

UNA APROXIMACIÓN PRÁCTICA A LAS TÉCNICAS ELECTRÓNICAS EN HF/VHF/UHF

A. MEDIANO, P. MOLINA-GAUDÓ y C. BERNAL

Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. Universidad de Zaragoza. España

Este trabajo describe una experiencia de formación de ingenieros de telecomunicación e industriales (4º-5º curso, especialidad electrónica) en la Universidad de Zaragoza (España) en el ámbito del diseño electrónico en radiofrecuencia (RF) con sesiones prácticas de diseño, montaje y caracterización de prototipos electrónicos que trabajan en el rango de HF/VHF/UHF.

La escasez de profesionales con experiencia práctica en circuitos y equipos trabajando en radiofrecuencia, así como las estrategias de formación asociadas al nuevo marco docente de adquisición de competencias (Bolonia [1,2]) justifican este tipo de formación.

1. Introducción.

Cuando se piensa en RF (10kHz-1GHz), la primera aplicación que acude a nuestra mente es la de las comunicaciones inalámbricas, lo que hoy se conoce como *wireless*.

Sin embargo, no sólo los ingenieros demandados por ese sector, justifican formar profesionales desde las Universidades con conocimientos y habilidades en diseño, medida y solución de problemas en RF.

Cualquier ingeniero electrónico, sea cual sea su currículum (telecomunicación, industrial, etc), involucrado en el sector electrónico, industrial y/o científico, necesitará adquirir un cierto grado de conocimientos y destrezas en el ámbito de la RF por su relación con problemas y actividades en ámbitos como la compatibilidad electromagnética (EMI/EMC), la seguridad en RF, la incorporación de módulos radio en productos tradicionalmente de baja frecuencia, las aplicaciones médicas y/o científicas, los sistemas industriales de calentamiento por inducción o generación de plasma, etc.

2. Marco de trabajo, objetivos y metodología.

Se presenta el trabajo con estudiantes de Ingeniería Industrial y de Telecomunicación (especialidad electrónica) con conocimientos básicos en teoría electromagnética y electrónica en una asignatura práctica de 6 créditos de los cuales 1,5 (15 horas) son teóricos y 4,5 (45 horas) son de laboratorio (Fig. 1).

El estudiante se enfrenta a una serie de sesiones (de 2,5 horas de duración), en las que se revisan conceptos básicos en RF y se diseñan, construyen y caracterizan experimentalmente una serie de circuitos en el rango de HF/VHF/UHF.



Fig. 1. Aspecto típico de una de las sesiones

Cada grupo de trabajo (dos estudiantes) debe disponer de su propio conjunto de herramientas de laboratorio (soldador, desoldador, pinzas, alicate, etc).



Figura 2. Soldando uno de los prototipos

Todos los circuitos son construidos con componentes en montaje convencional y/o SMD, empleando tarjetas de montaje rápido y/o PCBs simples.

El método de montaje es, obligatoriamente, la soldadura (Fig. 2) potenciando así la destreza manual (un alivio considerable en unos currículums con alta densidad de trabajo intelectual en matemáticas, procesado de señal y programación).

En las diversas sesiones se emplean herramientas de CAD en RF e instrumentación electrónica básica (osciloscopio, analizador de espectros, sondas de campo cercano, puente VSWR y accesorios). La asignatura constituye así una excelente herramienta de familiarización con la instrumentación y técnicas de trabajo en el laboratorio.

El estudiante dispone además de notas de aplicación y hojas de características de los componentes a emplear así como de acceso a Internet para acceder a información adicional (por ejemplo modelos de simulación) de las web de los fabricantes de componentes.

Al acabar el curso, el estudiante es capaz de abordar el diseño o solución de un problema en RF haciendo uso de herramientas CAD e instrumentación de laboratorio.

3. Contenidos del curso y evaluación final.

Este curso consta de cuatro bloques principales con los contenidos básicos incluidos a continuación:

BLOQUE 1: INTRODUCCIÓN.

Fundamentos de RF. Componentes y subsistemas para HF/VHF/UHF. Aplicaciones de comunicaciones, industriales, científicas y médicas. Seguridad en RF. Interferencias y Compatibilidad Electromagnética (EMI/EMC);

BLOQUE 2: LABORATORIO

CAD para HF/VHF/UHF. Instrumentación para RF. Técnicas básicas de medida.

BLOQUE 3: SESIONES PRÁCTICAS

CAD en RF · Caracterizando componentes en RF · Filtro en VHF · Atenuador de 20dB · Detector de RF basado en diodo schottky · Líneas de transmisión (DC-1GHz) · Adaptando impedancias en HF · Amplificación de pequeña señal en UHF con transistor bipolar BFR93A · Amplificador MMIC en UHF · Oscilador Colpitts en VHF · Transmisor de radio (Parte I-AM; Parte II-FM) · EMI/EMC.

BLOQUE 4: TRABAJO AUTÓNOMO

Una vez terminadas las sesiones prácticas el alumno afronta autonomamente el diseño y construcción de un sistema básico en RF.

Para determinar el grado de adquisición de conocimiento de los estudiantes se lleva a cabo una evaluación continua de las sesiones de laboratorio en función del rendimiento y funcionalidad del prototipo construido. Esta evaluación supone un 50% de la nota final obtenida. El 50% restante está asociado a la evaluación del “Trabajo Autónomo”.

4. Ejemplo ilustrativo.

Se ha escogido para incluir en la versión final de este trabajo (modalidad demostrador) el diseño de un filtro pasobanda (39MHz) acoplado capacitivamente, en un sistema de 50Ω - 50Ω y empleando condensadores SMD de 330pF.

En una primera fase se diseña y construye el resonador básico con una bobina que el estudiante prepara con hilo de cobre. La simulación incluye los parásitos de los componentes y del montaje.

Posteriormente, se acopla ese resonador con otro idéntico de forma capacitiva. La nueva inductancia será comercial (Coilcraft Inc.) debiendo accederse a la web del fabricante para obtener un modelo adecuado de simulación. El filtro construido debe comportarse acorde a la respuesta estimada en simulación (Fig. 3).

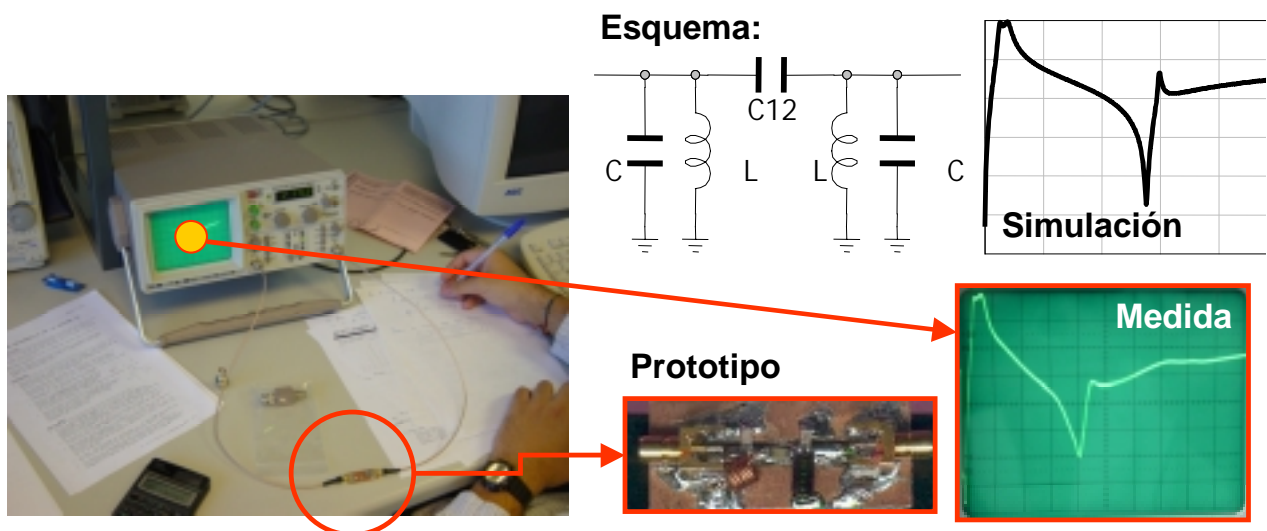


Fig. 3. Puesto de trabajo y filtro descrito en el texto.

5. Condicionantes importantes del curso.

El curso se planifica atendiendo a los siguientes condicionantes:

- El presupuesto disponible en instrumentación es muy limitado. Se emplean osciloscopios Yokogawa de 150MHz de ancho de banda y analizadores de espectros HAMEG de bajo coste cubriendo el rango hasta 1GHz. Los estudiantes se fabrican muchos de los accesorios necesarios para el trabajo de las diferentes sesiones (atenuador, sonda de campo cercano, etc).

- Los componentes deben ser de bajo coste, tratando de que el circuito a diseñar-ensamblar sea de complejidad media-baja. Lo importante es finalizar la sesión asentando un concepto de RF a través del diseño y construcción de un ejemplo que funcione, en un tiempo de 2,5h.
- Es importante destacar el considerable esfuerzo del profesor para preparar estas sesiones ya que, habitualmente, aparecen efectos parásitos en cada montaje, diferentes entre los distintos puestos.

6. Conclusiones.

Se ha resumido una experiencia en la formación hardware en RF de estudiantes de la especialidad electrónica de las titulaciones de Ingeniería Industrial y Telecomunicación en la Universidad de Zaragoza. En sesiones totalmente prácticas, los estudiantes diseñan, construyen y caracterizan experimentalmente circuitos que muestran conceptos básicos en RF (HF/VHF/UHF).

Se adquieren también en esta actividad una serie de competencias de entre las que se destacan el trabajo cooperativo, la búsqueda de información técnica, la familiarización continuada con la instrumentación y la destreza manual en el montaje y soldadura de los prototipos.

Bibliografía.

- [1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación: “Libro Blanco Título de Grado en Ingeniería de Telecomunicación”. 2004. Disponible: <http://www.aneca.es/>
- [2] V. Ortega. El ingeniero creativo en la sociedad del conocimiento. *Reflections apres Bolonia*. E.T.S.I. Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid.
- [3] Gary Breed. Back-to-School: A Look at Engineering Education. *High Frequency Electronics*. Vol. 4. No. 9. 6-7 (Sept 2005).
- [4] J. Campos, J. Casanovas, J.M. Colom, G.Martín, J. Martínez, A. Pont, R. Puigjaner, A. Robles y M. Ribera. Informe sobre la adaptación de los estudios de TIC a la Declaración de Bolonia.