

# METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE SISTEMAS AVANZADOS DE DIFUSIÓN AUDIOVISUAL

H. SOLAR<sup>1</sup>, U. ALVARADO<sup>1</sup>, A. VAZ<sup>1</sup>, J. DEL PORTILLO<sup>1</sup> Y P. BUSTAMANTE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Electrónica y Comunicaciones. Escuela Superior de Ingenieros de San Sebastián (Tecnun) & CEIT. Universidad de Navarra. España.

[hsolar@ceit.es](mailto:hsolar@ceit.es), [uavarado@ceit.es](mailto:uavarado@ceit.es), [avaz@ceit.es](mailto:avaz@ceit.es), [jdelportillo@ceit.es](mailto:jdelportillo@ceit.es), [pbustamante@ceit.es](mailto:pbustamante@ceit.es).

*La asignatura de Sistemas Avanzados de Difusión Audiovisual pertenece a la titulación de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Navarra en su campus de San Sebastián. El objetivo de la asignatura es familiarizar a los alumnos con los sistemas de televisión digital y, especialmente, con el sistema de televisión digital terrestre. Para lograr este fin, la asignatura combina sesiones teóricas y prácticas donde se cubren los principales aspectos del sistema de televisión digital terrestre: codificación, modulación, transmisión, etc.*

## 1. Introducción

Sistemas Avanzados de Difusión Audiovisual es una asignatura de Libre Elección de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Navarra, se imparte en el 2º semestre del quinto curso y tiene 4.5 créditos. La asignatura divide su tiempo en sesiones teóricas y prácticas con el fin de que el alumno conozca el funcionamiento de un sistema de televisión digital.

## 2. Objetivos

Los objetivos de la asignatura son:

- Conocer la relación entre las limitaciones del sistema visual humano y los sistemas de televisión.
- Conocer el funcionamiento de los sistemas de televisión analógicos mediante una descripción del sistema de televisión PAL.
- Conocer los organismos y estándares de los sistemas de televisión digitales: DVB-T, DVB-C, DVB-S, etc.
- Entender los principios de los estándares de codificación de los sistemas de televisión digitales: MPEG-2 y H.264
- Entender la estructura de transmisión en televisión digital: transport stream, señalización, modulación, etc.
- Conocer la arquitectura hardware y software de los codificadores.
- Conocer otras características que dan valor añadido a los sistemas de televisión digital: acceso condicional, interactividad, etc.

### 3. Equipamiento

La Figura 1 muestra una fotografía del puesto de laboratorio utilizado en esta asignatura.



**Figura 1.** Fotografía del puesto de laboratorio.

En dicho puesto se dispone del siguiente equipamiento.

#### 3.1. Equipamiento Hardware

El equipamiento hardware del puesto del laboratorio es el siguiente:

- Sistema de medida de video digital Rohde & Schwarz DVM 400 con los módulos de análisis y generación de tramas digitales.
- Receptor profesional Rohde & Schwarz EFA Test Receiver
- Modulador digital StreamTel DVB-T M7900
- Adaptador DVB-ASI DTA-140
- Analizador de espectros Agilent ESA E4402B con opción B7B
- Vectorscopio y analizador de línea LEADER 5851V y 5861V, respectivamente
- Generador de patrones de televisión Promax GV-798
- Tarjeta de captura de imagen para SD: CANOPUS MVRD 4000
- Tarjeta de captura de imagen para HD: Blackmagic Design Intensity
- Set de receptores domésticos: terrestre, satélite, con MHP y alta definición.

#### 3.1. Equipamiento Software

El equipamiento software del puesto del laboratorio es el siguiente:

- Generador de tramas de transporte Rohde & Schwarz Stream Combiner
- Software de codificación de vídeo MainConcept MCE Encoder
- Software de análisis de tramas MPEG2 y H.264 Visual MPEG Analyzer.

#### 4. Metodología

La asignatura comienza con las sesiones teóricas con las que el alumno obtiene la base de conocimientos suficiente y de esta manera poder aprovechar las sesiones prácticas que se imparten en la segunda parte de la asignatura.

Los bloques que conforman las sesiones teóricas son los siguientes:

- El sistema visual humano, colorimetría básica y los espacios de color: El objetivo de esta sesión es que el alumno conozca cómo las limitaciones del sistema visual humano son aprovechados por los sistemas de televisión. Dentro de este bloque se imparten algunos conocimientos básicos de colorimetría y espacios de color.
- Sistema PAL: El segundo bloque consiste en la explicación del sistema de televisión PAL, con sus características más importantes: resolución, estructura de sincronismos, ancho de banda, alternancia de línea, etc. La sesión se complementa con un setup que permite observar la señal PAL tanto en frecuencia como en el tiempo por medio de un analizador de espectros conectado a una antena de televisión terrestre, un vectorscopio, un analizador de línea y un generador de cartas. La Figura 2 muestra, junto con este setup, los equipos utilizados.



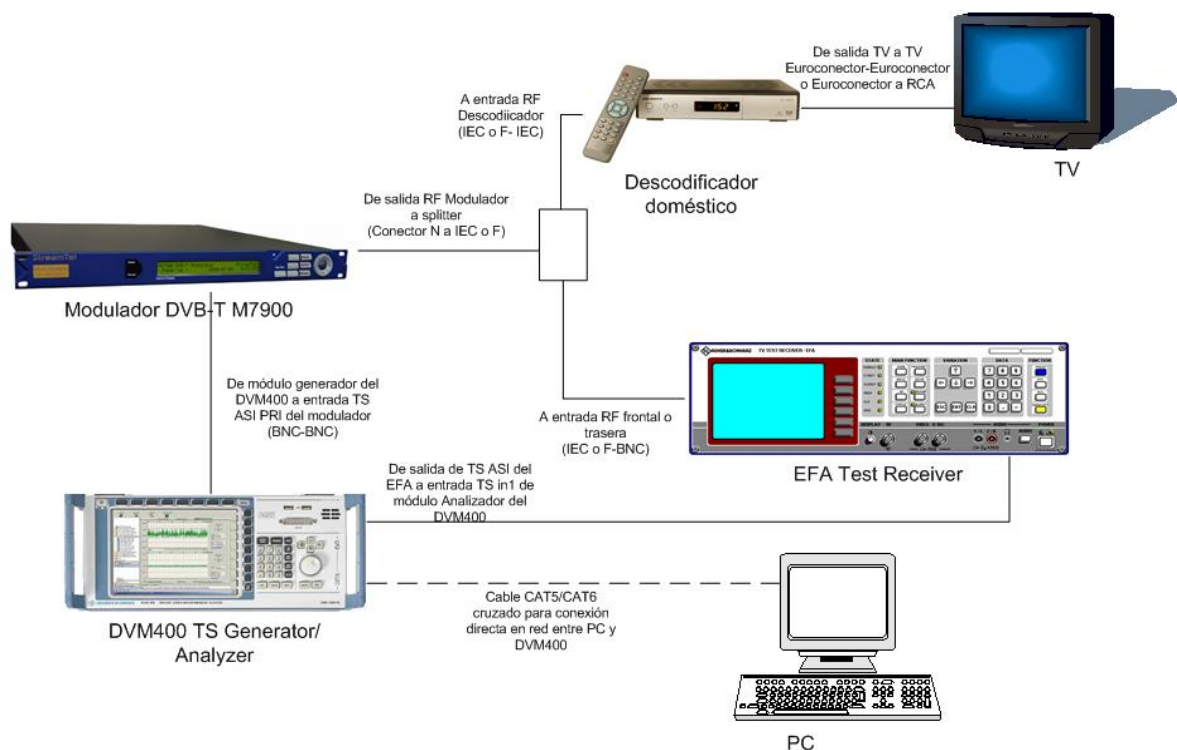
**Figura 2.** Fotografía del setup para explicar el sistema PAL.

- Situación de la TDT y organismos internacionales: En este bloque se describe la situación actual de la TDT respecto a número de multiplex, cobertura, etc. También se describen los organismos que intervienen en su desarrollo, con especial atención a DVB.
- Digitalización y compresión de la imagen en televisión (MPEG-2): En este bloque se describen las principales características del estándar ITU-R BT.601 y la necesidad de reducción de la tasa de bits. El estándar de compresión MPEG-2 es estudiado en profundidad.

- El Transport Stream: En este bloque se describe la estructura de transmisión de los servicios en el sistema de televisión digital. Se explica también la estructura de señalización en base a las tablas SI/PSI, el envío de datos y actualizaciones, y el caso particular del teletexto EBU.
- Acceso condicional: El funcionamiento de los sistemas de acceso condicional son explicados en este bloque.
- La transmisión del TS en DVB-T: En este bloque se explica en profundidad la protección del TS y su adecuación al canal para el caso particular de DVB-T. Los sistemas de protección de errores, los distintos modos de modulación, la estructura de portadoras, etc. son explicados en este bloque.
- Arquitectura HW y SW del descodificador: En este bloque se describe la arquitectura de los descodificadores a nivel hardware y software. Dentro de este bloque la capa middleware tiene especial relevancia, junto al estándar MHP.
- HDTV y estándar de compresión H.264 vs. MPEG-2: En este último bloque se explican las características de la imagen en alta definición y las herramientas de compresión dentro del estándar H.264, comparándolas con el estándar MPEG-2.

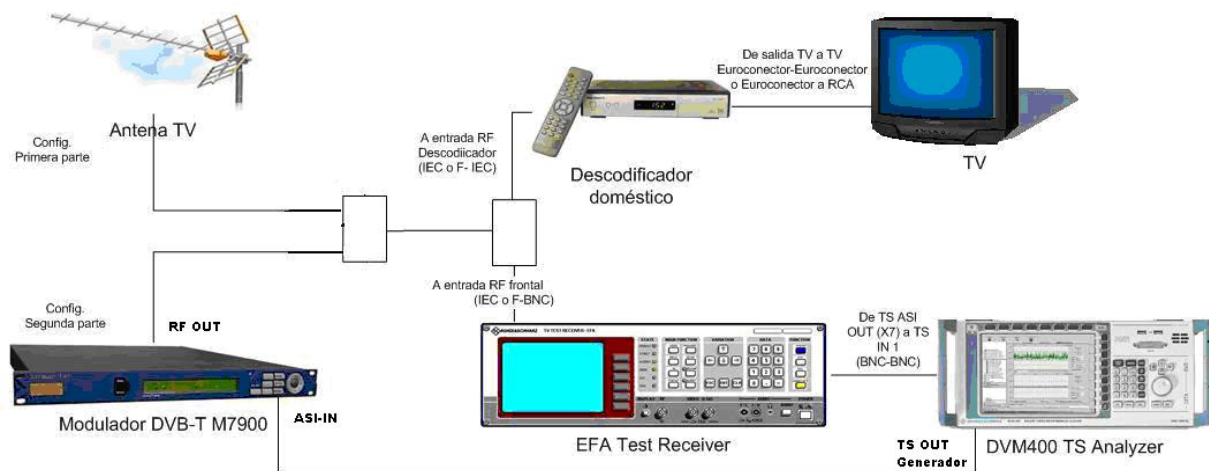
Las sesiones prácticas son las siguientes:

- Fuentes de Señal. Generación y Tratamiento de Señales Digitales: El objetivo de esta sesión es repasar de una manera práctica lo aprendido en las sesiones teóricas sobre la compresión de la imagen. El alumno realiza capturas de distintos tipos de imágenes a la vez que varía los parámetros más importantes del estándar de compresión utilizado: resolución, bit rate, CBR vs. VBR, etc. Estas señales son analizadas posteriormente utilizando el software Visual MPEG y estudiando las características de la secuencia capturada.
- El Transport Stream. Multiplexación: El objetivo de esta sesión es repasar lo aprendido en las sesiones teóricas relativas al TS. Utilizando el software R&S Stream Combiner y las capturas de la sesión anterior, los alumnos deberán generar todos los componentes necesarios de un TS (elementary streams de audio y vídeo, tablas y descriptores) para que un descodificador DVB pueda sintonizar correctamente la información. Los alumnos han de cumplir las especificaciones del múltiplex que se le indican en el guión de la práctica, incluido el número de audios, identificadores de servicio, descriptores, etc. En esta práctica se utilizará el DVM-400 y el modulador DVB-T M7900 ya configurado. El receptor R&S EFA se utilizará como demodulador de la señal para comprobar, mediante el módulo de análisis del DVM 400, que la señalización empleada es la correcta y que no se producen alarmas. El esquema del setup de esta sesión práctica es el que aparece en la Figura 3.



**Figura 3.** Esquema del setup de la segunda sesión práctica.

- **Recepción. Identificación y Análisis de Servicios en Emisión:** En esta sesión el alumno analizará un múltiplex real y lo comparará con el múltiplex generado en la sesión anterior. Además, se realizarán medidas de calidad de la señal en RF utilizando el receptor R&S EFA. El esquema del setup de esta sesión práctica puede observarse en Fig. 4. Dicho esquema se mantiene también para la última sesión.



**Figura 4.** Esquema del setup de la tercera y cuarta sesión práctica.

- Adecuación al Canal. Modulación COFDM: En esta última sesión práctica los alumnos modifican los principales parámetros de modulación utilizando el equipo DVB-T M7900 y comprueban los efectos que dichos cambios tienen en la recepción en el descodificador.

En todas estas sesiones el alumno o grupo de alumnos debe entregar una memoria de los resultados obtenidos explicando, además, los problemas encontrados.

El número de alumnos por cada grupo no es superior a 4, con el fin de que sea posible que todos los integrantes del grupo manejen convenientemente los equipos.

## 5. Sistema de evaluación

El sistema de evaluación de la asignatura es coherente con el enfoque práctico de la misma. La forma de evaluar es la siguiente:

- Evaluación de las memorias de cada sesión práctica: 70%.
- Prueba tipo test de los contenidos teóricos de la asignatura: 30%. Es obligado aprobar el test.

Cabe señalar que la prueba tipo test se realiza al final del curso, es decir, después de las sesiones teóricas y prácticas. La principal razón es que las sesiones prácticas clarifican los conceptos presentados en las sesiones teóricas y, se facilita que el alumno asiente mejor dichos conceptos cuando se prepara para la prueba.

## 6. Encuesta de satisfacción

Al final del curso, el alumno, anónima y libremente, puede completar una encuesta que le permite valorar el propio curso. Los alumnos valoran cada una de las cuestiones de la encuesta desde el 1 (totalmente en desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo). Las cuestiones planteadas a los alumnos se agrupan en los siguientes:

Visión general  
Planificación  
Clases presenciales (teóricas y prácticas)  
Tareas/actividades del curso  
Evaluación  
Actitud del profesor  
Relación profesor/alumno  
Aprendizaje  
Carga de trabajo y dificultad

Los resultados obtenidos en las encuestas han sido muy positivos. La media global de las respuestas es de 4.5/5.

## Referencias

- [1] U. Reimers. *DVB: The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting*. Springer (2004).
- [2] K. Jack. *Video Demystified: A Handbook for the Digital Engineer*. Elsevier (2005).
- [3] J. Watkinson. *The MPEG Handbook*. Elsevier (2004).
- [4] I. Richardson. *H.264 and MPEG-4 Video Compression: Video Coding for Next Generation Multimedia*. Wiley (2003).