IMPLEMENTACIÓN DE DOCSIS 3.0 SOBRE REDES HFC

TFC- Ángel Merino Ramos

ÍNDICE.

0.- Definición general del Trabajo Fin de Carrera (TFC). **Página**

Descripción…… 3
Objetivo…… 3
Planificación…… 4

1.- Red HFC de color©.

Objetivo…… 5
Descripción de la red HFC actual…… 5
Sistema DOCSIS actual…… 11
Parámetros del Cable Modem…… 17
Indicadores de calidad en la red…… 18

2.- Ventajas del DOCSIS 3.0

Situación comercial actual…… 18
Necesidades de Evolución…… 20
Definición del nuevo producto…… 21
Cable módems para DOCSIS 3.0…… 22
Marketing: posicionamiento del producto…… 25

3.- Migración a DOCIS 3.0

Introducción…… 27
Arquitectura de referencia estándar DOCSIS 3.0: M-CMTS…… 28
Modelo Servicios Bonding…… 31
Solución Cisco para cabeceras: M-CMTS…… 32
Solución Wideband…… 32
Equipamiento para downstream DOCSIS 3.0…… 33

4.- Estudio de la viabilidad económica

Estudio de viabilidad…… 39

5.- Tiempo de la adecuación

Cronograma…… 41

6.- Tipos de pruebas a realizar antes de entrar en servicio.

Objeto…… 42
Recursos técnicos…..…… 42
Medidas que se deben realizar…… 42
Equipos de medida necesarios…… 43
Entrega de la documentación final…… 44
Análisis de riesgos laborales…… 45

7.- Glosario

Glosario…… 46

8.- Referencias

Referencias…… 52

9.- Anexos.

Indicadores de calidad en la red…… 53
Medidas en streams digitales…… 55
Solución MCMTS de Cisco sobre cabeceras ubr1012…… 59
Tabla comparativa de versiones de DOCSIS…… 61

0.- Definición general del TFC.

Descripción.

En este apartado vamos a describir las particularidades del Trabajo Fin de Carrera (TFC) en el que una ficticia operadora de cable nos encarga un proyecto para ver la viabilidad de la migración de un sistema de DOCSIS 1.1 al más actual 3.0. para poder dar servicio de internet de alta velocidad sobre su infraestructura. Aunque se hable de DOCSIS, nos referiremos a EURODOCSIS en todo el proyecto, la diferencia está en que en la segunda las frecuencias de retorno son más amplias.

En este proyecto aunque describiremos características técnicas, no pretende ser un manual exhaustivo de DOCSIS ya que principalmente va dirigido hacia la directiva de la compañía para que valore si vale la pena cambiar el sistema actual así como su viabilidad.

La operadora de cable con la que vamos a trabajar se llama color© y es de ámbito local en una ciudad de aproximadamente 1.000.000 de habitantes, el despliegue de red que se ha realizado abarca el casco urbano así como algunas urbanizaciones cercanas. En total las viviendas que se han cableado son unas 400.000. Actualmente la penetración en el mercado que tiene la compañía es de un 45% pero en los últimos meses ha tenido una considerable pérdida de clientes debido las campañas agresivas que han realizado sus competidores.

Aunque el proyecto versa sobre una operadora imaginaria, este puede aplicarse a operadoras reales, algunas de las imágenes que se adjuntaran son soluciones reales que se han aplicado.

Objetivo.

El objetivo del proyecto consiste en estudiar la posibilidad que una red existente de cable local con un sistema de internet DOCSIS 1.1 con velocidades teóricas como máximo de 38Mbps de bajada y 10Mbps de retorno, pase al sistema DOCSIS 3.0 para poder establecer altas velocidad de hasta 1Gbps de bajada.

Analizaremos desde el punto de vista de la compañía el coste que le supone migrar su sistema actual al nuevo para no quedar fuera de mercado. Se dará explicación de los equipos así como la topología que hay que adecuar, en algunos casos se cambiarán, ampliarán o sustituirán. El equipamiento que se estudia será de primeras marcas como

Cisco. Se darán pautas sobre la conexión entre los sistemas, protección de equipos y caminos, medidas de calidad en la red.

En los anexos se irá indicando la información más técnica sobre el proyecto, así como el glosario se irá dando explicación a los acrónimos y acrósticos tan usados en telecomunicaciones.

Planificación.

El TFC se realizará durante el cuatrimestre de Octubre del 2012 a Enero del 2012. A continuación mostramos la fechas de entrega:

1ª Entrega 3/10. Planificación del trabajo. Se realiza con diagrama de GANTT, en el que se explica el trabajo semanal que se irá haciendo durante el TFC.

2ª Entrega 18/11. Primera entrega.

3ª Entrega 16/12. Segunda entrega.

4ª Entrega 10/01. Memoria final.

5º Entrega 17/01. Presentación en PowerPoint.

6º Tribunal 18/01. Inicio.

7ºTribunal 25/01. Final.

1.- Red HFC de color©.

OBJETIVO.

En este apartado damos una breve explicación de la red HFC de la operadora que tiene desplegada en la ciudad en este momento.

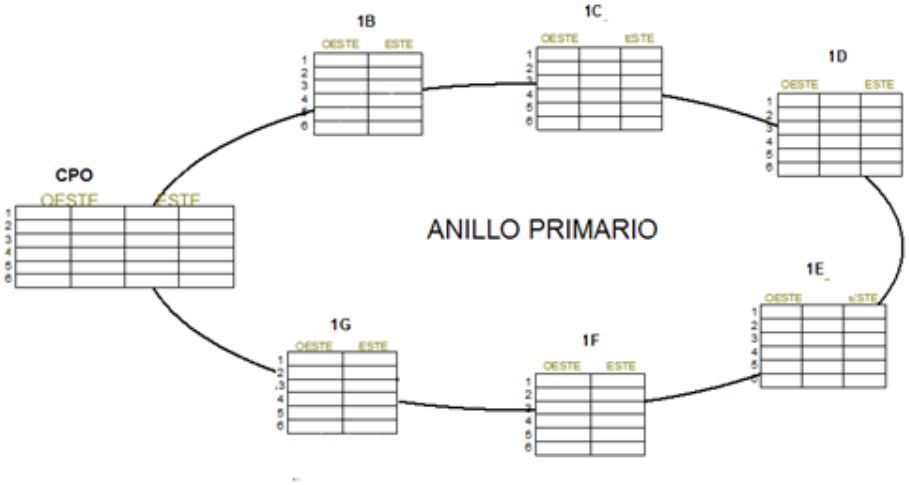
DESCRIPCIÓN DE LA RED HFC ACTUAL.

color© dispone de un edificio propio en el que está ubicado el equipamiento principal y la administración. En esta sede también está la interconexión con otras operadoras.

Edificio principal de la compañía.

A este edificio se denomina cabecera ó CPO (Centro Principal de Operaciones), de aquí parte un anillo de fibra óptica (red primaria) por toda la ciudad y pasa por diferentes locales de la compañía. Estos locales se llaman CSO (Centro Secundario de Operaciones). Desde cada uno de estos centros incluido el CPO se da servicio a una zona, por lo que la ciudad está sectorizada en 7 zonas de servicio. A estos centros partiendo desde el CPO en sentido horario se les denomina 1A, 1B,… hasta el 1G.

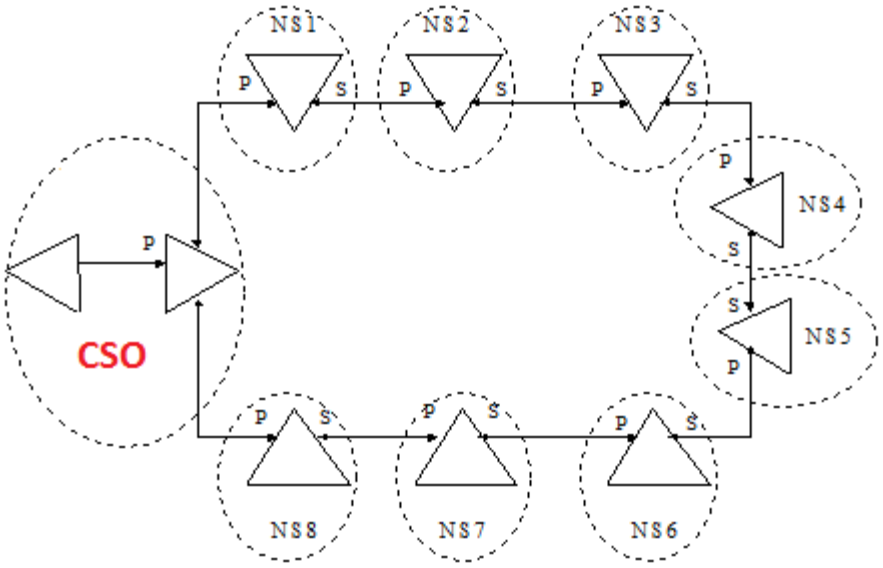
A continuación se muestra un esquema de cómo tiene la empresa estructurada el primer nivel de red:



Este primer anillo primario ó troncal es un cable de 128 fibras ópticas. En la topología de anillo, en caso de que se produzca un corte en cualquier punto, se puede reenrutar bien manualmente, bien automáticamente el servicio. Debido a que muchas fibras no se usan, se pueden alquilar a terceros, a esto se le denomina “fibra oscura”.

En cada centro están los ODF’s (Optical Distribution Frames), que son armarios de fibra óptica.

Desde los CSO's parten otros anillos de fibra denominados secundarios, en cada anillo disponemos de armarios que denominamos nodos secundarios (NS), podemos encontramos hasta ocho de estos nodos.

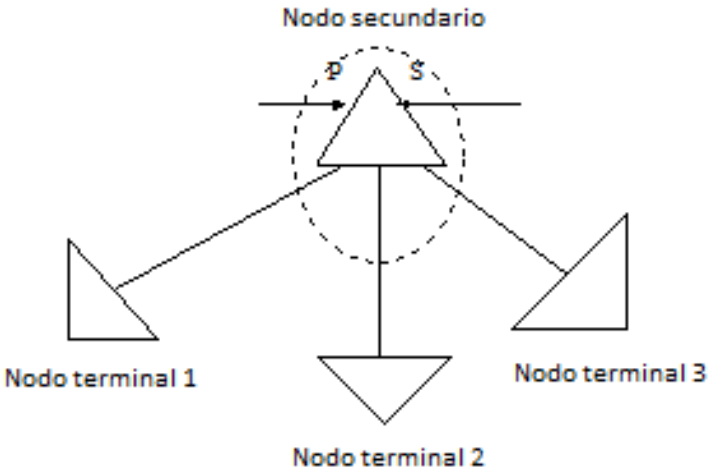


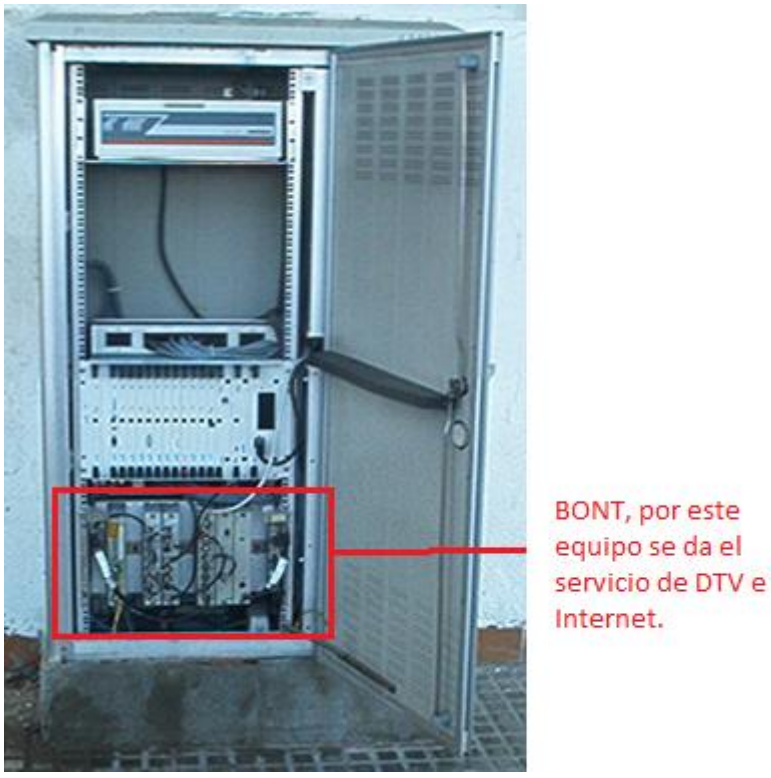
NS: Nodo secundario

A continuación mostramos una imagen de uno de estos nodos secundarios:

Nodo secundario.

Y por último está la red de anillo de fibra terciario, partiendo de los nodos secundarios (NS), "cuelgan" hasta 3 armarios por cada secundario en forma de estrella. Estos armarios se denominan nodos terminales (NT).

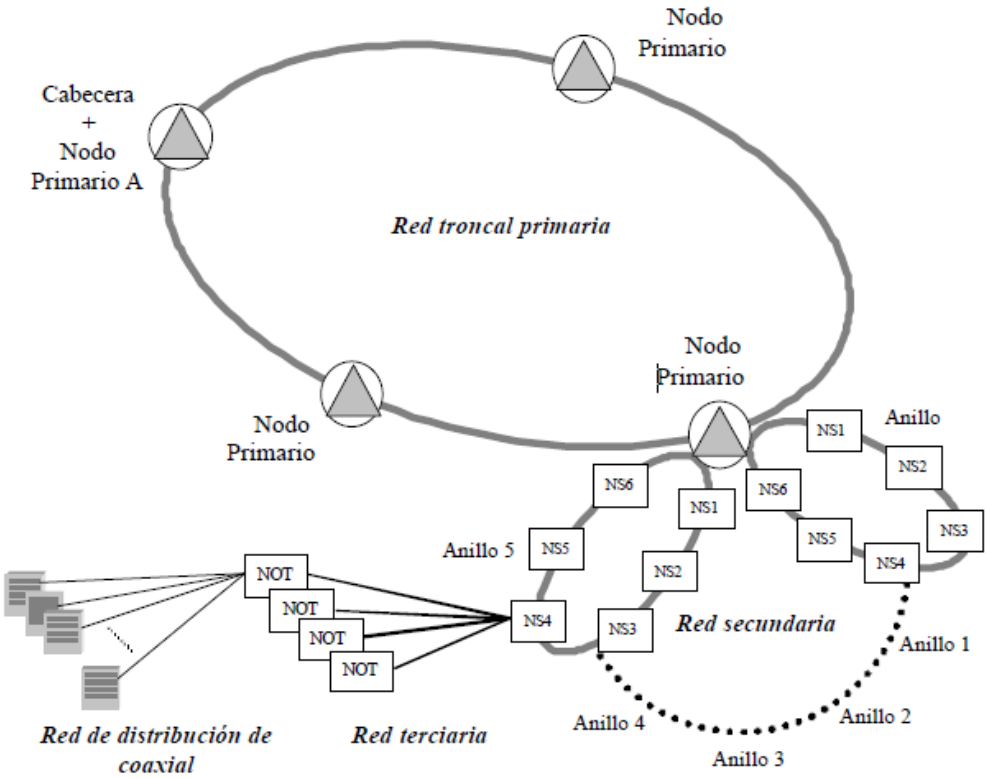




Nodo terminal.

En los nodos tenemos un equipo denominado BONT (Broadband Optical Network Termination), este equipo es un transductor óptico/eléctrico, es decir, transforma la señal en óptico a señales en RF para transmitirlas por el cable coaxial.

Por lo tanto hasta este punto la señal se transmite por fibra óptica, notar que en caso de rotura de fibra en los armarios terminales, estos quedarían sin servicio por su topología de estrella.



Desde el terminal salen hasta cuatro ramas de coaxial QR 540. Si hay distancias muy largas se instalan amplificadores alimentados por el mismo QR desde el nodo terminal a 48V.

Cuando color© empezó a desplegar su red, optó por desplegar cable coaxial y pares para llegar a los clientes, es decir, disponemos de dos redes en paralelo. Una que en acceso llegamos a los clientes en pares, por lo que se puede dar servicios de fonía (líneas analógicas, RDSI's,…), circuitos de datos en las que se proporciona velocidades de nx64 Kbps. De esta forma podemos dar primarios de voz y servicios de datos simétricos.

Por el cable coaxial se presta servicios de televisión (únicamente digital en este momento) y servicios de internet en Euro-DOCSIS que es motivo de este proyecto. Por lo tanto sólo se explicará el servicio de HFC dejando fuera del proyecto la parte de acceso en telefonía.

Según el diseño de la compañía, la red de distribución coaxial para 500 hogares por nodo podemos tener estas situaciones:

- Red corta: Con muchos amplificadores y usando habitualmente cascadas de dos o incluso tres, pocos metros de cable coaxial troncal (QR,etc,..), pocos taps por ramal y valor máximo de drop en tap pequeño (23 dBs típico).

- Red larga: Con dos amplificadores en general por salida de nodo, utilizando excepcionalmente la cascada de dos y nunca la de tres. Ramales pasivos muy largos con muchos taps por ramal y drops en primer tap hasta de 29-32 dbs. Utilizando incluso ramales pasivos sin amplificadores desde nodo óptico para cubrir área más cercana.

Algunas ventajas e inconvenientes:

- Segmentación del nodo ante fallo de elementos activos (mayor en Red corta que en Red larga).

- Márgenes lineales en descendente en amplificadores RF (mayor en Red corta que en Red larga)

- Márgenes en potencia transmisión ascendente de CPEs (mayor en Red corta que en Red larga)

- Atenuación del ruido no térmico hasta entrada primer elemento activo (menor en Red corta que en Red larga).

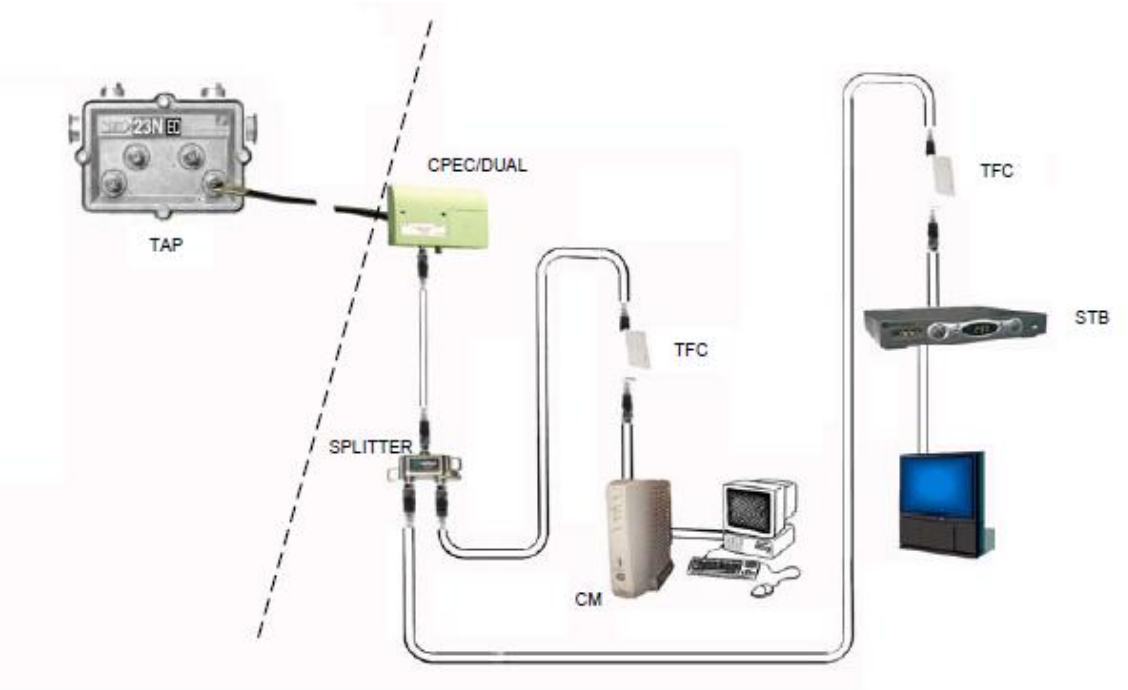
- Atenuación del ruido no térmico generado/ingresa en red pasiva entre amplificador y nodo (menor en Red corta que en Red larga).

- Coste de mantenimiento y posibilidad de fallo de elemento activo por NT (mayor en Red corta que en Red larga).

- La red corta es mucho más cara de mantener. Especialmente si la penetración por nodo es alta.

- En la red corta el 80-90% del ruido que llega a empeorar la CNR proviene de casa de cliente frente a un 10-20% en red larga. En red corta las tareas de limpieza de ruido necesitan ser mucho más frecuentes (si no se toman medidas extras para asemejarla en su diseño en retorno a la larga).

A continuación mostramos un esquema de la última parte de la red:



La terminación última de red antes de los abonados se llaman TAP, que son derivadores de señal. En las casas de los clientes se instala una caja denominada "Dual", si el cliente como en el esquema tiene servicio de DTV e Internet, se instalará un splitter para que la señal se duplique, por cada splitter perdemos 3,5 dB's de señal.

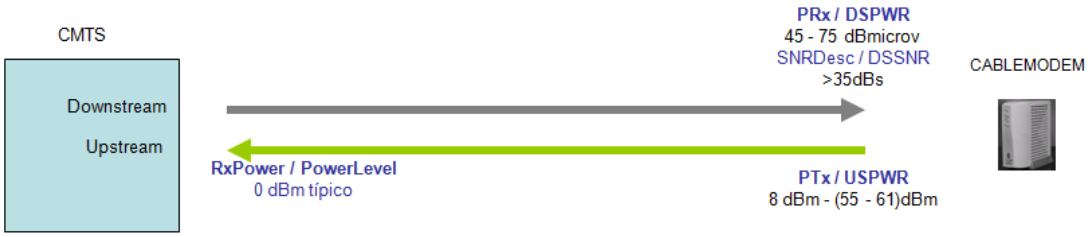
Una vez se ha definido el conjunto de viviendas a cubrir por un NT, la ubicación del nodo óptico y la posición de los taps y nº de bocas (dependiendo accesos a viviendas), se diseñan los recorridos de cable troncal, posición y número de amplificadores y reparto de señal en descendente "aguas abajo" de los amplificadores que a su vez definirá la atenuación de drop de los taps.

Una vez vista como está la topología HFC actual, nos centraremos en el servicio de datos.

Sistema DOCSIS actual.

En el apartado anterior se ha descrito brevemente la topología de la red desplegada en general, ahora nos centraremos en la configuración del sistema de datos así como de los equipos que intervienen.

Básicamente nos encontramos:

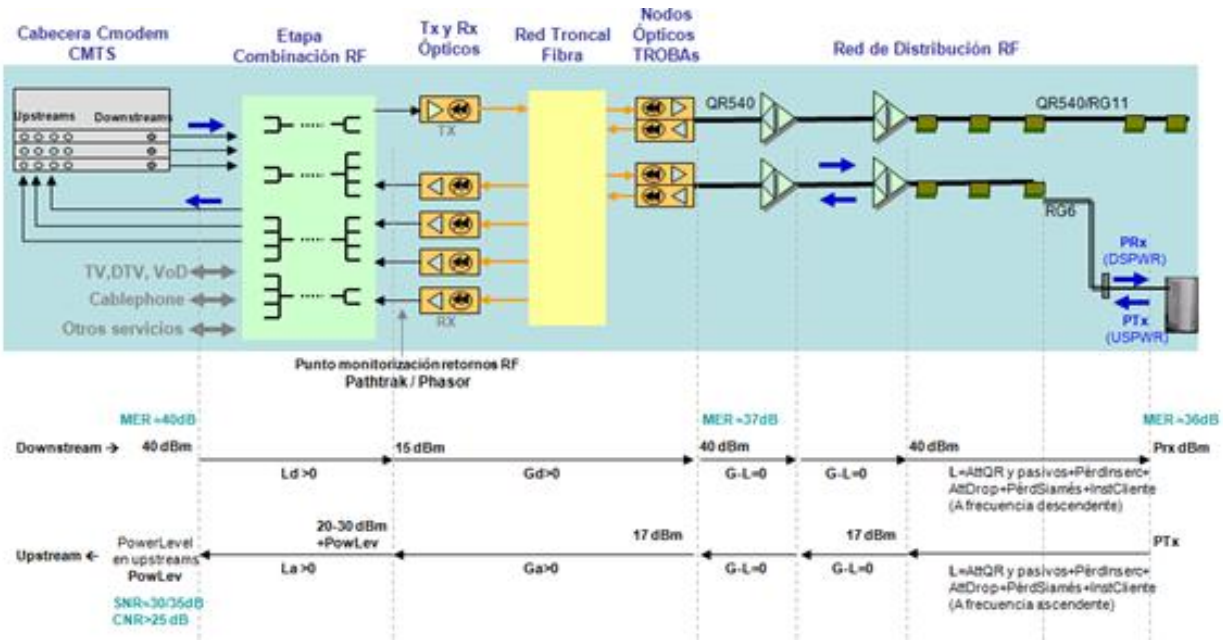


En casa del abonado tenemos el Cable modem que a través de de una red de cable coaxial/fibra óptica llega al CMTS, este estará instalado en el CSO ó CPO.

En cada uno de los locales disponemos de dos CMTS's, y tres en el CPO, por lo que el total de CMTS's instalados son 15, todos de la marca CISCO. También se les denomina uBr's (Unspecific Bit Rate).

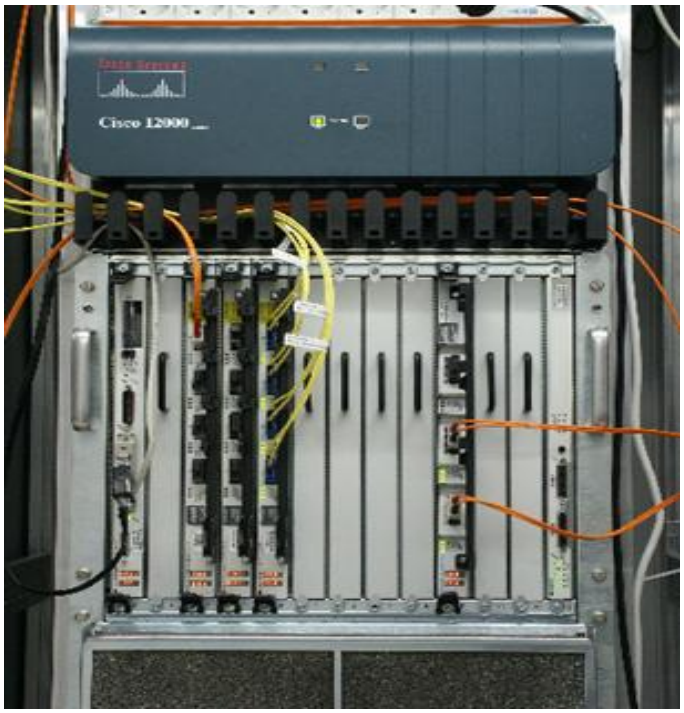
En planta actualmente existen varios modelos de Cable Modem pero sólo son capaces de trabajar con una portadora de descendente y una de ascendente con lo que no sirven para DOCSIS 3.0. De todas formas aquellos clientes que no quieran más velocidad los podrán utilizar sin ningún problema ya que ambos sistemas funcionan a la vez.

En el siguiente esquema podemos ver los diferentes elementos que hay instalados en la red, después daremos una explicación de cada uno de estos elementos, ya hemos visto la parte final del cliente.



- CMTS

En color© el equipamiento de CMTS que está instalado es de la marca CISCO, de la familia 12000.

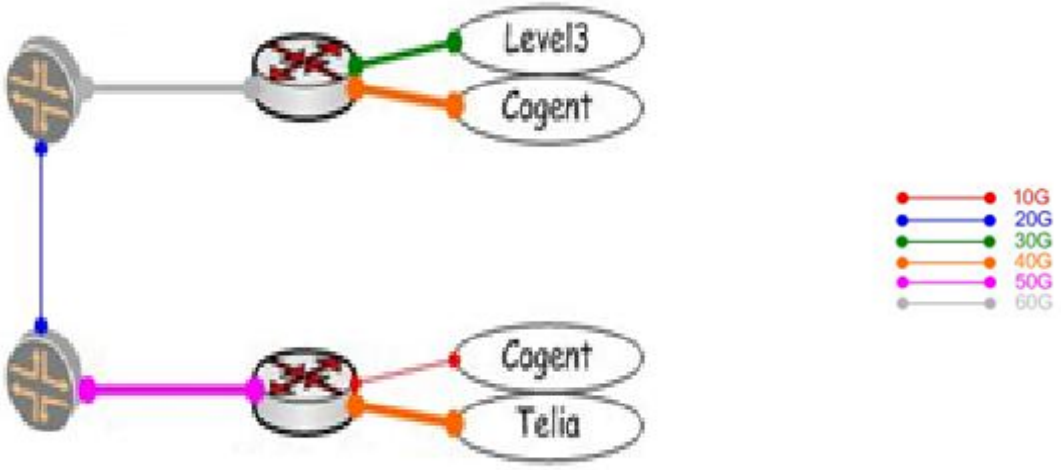


Como se indicó anteriormente se dispone de 15 de estos equipos instalados, estos equipos son los que dan servicio a los cable módems de descendente y ascendente para la conexión de datos. Cada equipo cubre una zona y ésta es única.

Existen unos a agregadores en el CPO que recogen todo el tráfico de los uBr's, de aquí se entrega por interconexión a otros operadores que son los que proporcionan la salida a Internet a color©.

El principal operador con el que se dispone es Cogent. Todos los operadores trabajan con ESpanix, que es el punto neutro de intercambio de tráfico IP de los más importante de España. Con estos ISP's se tiene contratado varios enlaces de STM-4 con velocidades desde 10 Gbps hasta 40 Gbps. En este momento el caudal entre todos los operadores es más que suficiente para dar servicio a todos los abonados de la operadora.

Las otras operadoras que se tienen contratadas de backup son Level 3 y Telia.



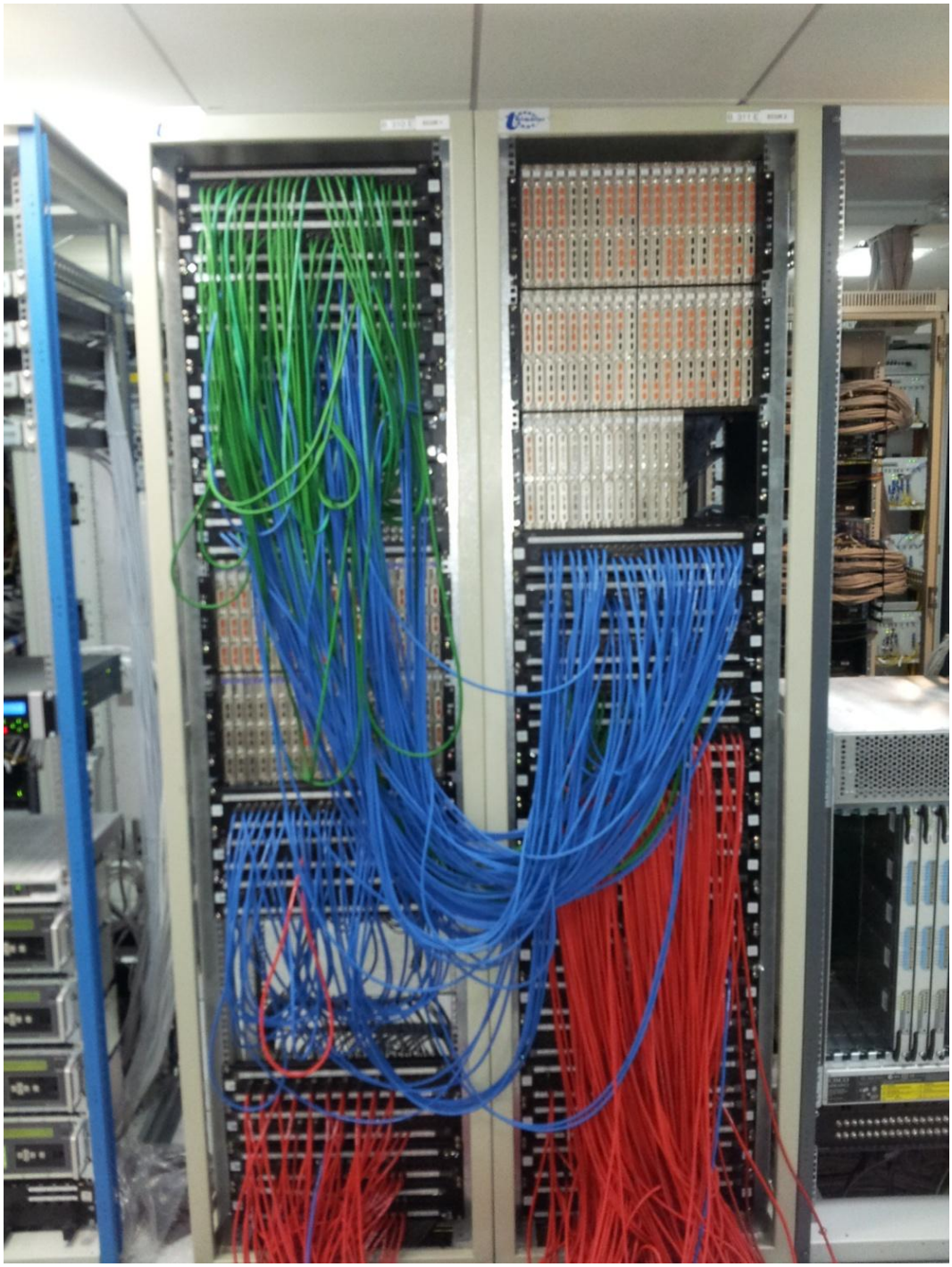
Router Juniper T-1600, escalable, preparado ya para los servicios de DOCSIS 3.0

Este esquema se mantendría para la migración al DOCSIS 3.0, lo único que en caso que se produzca saturación habrá que contratar más enlaces, pero la red actual de color© está preparada con lo que no supone un coste añadido en este momento.

De estos equipos podemos aprovechar el chasis y la mayoría de tarjetas que ya están instaladas, con lo que sólo hay que cambiar unas tarjetas ahorrando el coste de el desmontaje y montaje de nuevos equipos. Debido a que el equipamiento es de Cisco, no vamos a realizar el presupuesto con otras marcas como Juniper, Huawei, …

- Etapa de combinación RF.

Es una combinación pasiva en la que se recombinan varios nodos, también nos permite ajustar potencias individuales así como de ajustar los parámetros de los cables que entran al CMTS.

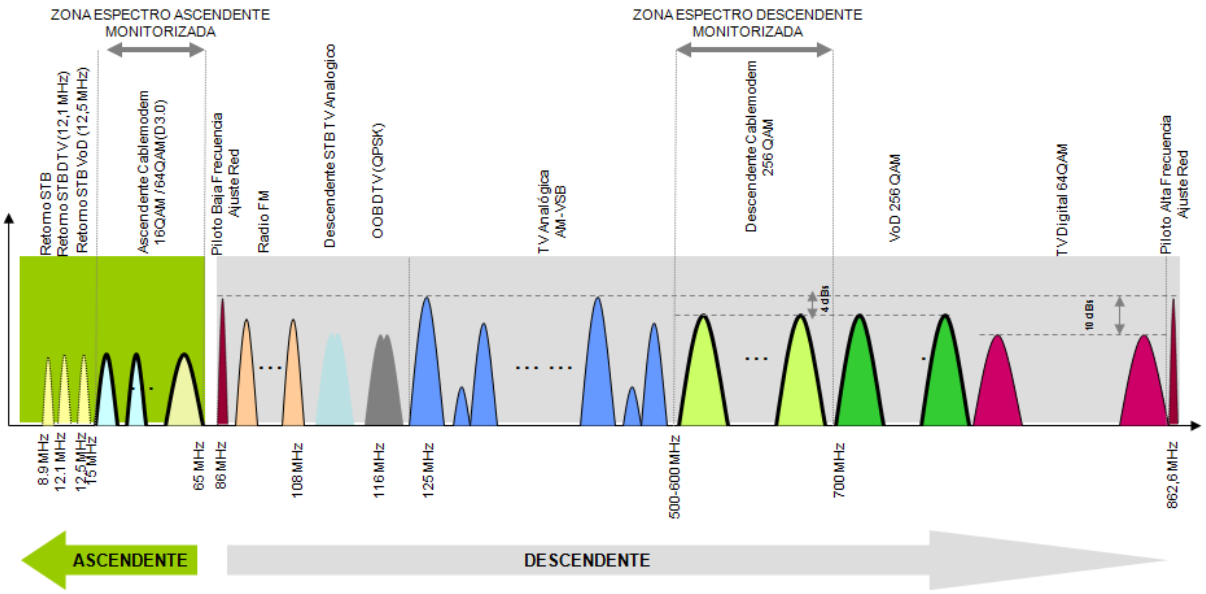


- TX y RX ópticos,

Desde los CPO/CSO's convertimos la señal de RF a Óptico y la inyectamos en la red hacia los nodos, en estos equipos introducimos tanto la señal de datos como la de Televisión.

A continuación mostramos una foto de estos transmisores.

Estos transmisores gestionan las portadoras tanto de descendente o ascendente (downstream y upstream).



Para dar servicio de DOCSIS 3.0 se introducirán mas portadoras en la franja entre 500 y 700 Mhz en descendente y entre 15 y 65 Mhz para ascendente (Euro-DOCSIS).

La red de fibra y los nodos ya se han visto en el apartado anterior.

Parámetros del Cable Modem.

Un cable módem es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable.

- Potencia de transmisión de los CM's (Desde 23 hasta 61 dBms)
- Rango mínimo de trabajo (Max.Pot.Tx CM – Aten.Instal.Cliente- Aten.vertical – Drop Tap – Aten. Cable troncal y pasivos hasta Ampl > 17 dBms)
- Nivel de señal descendente en entrada CPE (referencia analógico 0 dBm)
- Nivel de ataque en ascendente a la entrada del amplificador y Nodo Óptico (17 dBms típico)
- Márgenes de salida en descendente de amplificador y Nodo Óptico (depende de la tecnología, aunque valores típicos en baja pueden ser entre 96 y 100 dBμv y en alta entre 105 y 110 dBμv aprox.)

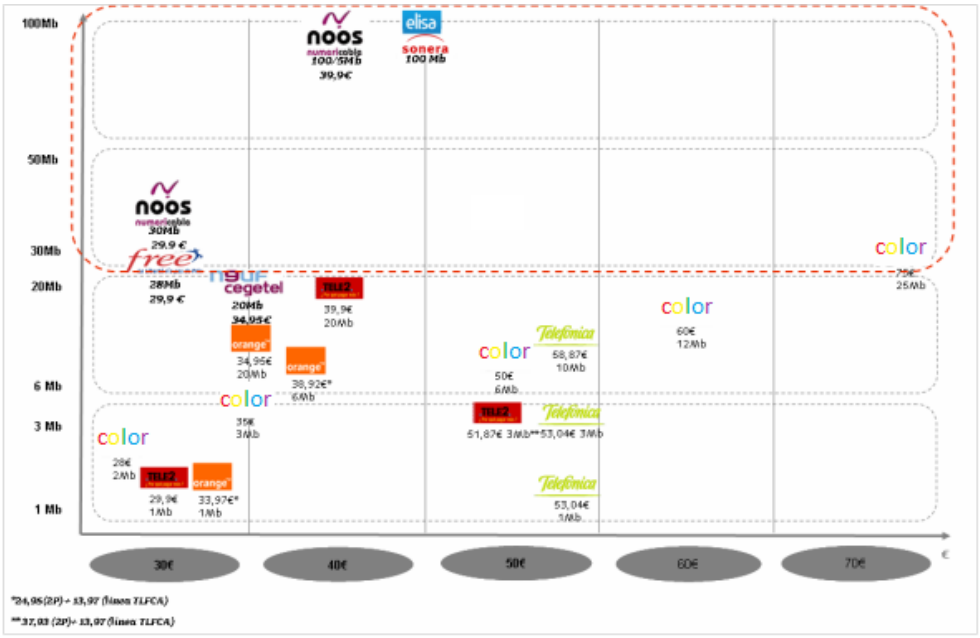
2.- Ventajas del DOCSIS 3.0.

Situación comercial actual.

A continuación, se presenta un estudio de la situación actual del mercado nacional y por extensión a la ciudad en la que color© presta sus servicios.

En el siguiente gráfico, se observa como el segmento de velocidades altas está por cubrir, ofreciendo oportunidades en la comercialización y, con ello, en la venta/captación.

Primero veamos el mercado de empresas, en el que nos encontramos varios operadores.

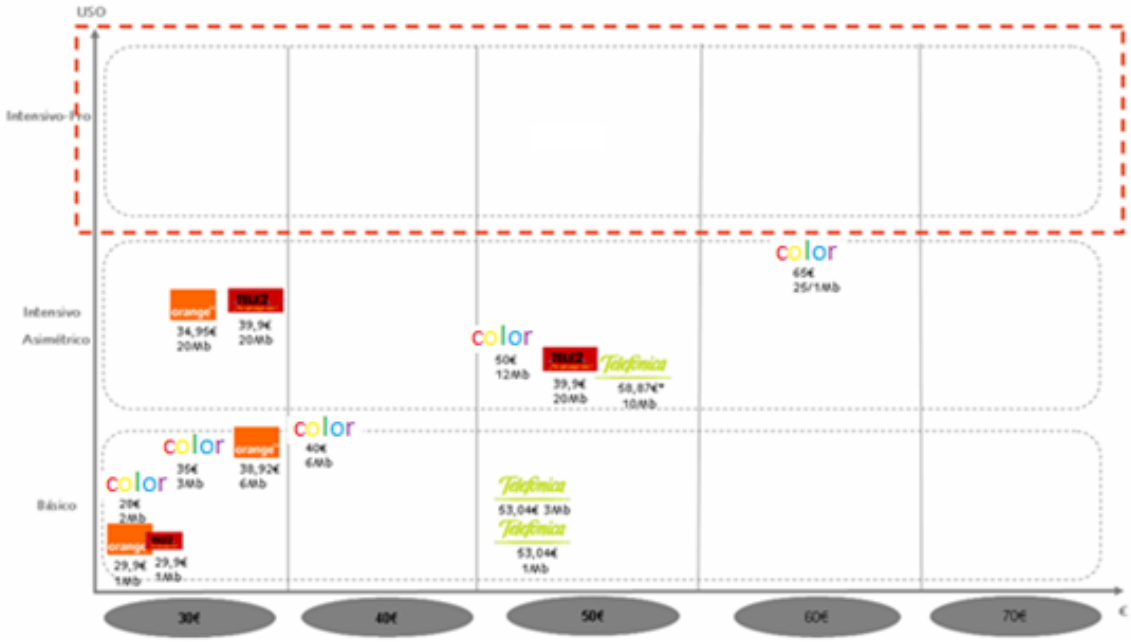


El posicionamiento de la oferta actual respecto al tipo de uso también representa oportunidades de negocio en cuanto a productos gama alta.

Como se puede apreciar color© es el operador más caro desde los 12 Mbps. Han surgido nuevas ofertas de otros operadores con ofertas muy radicales y este es el motivo por el que un grupo muy importante de clientes están cambiado de operadora.

Por lo tanto la evolución a DOCSIS 3.0 se antoja como una necesidad más que como una opción.

Respecto al mercado residencial nos encontramos en una situación un poco diferente, es decir, color© tiene una ofertas variada, sin embargo también sigue siendo en las velocidades más altas el operador más caro.



Como se puede ver en el anterior gráfico todavía ninguna operadora se ha posicionado en el segmento de Banda Ancha (BA) con velocidades de más de 25 Mbps en el mercado, con lo que es muy importante poder posicionarse más rápidamente que los competidores para poder fidelizar a los clientes y frenar la huida que se está produciendo en los últimos meses principalmente por motivos económicos.

Además tenemos que tener en cuenta que cada vez surgen más servicios de tipo P2P, estos son programa de intercambio de datos entre usuarios ó descargas de páginas.

También el contenido de algunas webs donde integran video, hacen necesario altas velocidades para servicios de streaming ó visualización de videos en tiempo real.

Necesidades de Evolución.

La evolución del actual catálogo de servicios se hace evidente por las siguientes razones:

- Competencia:
  - Evolución Internacional:
    - España sigue siendo el país menos avanzado en cuanto a velocidad de acceso. Los principales operadores internacionales ya ofrecen velocidades muy superiores al 25/1Mb de color©, tanto en la subida como en la bajada.
    - Se ofrecen productos PREMIUM a un precio inferior a ofertas nacionales de menor velocidad y prestaciones. No se justifica un alto precio para productos avanzados.
  - Evolución Nacional:
    - Telefónica anuncia su próxima oferta: 30M/3Mb. Con esto, se situaría por encima de los 25/1Mb de color©, destacando así como el producto mejor posicionado en cuanto a velocidad/uso, sobre todo por sus 3Mb de subida.
    - Telefónica ya anuncia por todos los medios sus nuevos productos comunicando, a su vez, el despliegue de fibra óptica. Efecto en comunicación → Marca y Posicionamiento PREMIUM (liderazgo nacional en cuanto a velocidad de acceso y prestaciones de servicio).
- Clientes/Uso:
  - Internet y el uso que se hace del servicio evoluciona progresivamente. Las aplicaciones que requieren de mayores recursos en el acceso son cada vez más frecuentes y utilizadas por los clientes. Necesidad de productos avanzados.
  - Churn: los clientes ya atraídos por aplicaciones que requieren un importante ancho de banda (para subida y bajada) a día de hoy no encuentran satisfacción entre nuestros productos por el alto coste. El 25/1M, siendo un servicio para uso intensivo, no llegaría a alcanzar las necesidades de velocidad de subida que requieren los clientes/usuarios con actividades más “profesionales” o intensivos P2P.

- Comunicación:
    - Tras el lanzamiento de los 100Mb, color© se situará como el operador local con la velocidad más alta del mercado residencial → Mantener liderazgo. Posicionamiento/Marca.
- color©:
    - La presión del mercado deriva en presión para erosionar el ARPU: lanzamiento de nuevos productos que permitan mantener las cuotas de servicio.

Definición del nuevo producto.

Lanzamiento de nuevo catálogo de velocidades para los servicios de BA 24H en cobertura CABLE, para el mercado Residencial y Pymes.

Las nuevas velocidades que se lanzarán, tendrán dos principales objetivos:

- Comunicación:

Posicionando a color© como el primer operador en la ciudad en cuanto a velocidad de acceso ofrecida.

Se tratará, por tanto, de dar valor a la red de CABLE de la que color© es propietaria. Con ello, se fortalecerán las ofertas actuales (6Mb, 12Mb y 25Mb), al tratarse de un operador con potencial técnico.

- Segmento alto de clientes:

Las nuevas velocidades se posicionarán como el producto PREMIUM de Internet e irán dirigidas a un perfil de cliente muy concreto.

Se diferencian los siguientes perfiles de uso:

BA Esencial, 6Mb, 12Mb	25Mb	
Perfil Básico	Perfil Intensivo Asimétrico	Perfil Intensivo Pro
Navegación web; visualización de videos en tiempo real; envío de correos; mensajería; descarga de juegos, música, programas, aplicaciones…	Alto rendimiento sobre aplicaciones anteriores. Uso exigente, para usos que requieren alta velocidad de subida. Producto P2P	. Perfil avanzado: uso elevado P2P. . Perfil "profesional": intercambio de información ftp, aplicaciones online pesadas, VPNs

La oferta actual de color© no cubre el perfil Intensivo Pro, donde las aplicaciones de intercambio ftp, servidores, VPNs… hacen necesarias disponer de una velocidad de subida adecuada a este uso.

En el Perfil Intensivo Asimétrico se sitúa el actual 25Mb/1M. Un producto con mayor velocidad de descarga, podría mejorar considerablemente la experiencia de uso así como las expectativas de los clientes aquí clasificados.

La nueva generación de velocidades tras la evolución tecnológica marcada por el despliegue del estándar CABLE DOCSIS 3.0:

- 50Mb / 1Mb
- 100Mb/ 3Mb

Debido a que se ofrecerán como servicios PREMIUM, deberán tener un trato a nivel de red equivalente. Por ello, para estos servicios no debería controlar el tipo de tráfico generado por el cliente (P2P).

El objetivo del producto irá orientado hacia la construcción de una oferta sencilla y orientada al cliente:

0.- Cobertura, hasta aquellas viviendas/empresas que físicamente llegue el despliegue.

1.- Oferta BA**:** soporte al cliente para la decisión de la oferta que más se ajuste a sus necesidades, en base al catálogo total de velocidades

2.- Equipamiento: Equipo Avanzado DOCSIS 3.0

3.- Instalación/Configuración. Por defecto.

4.- Opciones:

- Pareja de Adaptadores PLC (para instalaciones en los que el WiFi da problema)
- Tarjeta de Red Giga-Ethernet → para aquellos clientes con PC sin tarjeta de Red ó con tarjeta Fast-Ethernet.

5.- SVAs (Servicios de Valor Añadido): los mismos que forman la oferta actual (tanto SVAs incluidos como de pago)

Cable modems para DOCSIS 3.0

El equipo disponible para el lanzamiento será como el que se muestra a cotinuación:

- CABLE MÓDEM ROUTER Multipuesto: 4p Ethernet / WiFi

Conectividad

- LAN 4 puertos 10/1000 BaseT (RJ 45) e interfaz WIFI (802.11n).
- WAN a través de Coaxial (CABLE).
- Compatible servicio UMA.
- Compatible con DOCSIS y Euro-DOCSIS 1.0, 1.1, 2.0, 3.0.
- Seguridad WiFi:

  Tipo de seguridad compatible: compatible con WEP/128 bits (hexadecimal) y WPA2 (además, soportará compatibilidad retroactiva con WPA)

Accesibilidad y Seguridad

- Acceso a Equipo a través de panel de control de configuración con navegación intuitiva y sencilla.
- Dirección de CPE para acceso Web fijada en 192.168.1.1
- Acceso restringido al panel de control de configuraciones con posibilidad de resetear esta clave por medio físico.
- Firewall integrado.
- Todos los leds indicadores de conectividad deberán estar en el panel frontal del equipo (incluidos los de 4 de la LAN).

Material incluido

Accesorios:

Los equipos deberán incluir los siguientes accesorios:

- El adaptador de corriente alterna a continua (transformador)
- Cable de red Ethernet RJ-45.

Material de ayuda al usuario:

Los equipos deberán incluir la siguiente documentación:

- **Guía de instalación rápida**: Díptico impreso que muestre al cliente los pasos básicos que tiene que realizar para dejar su conexión lista para navegar. Lenguaje Castellano. Esta guía será producida por el fabricante en base al contenido y master que color© pase.
- **Tarjeta de Garantía:** en base al máster que color© envíe.

Personalizaciones necesarias

Se deberán seguir las siguientes opciones de personalización adaptando el look&feel del equipo a la imagen de color©. Más en concreto, se deben customizar los siguientes elementos:

Pack y CPE:

- **Exterior del Equipo:** carcasa personalizada para color©.
- **La pegatina de la base del Equipo** (donde aparece MAC y S/N): Deberá incluir los parámetros WiFi establecidos por defecto. Según máster color©.
- **Pegatina adicional:** se incluirá en la caja del CPE una pegatina adicional donde el cliente podrá escribir su nuevo SSID y Clave WiFi en caso de modificar su configuración inicial. Según máster color©.
- **Guía de Instalación Rápida:** Al igual que el resto de elementos personalizables, deben ser elementos con look&feel color©. Será producida por fabricante e incluida en la caja del CPE, pero el contenido y diseño lo marcará color©.
- **CD:** según MASTER color©.
- **Interfaz Web del equipo:** personalizado con look&feel color© y en castellano.

Funcionalidad:

El CPE ó CM deberá tener por defecto la conexión WiFi habilitada y protegida. La protección deberá realizarse de la siguiente manera:

SSID

- Nombre de red Internet debe ser COLORXXXX, donde XXXX son 4 dígitos numéricos aleatorios diferentes al nombre de red Teléfono y diferente entre equipos.

- Clave de red WiFi Internet debe ser WAP2, con 26 dígitos alfanuméricos y diferentes por cada equipo

- Los parámetros del SSID deben ser modificables por el usuario a través de la interfaz web del equipo.

- Todos estos parámetros deberán aparecer en la pegatina de la base del equipo.

Otro opción que se puede estudiar es que sea autoinstalable, ya que el cliente lo único que debe hacer es desinstalar el antiguo y poner el nuevo CPE.

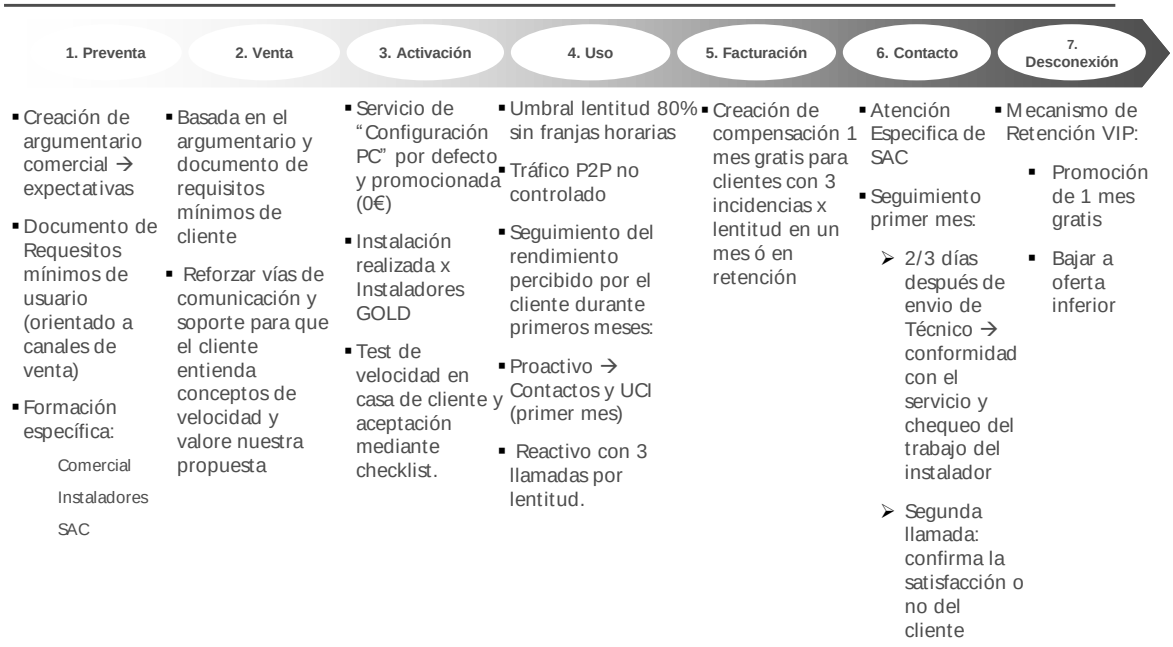
Desde cabecera se puede tener gestión del mismo por lo que se puede cambiar los parámetros que hagan falta.

Marketing: posicionamiento del producto

El posicionamiento del producto deriva de los objetivos principales de su definición:

- Producto PREMIUM que permita mantener el liderazgo en cuanto a prestaciones de servicio. Comunicación/Marca.
- Productos más avanzados permitirán mantener la cuota de servicio (reduciendo la presión a la bajada progresiva de ARPU marcada por la tendencia del mercado).
- Orientado al segmento alto de clientes (uso intensivo/avanzado)

- **Ciclo de Vida**



<u>Activación del Servicio</u>

Tal y como quedan definidos los nuevos servicios, por defecto la activación del acceso llevará asociada la instalación + configuración, sin coste adicional y para clientes Residencial y Pymes, nuevas altas y aumentos/migraciones:

Instalación + Configuración por defecto

Se definen las siguientes acciones a realizar para la configuración específica del 50Mb y 100Mb:

- Desplazamiento al domicilio del cliente
- Entrega del WKIT correspondiente
- Recordar al cliente los puntos clave del contrato: Responsabilidad de datos y programas en su PC y necesidad de los discos de Sistema Operativo.

- Pedir al cliente que encienda su PC y verifique bajo nuestra observación que funciona su ordenador y sus periféricos.

- Realizar el cableado necesario (incluida la obra de instalación: cableado, taladros…)

- Realizar todas las conexiones necesarias:
  - Conectar el cable coaxial entre toma de red y equipo de acceso
  - Conectar el equipo de acceso al PC a través de RJ-45 → **Conexión Ethernet**
    - Para aquellos clientes 100Mb que hayan adquirido la tarjeta Gigabit-Ethernet, se deberá realizar la instalación y configuración de la misma.
    - El instalador siempre llevará una consigo para los casos en los que el PC del cliente no esté preparado (en el momento de la contratación no fue informado por la parte comercial, porque no sabía qué tipo de tarjeta tenía instalada…). El técnico ofrecerá la tarjeta en el momento de la instalación y lo reflejará en la OT.
  - En caso de que el cliente haya adquirido la pareja PLC, la instalación debe incluir los adaptadores.

- Comprobar que el equipo de acceso sincroniza (verificar correcto funcionamiento de los leds).

- Configurar el equipo de acceso donde se incluye:
  - Configuración de la conexión vía Ethernet → a través del CD WKIT
  - Verificar que la tarjeta de red del PC y el CPE han negociado correctamente (diferenciando entre tarjeta Fast-Ethernet y Gigabit-Ethernet).
  - Optimización de parámetros TCP/IP (a través de la herramienta TCPOptimizer).
  - Comprobar y valorar las posibles limitaciones existentes en el throughput máximo.
  - Configurar el acceso con el navegador, instalándolo si fuera necesario.

- Configurar los SVAs asociados a la contratación correspondiente. Por defecto siempre Pasaporte color©, Cuenta de Correo Electrónico y Centinela (AV + FW) más los SVAs de pago contratados.

- Verificar que el PC navega (configuración para un único ordenador), el acceso a WEB, el envío de correo saliente y la recepción de correo entrante.

- Test de velocidad ColorSpeed y mostrar al cliente el resultado. Cuando este resultado sea inferior al umbral de calidad definido, el técnico verificará que todos los puntos clave de configuración se han realizado correctamente. Como elemento adicional sobre los anteriormente definidos, el instalador desconectará firewalls y Servicios de Seguridad activados haciendo una nueva prueba de velocidad. En caso de continuar por debajo del umbral, informará al cliente de la situación, basándose en los argumentarios, e informando de la primera llamada de bienvenida a los 7 días de la activación, donde podrá valorar la conexión.

- Explicación del manejo de los accesos e iconos disponibles.

3.- Migración a DOCIS 3.0.

Introducción.

DOCSIS 3.0 es el siguiente paso en la evolución del estándar de HFC DOCSIS. La principal novedad es la funcionalidad de channel bonding que permite incrementar el ancho de banda máximo para los clientes individuales.

Básicamente consiste en trabajar con varias portadoras simultáneamente para lograr altas velocidades de datos.

Principales funcionalidades que se añaden a parte del channel bonding:

- Configuración flexible de equipos.

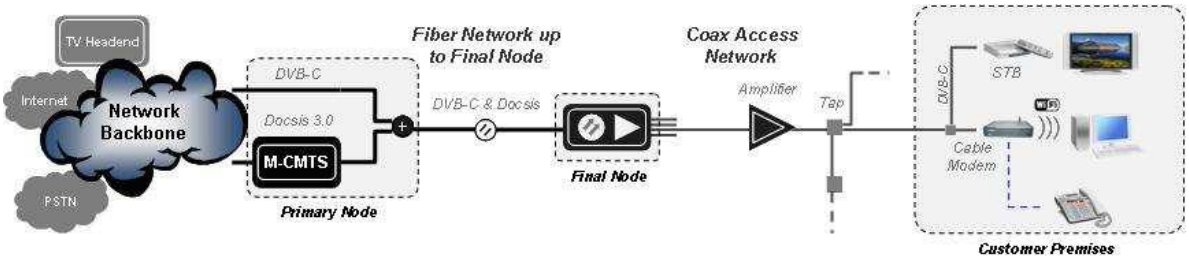
- Soporte para servicios de Negocios con mejoras en temas de Calidad de Servicio.

color© está ofreciendo actualmente servicios de datos empleando la versión 1.0 y 1.1. La arquitectura presentada significa un mínimo impacto en la red HFC actual. Reutiliza la mayor parte de la infraestructura y procesos actuales, facilitando la migración.

Se espera una compatibilidad total con las versiones actuales de DOCSIS. Esto facilitará una posible migración progresiva.

Arquitectura de referencia estándar Docsis 3.0: M-CMTS.

En este apartado detallamos la arquitectura estandarizada. En la siguiente figura mostramos la arquitectura básica de una red HFC con DOCSIS 3.0



M-CMTS: Modular –Cable Modem Termination System

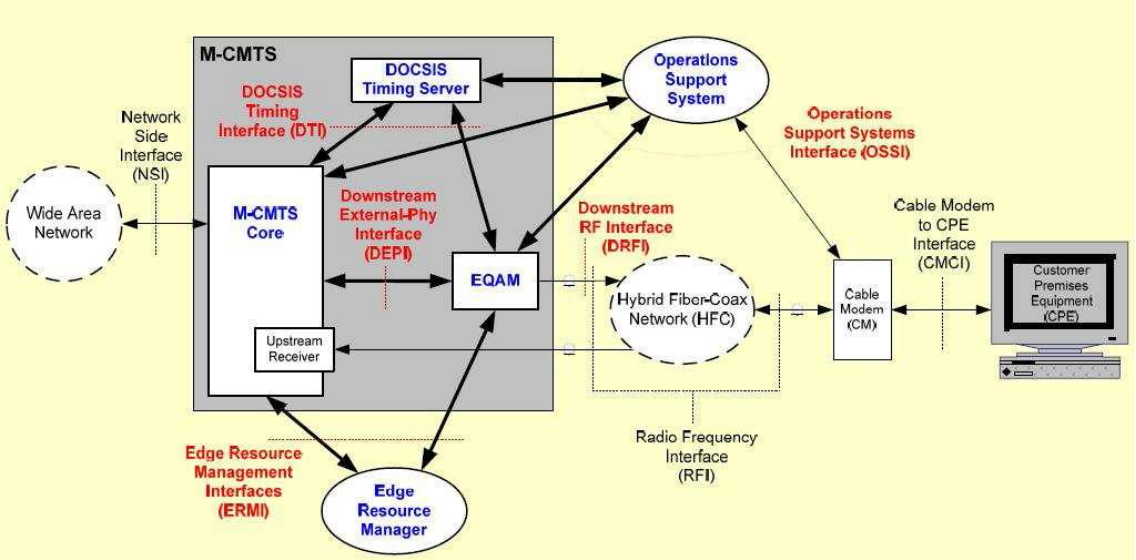
Esta arquitectura modular se ha diseñado como una extensión a las especificaciones de DOCSIS para permitir flexibilidad y escalado independientemente de ciertas funciones de la CMTS y para permitir a la operadora una utilización de los recursos de la red más eficientes.

Uno de los elementos claves de la arquitectura M-CMTS es la separación de la capa física de modulación QAM del canal downstream. Desplazando esta funcionalidad al "Edge-QAM" (EQAM).

Estos equipos EQAM soportan tanto video como DOCSIS, cosa que permitirá a la operadora utilizar los mismos recursos de modulación en downstream para múltiples servicios como datos, voz y video.

El interfaz conocido como Downstream External PHY Interface (DEPI) y los requerimientos a nivel de protocolo asociados para el transporte de datos de downstream entre el core M-CMTS y el equipo EQAM, están estandarizados.

La siguiente figura muestra la arquitectura de referencia para M-CMTS:



El equipo Edge QAM o comúnmente llamado EQAM, tiene su origen en el entorno VOD. Es un chasis que típicamente tiene uno o más Gigabit Ethernets como input y múltiples moduladores QAM y RF Upconverters como output.

Este EQAM se ha adaptado para su uso en el entorno M-CMTS. Cada una de las salidas u outputs es conocida como Canal QAM en lugar de lo que realmente sería: "Modulador QAM y RF Upconverter".

El Core M-CMTS contiene todo lo que una CMTS tradicional realiza, excepto las funciones que realiza propiamente el EQAM.

En el diagrama se ha reflejado los Upstream Receivers de DOCSIS internamente en la M-CMTS core. No obstante, no hay nada que impida el uso de unos externos. En el futuro, probablemente serán externos.

Parámetros de la E-QAM:

El **DOCSIS Timing Interface (DTI)** Server proporciona una frecuencia común de 10.24 MHz y un Timestamp DOCSIS para otros elementos M-CMTS.

DEPI, es el Downstream External PHY Interface, y es el interfaz entre el Core M-CMTS y el EQAM. Más específicamente, es un Tunel IP entre el nivel MAC y el PHY en una arquitectura M-CMTS.

DRFI, es el Downstream Radio Frequency Interface, deberá recoger todos los requerimientos para el Downstream, para CMTS, M-CMTS y VOD EQAM.

DTI, es el DOCSIS Timing Interface, es un interfaz punto a punto desde el Servidor DTI hacia otros elementos de la M-CMTS. La especificación DTI define el comportamiento y los protocolos del Servidor DTI y del Cliente DTI.

El servidor DTI es el generador del señal de Tiempo mientras que tanto el Core M-CMTS y EQAM tienen un cliente DTI. El Servidor DTI distribuye la frecuencia 10.24 MHz y el timestamp DOCSIS sobre UTP. El protocolo DTI automáticamente compensa la longitud del cable y asegura que todos los elementos de la M-CMTS tengan el mismo tiempo y frecuencia.

ERMI, es el Edge Resource Manager Interface, involucra tres interfaces: un interfaz de registro entre EQAM y ERM (Edge Resource Manager), un interfaz de control entre EQAM y el ERM, y un interfaz de control entre Core M-CMTS y el ERM. El primer interfaz es utilizado para registrar y desregistrar recursos EQAM (p.ej. canales QAM) del ERM. El segundo interfaz es utilizado por un ERM para solicitar recursos de canal QAM del EQAM, y por parte del EQAM para liberar recursos hacia el ERM. El tercer interfaz es utilizado por el Core M-CMTS para solicitar canales específicos en el canal QAM desde el ERM, y por el ERM para responder a dichas peticiones con la localización de los canales QAM.

El sistema debe funcionar en caso de ausencia de un ERM. En caso de no haber ERM, habrá una configuración estática de forma que el core M-CMTS sea provisionado o configurado con la suficiente información para enviar datos a los EQAMs, y tiene suficiente conocimiento de los recursos disponibles en cada EQAM para acceder a dichos recursos. Los EQAMs deben poder trabajar con el core M-CMTS incluso cuando no han registrado sus recursos en un ERM.

Debe ser compatible con Euro-DOCSIS. Un ERM normalmente gestiona múltiples EQAMs. La comunicación entre ellos será IP. El EQAM puede utilizar una Query DNS para obtener la IP del servidor ERM. También puede ser configurado para comunicarse con un ERM secundario, en caso que el primario no sea accesible por algún motivo. No obstante un canal QAM es controlado por un único ERM en un momento dado.

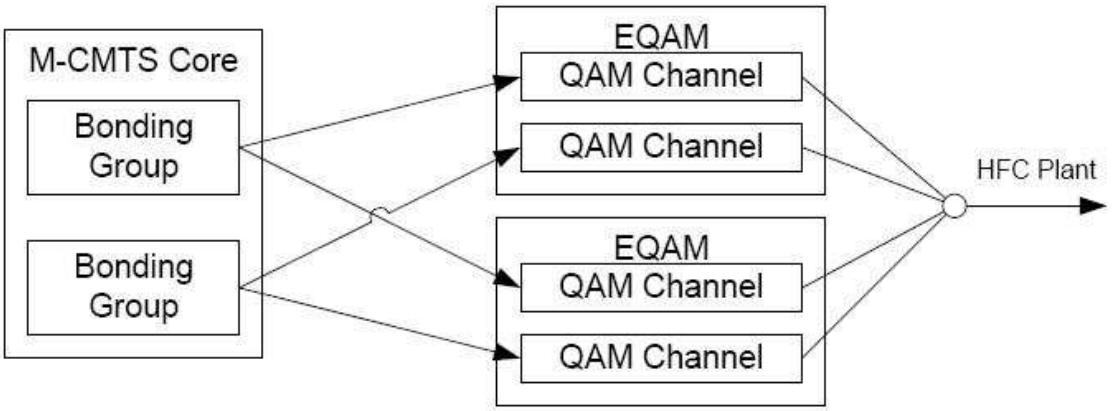
El EQAM tendrá varios canales QAM, las características de cada canal individual QAM son guardadas en el ERM. El ERM puede aplicar unas políticas u otras para asignar canales QAM, según las políticas del operador. Estas políticas pueden tener en cuenta factores como load balancing de canales QAM, trafico DOCSIS bonded puede compartir tráfico con un canal QAM con tráfico de VOD.

En un EQAM, los canales QAM están físicamente conectados a puertos RF. Un único puerto RF puede estar asociado a múltiples canales QAM. El puerto RF puede imponer limitaciones en la configuración de los canales QAM asociados. Por ejemplo, todos los canales QAM asociados con un único puerto RF pueden ser requeridos a configurar

todos de forma idéntica. Aunque un canal QAM usado por una aplicación de vídeo y otro usado por DOCSIS pueden usar la misma frecuencia portadora y tipo de modulación, pueden tener diferentes configuraciones de entrelazados.

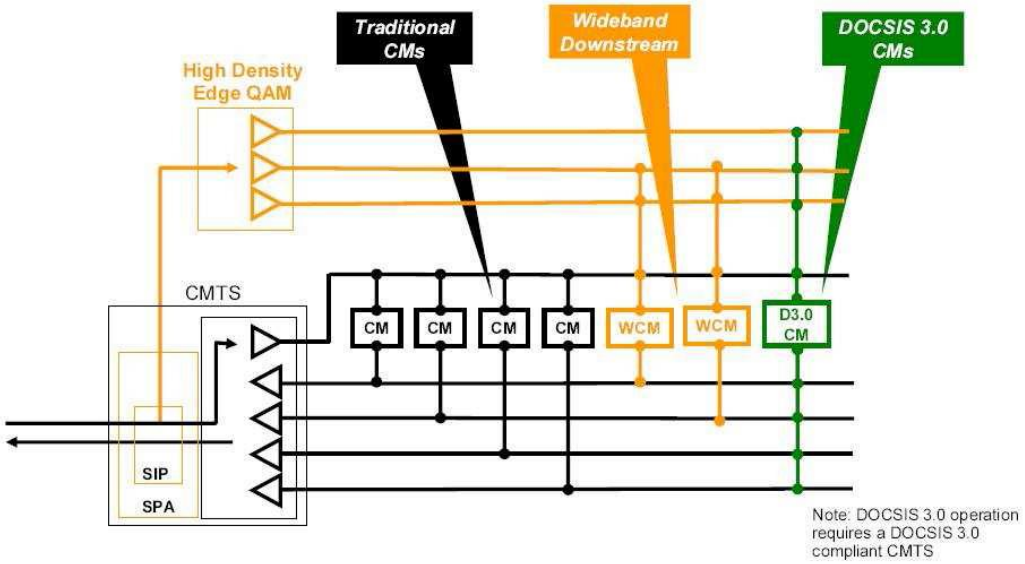
Modelo Servicios Bonding

Downstream Channel Bonding se refiere al envío de varios Streams de tramas DOCSIS hacia múltiples portadoras QAM. En la arquitectura CMTS Modular, el Downstream se implementa en el Core M-CMTS. Los paquetes del backbone IP se introducen en una trama DOCSIS en el Core M-CMTS. La trama DOCSIS es entonces enviada a uno de los canales QAM en el Bonding Group. Los paquetes van etiquetados con un número secuencial de forma que la secuencia propia no se pierde en caso de latencias entre los canales. En el sistema, el equipo EQAM no se da cuenta que se está realizando bonding, e ignora los detalles del protocolo de Bonding.



A nivel de cablemodems, tendríamos cablemodems que sólo se conectarán a un único downstream, mientras que los cablemodems Wideband pueden usar más de un downstream, y los cablemodems que cumplan DOCSIS 3.0 con todas sus funcionalidades podrán también usar más de un upstream. Los cablemodems tienen múltiples receptores y deben estar preparados para recibir todos los canales. El CM debe re-secuenciar la trama de datos que le llega en downstream y restaurar la secuencia original de paquete antes de reenviar los paquetes hacia su CPE.

En la siguiente figura se muestra gráficamente lo explicado:



Solución Cisco para cabeceras: M-CMTS

Cisco dispone de dos soluciones que analizaremos en los siguientes apartados:

- Solución Cisco Cable Wideband Solution: utiliza la IOS 12.3(21)BC y la 12.3(21a)BC3 que es la que está hoy en día desplegada en color©. Se considera una versión Pre-DOCSIS 3.0
- Solución Cisco para el Downstream en DOCSIS 3.0: utiliza la IOS 12.3 (23) BC.

En los dos siguientes apartados detallaremos las dos soluciones y en los siguientes detallaremos los nuevos dispositivos de la solución más destacados. Incluimos más información técnica en el anexo.

Solución Wideband

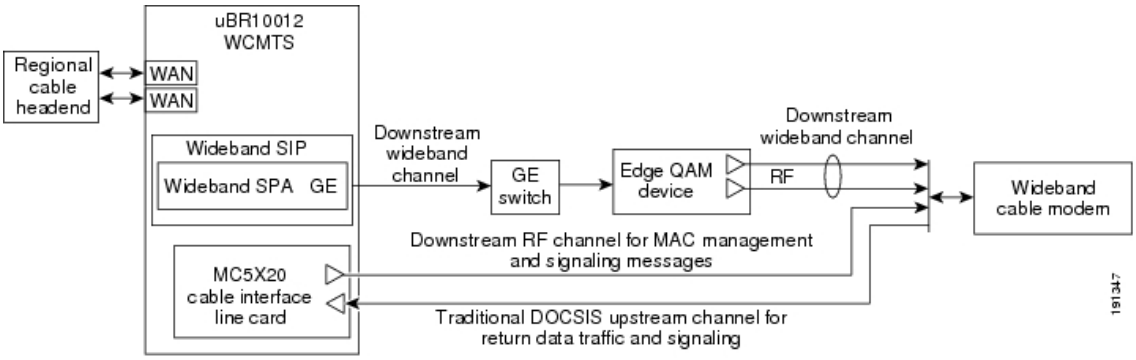
La solución Wideband soporta la funcionalidad de Downstream Channel Bonding, y es la característica principal de la solución. El ancho de banda soportado dependerá del número de canales RF que pueden ser agregados en un canal wideband. Esta solución puede ser desplegada en paralelo con la tecnología Docsis 1.X/2.0.

Los componentes de esta solución son:

- Wideband CMTS (Ubr10012 con componentes adicionales).
- Wideband SPA (Shared Port Adapter) y Wideband SIP (SPA Interface
- Processor).

- Edge QAM (EQAM) device (ya que sigue una arquitectura modular)
- Wideband cable modem.

En la siguiente figura se muestra la vista simplificada de la solución:



Cada ubr10012 soporta hasta dos Wideband SPA en una Wideband SIP. Cada Wideband SPA de Cisco puede soportar hasta 24 canales RF Downstream (para Annex A y 256 QAM son 18 canales RF). Cada Wideband SPA de Cisco puede soportar hasta 12 canales wideband lógicos (bonding groups).

Cable módems wideband como el linksys WCM300-NA, WCM300-EURO, WCM300-JP soportan la recepción de hasta ocho canales RF que pueden ser bonded en canales wideband. Un canal downstream DOCSIS tradicional es utilizado para la gestión MAC y mensajes de señalización. Soportan un canal primario bonded para tráfico unicast y multicast y hasta dos canales secundarios bonded para tráfico multicast.

Cablemodems Scientific Atlanta DPC 2505 y EPC2505 wideband soportan un canal downstream bonded formado por dos canales RF y soporta un canal downstream tradicional DOCSIS para la gestión MAC y mensajes de señalización.

Equipamiento para Downstream DOCSIS 3.0

En la implementación de Cisco de M-CMTS, los canales downstream a través del Downstream External PHY interface (DEPI) son procesados y encapsulados por el Cisco Shared Port Adapter (SPA) y por tanto nos referimos a ellos como canales Downstream SPA. Estos canales DS SPA en la solución para Downstream DOCSIS 3.0 pueden ser usados como primary channels (canales para narrowband) o como parte de canales bonded (wideband channels), o como las dos cosas a la vez. La solución proporciona servicios de datos narrowband y soporta módems DOCSIS 1.x/2.0 y servicios de datos wideband que soporten módems DOCSIS 3.0 en redes HFC y permite que compartan el

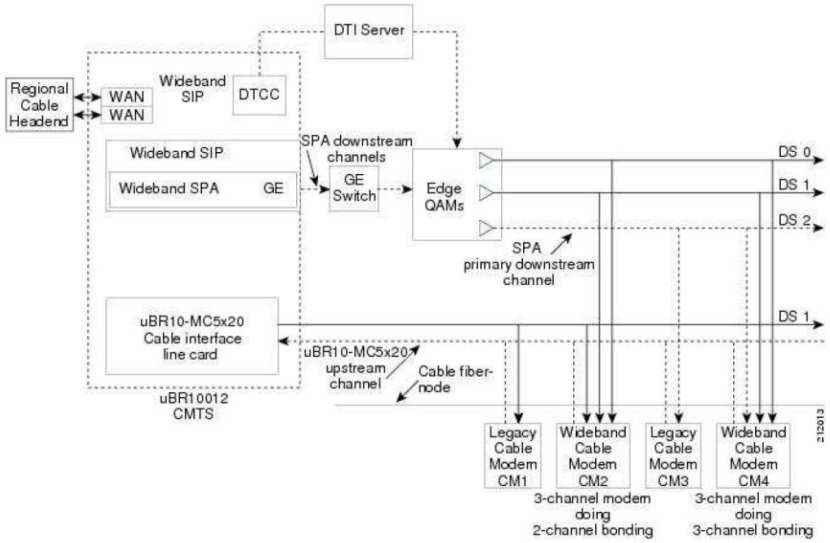
mismo canal DS SPA todos los tipos de servicios. Con servicios de datos wideband múltiples canales DS SPA son agregados en un único canal lógico wideband (bonding group) que proporciona anchos de banda superiores a cable módems wideband de los que eran posibles con tecnología DOCSIS 2.0. Esta agregación de canales DS SPA es conocida como channel bonding. El ancho de banda máximo soportado depende del número de canales DS SPA que pueden ser agregados en un canal wideband (según soporten los cable módems).

Esta solución de cisco puede ser desplegada en paralelo con DOCSIS 1.x/2.0. La CMTS soporta cable módems antiguos en la line card uBR10-MC5X20 así como canales primarios de downstream SPA, y soporta cable módems wideband vía bonded channels SPA DS, mejorando significativamente el throughput.

Los componentes de esta solución son:

- WidebandCMTS (Ubr10012 con componentes adicionales).
- Wideband SPA (Shared Port Adapter) y Wideband SIP (SPA Interface
- Processor).
- DOCSIS Timing and Control Card (DTTC) da el servicio de reloj a las line
- cards, permite sincronizarse con un servidor DTI.
- DOCSIS Timing Interface (DTI) Server. Proporciona time stamp y frecuencia
- entre el core M-CMTS y eQAM
- Edge QAM (EQAM) device (ya que sigue una arquitectura modular)
- Wideband cable modem.
- Narrowband cable modem

En la siguiente figura se muestra la vista simplificada de la solución:



La solución proporciona:

- Canales primarios SPA DS asociados con los canales upstream de la uBR10-MC5X20. Estos canales downstream llevan mensajes SYNC así como Upstream Channel Descriptors (UCD) y mensajes Mini-slot Allocation Packet (MAP) como mínimo para un canal upstream. También pueden llevar mensajes de MAC Domain Descriptor (MDD) para módems DOCSIS 3.0.
    - o Esta funcionalidad incrementa la densidad por puerto downstream de CM legacy.
    - o Permite módems bonded y legacy compartir los mismos canales DS SPA
    - o Soporta 3-channel bonding para 3-channel modems y 8-channel bonding para modems Linksys en canales DS SPA.
- Canales SPA RF individuales configurables a nivel de Annex y modulación. Encapsulación L2TP en DEPI.
- Cada Wideband SPA de Cisco puede soportar hasta 24 canales RF Downstream (para Annex A y 256 QAM son 18 canales RF).
- Cada Wideband SPA de Cisco puede soportar hasta 32 canales wideband lógicos (bonding groups)
- MAC Domain extensible.
    - o Proporciona soporte para múltiples canales primarios por MAC Domain.
    - o Permite asociaciones flexibles de upstream y downstream con un MAC Domain.
    - o Permite asociación de bonded chanels con MAC Domains usando Channel Grouping domain (CGD)
- Alta disponibilidad para módems en canales SPA DS.
- Soporte de DOCSIS 1.X /2.0 en canales DS SPA. Funcionalidades legacy soportadas en canales primarios DS SPA:
    - o Load balancing
    - o Virtual interface bundling
    - o Full DOCSIS Quality of Service (QoS)
    - o Committed Information Rate (CIR) Admission Control.
    - o Bonded multicast
    - o Non-bonded multicast
    - o DOCSIS Set-top Gateway (DSG)
    - o Subscrier Accounting and Management Interface Specification (SAMIS)
    - o Multiprotocol Label Switching (MPLS)/ Virtual Private Network (VPN).
    - o Baseline Privacy Interface (BPI) / Baseline Privacy Interface Plus (BPI+).
    - o Personal-Handyphone-System (PHS)
    - o Packet Cable and PacketCable Multimedia (PCMM)
    - o Cable modem flaplist
    - o Source Verify (with Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) option).
    - o Computer Assisted Law Enforcement Act (CALEA)/Service Independent Intercept (SII)/Packet Intercept
    - o Cable modem remote query

  - o DOCSIS Packet filters
  - o Cable Address Resolution Protocol (ARP)
- Soporte para modems DOCSIS 3.0 de channel bonding de canales downstream de la SPA.
- Selección de canales primarios de downstream para facilitar el channel bonding y la fiabilidad en módems con servicios de voz habilitados.
- Las ubr10012 actuales se pueden actualizar a wideband CMTS con componentes adicionales.
- Soporta sincronización de tiempo con el DTI Server utilizando la DTCC.
- La SPA soporta interfaz externo Gigabit Ethernet para conectar con el equipo EQAM directamente o a través de una red.
- La uBR10012 soporta hasta dos wideband SPAs en un wideband SIP.
- El equipo eQAM Harmonic NSG 9000 ha sido testado para la interoperabilidad.
- El Servidor Symmetricom TimeCreator 1000 DTI ha sido testado para la interoperabilidad.
- Cablemodems wideband como el linksys WCM300-NA, WCM300-EURO, WCM300-JP soportan la recepción de hasta ocho canales RF que pueden ser bonded en canales wideband. Un canal downstream DOCSIS tradicional es utilizado para la gestión MAC y mensajes de señalización. Soportan un canal primario bonded para tráfico unicast y multicast y hasta dos canales secundarios bonded para tráfico multicast.
- Cablemodems Scientific Atlanta DPC 2505 y EPC2505 wideband soportan un canal downstream bonded formado por dos canales RF y soporta un canal downstream tradicional DOCSIS para la gestión MAC y mensajes de señalización.

Listado de componentes con part number asociado mínimos y recomendados por CMTS:

Componente	Mínimo	Recomendado
Performance Routing Engine 2 (PRE2) Part number: ESR-PRE2/R	1	2
DOCSIS Timing and Control Card (DTCC) Part number: UBR10-DTCC	1	2
DC Power Entry Modules (DC PEMs) Part number: UBR10-PWR-DC (Primary), UBR10-PWR-DC\R (Redundant) Or AC Power Entry Modules (AC PEMs) Part number: UBR10-PWR-AC (Primary), UBR10-PWR-AC\R (Redundant)	1	2
FAN assembly module Part number: UBR-10-FAN-ASSY	1	1
LCD module Part number: UBR10-DSPL	1	1
Cable Interface Line Cards and Network Uplink Line Cards		
uBR-MC5X20S/U/H or uBR10-MC5X20U-D cable interface line card Part number: uBR10-MC5x20S uBR10-MC5X20U uBR10-MC5X20H uBR10-MC5X20U-D	1	Al menos 2
Half-Height Gigabit Ethernet (HHGE) network uplink line card Part number: ESR-HH-1GE	1	Al menos 2
Slot splitter card (One is required for each two HHGE line cards)	1	Varía
Componentes Wideband		
Wideband SIP (SPA Interface Processor) Part Number: UBR10-2XDS-SIP	1	1
Wideband SPA (Shared Port Adapter) Part Number: SPA-24XDS-SFP Utiliza módulos SFP (Conectores LC de fibra óptica)	1	Varía

Cisco recomienda emplear como EQAM los siguientes modelos :
Equipo EQAM Harmonic NSG 9000, que tiene un número de canales de salida QAM soportados de hasta 72 canales QAM

Los únicos Equipos DTI Server soportados por Cisco en su solución M-CMTS son los siguientes :
Equipo DTI Symmetricom TimeCreator 1000 DTI Server

Para facilitar la comparativa de componentes compatibles con la solución Wideband de Cisco y la solución de Downstream DOCSIS 3.0 de Cisco, se ha añadido el Anexo, la matriz de compatibilidades de componentes.
También en el anexo se describen en detalle los componentes de la solución MCMTS de Cisco sobre cabeceras ubr1012.

BACC 4.0 y CNR 7.0

El sistema BACC está implantado ya en color©, proporciona el servicio de activación de los servicios con acceso cablemodem. BACC 4.0 cumplirá con las especificaciones de DOCSIS 3.0, con IPv6, DHCPv6 y DNSv6, si bien conviene aclarar de entrada, que desde

el punto de vista meramente físico, no es necesario hacer un upgrade de BACC a la versión 4.0 para disponer de soluciones downstream y upstream bonding.
BACC 4.0 incorpora el soporte para provisionar varias tecnologías:
- Equipos IPv6: Servicios de Datos DOCSIS de alta velocidad (cablemodems DOCSIS 3.0), PCs, STBs.
- Video STBs, específicamente el STB RNG-200 STB que está basado en la plataforma OpenCable Application
- Equipos variantes de eSAFE (embedded Service/Application Funcional Entities) como PacketCable Multimedia Terminal Adapters (MTAs). Este equipo es un equipo eSAFE que consiste en un cablemodem embebido IPv6 y una eMTA IPv4. Estos equipos añaden funcionalidades adicionales con cable modems, como packet-telephony, home networking, y video.

Al igual que versiones previas de BACC, continua provisionando:
- Cable Modems y STBs que cumplen con DOCSIS 1.0, 1.1 y 2.0.
- eMTAs que cumplen con PacketCable version 1.x
- Dispositivos que cumplen con CableHome 1.0
- PCs

Cisco Network Registrar 7.0 es compatible con Cisco Broadband Access Center 4.0. Es compatible y puede interoperar con servidores versión 6.0 y posteriores, con excepción de las funciones de DNS HA (interopera con la 6.2) y DHCPv6.
El servidor 2.0 CCM (Central Configuration Management) interopera con versiones previas. Actualmente no estamos trabajando con esta opción, se podría utilizar si nos interesase realizar las reservas de IPs desde la RDU.
Implementa el mecanismo de licencia FLEXlm, así pues, se debe obtener el fichero de licencia FLEXlm.
El upgrade se puede realizar desde la release 6.1.x, 6.2.x y 6.3.

Los estandares soportados por CNR 7.0

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Leasequery (RFC-4388).

- DNS Resource Record (RR) para Encoding Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Information (DHCID RR) (RFC-4701).
- Resolución de conflictos Fully Qualified Domain Name (FQDN) entre clients Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) (RFC-4703).
- Dynamic Host Configuration Protocol para IPv6 (DHCPv6) Client Fully Qualified Domain Name (FQDN) Option (RFC 4704).
- DHCP Leasequery (RFC 5007).

4.- Estudio de la viabilidad *económica.*

Una vez visto los elementos que sería necesario sustituir y/o ampliar, vamos a realizar el presupuesto que le supone a la compañía la migración al nuevo sistema con DOCSIS 3.0.

No tendremos en cuenta el aumento de personal o la subcontratación para bajar todo el nivel de ruido que haya en la red puesto que es trabajo de mantenimiento continuo.

DESCRIPCIÓN	Uds	PRECIO	TOTAL
Equipamiento CISCO			
Tarjeta PRE 2	16	2.100	33.600
DTCC	16	780	12.480
DC PEMs	16	550	8.800
FAN assembly	16	150	2.400
LCD module	7	220	1.540
Cableado para MC5x20	16	315	5.040
HHGE	16	640	10.240
Splitter card	16	345	5.520
Wideband SIP	16	750	12.000
Wideband SPA	16	400	6400
E-QAM			
QAM Harmonic NSG 9000	8	45.000	360.000
Equipos de medidas			
SDA 5000	9	5.300	47.700
Equipo DTI			
Symmetricom TimeCreator 1000	2	15.000	30.000
Instalación, configuración			
CPO/CSO	7	2.000	14.000
		Total:	549.720€

En este presupuesto no está incluido el precio de los cable módems para DOCSIS 3.0. este ronda los 200€ por aparato.

Es complicado realizar un estudio para ver el retorno económico de la inversión. De todas formas haciendo una estimación simple podemos ver que la inversión, además de necesaria se recupera en poco tiempo.

Pensemos ya tenemos unos 180000 clientes que pueden en cualquier momento migrarse al nuevo sistema, además es un reclamo para nuevas altas.

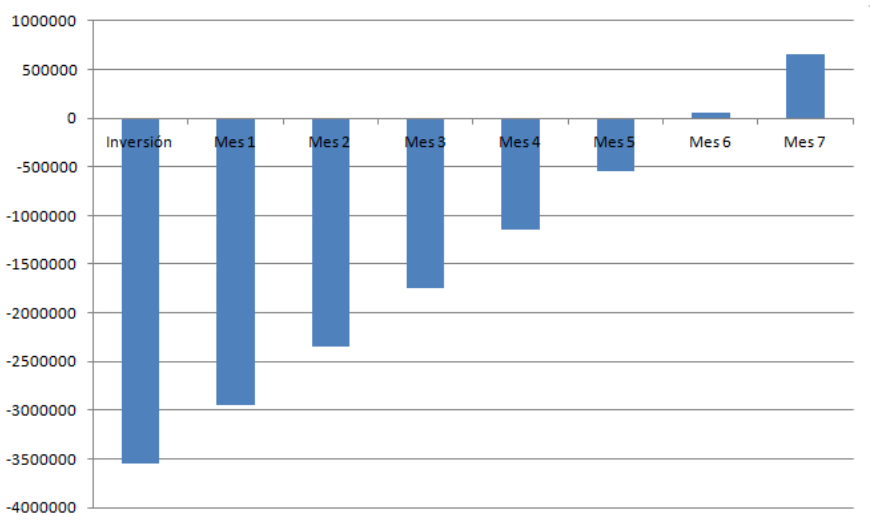
A cada nuevo cliente hay que proporcionarle ó instalarle un nuevo cable modem, el precio en total puede estar sobre 300€.

Si el nuevo servicio se le pone una cuota de 60€/mes, el aparato estaría amortizado en cinco meses. A partir empezaríamos a amortizar la instalación del DOCSIS 3.0.

Si estimamos que podemos captar unos 10.000 clientes rápidamente, veamos el retorno de inversión:

La inversión sería el coste del DOCSIS 3.0 más 300€ por cliente al cambiar el cable modem, en total 3.549.720€

Considerando que los abonados pagan 60€, teniendo 10.000 clientes, recaudamos 600.000€/mes



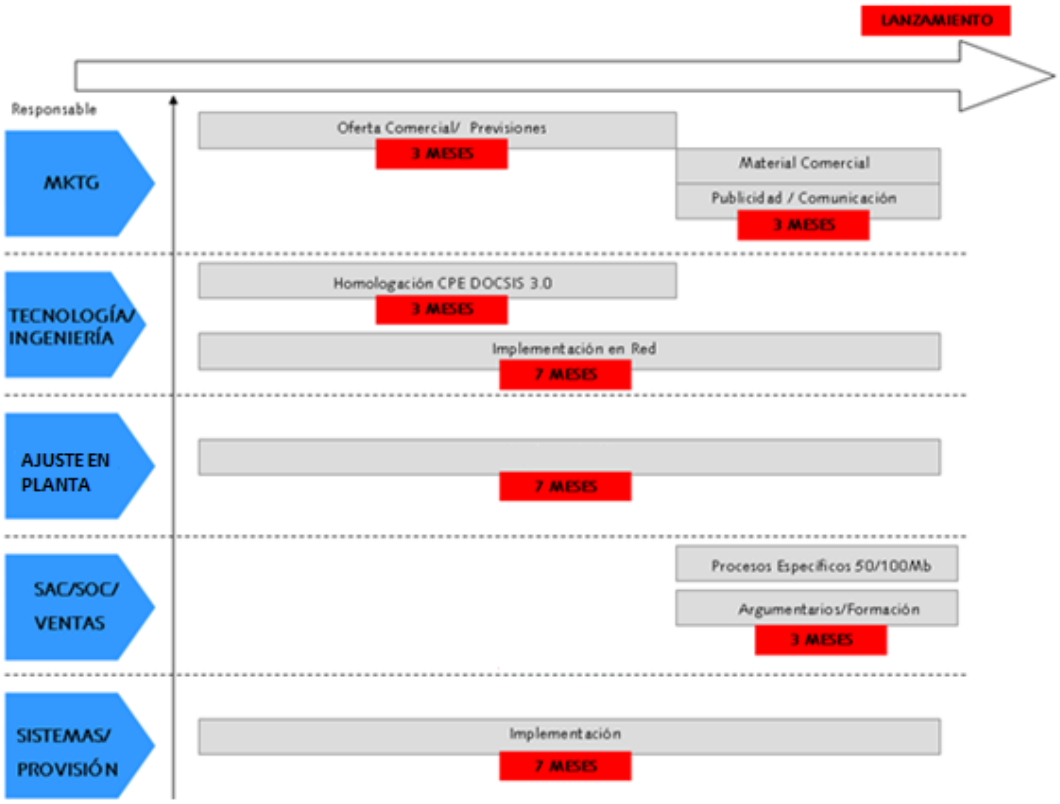
En este supuesto vemos que se amortiza en tan sólo 6 meses, por lo que es altamente recomendable realizar esta inversión.

5.- Tiempo de la adecuación.

Cronograma.

A continuación un breve cronograma en el que se puede ver el tiempo necesario para la implantación agrupando a varios departamentos de la empresa. Como se observa el tiempo estimado de puesta en marcha desde que la directiva dé el visto bueno al proyecto es de 7 meses.

Es muy importante que todos los departamentos tengan claro su función e intenten realizarla lo mejor posible.



Es muy importante el ajuste en planta, además del trabajo continuo que se realiza para reducir el ruido que pueda haber en la red, ahora hay que monitorizar regularmente todas las cabeceras.

Es posible que la operadora deba destinar más personal a este fin, ya que si queremos lanzar el producto en óptimas condiciones este es el punto más crítico.

6.- Tipos de pruebas a realizar antes de entrar en servicio.

Objeto.

El objeto de este apartado es describir los requisitos técnicos que color© exigirá para la realización de medidas sobre el canal de retorno de su red. Se entiende que estas medidas no están relacionadas con el ajuste de los elementos de red que componen el canal de retorno, por lo que las medidas aquí descritas tendrán por objeto conocer el estado del canal de retorno en un momento dado, ya sea para la activación de nuevos servicios ya para la prevención o detección de posibles problemas. Como ya se ha indicado es de suma importancia reducir el "ruido" en la red para poder dar el servicio de DOCSIS 3.0 con las máximas garantías.

Recursos técnicos.

Será obligatorio que el técnico disponga de los equipos de medida necesarios para realizar las medidas en la red así como la formación necesaria para manejarlos. Para las medidas aquí propuestas, deberá disponer al menos de los siguientes equipos:

- Equipo de campo para sistema de barrido Wavetek.
- Analizador de espectros tipo HP o similar con función para medida de señales TDMA impulsivas

Todos los equipos deberán tener certificado de calibración emitido por laboratorio homologado (con homologación ENAC).

Medidas que se deben realizar.

A continuación se presenta la relación de medidas que se pedirán a la hora de evaluar el estado del canal de retorno de una instalación HFC cualquiera.

Las siguientes medidas se realizarán por cada enlace de retorno, y abarcan tanto la planta interna como la planta externa (mientras no se diga lo contrario el punto de medida en nodo primario es el punto de test del receptor de retorno)

- **Medidas en planta interna y externa.**

  1. **Respuesta en frecuencia del canal de retorno:** esta medida se hará con un analizador de barrido, y su finalidad es la de comprobar que la respuesta en frecuencia del enlace de retorno medida en nodo primario es la esperada (para cada una de sus redes color© establecerá cuál es la respuesta en frecuencia esperada en nodo primario en base al equipamiento utilizado), y que el nivel de dichas señales es igualmente el esperado. No se admite la medida con otro tipo

de equipo de medida que no sea el analizador de barrido, pues lo que se pretende tener es una fotografía del estado de cada retorno. Esta medida se realizará entre los 5 y los 65 MHz

2. **C/N:** para realizar esta medida deberá utilizarse cualquiera de las señales digitales de retorno que hay servicio, pasarlas al modo "Zero Span" y realizar la medida de C/N. La medida, al igual que la anterior, se realiza en el receptor de retorno del nodo primario. La finalidad de la medida de C/N es comprobar que la calidad de las señales en retorno es la esperada. Debe hacerse con analizador de espectros. color© entregará, en el momento de realizar las medidas, un listado de señales de retorno en servicio por ubicación para facilitar la localización de las señales.

3. **Ingress:** esta medida puede hacerse con analizador de barrido o con analizador de espectro, y su objeto es el de comprobar que no existen interferencias externas en el camino de retorno o que éstas, de existir, no impiden el correcto funcionamiento del servicio. Ha de mirarse, por tanto, todo el espectro de retorno, midiendo el nivel del ruido y de cualquier señal no deseada que pueda aparecer, con especial énfasis en el rango que va de 42 a 65 MHz, que es en donde se activarán nuevos servicios. No obstante, se medirá todo el ancho de banda de retorno, que va de los 5 a los 65 MHz.

Equipos de medida necesarios.

Para la realización de las medidas que se proponen más adelante será necesario disponer, al menos, de los siguientes equipos:

- Para la respuesta en frecuencia: **analizador de barrido**, equipo de campo; según la zona será o bien el SDA5000 de JDSU o bien el Calan3100R de Sunrise. Puede utilizarse analizador de espectros para esta medida siempre y cuando éste disponga de función de barrido o respuesta en frecuencia.

Es importante destacar que hay que cambiar toda la planta de estos equipos ya que los anteriores no están preparados para realizar medidas en todas las nuevas frecuencias que se añaden a la red. Este coste también ha sido añadido en el presupuesto.

- Para las medidas analógicas: **analizador de espectro** de CATV con, al menos, las siguientes características: rango de frecuencias de trabajo de 5 a 1000 MHz; rango aproximado de niveles de potencia admitida: de 30 dBµV a 120 dBµV; funciones para medida de C/N, CSO/CTB y respuesta en frecuencia dentro del canal; el rango de C/N en la planta interna será en general superior a los 50 o incluso los 55 dBs, por lo que deberá poder medir C/N en tales rangos; en cuanto a las medidas de CTB y CSO el rango deberá llegar por debajo de los -65 dBs; debe tener función para realizar medidas de nivel sobre señales TDMA impulsivas.

Entrega de la documentación final.

Una vez acabadas las medidas se procederá a la elaboración de un informe final, cuya estructura ha de ser la siguiente:

- Breve descripción de las medidas a realizar.
- Métodos de medición utilizados (sólo cuando la normativa de referencia permita más de uno).
- Fecha de realización y condiciones bajo las que se realizaron las medidas.
- Elementos medidos (cuando la cantidad sea elevada se detallarán en anexo aparte).
- Resultados de las medidas (por cada elemento habrá una tabla con 2 columnas, una indicando las medidas realizadas, y otra reflejando el resultado obtenido en cada una de ellas).
- Comentarios y conclusiones acerca de las medidas obtenidas.
- Recomendaciones.
- Anexo de medidas – se añadirá un anexo que contenga la imagen obtenida en la realización de cada una de las medidas; es decir, el archivo visual generado por el equipo de medida.

Análisis de riesgos laborales.

Debido a que el trabajo de medidas se realizará la mayor parte de veces en altura, se debe estudiar el análisis de riesgos laborales para tomar las medidas preventivas necesarias y adecuadas para la minimización de dichos riesgos con el personal en conjunto con el departamento correspondiente o empresa externa.

Sólo podrán en principio realizarse con ayuda de equipos o dispositivos colectivos. Se utilizarán además cinturones de seguridad con anclaje, arnés anti-caída u otros medios otros medios de protección equivalente.

La protección empezará a partir de un metro de altura y se dispondrá de los siguientes componentes de trabajo:

-Ropa adecuada de trabajo.

-Casco.

-Guantes adecuados.

-Calzado de seguridad.

-Dispositivos absorbedor de energías.

-Anclajes móviles.

-Escalera homologada.

Arnés anti-caídas.

Se tendrán en cuenta las condiciones meteorológicas sobretodo el viento. Todo esto es para trabajos que se han de realizar en la planta externa, para los trabajos que se realicen en el CPO/CSO se respetaran las normas de trabajo en estos lugares.

Siempre que se trabaje con equipos de datos en la cabecera, los técnicos deberán llevar una pulsera antiestática para no estropear la circuitería de las tarjetas.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, BOE nº 97 de 23 de abril.

7.- Glosario.

- ACL (Access Control List), es un método en redes para controlar qué nodos de la red tienen qué permisos sobre el sistema que implementa. En Cisco, son un mecanismo genérico para clasificar conjuntos de direcciones o flujos de datos.

- ADM (Add/Drop Multiplexer), es un equipo de transmisión que permite extraer en un punto intermedio de una ruta parte del tráfico cursado y a su vez inyectar nuevo tráfico desde ese punto. En los puntos donde tengamos un ADM, solo aquellas señales que necesitemos serán descargadas o insertadas al flujo principal de datos. El resto de señales a las que no tenemos que acceder seguirá a través de la red.

- ARPU (Average Revenue Per User), ingresos medios por usuario) es la media o promedio de ingresos por usuario que obtiene, en un período, una compañía de servicios con amplia base de usuarios. Se calcula dividiendo el total de ingresos obtenidos en el período, entre el total de usuarios activos de la empresa. Es una unidad de medida usada principalmente por compañías de telecomunicaciones.

- BA (Banda ancha), es el nombre que las operadoras (proveedores de servicios de internet) le dan a este producto para venderlo comercialmente a los usuarios. Se trata de internet de alta velocidad.

- BACC (Broadband Access Center for Cable), equipo que hace la función de CNR (Cisco Network Register).

- BE (Best Efforts), se define así aquellos servicios para los que no existe una garantía de calidad de servicio (QoS). Esto implica que no existe una preasignación de recursos, ni plazos conocidos, ni garantía de recepción correcta de la información.

- BGP (Border Gateway Protocol), es un protocolo mediante el cual se intercambia información de encaminamiento entre sistemas autónomos. Por ejemplo, los ISP registrados en Internet suelen componerse de varios sistemas autónomos.

- BPI (Baseline Privacy Interface), es un conjunto de servicios implementados dentro de la subcapa MAC DOCSIS. Ofrece a los clientes privacidad de los datos en toda la red de RF, el cifrado de los flujos de tráfico entre el sistema de terminación de cable módem y el módem por cable.

- CHURN, es un anglicísmo usualmente utilizado para describir la tasa de pérdida de clientes. En la industria de telecomunicaciones se refiere a la velocidad a la que se cambian de proveedor los suscriptores de un determinado servicio. La tasa de desconexión o baja de servicio se cuantifica en tantos por ciento y describe infidelidad o falta de lealtad de los clientes. Una tasa de desconexión alta indica una gran deslealtad de los clientes.

- CIR (Committed Information Rate), es el ancho de banda medio de un circuito virtual garantizado por un ISP para trabajar en condiciones normales. En cualquier momento dado, el ancho de banda no debe caer por debajo de esta cantidad comprometida. El ancho de banda se expresa generalmente en kilobits por segundo (kbit/s).

- CMTS (Cable Modem Termination System), es un equipo que se encuentra normalmente en la cabecera de la compañía de cable y se utiliza para proporcionar servicios de datos de alta velocidad.
Para proporcionar dichos servicios de alta velocidad, la compañía conecta su cabecera a Internet mediante enlaces de datos de alta capacidad a un proveedor de servicios de red. En la parte de abonado de la cabecera, el CMTS habilita la comunicación con los cable módems de los abonados. Dependiendo del CMTS, el número de cable módems que puede manejar varía entre 4.000 y 150.000 o incluso más. Una determinada cabecera puede tener entre media docena y una docena de CMTS (a veces más) para dar servicio al conjunto de cable módems que dependen de esa cabecera.

- CPE (Customer Premises Equipment), es un equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación. El equipo puede proveer una combinación de servicios incluyendo datos, voz, video y un host de aplicaciones multimedia interactivos.

- CPO (Centro Principal de Operaciones), sala técnoca principal donde está la mayoría de equipamiento de distribución y tratamiento de la señal. También se le denomina cabecera.

- CSO (Centro Secundario de Operaciones), centros técnicos en los que se distribuya la señal a una zona determinada.

- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), servidor que asigna IP a los equipos conectados.

- DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), Se trata de un estándar no comercial que define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable, lo que permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable (CATV) existente. Muchos operadores de televisión por cable lo emplean para proporcionar acceso a Internet sobre una infraestructura HFC (red híbrida de fibra óptica y coaxial) existente. La primera especificación DOCSIS fue la versión 1.0, publicada en marzo de 1997, seguida de la revisión 1.1 en abril de 1999.

La versión europea de DOCSIS se denomina Euro-DOCSIS. La principal diferencia es que, en Europa, los canales de cable tienen un ancho de banda de 8 MHz (PAL), mientras que, en Norte América y Colombia, es de 6 MHz (NTSC). Esto se traduce en un mayor ancho de banda disponible para el canal de datos de bajada (desde el punto de vista del usuario, el canal de bajada se utiliza para recibir datos, mientras que el de subida se utiliza para enviarlos). También existen otras variantes de DOCSIS que se emplean en Japón.

El 7 de agosto de 2006 salieron a la luz las especificaciones finales del DOCSIS 3.0, cuya principal novedad reside en el soporte para IPv6 y el *channel bonding*, que permite utilizar varios canales simultáneamente, tanto de subida como de bajada, por lo que la velocidad podrá sobrepasar los 100 Mbit/s en ambos sentidos. Los equipos con el nuevo protocolo llegarán a velocidades de descarga de datos de 160 Mbit/s y subidas a 120 Mbit/s.

- DPE (Device Provisioning Engines), el motor de aprovisionamiento de dispositivos (se comunica con el CPE en nombre de la RDU para realizar cualquier provisión o funciones de gestión. El DPE gestiona las tareas siguientes: sincronización con la RDU para recuperar la última serie de instrucciones para el almacenamiento en caché, comunicación con el CPE utilizando CWMP y HTTP para los servicios de descarga de archivos y autenticación y cifrado de la comunicación con el CPE.

- D-SG (Downstream Service Group), se refiere al conjunto de canales que llega a un nodo de fibra. En la mayoría de los casos, un operador configurar todos los canales descendentes llegan a un nodo al mismo dominio. Muchas veces, están configurados de tal manera que son compartidos por muchos módems de cable que tienen los diferentes canales.

- EQAM (Edge-QAM), "QAM"se traduce por modulación de amplitud en cuadratura, todos los servicios de cable digital de cable en planta utilizan modulación QAM. Es lo que genera los servicios de video, voz y datos desde las cabeceras a los hogares.
- FN (Fiber Node), nodo que tiene fibra óptica.

- HFC (Hybid- Fiber/Coax), es un término de la industria de las telecomunicaciones para una red de banda ancha que combina fibra óptica y cable coaxial. Se ha empleado comúnmente a nivel mundial por los operadores de televisión por cable desde principios de 1990.

- IGMP (Internet Group Management Protocol), es un protocolo de red que se utiliza para intercambiar información acerca del estado de pertenencia entre enrutadores IP que admiten la multidifusión y miembros de grupos de multidifusión. Los hosts miembros individuales informan acerca de la pertenencia de hosts al grupo de multidifusión y los enrutadores de multidifusión sondean periódicamente el estado de la pertenencia.

- IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System), es un protocolo de enrutamiento desarrollado por la ISO. Se trata de un protocolo de estado de enlace donde los routers intercambian información de enrutamiento basado en una única métrica para determinar la topología de la red. Se comporta similar a Open Shortest Path First (OSPF) en la red TCP / IP.

- LTM (Line Termination Multiplexer) también llamado un terminal de línea óptica, es un dispositivo que sirve como el extremo de proveedor de servicio de una red óptica pasiva. Cuenta con dos funciones principales: para realizar la conversión entre las señales eléctricas utilizadas por el equipo del proveedor de servicios, y las señales de fibra óptica utilizados por la red óptica pasiva y para coordinar la multiplexación entre los dispositivos de conversión en el otro extremo de dicha red.

- M-CMTS (Modular Cable Modem Termination System), es una parte de equipo que se encuentra en la cabecera de una compañía de cable , se utiliza para proporcionar servicios de datos de alta velocidad, tales como Internet por cable o de voz sobre Protocolo de Internet, a suscriptores de cable. Un CMTS proporciona muchas de las mismas funciones proporcionadas por el DSLAM en un sistema DSL.

- MTA (Multimedia Terminal Adapter), es un adaptador de terminal multimedia (MTA) o módem Teléfono de la casa, funciona muy similar a un módem de cable, pero

un ATM puede ofrecer servicio de telefonía residencial, además de Internet de alta velocidad.

- NP (Nodo Primario), ver CPO/CSO.

- NR (Network Registrar), proporciona un servicio de (DNS) y los servicios DHCP. Los parámetros de configuración de módems de cable DOCSIS y PCs basados en políticas de red y de servicios, y asigna nombres de host para estos dispositivos en DNS.

- NS (Nodo Secundario), respecto a HFC en la operadora es idéntico a un NT.

- NT (Nodo Terminal), armario en el que podemos encontrar el equipo que da servicio en acceso a una zona.

- NTP (Network Time Protocol), es un protocolo de Internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos a través del ruteo de paquetes en redes con latencia variable. NTP utiliza UDP como su capa de transporte, usando el puerto 123. Está diseñado para resistir los efectos de la latencia variable.

- ODF (Optical Distribution Frame), armario de fibra donde se conectan las fibras bien que van a los equipos o a otros ODF's.

- OSPF (Open Shortest Path First), es un protocolo de enrutamiento jerárquico de pasarela interior o IGP (Interior Gateway Protocol), usa el algoritmo Dijkstra enlace-estado (LSA - Link State Algorithm) para calcular la ruta más corta posible. Usa cost como su medida de métrica. Además, construye una base de datos enlace-estado (link-state database, LSDB) idéntica en todos los enrutadores de la zona.

- OUI (Organizationally Unique Identifier), es un número de 24 bits comprado a la Autoridad de Registro del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE). Este identificador único, identifica a cada empresa u organización (llamados asignados) a nivel mundial y reserva un bloque en cada posible identificador derivado (como las direcciones MAC, direcciones de grupos, identificadores para el Protocolo de acceso a subredes, etc.) para el uso exclusivo del asignado.

- PHS (Payload Header Suppression), es una característica en el ancho de banda en el que la interfaz es limitada y compartida por múltiples usuarios dentro de una zona,

tiene sentido para optimizar el uso del ancho de banda. La idea de PHS es eliminar información redundante en los encabezados de paquetes utilizando reglas conocidas. Estas reglas de supresión ayudar en la reconstrucción de la cabecera correctamente en el extremo receptor.

- PRC (Primary Reference Clock), referencia de reloj primario.

- RDU (Regional Distribution Unit), genera instrucciones que el DPE deben llevar a cabo en el dispositivo. Estas instrucciones se distribuyen a los servidores DPE pertinentes, en los que se almacenan en caché. Estas instrucciones se utilizan durante las interacciones con el CPE para llevar a cabo tareas como la configuración de los dispositivos, la actualización del firmware y recuperación de datos.

- SEC (SDH Equipment Clock), reloj de elemento de red SDH.

- SNMP (Simple Network Management Protocol), es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. Permite a los administradores supervisar el funcionamiento de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su escalabilidad.

- SSU (Synchonization Source Unit), para realizar la sincronización de una red SDH es necesario contar con una o varias fuentes de reloj maestros con un alto nivel de calidad.

- SVA (Servicios de Valor añadido), servicios que da la operadora además de servicio de internet.

-UBR (Unspecific Bit Rate), equipo que permite el envío de cualquier cantidad de datos hasta un máximo especificado a través de la red, pero no ofrece garantías en términos de pérdida y retraso de celdas.

- VIP (Versatile Port Adapter), puertos que tienen algunos routers en los que se pueden dar varios tipos de servicios.

- **WCM** (Wideband Cable Modem), cable modem que puede dar servicio de DOCSIS 3.0. al trabajar con varias portadoras simultáneamente.

8.- Referencias.

- Normativa UNE EN-50083 “Sistemas de distribución por cable para señales de televisión, sonido y servicios interactivos”, y en particular la Parte 3: “Equipos activos usados en los sistemas de distribución coaxial de banda ancha”; la Parte 6: “Equipo óptico”; la Parte 7: “Prestaciones del sistema”; y la Parte 10: “Funcionamiento del sistema para enlaces de retorno”
- Normativa ETSI TR-101 290, Measurement guidelines for DVB systems.
- Material docente TFC (UOC).
- Ley General de las Telecomunicaciones.
- Boletín Oficial del Estado.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, BOE nº 97 de 23 de abril.
- Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicaciones.(www.coitt.es)
- Webs de los fabricantes de los equipos citados a lo largo del proyecto. (Internet)
- http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario_tecnico/articulo.asp?i=3370
- http://www.casadomo.com/
- http://es.wikipedia.org/wiki/DOCSIS
- http://standards.ieee.org/
- http://www.espanix.net/
- http://www.cogentco.com/es/
- http://www.level3.com/es/
- http://www.juniper.net

9.- Anexos.

Indicadores de calidad en la red.

Para poder dar el servicio con calidad hay que monitorizar varios parámetros relacionados sobre todo con el comportamiento de la red a baja frecuencia y el camino físico de retorno, que es donde la red es más sensible al ruido. Estos datos se obtienen desde los CMTS's.

Algunos parámetros:

Potencia de transmisión (PTx / USPWR) (dependiendo del modelo de CM y de la modulación utilizada la máxima potencia suele estar en 55 o en 61 dBm). Un CM transmitirá a lo necesario para llegar a la cabecera con el nivel del power level configurado.

SNR Ascendente (SNRUps / USMER). La SNRAsc individual de cada CM es una medida similar a la MER de la portadora recibida en la CMTS y transmitida multiplexada en el tiempo por dicho CM. La SNR del upstream es una medida común para todos los CM de un upstream y se calcula en base a promedios diversos. Va íntimamente ligada a la CNR. La CNR y C/I según estándares debe ser superior a 25dBs a la entrada del interfaz.

Reajustes de potencia de transmisión (PAdj) (El umbral es configurable en el upstream (por defecto 2 dBs). Cada vez que el CM llega al upstream a un nivel con más de 2 dBs de diferencia con respecto al power level la cabecera manda reajustar potencia al CM e incrementa o decrementa en uno el Padj y Flaps.

Signo ! Identifica aquellos CMs que están o han estado en las últimas horas transmitiendo a su máxima potencia y ocasionalmente no han podido entrar, pese a los intentos de reajuste, en la ventana típica de +-2 dBs respecto al power level de la tarjeta upstream.

Relación Miss/Hit. La cabecera pregunta a cada CM mediante un HIT cada 10-15 seg (depende del nº de CMs en el downstream) si está vivo. Si el CM no responde pone un MISS e intensifica cada segundo el envío de HIT. Si aparecen 6 MISS consecutivos se incrementa el contador de flap en 1. Si hay 15 MISS consecutivos lo da como offline.

A continuación se explica otros parámetros relacionados con el comportamiento de la red a alta frecuencia (downstream) y con el camino físico de descendente:

Potencia de recepción (PRx / DSPWR) (según los valores estándares deben estar entre -15 y +15 dBm aunque depende del modelo la mayor sensibilidad a estar fuera de márgenes)

SNR Descendente (SNRDesc / DSSNR) (Es una medida similar a la MER de la portadora descendente a la que se engancha el CM y según estándares debe estar por encima de 35 dBs aunque en general se empieza a disparar las palabras con errores por debajo de 31 aprox.)

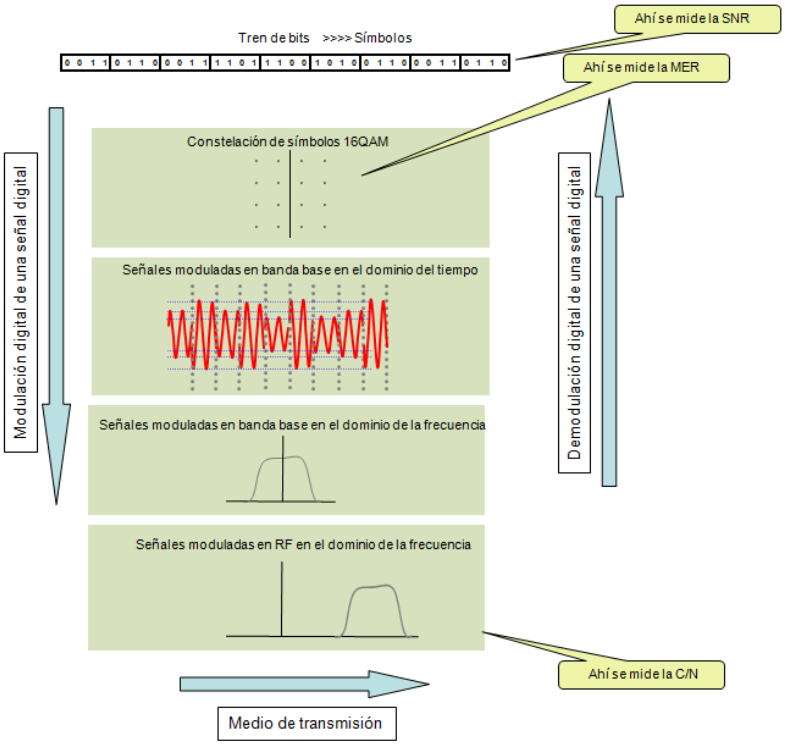
Inserciones (Ins) Por defecto se configura cada 180 sg el tiempo que tarda un CM en ponerse online desde que inicia el diálogo con la cabecera. Si antes de que transcurra ese tiempo el Cm se pone online y se cae y vuelve a arrancar el diálogo entonces incremente en uno el Ins. Ráfaga de micro cortes en descendente.

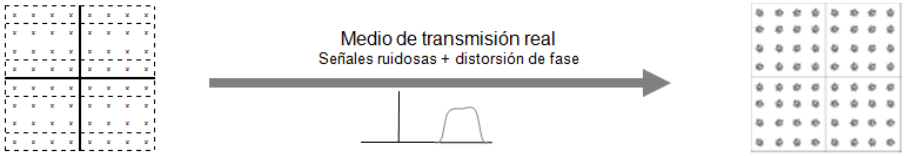
FLAPs: los flaps son un contador acumulativo que suma otros contadores, aunque no de forma lineal. El número de flaps es igual al número de reajustes de potencia (P-Adjust) + el número de grupo de 6 MISS consecutivos + el número de INS.

P-Adjust: los reajustes de potencia de transmisión se producen cuando existe una atenuación/ ganancia física variable en el camino de retorno hasta la cabecera. El CM lo que hace es subir o bajar su potencia de transmisión para llegar siempre a la misma potencia (power level configurado) a la entrada de la cabecera. Este proceso en sí no conlleva ningún corte ni reseteo del CM ni paso por offline.

Otra casuística en el que el CM se reajusta es cuando vuelve de un estado offline, en el proceso de arranque.

Indicación en el equipo de medida de los parámetros de red:

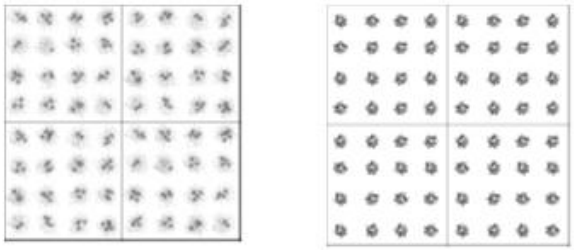




La MER (Medida de Error de Modulación_Modulation Error Rate) es una medida de la distancia promedio entre los símbolos ideales y los símbolos recibidos. A mayor degradación de amplitud y/o fase, peor MER.

En el proceso de demodulación los símbolos recibidos se alejarán de la constelación ideal debido a diferencias en la magnitud de señal y/o en la fase de la señal debido a:

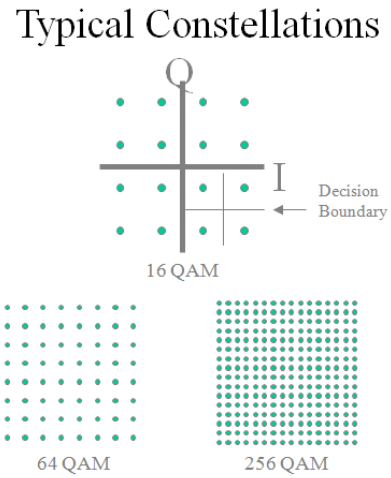
Señales interferentes que se incorporan ó se generan en el medio de transmisión y se suman a las nuestras (Ruido)



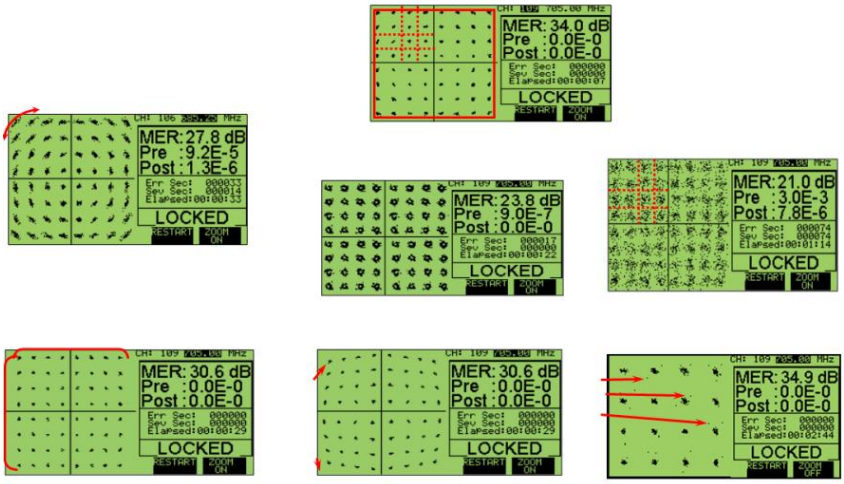
Medidas en streams digitales.

Cuando realizamos medidas sobre una red HFC para ver la calidad de la misma, hemos de medir:

- Medida de la potencia del canal
- Constelación
    - Equipos de medida:
        - N1776, FSH3-TV, CM1000, Cx150, etc.
    - Cada en la constelación debe estar dentro de sus límites de decisión. Si la señal esta dentro de estos límites, sus “datos” son recibidos correctamente. Si por ruido, etc. el símbolo estuviera en el área adyacente sus datos son recibidos con errores.



Ejemplos de constelaciones que nos podemos encontrar cuando tomamos las medidas:



- Ruido : C/N

  - En modulación digital se usa la relación Eb/No (energía media por bit / potencia de ruido de 1 Hz), en vez de C/N. Eb/No similar a MER
  - Equipo de medida : analizador HP8591C, FSH3-TV, etc. (RBW=30KHz , VBW=100Hz)
  - Parámetros de C/N recomendados: >30 para 64QAM y >35 para 256QAM.

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{C}{N} - FEC - 10.\text{Log}\, M$$

$$FEC(RS) = 10.\text{Log}\,\frac{188}{204}$$

$M \Rightarrow$ nº de bits / símbolo $\Rightarrow$ para 64QAM, M = 6 $\Rightarrow$ para 256QAM, M = 8

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{C}{N} - 7.4\text{dB} \qquad \frac{E_b}{N_0} = \frac{C}{N} - 8.7\text{dB}$$

Efectos del ruido (C/N) sobre las señales analógicas

45 dB C/N | 35 dB C/N | 25 dB C/N | 20 dB C/N

Efectos del ruido (Eb/No) sobre las señales digitales

34 dB Eb/No | 24 dB Eb/No | 23 dB Eb/No | 22 dB Eb/No

El ruido apenas tiene efecto sobre las señales digitales, hasta que estas desaparecen por completo

- BER
  - Equipo de medida : FSH3-TV, Hukk CM1000, R&S EDFA60, etc.
  - El Bit Error Rate (BER) es la medida que verdaderamente evalúa la calidad de la señal digital y que determina si es suficiente como para ser reproducida por el receptor (algunos bits transmitidos pueden ser recibidos incorrectamente).
  - El Forward Error Corretion (FEC) puede corregir errores hasta un límite. Es importante conocer el Pre y Post FEC BER para saber cómo está trabajando la corrección de errores.
  - Un cablemódem tolerará errores pre-FEC y el FEC continuará corrigiendo errores hasta 1E-06 o un error en un millón de bits. Después el FEC no puede corregir más.

- Errores post-FEC causarán retransmisiones y lentitud en los sistemas DOCSIS.

- Los errores causados por ruido o fenómenos intermitentes pueden tener el mismo BER pero muy diferentes efectos. Errores discontinuos (distribuidos por el flujo de bits) pueden ser problemas debidos a ruido. Errores agrupados pueden ser problemas intermitentes como ingress, conectores flojos.

- MER
  - El Modulation Error Ratio es una medida del ruido total y distorsión en la señal QAM y es el mayor indicador del estado del sistema.
  - La posición en la constelación depende de la amplitud y la fase de la portadora, y el ruido puede afectar a ambas.
  - MER para un buena calidad de la señal digital es mayor de 23 para 64QAM y mayor de 27 para 256QAM, aunque es recomendable valores superiores para garantizar mejor el servicio (27 y 31 respectivamente).
  - Equipo de medida : analizador FSH3-TV, CM1000, R&S EDFA60, CX150, etc.

¿Porqué medir BER y MER?

- Para caracterizar completamente una señal digital necesitas medir ambas.
- La mayor limitación del MER es la incapacidad para medir señales transitorias intermitentes y rápidas.
- Una señal puede tener muy buen MER pero mal BER debido a interferencias intermitentes.

Solución MCMTS de Cisco sobre cabeceras ubr1012.

Matriz de compatibilidad de componentes.

Solution Component	Cisco Cable Wideband Solution release 1.0	Cisco DOCSIS 3.0 Downstream Solution Release 2.0	Notes
Performance Routing Engine 2 (PRE2) Part number: ESR-PRE2/R	Yes	Yes	
Cisco Wideband SIP Part number: UBR10-2XDS-SIP	Yes	Yes	
Cisco Wideband SPA Part number: SPA-24XDS-SFP	Yes	Yes	
Timing, Communication, and Control Plus card (TCC+) Part number: UBR10-TCC+-T1	Yes	No	Will work with Cisco IOS Release 12.3(23)BC, but does not support a DOCSIS timing server
DOCSIS Timing and Control Card (DTCC) Part number: UBR10-DTCC=	Yes	Yes	
Linksys WCM300-NA, Linksys JP and WCM300-EURO modems	Yes	Yes	
Scientific Atlanta DPC2505 and EPC2505 modems	Yes	Yes	
Scientific Atlanta Continuum DVP XDQA24 EQAM device	Yes	No	
Harmonic NSG 9116 EQAM device	Yes	No	
Harmonic NSG 9000 EQAM device	Yes	Yes	
Vecima Networks VistaLynx VL1000 EQAM device	Yes	No	

Tarjeta Cisco 1-Gbps Wideband shared port adapter (SPA)

Las nuevas tarjetas de Cisco de 1-Gbps wideband shared port adapter (SPA) para las cabeceras uBR10012 posibilitan ofrecer servicios de conectividad de alta velocidad y habilitar nuevos servicios IP. Soporta tanto cablemodems DOCSIS 1.x y 2.x y soluciones emergentes en wideband. Funciona conjuntamente con las tarjetas Cisco 5x20H y 5x20U, para conseguir las necesidades emergentes de los operadores de cable basados en datos IP, voz y servicios de vídeo.

- Tiene capacidad para 24 canales Docsis Annex B (DOCSIS) y 18 Annex A (EuroDOCSIS).
- Procesa de forma integrada el Medio de Control de Acceso DOCSIS.
- Ofrece conectividad a un eQAM de otro fabricante utilizando interfaces dedicados dual Gigabit Ethernet.

En la IOS 12.3(23) BC, los canales SPA DS pueden ser usados tanto como canales primarios (narrowband channels) como parte de los bonded channels (wideband channels). La solución proporciona servicios de datos narrowband que soportan modem Docsis 1.x/2.0 y servicios de datos wideband que soportan modems Docsis 3.0 y permite a todos los tipo de modems de compartir el mismo canal DS SPA.
Con servicios wideband, varios canales SPA se agregan en un único canal lógico wideband (bonding group), que permite mayores anchos de banda respecto a Docsis 2.0.

DTI Server: TimeCreator 1000 de Symmetricom.
El Servidor TimeCreator 1000 DTI Server está diseñado para ofrecer la sincronización de tiempo y frecuencia precisa y segura para una red DOCSIS 3.0. Permite desplegar con flexibilidad, escalabilidad y funcionalidad estos servicios.
Imagen Frontal:

Imagen Trasera:

Como opciones tiene:

- Trazabilidad opcional con GPS, tarjetas de reloj redundantes, fuentes de alimentación redundantes y opción de servidor NTP.
- Asegura que el core M-CMTS, Edge QAM y upstreams están sincronizados a niveles de nanosegundos para soportar los requerimientos actuales de DOCSIS a nivel de frecuencia y timestamps.

EQAM: Harmonic NSG 9000.

Este Edge QAM de Harmonic ha sido testeado para la interoperabilidad con otros componentes de la solución. Tiene tres interfaces de entrada Gigabit Ethernet que usan módulos SFP como conectores. Es un equipo que cumple con el estándar DOCSIS 3.0. Proporciona de forma escalable hasta 72 QAM RF salidas. El chasis es pasivo y tanto las funciones de procesar y modular son ejecutadas por módulos extraíbles. El chasis tiene 9 slots para módulos QAM RF. Estos módulos son hot-swap y cada uno tiene dos puertos RF, cada puerto RF es capaz de soportar hasta cuatro canales QAM adyacentes (3 canales en Annex A).
El Harmonic NSG 9000 edge QAM ocupa 2 unidades de rack. Puede tener fuente redundante . Aquí mostramos una imagen frontal del equipo:

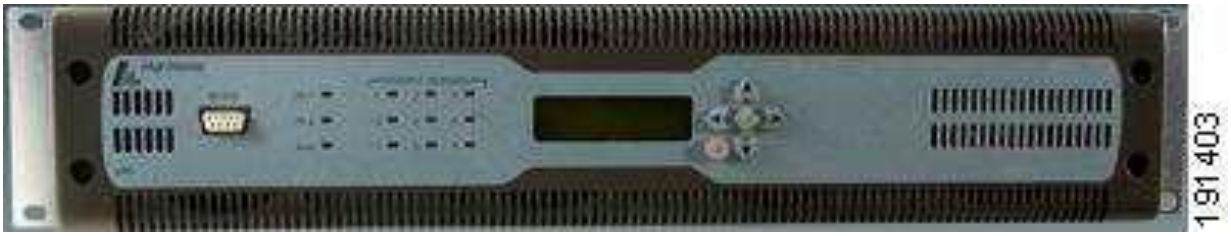


Tabla comparativa de versiones de DOCSIS.

Versión	Descendente						Ascendente				
	Configuración de canales						Configuración de canales				
	Número mínimo de canales seleccionable	Número mínimo de canales que el hardware debe ser capaz de soportar	Determinado número de canales	Número máximo de canales	DOCSIS rendimiento	EuroDOCSIS rendimiento	Número mínimo de canales seleccionable	Número mínimo de canales que el hardware debe ser capaz de soportar	Determinado número de canales	Número máximo de canales	Rendimiento de Upstream
1.x	1	1	1	1	42.88 (38) Mbit / s	55.62 (50) Mbit / s	1	1	1	1	10.24 (9) Mbit / s
2,0	1	1	1	1	42.88 (38) Mbit / s	55.62 (50) Mbit / s	1	1	1	1	30.72 (27) Mbit / s
3,0	1	4	*m*	No hay máximo definido	42,88 *m* × (*m* × 38) Mbit / s	55,62 *m* × (*m* × 50) Mbit / s	1	4	*n*	No hay máximo definido	*n* × 30,72 (*n* × 27) Mbit / s

Configuración de canales		Caudal descendente		Rendimiento de Upstream
Número de canales de bajada	Número de canales ascendentes	DOCSIS	EuroDOCSIS	
4	4	171,52 (152) Mbit / s	222,48 (200) Mbit / s	122,88 (108) Mbit / s
8	4	343,04 (304) Mbit / s	444,96 (400) Mbit / s	122,88 (108) Mbit / s