

# NIVEL DE ENLACE EN CANAL DE RETORNO HFC BAJO RUIDO CONTROLADO

*Belén Carro, Hung Nguyen Chan, Antonio Sánchez, Judith Redoli, Rafael Mompó*

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática

Universidad de Valladolid

[belcar@tel.uva.es](mailto:belcar@tel.uva.es)

Claves: HFC, ruido, canal de retorno, enlace

Tema : ST

## Abstract

Las redes HFC Híbridas Fibra-Coaxial adolecen de graves problemas de ruido en el canal de retorno. La causa principal se debe a la arquitectura árbol-rama de estas redes, que origina que el ruido insertado en cualquier punto de la red se sume en el camino ascendente, afectando a las señales de todos los usuarios que están transmitiendo. En este trabajo se ha procedido a la inserción controlada de los ruidos que más afectan a la señal en un punto de la parte coaxial de la red, a la vez que la transmisión de datos de un cablemodem. Estos datos se verán afectados en mayor o menor medida dependiendo de las variables características del ruido insertado. La monitorización de varios parámetros muestra cuál es el grado de afección de la señal de datos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las redes HFC constituyen hoy día una de las mejores soluciones para ofrecer servicios de banda ancha al usuario, a través de un único cable.

La red se diseña –su topología, componentes y valores asociados– de acuerdo al canal descendente, en sentido de la cabecera al usuario. Cuando un usuario emplea el canal ascendente para una comunicación, la señal transmitida, junto con el ruido que pueda generarse o insertarse desde su instalación de abonado, viajan juntas hacia la cabecera. El ancho de banda del ruido blanco e impulsivo ocupa toda la banda de retorno, por lo que afectará a todas las señales ascendentes. Es decir, se suman los ruidos procedentes de la inserción en instalación de abonado y en planta con el ruido de los elementos activos de las ramas. Es el llamado efecto embudo o *noise funneling* [1], [2].

El efecto embudo amplifica la importancia del ruido en el canal de retorno, inutilizando la parte baja del espectro y convirtiendo al ruido en el mayor problema del canal ascendente, sobre todo de cara a los servicios simétricos que emplean mayor ancho de banda hacia la cabecera.

## 2. CONDICIONES

### 2.1. Tipos de ruido

Se han seleccionado dos tipos de ruido:

- Ruido blanco. Generado principalmente en los componentes activos de la red, cuyos ruidos –para los que comparten el mismo canal de retorno– se suman. También puede aparecer ruido blanco a consecuencia del *ingress*. Además, los productos de intermodulación generados por las señales digitales tienen

aspecto ruidoso, por lo que el ruido blanco total en la red puede tener importantes consecuencias.

- Ruido impulsivo. Causa *data outage* cuando aparece, dependiendo en parte de sus características. Es interesante comprobar la eficacia de las codificaciones FEC para contrarrestar el efecto de los impulsos.

### 2.2. Infraestructura

El experimento consiste básicamente en una simulación hardware –maqueta que simula varias ramas coaxiales típicas (amplificadores y pasivos), y que está conectada a la troncal de la red del operador de cable, pero aislada del resto de abonados– de una transmisión de datos de un cablemodem sobre un canal afectado con ruido severo y controlado.

Un generador de forma de onda arbitraria controlado por PC –bus PIB– inserta los ruidos en la red, en el mismo punto donde se inserta la señal de datos del cablemodem, procedentes de una aplicación cliente FTP corriendo continuamente en el PC del que depende, y que enviará los datos hacia el servidor FTP situado en la cabecera de cablemodems.

### 2.3. Patrón de ruidos

En el experimento se establecen las siguientes configuraciones para la portadora de datos y las características de los ruidos insertados en la maqueta.

Se fija una portadora de datos a 20MHz, con una tasa de transmisión máxima de 1.56Mbps –de modo que se tenga la mayor cantidad de información que pueda ser afectada por el ruido– y un ancho de banda de portadora QPSK de 1.8MHz.

- Ruido blanco. Amplitud variable de 2.53dBmV a 13.58dBmV en la banda de interés, incrementada en pequeños pasos
- Ruido impulsivo. Se dispone de un total de 19 formas de onda de impulso distintas almacenadas en formato vectorial [3]. Además se variará su amplitud

### 2.4. Parámetros y niveles de datos

El sistema de gestión de cablemodems permite recoger una serie de parámetros estadísticos, en periodos de 15 minutos, que reflejan el comportamiento de la transmisión de datos. Nos interesan los siguientes parámetros:

- Células totales recibidas
- Células recibidas correctamente
- Células erróneas

A partir de estos parámetros se obtienen:

- Velocidad de transmisión a la red (todas las células)
- Velocidad de transmisión de datos (sólo las de datos)

El nivel de enlace – ATM en el sistema en estudio – no pide retransmisión. Tampoco lo hace IP. Pero si TCP detecta un paquete erróneo o perdido sí pide retransmisión. Esto significa que si una célula ATM llega con errores que no pueden corregirse, se provoca la retransmisión de muchas celdas de datos, disminuyendo así la eficiencia de velocidad de transmisión. Además TCP/IP reduce la frecuencia de envío de paquetes a la red si detecta errores, al identificarlos con congestión de red.

### 3. EXPERIMENTO CON RUIDO BLANCO

El sistema en estudio demuestra una gran resistencia frente al ruido blanco. Se necesitan potencias de ruido muy elevadas para afectar a la transmisión de la señal de manera significativa.

El parámetro que mejor muestra el comportamiento de la señal frente al ruido es la medida de la velocidad de transmisión de datos en función del nivel de ruido insertado. Los porcentajes de errores también son importantes, si bien para el ruido blanco no son relevantes.

En la Figura 1 se muestra una gráfica con los resultados de las medidas realizadas.

El eje izquierdo indica el porcentaje de errores producidos. La línea oscura muestra el porcentaje de células erróneas respecto al total de células recibidas. La línea media indica la proporción de errores no corregidos con FEC respecto al total de errores.

El eje derecho indica la eficiencia en la velocidad de transmisión de datos –la velocidad de datos obtenida respecto a la velocidad ideal, en ausencia de ruido-. Esta velocidad se refleja mediante la línea más clara.

Para bajos niveles de ruido, la velocidad apenas se altera. Sin embargo, pasado un umbral de ruido, la velocidad cae en picado, llegando a abortar la aplicación FTP, momento que se corresponde con un aumento importante en el porcentaje de células erróneas. La mayoría de los datos que se transmiten por la línea son de datos retransmitidos.

### 4. EXPERIMENTO CON RUIDO IMPULSIVO

El efecto de los impulsos sobre la señal se aprecia a partir de los porcentajes de errores de célula recibidos. Se detecta que cuando la amplitud del impulso es elevada, se produce un alto número de errores que FEC no puede corregir. Al disminuir la potencia de los impulsos, disminuye el número de errores sin corregir, no así el número de impulsos total. Además, como era de esperar, cuanto mayor sea la duración del impulso, más errores se producen. La Figura 2 lo ilustra.

### 5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se pueden extraer unas pautas para la monitorización del comportamiento de una red HFC, a nivel de enlace, y posteriormente extrapolarlo a otros niveles, estudio en el que estamos trabajando actualmente.

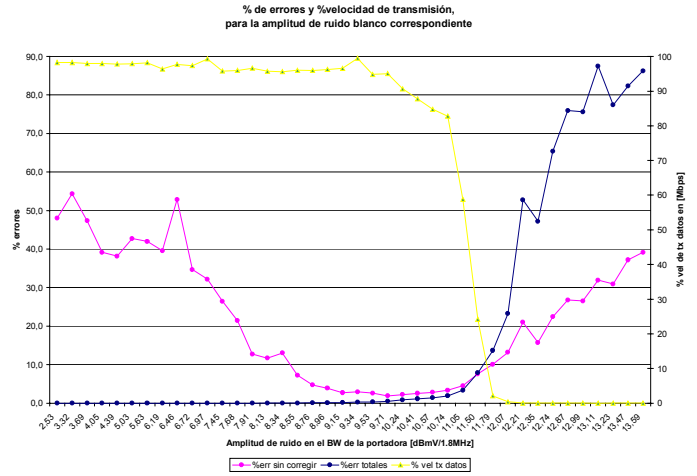


Figura 1. Velocidad de transmisión y porcentaje de errores en función de la amplitud de ruido blanco insertado

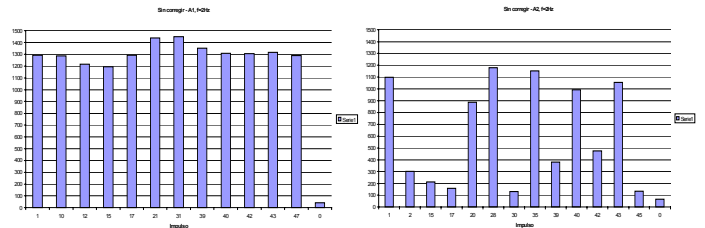


Figura 2. Número de células erróneas para amplitud de impulso alta (a) y media (b), para cada forma de onda de impulso –eje x-

### 6. REFERENCIAS

[1] Raskin, D., Stoneback, D. *Broadband Return Systems for hybrid fiber/coax cable TV networks*. Prentice Hall PTR. 1998  
 [2] Ciciora, W., Farmer, J., Large, D. *Modern Cable Television Technology*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1999  
 [3] Li, K-H., Huang, A., Ingram, M. A., Howard, D. *Impulse noise identification for the HFC upstream channel*. IEEE Transactions on Broadcasting. Vol. 44, No.3. 1998