada por los alumnos se les demandará la realización de una serie de conclusiones, con el objetivo de estudiar si se observa una mejora sustancial en cuanto al aprendizaje de los procesos tecnológicos y en cuanto a las tecnologías de fabricación, que anteriormente sólo eran tratadas mediante clases magistrales en el aula (aspecto de gran importancia debido a los fundamentos bastante abstractos correspondientes a este tipo de componentes, y para los que los estudiantes presentan serias dificultades de comprensión y asimilación). Además el empleo de este tipo de entornos será muy frecuente para los alumnos en el ejercicio de su profesión, donde el uso de las nuevas tecnologías es prácticamente imprescindible. De esta forma se consigue una formación más integral por parte del alumno, desarrollando una serie de competencias que no pueden ser desarrolladas con el uso exclusivo del laboratorio.

Además el alumno tendrá que llevar a cabo búsqueda, consulta y tratamiento de información, formulación de hipótesis, diseño de programas y su ejecución en el laboratorio CAD-CAE, manejo de equipos informáticos, observación, debate, análisis crítico, evaluación de resultados y búsqueda de soluciones, realización de informes, así como desarrollo de un trabajo tanto individual como en equipo.

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

Como se ha señalado esta nueva práctica desarrollada va a permitir al alumno reforzar sus procedimientos y actitudes en el manejo de material informático, relacionando este entorno con el estudio del comportamiento de dispositivos electrónicos, hasta hace unos años estudiados casi exclusivamente desde el punto de vista teórico. En el anexo, además de recoger el guión correspondiente a la práctica, se recogen los objetivos didácticos que se pretenden trabajar con los alumnos en cada uno de los apartados de dicha práctica.

En otras asignaturas el alumno emplea otros entornos, como Pspice, de tal forma que el uso de MATLAB, que tiene otra mecánica de trabajo, permite al alumno comparar los potenciales, diferencias y complementariedad de los distintos tipos de software disponibles en el mercado. De esta forma el procedimiento y los resultados obtenidos podrían ser igualmente aplicables al resto de las prácticas correspondientes a las demás asignaturas de la titulación que presentan un gran contenido teórico-práctico.

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

Se tendrá en cuenta el nivel del alumno con respecto al uso de este entorno informático, tal que se necesitará alguna sesión de introducción en la que el alumno realice un proceso de adaptación con respecto a este software y al nuevo tipo de docencia que tiende a implantarse, el cual requiere un trabajo mucho más individualizado por parte del alumno, aunque al que cada vez más se encuentra familiarizado, ya que el profesorado hace uso cada vez más de nuevos procedimientos pedagógicos dejando atrás los métodos más tradicionales, a priori más cómodos para el alumno.

**8. Autoevaluación de la experiencia** (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia)

Una vez que esta práctica sea ejecutada por los alumnos se les demandará, a través de una encuesta, que de forma voluntaria, individual y anónima respondan a una serie de cuestiones que permita evaluar esta experiencia, verificando su nivel de satisfacción y demandando a los alumnos que presenten sugerencias y mejoras, de cara a ir optimizando su aplicación.

**9. Bibliografía**

- García de Jalón, J. **Aprenda Matlab com si estuviera en primero.** Escuela Superior de Ingenieros Industriales. Universidad de Navarra. 1998
- Moore, H. **Matlab para ingenieros.** Prentice Hall Internacional. 2006
- Gil Rodríguez, M. **Introducción rápida a Matlab y Simulink para ciencia e ingeniería.** Díaz de Santos, 2003
- Okyere Attia, J. **Electronic and circuit analysis using Matlab.** CRC Press. 2004
- López Dorado, A. **Laboratorio de prácticas de dispositivos electrónicos.** Universidad de Alcalá de Henares. 2006
- Ruiz Vassallo, F. **Componentes Electrónicos.** Ceac, 1987.
- Siemens. **Componentes electrónicos.** Marcombo, 1987.



- Albella Martín, J.M. / et all. **Fundamentos de microelectrónica, nanoelectrónica y fotónica**. Prentice Hall, 2005.
- Millman, J. / Halkias, C.: **Electrónica Integrada**. Hispano-Europea, 1981.
- Álvarez Santos, R.: **Tecnología y Microelectrónica 1, 2 y 3**. Ciencia 3, 1988.
- Álvarez Santos, R.. **Materiales y componentes electrónicos**. Díaz de Santos, 1980.
- 

**Lugar y fecha de la redacción de esta memoria**

Córdoba, Septiembre 2009

## ANEXO

A continuación se incluye el guión que se proporciona a los alumnos, correspondiente a la práctica 6.

### **PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA** **2º de Ingeniería Técnica Industrial (Electrónica Industrial)**

#### **PRÁCTICA 6: Estudio del comportamiento de Componentes Electrónicos** **mediante el uso de MATLAB**

- **OBJETIVOS:** con las experiencias programadas en esta práctica se pretende **verificar el comportamiento** de diferentes tecnologías y tipos de algunos componentes para el uso en electrónica. Para ello se estudiarán una serie de características generales de estos componentes mediante la aplicación de una serie de programas utilizando el entorno de MATLAB, haciendo uso de las correspondientes pruebas, medidas y ensayos, que se han llevado a cabo en el laboratorio en las prácticas 1 a 5. De la misma forma que en el resto de las prácticas los resultados permitirán **descubrir las características y propiedades** particulares de cada tecnología. Con los datos obtenidos se podrán **extraer una serie de conclusiones** prácticas sobre el comportamiento, utilización y selección de componentes en aplicaciones electrónicas.
- **DOCUMENTACIÓN y MATERIAL:** para la realización completa de esta práctica será necesario utilizar la información incluida en los apuntes de teoría de la asignatura, las “hojas de características técnicas” de los distintos fabricantes que ya han sido proporcionadas por el profesor en formato pdf a lo largo de las prácticas 1, 2, 3, 4 y 5, y los resultados obtenidos experimentalmente en las prácticas anteriores llevadas a cabo en el laboratorio.
- **MATERIAL:** para realizar esta práctica será necesario disponer de:
  - Equipo informático.
  - Software: MATLAB.
- **PROCESO EXPERIMENTAL:**
  1. En la práctica 1 (apartado 5) se ha estudiado, para las distintas tecnologías de resistencias (aglomerada, capa de carbón, óxido metálico, cermet y bobinada), la característica I/V para todo el espectro de frecuencia, midiéndose el desfase  $\phi$  entre corriente y tensión para aquellas tecnologías que presenten efectos parásitos tanto de carácter inductivo o como de carácter capacitivo. A partir de los valores de los desfases encontrados representa, haciendo uso del programa recogido en el anexo 1, la tensión y la corriente a distintos valores de la frecuencia para cada una de las tecnologías. Introduce las modificaciones necesarias en dicho programa para realizar dichas representaciones haciendo uso de tus valores experimentales. Compara los resultados obtenidos con las imágenes que se visualizaron en el osciloscopio en dicha práctica 1.
  2. En la práctica 2 (apartado 5) se calculó la constante de tiempo (tiempos de carga y descarga) para distintas tecnologías de condensadores (papel metalizado, plástico, mica, electrolítico, cerámico). A partir de los valores del condensador y de la resistencia que se utilizó en el laboratorio, representa los tiempos de carga y descarga de dichos condensadores, haciendo uso del programa recogido en el anexo 2. Introduce las modificaciones necesarias en el mismo para realizar dichas representaciones haciendo uso de tus valores experimentales. Compara los resultados obtenidos con las imágenes que se visualizaron en el osciloscopio en dicha práctica 2.
  3. En la práctica 3 (apartado 4) se ha estudiado la variación de la corriente inversa de saturación de distintas tecnologías de diodos (Germanio, Schottky y pin) con la temperatura. Haciendo uso del programa recogido en el anexo 3, compara los valores obtenidos con aquellos que se obtendrían si se considera, como se indica en la teoría, que la corriente inversa de saturación se

duplica por cada aumento de  $10^\circ$  de la temperatura (esto es equivalente a decir que aumenta un 7.2% por cada incremento de  $1^\circ$ ), en un rango de variación de 20 a  $100^\circ\text{C}$ . Como valor de partida a temperatura ambiente, toma el valor obtenido en el laboratorio para cada tipo de diodo. Analiza razonadamente los resultados obtenidos.

4. Haciendo uso del programa recogido en el anexo 4, estudiar la variación de la corriente del diodo, teniendo en cuenta cómo afecta la temperatura tanto al valor de la corriente inversa de saturación, visto en el apartado anterior, como al valor del 'voltaje térmico'. Considera tal y como se ha visto anteriormente, que la corriente inversa de saturación se ve duplicada por cada incremento de temperatura de  $10^\circ$ . Como valor de partida a temperatura ambiente, toma el valor obtenido en el laboratorio para cada tipo de diodo. Analiza razonadamente los resultados obtenidos.
  5. En la práctica 4 (apartado 2) se estudió la característica de salida de un transistor bipolar en la configuración de emisor común. A partir de los datos recogidos experimentalmente en el laboratorio, representa dicha característica de salida mediante una gráfica tridimensional, haciendo uso de la función *surf* de Matlab. Compara esta forma de visualizar la característica de salida con la que se utiliza de forma generalizada en la bibliografía.
- **PROCESO CONCLUYENTE:** una vez terminado el proceso experimental, el alumno tendrá que realizar una memoria donde recoja las experiencias realizadas, los parámetros y características obtenidos en cada apartado y un estudio comparativo con los datos y características declarados por el fabricante. Finalmente, el alumno hará una breve exposición de las conclusiones extraídas de la experiencia práctica, sobre el comportamiento, utilización y selección de resistencias para uso electrónico.

**NOTA:** es importante que el alumno tome muy en serio el proceso concluyente, bajo un enfoque constructivista del aprendizaje. Esto significa que el conocimiento que se pretende adquirir es construido por el alumno a partir de su propia experiencia, tras un análisis e interiorización individual. Por lo tanto, el alumno no debe buscar "la solución" de las prácticas, pues, sencillamente, no existe; tampoco el aprobado como trámite, pues no se han concebido para ello.

## Anexo 1.

```
%efectos parasitos en un resistencia electrica
%se representan la corriente i(t) y el voltaje v(t) de la resistencia
%se visualiza el desfase entre i(t) y v(t)
%debido a la presencia de los efectos parasitos
%y se compara con la ausencia de dichos efectos parasitos
%t is time
%f es la frecuencia
f=1000
t=0:0.05/f:1.5/f;
vp=10;
v=vp*cos(2*pi*f*t);
a_grados=0 %angulo en grados
a_rad=(a_grados*pi/180); %angulo en radianes
r=1; % se mide en kohm y la corriente en mA
ip=vp/r;
i=ip*cos(2*pi*f*t-a_rad); %la corriente va en atraso
%con respecto a la tension(efectos inductivos)
plot(t,v,t,v,'*',t,i,t,i,'o')|
title('voltaje y corriente en la resistencia')
xlabel('segundos')
ylabel('voltaje(V) y corriente(mA)')
text(0.1/f, 2, 'v(t)')
text(0.25/f, 2, 'i(t)')
```

## Anexo 2.

```
function [v,t]=rceval(r,c)
%rceval es un programa funcion para calcular
%el voltaje de salida dados los valores
%de resistencia y de capacidad
%se utiliza como [v, t]=rceval(r, c)
% r es el valor de la resistencia (ohms)
% c es el valor de la capacidad (Faradios)
% v es es voltaje de salida
% t es el tiempo correspondiente al voltaje v
tau=r*c;
for i=1:50
    t(i)=i/100;
    v(i)=5*(1-exp(-t(i)/tau));
end
vmax=v(50);
for j=51:100
    t(j)=j/100;
    v(j)=vmax*exp(-t(j-50)/tau);
end
```

### Anexo 3.

```
% Corriente inversa de saturacion frente a la Ta
%
T=20:10:100;
Is(20)=1.0e-15;
Is(T)=Is(20)*2.^[(T-20)/10];
plot(T,Is(T),'b', T,Is(T),'ob')
title('Corriente inversa frente a la Ta')
xlabel('Temperatura (°C)')
ylabel('Corriente (A)')
```

### Anexo 4.

```
%Efecto de la temperatura en la caracteristica I-V del diodo
k=1.38e-23; %constante de Boltzmann
q=1.6e-19; %carga del electron
T0=273+0; %temperatura de 0°C
T1=273+25;
T2=273+75;
T3=273+100; %valores de Temperatura a los
%que se va a estudiar la caracteristica I-V
Is0=1.0e-15; %valor de la corriente
%inversa de saturacion a 0°C
ks=0.072; %aumento de Is por cada incremento de un grado
Is1=Is0*exp(ks*(T1-T0))
Is2=Is0*exp(ks*(T2-T0))
Is3=Is0*exp(ks*(T3-T0))
%
V=0.5:0.01:0.9; %rango de voltajes en los que se
%va a estudiar la caracteristica I-V
I1=Is1*(exp(q*V/(k*T1))-1);
I2=Is2*(exp(q*V/(k*T2))-1);
I3=Is3*(exp(q*V/(k*T3))-1);
plot(V,I1, 'b', V,I2, 'g', V,I3, 'r')
title('Caracteristica I-V a tres temperaturas')
xlabel('Voltaje (V)')
ylabel ('Corriente (A)')
text(0.52,9,'azul para 25°C')
text(0.52,8.5,'verde para 75°C')
text(0.52,8,'rojo para 100°C')
```

Los objetivos didácticos que se buscan con cada uno de los apartados de la práctica desarrollada se enumeran a continuación:

### **Apartado 1.**

Con este ejercicio se intenta conseguir:

- Trabajar el empleo de la herramienta de MATLAB en aspectos tales como:
  - Trabajar con un archivo .m, en el que se recoge una secuencia de comandos que se van a utilizar de forma repetida.
  - Trabajar con variables o parámetros y con expresiones matemáticas.
  - Aprender a realizar representaciones gráficas de distintos parámetros en este entorno.
- Trabajar con las expresiones teóricas de la corriente y de la tensión en una resistencia eléctrica.
- Visualizar el posible desfase entre ambas y compararlo con el obtenido gráficamente en el laboratorio haciendo uso del osciloscopio.
- Comparar este efecto utilizando distintas frecuencias.
- Comparar este efecto para las distintas tecnologías de fabricación de las resistencias.
- Trabajar el concepto de efectos inductivos o capacitivos (tensión o corriente en adelanto)

### **Apartado 2.**

Con este ejercicio se intenta conseguir:

- Trabajar el empleo de la herramienta de MATLAB en aspectos tales como:
  - Trabajar con un archivo de función.
  - Trabajar con iteraciones, y en concreto con sentencias “for”.
  - Aprender a realizar representaciones gráficas de distintos parámetros en este entorno.
- Trabajar con las expresiones teóricas de los tiempos de carga y descarga de un condensador.
- Visualizar dichos tiempos mediante la representación gráfica de dichas expresiones, comparándolos con los valores que se han obtenido gráficamente en el laboratorio haciendo uso del osciloscopio.
- Comparar este efecto para las distintas tecnologías de fabricación de los condensadores.

### **Apartados 3 y 4.**

Con este ejercicio se intenta conseguir:

- Trabajar el empleo de la herramienta de MATLAB en aspectos tales como:
  - Trabajar con un archivo de función.
  - Aprender a realizar representaciones gráficas de distintos parámetros en este entorno.
  - Trabajar con operaciones matemáticas.
- Trabajar con las expresiones teóricas correspondientes a la relación I-V en un diodo.
- Estudiar la variación de temperatura en el diodo, tanto su influencia en la corriente inversa de saturación como en la característica I-V.

### **Apartados 5.**

Con este ejercicio se intenta conseguir:

- Trabajar el empleo de la herramienta de MATLAB en aspectos tales como:
  - Realizar funciones tridimensionales.
  - Trabajar con matrices.
- Estudio de la característica de salida de un transistor bipolar.