

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

A. Menéndez Martínez

Dpto. de Tecnología Electrónica de la Universidad de Sevilla
Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla

Introducción

La presente comunicación expone una experiencia de innovación didáctica que hemos realizado en el contexto de la asignatura de "TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA". Presentamos unas actividades complementarias concretas;

Actividades Complementarias de Simulación

Actividades Complementarias de Documentación

- que hemos desarrollado como parte de nuestro esfuerzo hacia una mejora de la calidad de enseñanza.

La citada asignatura de "TECNOLOGIA ELECTRONICA" se imparte en el segundo curso de la carrera de Ingeniería Técnica Industrial en la Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla, teniendo el carácter de asignatura obligatoria para los alumnos de especialidad **Electricidad**, sección **Electrónica**, **regulación y Automatismos**. La asignatura tiene carácter anual, con tres horas semanales de clase teoría-problemas, y no tiene laboratorio.

El Plan de Estudios actual plantea el segundo curso de carrera (donde se ubica la asignatura reseñada) como el primero del currículum en que el alumno entra en contacto con componentes, dispositivos y circuitos electrónicos, a través de las dos asignaturas del área de Tecnología Electrónica;

- "TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA"
- "ELECTRÓNICA BÁSICA"

La ausencia de conocimientos previos sobre los elementos electrónicos en el momento de iniciar la asignatura de "TECNOLOGIA ELECTRONICA" hace que en muchos casos resulte prematuro impartir ciertos conocimientos específicos avanzados de componentes electrónicos. Además, según como se plantee la asignatura, esta podría tener efectos motivadores o disuasorios para el alumno, que dejarán de sentir sus efectos a lo largo del resto de la carrera.

Concepto de la asignatura

Con respecto a la programación de las asignaturas citadas, resulta incongruente disociar el conocimiento de un elemento electrónico (como dispositivo o elemento de circuito) en una asignatura, y el conocimiento del correspondiente componente (como tecnología de material electrónico) en la otra asignatura.

El programa de "ELECTRONICA BASICA" trasciende claramente de los dispositivos electrónicos, extendiéndose a circuitos y aplicaciones electrónicas que van desde electrónica digital, básculas,... hasta rectificadores, amplificadores analógicos, operacionales, osciladores, etc.

Con respecto a nuestra asignatura de "TECNOLOGIA ELECTRONICA", se ha optado por una solución integradora simultaneando el conocimiento de los dispositivos (bases teóricas) con el de componentes (materiales electrónicos).

Se trata de dar al alumno unos conocimientos de las técnicas de fabricación y de diseño, pero sobre todo de unos criterios de **utilización y selección** de los diferentes dispositivos electrónicos. No se incluyen en el programa de la asignatura el estudio de asociaciones de dispositivos para constituir circuitos electrónicos con características y aplicaciones específicas.

En lo que a nuestra área se refiere, el Plan de Estudios actual prevé un Ingeniero Técnico Industrial generalista, con sólo una cierta intensificación en Electricidad y Electrónica Industrial, y con una oferta prácticamente inexistente de asignaturas optativas del área. En este contexto de curriculum rígido, se plantea el imposible compromiso entre los conocimientos tecnológicos "imprescindibles" o mínimos, y los "recomendables" o de ampliación.

Señalemos aquí que el nuevo Plan permitirá el establecimiento de asignaturas optativas donde se puedan incrementar conocimientos sin comprometer a los alumnos menos motivados.

Volviendo sobre el contenido de la asignatura, hay que precisar que son tantos los componentes y dispositivos electrónicos, que resulta imposible incluirlos todos en una sola asignatura. La asignatura, por tanto, tiene que dar una formación básica sólida junto con una visión abierta de la extensa panoplia

de dispositivos electrónicos, evitando conceder excesiva importancia a los procesos de obtención de materiales y técnicas de fabricación.

En efecto, si bien un conocimiento de los procesos de manufactura de los componentes electrónicos facilita la comprensión de sus propiedades intrínsecas, no es este el objetivo principal. En su inmensa mayoría, los Ingenieros Técnicos Industriales, especialidad Electrónica, se verán abocados al diseño, documentación, fabricación, ajuste y posiblemente corrección de equipos y sistemas electrónicos antes que de los componentes electrónicos. La escasa incidencia de la industria de fabricación de componentes electrónicos respecto al segmento de las empresas usuarias de los mismos es reveladora.

Para el titulado resulta primordial conocer las *capacidades* (utilización) de los componentes con preferencia a su *origen* (material). En este sentido nuestro planteamiento de la asignatura hace hincapié en los criterios de utilización y elección de componentes y dispositivos electrónicos, preparando al alumno para una posterior profundización en las técnicas de diseño y fabricación de equipos electrónicos, antes que profundizar en la fabricación y diseño de los propios componentes.

Objetivos

Una vez planteado el concepto de la asignatura, abordamos aquí la definición de los objetivos generales de la asignatura.

Debe quedar claro después de las consideraciones anteriores que el contenido de la asignatura es de carácter marcadamente tecnológico. Sin embargo, un Ingeniero Técnico necesita una sólida base científica sobre la que asentar sus conocimientos tecnológicos futuros y a su vez reaccionar con criterio frente a situaciones de carácter novedoso.

Por tanto, planteamos;

El objetivo de la asignatura de "TECNOLOGIA ELECTRONICA" es conseguir que los alumnos conozcan los principales componentes y dispositivos de electrónica industrial, adquiriendo unos conocimientos de sus técnicas de fabricación, pero sobre todo adquiriendo conocimientos suficientes para su correcta utilización y selección, con una enseñanza orientada a la comprensión y análisis, pero llegando incluso a abordar una cierta iniciación al diseño de equipos electrónicos.

Tras este planteamiento general, se pueden resumir los objetivos de esta asignatura en conseguir que, al final del período lectivo de la misma, los alumnos deberán haber adquirido las siguientes capacidades y contenidos;

- Conocimiento general de los materiales conductores y semiconductores, con su constitución intrínseca e influencia térmica, como base para el conocimiento de los dispositivos electrónicos.
- Conocimiento de componentes electrónicos pasivos, con sus aplicaciones más idóneas y limitaciones considerando sus tolerancias constructivas.
- Conocimiento de los dispositivos semiconductores básicos, con sus parámetros característicos y tolerancias:
 - Diodos
 - Transistores bipolares de unión
 - Transistores de efecto de campo
- Capacidad para relacionar las características de los semiconductores mencionados con su comportamiento en circuitos sencillos (a través de los modelos circuitales básicos), obteniendo los valores adecuados para su correcta polarización.
- Capacidad para identificar los componentes y semiconductores más habituales a través de su simbología y codificación, y saber interpretar las hojas de características técnicas.
- Introducción a la tecnología de los circuitos integrados con análisis de ejemplos sencillos de circuitos integrado comerciales digitales y lineales.
- Introducción a la tecnología de los circuitos impresos, diseño asistido y fabricación de equipos.
- Valoración de la incidencia de los condicionantes térmicos, junto con algunos elementos eléctricos y de fiabilidad, en la fabricación de equipos electrónicos.

Ahora bien, los conocimientos transmitidos al alumno no deben quedarse solamente en los aspectos teóricos, y puesto que, en el actual Plan de Estudios, la asignatura no comprende clases de laboratorio, planteamos la incorporación de unas **Actividades Complementarias** que faciliten la **motivación** del alumno y que permitan incorporar los siguientes objetivos didácticos;

- Adquirir soltura en el manejo de simuladores de diseño electrónico [1] a través de utilidades informáticas del tipo SPICE, ejecutándose tanto en la observación de modelos de dispositivos electrónicos, como en el diseño de pequeños circuitos.
- Transmitir al alumno los conocimientos necesarios acerca de los problemas de índole práctica relativos a la búsqueda de componentes electrónicos disponibles en el mercado, con identificación de sus características técnico-comerciales.

Actividades docentes

Debido a la cantidad de alumnos matriculados en la signatura, unos 150 aproximadamente, el curso se descompone en dos grupos. Para cada grupo, al número de alumnos presentes en el aula hace que la metodología deberá ser expositiva en gran parte.

Por otra parte, dado el carácter tecnológico de la asignatura, se utilizará la proyección de transparencias, cada vez que el desarrollo de materia lo requiera, para la presentación de hojas de datos de los fabricantes, e incluso en algunas ocasiones se complementa con una presentación material de componentes. Se facilita así, que el alumno tenga una visión completa y establezca la adecuada relación entre los fundamentos tecnológicos, los propios componentes físicos y sus características técnico-comerciales.

En las sesiones dedicadas a la resolución de problemas se desarrollan casos prácticos de utilización y de análisis, en algún caso incluso de diseño, de componentes y dispositivos electrónicos en circuitos sencillos. En los ejercicios se aplican los conceptos anteriormente expuestos en las clases teóricas y se utilizan las hojas de características técnico-comerciales.

La adquisición de conocimientos por parte del alumno no debe limitarse a la asistencia a clase, siguiendo el desarrollo del programa de la asignatura, y a la eventual toma de apuntes, junto con las necesarias horas de estudio. Gracias a la inclusión de **Actividades Complementarias**, su participación es más activa, comprendiendo;

- Simulación en ordenador.
- Estudio monográfico de componentes.

El planteamiento de estas actividades fomenta las consultas al profesor por parte de los alumnos, bien individualmente, bien en pequeños grupos, ampliando el contenido de las **tutorías** como complemento importante para la docencia.

Aunque esto implica una mayor dedicación del profesor, resulta recomendable por reforzar de manera notable la relación profesor-alumno, que a su vez repercute muy positivamente sobre la transmisión de conocimientos, la realimentación al profesor y la propia motivación del alumno.



Actividades complementarias de simulación

Consideramos que el ordenador personal (PC) es una excelente herramienta para realizar estudios y simulaciones. Por otra parte, nos encontramos que actualmente un porcentaje apreciable de alumnos dispone de su propio PC.

Por todo ello, como parte del curso, planteamos unos Trabajos de Simulación en los cuales se distribuye a los alumnos unos supuestos prácticos de circuitos electrónicos para resolver por medio de un programa de simulación por ordenador.

El aprendizaje del programa de simulación no se propone como un fin en si mismo, sino como una herramienta que potencia la adquisición de conocimientos sobre "TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA" por el alumno. Se propone la utilización del programa de simulación PSPICE, en su edición limitada para educación.

Para el desarrollo de esta actividad se cuenta con los ordenadores y medios auxiliares del **Aula de Informática** de la Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla. De esta manera se rentabilizan los medios docentes a disposición de los alumnos, aunque también se anima al alumno a realizar las simulaciones en su propio ordenador, si dispone del mismo. Al mismo tiempo, en **Biblioteca** se pone a disposición de los alumnos una serie de manuales de iniciación al PSPICE que prácticamente no requieren de una formación previa [2].

Los ejercicios de simulación requieren una modelización, o bien verificación del funcionamiento, de componentes o dispositivos electrónicos, poniendo en evidencia sus características, su comportamiento con la frecuencia, con la temperatura,...etc.

Esta actividad de simulación implica una intervención activa por parte del alumno y fomenta el trabajo en grupo al utilizar recursos informáticos comunes. Sin embargo, con objeto de exigir y garantizar un nivel de trabajo individual, se propone dar a cada alumno unos parámetros de simulación individualizados dentro del mismo ejercicio común de simulación.

El resultado del ejercicio de simulación se entrega al profesor personalmente y comprende los gráficos obtenidos del ordenador, los resultados concretos que se pidan (calculados y deducidos de los gráficos) y las pertinentes observaciones del alumno, todo ello por escrito. En el cuadro adjunto se expone un ejemplo concreto de ejercicio de simulación. Existe toda una serie de posibilidades de ejercicios de simulación sin recurrir a circuitos electrónicos complicados [3].

Curso 1994-95	
TECNOLOGIA ELECTRONICA	TRABAJO DE SIMULACION
ANALISIS CON PSPICE DEL COMPORTAMIENTO DE UNA RESISTENCIA	
Se dispone de una resistencia de carbón aglomerado con valor nominal $R_n = (100 + (DNI)) K$ que posee las siguientes características:	
Coef. de temperatura = -1000 ppm/°C. Capacitad parásita = 2 pF. Inductancia parásita = 0,1 µH.	
El trabajo de simulación consiste en:	
a) Plantear el circuito equivalente de la resistencia y simular su comportamiento, a temperatura nominal, con PSPICE en el rango de frecuencia 1 KHz. a 10 MHz. Calcular la frecuencia de corte y verificar su valor con la gráfica de impedancia $Z = F(f)$ obtenida con PSPICE.	
b) Analizar la influencia de la temperatura: rehacer el trabajo precedente considerando que la temperatura del componente es ahora de 95°C.	
c) Utilizando la simulación con PSPICE, verificar la influencia de variaciones en R_n , $C_{parásita}$ y $L_{parásita}$ sobre el ancho de banda de la resistencia. Se pide comentar y justificar los resultados obtenidos.	

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE SEVILLA R4. INIATEST410

Curso 1994-95	
TECNOLOGIA ELECTRONICA	T.D.: TRABAJO DOCUMENTAL
DOCUMENTACION TECNICO-COMERCIAL SOBRE COMPONENTES ELECTRONICOS	
El Trabajo Documental consiste en:	
Analizar toda una información Técnico-Comercial suficiente para conocer el estado actual de la Tecnología con respecto al Grupo de Componentes asignado al alumno:	
¿ "que es lo que actualmente se fabrica" ? ¿ "que características se fabrican" ? ¿ "quien lo fabrica y en que condiciones" ?	
El alumno deberá presentar una síntesis que comprenderá:	
a) DESCRIPCION DEL COMPONENTE	
b) FICHA TECNICA	
..... Fabricantes Representantes Especificaciones Calidad Novedad Precios	
c) HOJAS DE DATOS	
..... Fotocopias de Catálogos	
d) LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE SEVILLA R4. INIATEST411

Actividades complementarias de documentación

Dado el carácter tecnológico de la asignatura, consideramos como deseable el que su programación esté lo más orientada posible al conocimiento de los componentes y dispositivos electrónicos disponibles comercialmente. Sin embargo, dada la enorme variedad de componentes existentes, también entendemos que hay que evitar que la asignatura tome un cariz excesivamente descriptivo, en detrimento de un sólido conocimiento de los fundamentos tecnológicos.

El autor considera que la asignatura debe orientarse prioritariamente a la transmisión de conocimientos sobre los fundamentos tecnológicos, pero utilizando todos los recursos disponibles para acercar al alumno de la realidad de los componentes comercialmente disponibles. En consecuencia, planteamos a los alumnos, como actividad complementaria, la realización de un trabajo de búsqueda y estudio monográfico de componentes con los siguientes objetivos;

- Aprender a utilizar los recursos de Biblioteca (revistas, anuarios...) para realizar una búsqueda de componentes.
- Profundizar en la variedad de características técnico-comerciales disponibles y su relación con los correspondientes fundamentos tecnológicos.
- Iniciación al aprendizaje de asociar componentes afines, resumir características y elaborar un informe monográfico.

A partir del "Grupo de Componentes" asignado a un alumno, esta actividad de documentación tecnológica implica una intervención activa por parte del alumno, permite un contacto más personal entre profesor y alumno, potenciando el concepto de tutoría, y fomentando el trabajo en grupo al utilizar recursos comunes de biblioteca, envío de cartas a Empresas,...etc.

El resultado del ejercicio de documentación es un informe que entrega cada alumno al profesor, con un límite prefijado de número máximo de hojas, y que deberá comprender una información técnico-comercial, resumida pero suficiente, para conocer el estado de la Tecnología en el mercado actual con respecto al Grupo de Componentes asignado. En particular, dicho informe deberá responder a las siguientes cuestiones;

¿Qué es lo que actualmente se fabrica?

¿Qué características se fabrican?

¿Quién lo fabrica y en que condiciones?

El cuadro adjunto presenta un ejemplo concreto de Trabajo de Documentación propuesto a los alumnos. A cada alumno se le asigna un Grupo de Componentes específico sobre el que deberá realizar el trabajo.

Conclusiones

Los trabajos complementarios de "TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA" aquí presentados son voluntarios y contribuyen a la calificación del alumno, aunque esto no es su primer objetivo, sino el pedagógico.

En efecto, dichas actividades incrementan notablemente la motivación del alumno y plantean con carácter novedoso unas actividades tecnológicas que pueden ser desarrolladas por el alumno fuera del contexto "aula" (incluso en su casa), potenciando la capacidad de iniciativa del alumno, pero que al mismo tiempo fomenta de manera importante la relación alumno-profesor revalorizando la función de las "tutorías".

En el caso de los Trabajos de Simulación, consideramos que, además de potenciar la resolución de casos prácticos de la asignatura "TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA", constituyen una primera experiencia de aplicación de ordenadores, lo cual resulta enriquecedor para el alumno de cara a la consecución de estudios en general.

En lo que respecta a los Trabajos de Documentación, estos permiten que el alumno aprenda a manejar las fuentes reales de documentación. Además de su aspecto formativo, se consigue que el alumno tenga una mayor seguridad en sí mismo, incluso de cara al conjunto de asignaturas del área.

En término medio la participación de los alumnos en las citadas actividades complementarias, recordamos de carácter voluntario, ha sido un 25%.

Referencias

- [1] DON Y. NORTHAM Introducing Computer Tools into a First Course in Electrical Engineering. IEEE Trans. ON EDUCATION, February 1995.
- [2] JESÚS ARRIAGA G^a de ANDOAÍN, PSPICE para estudiantes de Electrónica. Dpto. Publicaciones E.U.I.T.T. de Madrid, 1992.
- [3] STEVEN C. HAGEMAN, Improve Simulation Accuracy When Using Passive Components. The Design Center, April 1994.