

VIDEO DIGITAL EN REDES DE TELECOMUNICACION POR CABLE: Una práctica de laboratorio

A. Loayssa, M.J. Erro, M.A.G. Laso, M.J. Garde, D. Benito

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Universidad de Pública de Navarra (UPNA)
dbenito@unavarra.es

RESUMEN

La práctica que se presenta se enmarca dentro del segundo ciclo de Ingeniería de Telecomunicación y tiene como objetivo familiarizarse con las redes de telecomunicación por cable con una estructura híbrida de fibra-coaxial (Redes HFC). Para ello se trabajará con un sistema que implementa en el laboratorio una estructura análoga a la de una red HFC típica incluyendo una cabecera, enlace de distribución por fibra óptica utilizando transmisores y receptores de altas prestaciones y red de acceso de tecnología coaxial. La red HFC se utiliza para la transmisión de canales de vídeo digital con un formato de modulación 64-QAM. La practica está estructurada en los siguientes bloques: Aspectos generales de las redes HFC [1][2], descripción de la red del laboratorio, fundamentos de medidas de vídeo digital en redes de televisión por cable [2][3], experimentación con redes HFC, medidas en el laboratorio, ejercicios, y bibliografía [1][2][3].

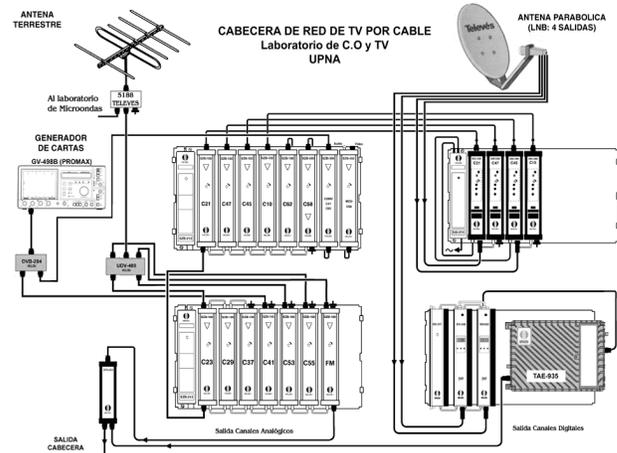


Figura 1. Esquema de la cabecera de la red HFC.

1. DESCRIPCION DE LA RED HFC DEL LABORATORIO

La red de cable implementada en el laboratorio tiene tres partes fundamentales:

- **La cabecera** (Fig.1): La cabecera consta de dos partes, un sistema de recepción de señales de vídeo digital (formado por dos antenas parabólicas orientadas a los satélites HOT BIRD y ASTRA), y la parte encargada de recibir las señales procedentes del sistema de recepción y de procesarlas para su posterior distribución (formada por transmoduladores digitales QPSK-64QAM y amplificadores).
- **Enlace de distribución de fibra óptica** (Fig.2): Un enlace bidireccional de 25 Km de fibra óptica monomodo estándar utilizando multiplexación en longitud de onda 1550/1310 nm.
- **La red de distribución coaxial** (Fig.3): La señal RF procedente de la cabecera se distribuye hasta las diferentes tomas instaladas en el laboratorio mediante una red de coaxial con topología arborescente. Esta red está formada por equipos activos y pasivos.

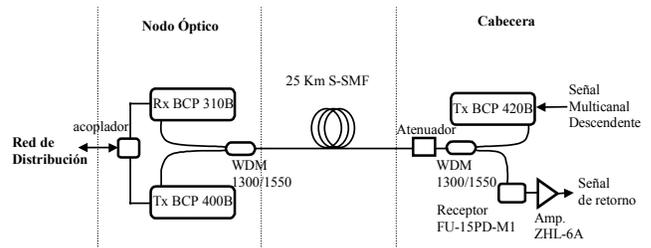


Figura 2. Esquema de la parte óptica de la red HFC.

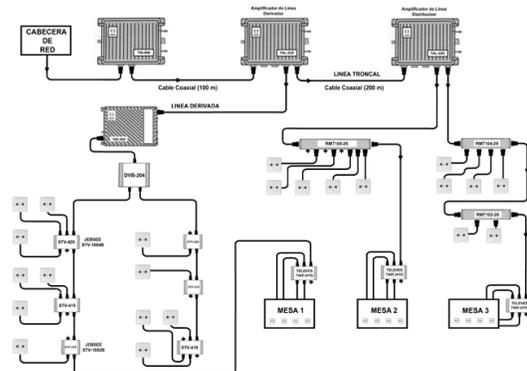


Figura 3. Esquema de la parte coaxial de la red HFC.

2. MEDIDAS DE VIDEO DIGITAL EN REDES HFC

La obtención de una buena calidad lleva consigo la medida y el test de las señales y equipos presentes en la red HFC. En una red HFC, si incluimos tecnología digital que posibilite la difusión de nuevos servicios, deben añadirse a las ya tradicionales medidas de calidad que se realizan en redes HFC con transmisión analógica, unas nuevas medidas cualitativas y cuantitativas para la parte digital. Son muchas y muy variadas las medidas recomendadas para la difusión de vídeo digital (DVB) [3] que deben realizarse sobre una señal de televisión digital para asegurar su buena calidad.

Destacar entre otras las siguientes medidas, llevadas a cabo en la práctica:

1. - Medidas de potencia: Nos permitirán ajustar la potencia de los canales y minimizar las distorsiones a lo largo de nuestra red de cable.

- Potencia media del canal digital
- Potencia del canal adyacente

2. - Medidas en frecuencia: Nos darán una idea de la calidad de la señal de radiofrecuencia.

- Respuesta en frecuencia del canal (Fig.4)
- Respuesta en fase del canal
- Retardo de grupo del canal

3. - Medidas de parámetros de modulación: Medidas cualitativas y cuantitativas que estudian las características de la modulación QAM.

- Diagrama de constelaciones IQ (Fig.5)
- MER
- EVM

4. - Medidas de calidad de la transmisión: Medición de parámetros que determinan la calidad de la transmisión.

- Relación portadora-ruido (CNR)
- Tasa de error de símbolo (SER) y Margen de implementación.
- Tasa de error de bit (BER)
- Respuesta al Impulso del Ecuador
- Velocidad de símbolo media

Supondremos siempre que la señal sale de la estación emisora en perfectas condiciones y de acuerdo con los estándares DVB. Realizando medidas en diversos puntos de la red, obtendremos unos resultados que nos permitirán localizar defectos en la transmisión y localizar sus posibles causas.

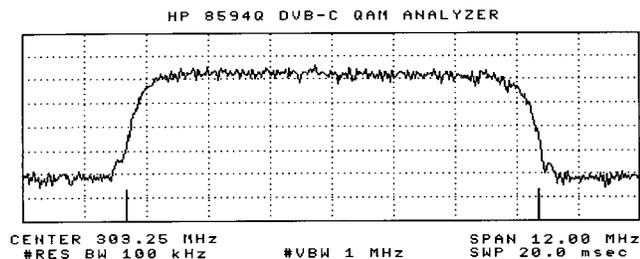


Figura 4. Respuesta en frecuencia de un canal digital 64QAM transmitido por la red HFC

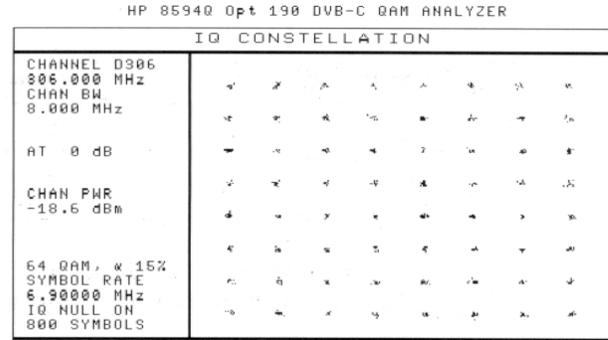


Figura 5. Diagrama de constelaciones IQ de un canal digital 64QAM transmitido por la red HFC

3. EXPERIMENTACIÓN CON REDES HFC. MEDIDAS EN EL LABORATORIO Y EJERCICIOS

El objetivo de esta parte de la práctica es analizar en un ambiente de laboratorio un sistema de transmisión de canales de vídeo sobre la red descrita en el apartado 1. En el momento de realizar la práctica el sistema está ya montado y listo para su caracterización. Para ello se llevan a cabo las medidas descritas en el apartado 2, además de las siguientes medidas llevadas a cabo en:

Enlace descendente: Medida del nivel de señal y de la frecuencia de los distintos canales a la entrada del transmisor óptico. Estimar el índice de modulación para cada canal. Medida de nivel de nivel y calidad de los canales digitales en la entrada del enlace óptico, salida del nodo óptico y toma de usuario. Medida de respuesta en frecuencia del enlace descendente.

Enlace ascendente (canal de retorno): -En sentido ascendente se transmite una portadora de 15 MHz sin modular. Se supone un canal de un ancho de banda de 3.2 MHz- Medida del nivel de señal y CNR en toma de usuario, entrada transmisor óptico de retorno (estimar índice de modulación) y salida canal de retorno en cabecera. Medida de la respuesta en frecuencia del canal de retorno.

La práctica se completa con la propuesta de una serie de ejercicios a resolver por el alumno, los cuales abordan cuestiones de cálculo de parámetros (pérdidas de los enlaces, CNR de canales, índices de modulación,...) a partir de las medidas hechas durante la realización de la práctica y otras cuestiones de análisis a partir de las especificaciones de los dispositivos utilizados en la implementación de la red HFC, como balances de dispersión, influencia de efectos parásitos y la manera de minimizarlos

4. REFERENCIAS

- [1] Ramaswami, R and Sivarajan K.N., *Optical Networks: A practical perspective*, Morgan Kaufman Publishers, San Francisco, 1998.
- [2] W. Ciciora, J. Farmer and D. Large, *Modern Cable Television Technology*, Morgan Kaufmann, California 1999.
- [3] "Testing Digital Video" Hewlett Packard Company. 1997.