

Serie: Pregúntale a un experto en banda ancha de ZCorum

Pre-ecualización DOCSIS: Extremadamente poderosa, usualmente subestimada.

Un documento técnico de

Brady Volpe, President & CTO

The Volpe Firm, Inc



ZCorum™

1.800.909.9441
4501 North Point Parkway, Suite 125
Alpharetta, GA 30022
ZCorum.com | TruVizion.com
Facebook.ZCorum.com | Twitter.com/ZCorum

Resumen

Este informe proveerá; en primer lugar; una breve introducción a DOCSIS para establecer los basamentos del documento. Luego el informe examinará qué es la pre-ecualización DOCSIS. Como trabaja la pre-ecualización DOCSIS y cómo puede esta ser extendida. En el amplio contexto del informe, el lector debe considerar las implicaciones que conlleva extender la pre-ecualización DOCSIS. En la sección 5, serán dados detalles sobre cómo puede usarse la pre-ecualización DOCSIS para identificar impedimentos en la planta y para ubicar la localización de estos impedimentos con precisión de unos pocos pies. Esto convertirá cada modem cableado en su network en un aparato para detección de problemas poderosísimo. Las implicaciones son que la pre-ecualización de DOCSIS usada como herramienta de diagnóstico cambiará las prácticas de mantenimiento de la industria, reduciendo significativamente los costos de mantenimiento y aumentando drásticamente la satisfacción de los suscriptores gracias al aumento general del desempeño del servicio, para datos y videos.

Contenido

Los proveedores más pequeños han dudado sobre implementar o no la medición de niveles de uso por varias razones, incluyendo una retaliación de manos de usuarios molestos. Por ejemplo, Time Warner sufrió un golpe fuerte en sus relaciones públicas en 2009 cuando intentaron imponer un esquema de precios basado en el uso, y esto aún está fresco en la memoria de muchos proveedores. Pero, a diferencia de hace años, los suscriptores del día de hoy están más dispuestos a aceptar la medición de niveles de uso. Por un lado, la gente se ha acostumbrado a las limitaciones de los planes de datos móviles en sus celulares. Además, muchos proveedores a nivel nacional y regional han aplicado esquemas de medición por niveles de forma exitosa, lo cual haría más sencillo para que los pequeños proveedores implementen estos esquemas. Otra preocupación que han tenido los proveedores es el cómo monitorear y aplicar limitaciones de forma activa. Mientras que algunos pioneros en el tema han tenido que desarrollar sus propias herramientas, ya existen muchas herramientas poderosas disponibles a través de compañías externas que están diseñadas específicamente para monitorear y limitar paquetes basados en el uso. Ya sea que crees tus propias herramientas o que las adquieras de compañías externas, asegúrate de que tu solución tenga características que permitan la aplicación de las prácticas recomendadas en este informe.

Sección 1 - Resumen

Este informe proveerá; en primer lugar; una breve introducción a DOCSIS para establecer los basamentos del documento. Luego el informe examinará qué es la pre-ecualización DOCSIS. Como trabaja la pre-ecualización DOCSIS y cómo puede esta ser extendida. En el amplio contexto del informe, el lector debe considerar las implicaciones que conlleva extender la pre-ecualización DOCSIS. En la sección 5, serán dados detalles sobre cómo puede usarse la pre-ecualización DOCSIS para identificar impedimentos en la planta y para ubicar la localización de estos impedimentos con precisión de unos pocos pies. Esto convertirá cada modem cableado en su network en un aparato para detección de problemas poderosísimo. Las implicaciones son que la pre-ecualización de DOCSIS usada como herramienta de diagnóstico cambiará las prácticas de mantenimiento de la industria, reduciendo significativamente los costos de mantenimiento y aumentando drásticamente la satisfacción de los suscriptores gracias al aumento general del desempeño del servicio, para datos y videos.

Sección 2 – manual básico de DOCSIS

La Interface de Especificaciones para Servicios de Datos a través de Cableado (DOCSIS por sus siglas en Inglés) es, en efecto, un puente transparente colocado sobre una Red híbrida fibra/coaxial. Existen dos (2) componentes funcionales en una red DOCSIS, el modem alámbrico (MA) en el lado del suscriptor y el CMTS (Sistema de Terminación de Cable módems por sus siglas en Inglés) de parte de la cabecera o sitio de acceso. El CMTS se comunica con el MA en una o más de las señales RF digitales codificadas, con amplitud de 6MHz (8 MHz en los sistemas Euro- DOCSIS), y de 64- o 256- QAM (modulación de amplitud en cuadratura por sus siglas en Inglés) esto lo hace a través de las líneas de descarga de las redes HFC de entre 108 y 1 GHz. Los MAs se comunican con los CMTS a través de una o más Modulaciones de Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QSPK por sus siglas en Inglés), señales RF codificadas digitalmente de 8-,16-,32- o 64-QAM, transmitidas a través de frecuencias de subida HFC de entre 5 a 85 MHz. Los datos digitales, transmitidos a través de transportes modulados digitalmente, contienen información de Control de Acceso a Medios (MAC por sus siglas en Inglés), lo cual permite que los MAs coexistan con otros MAs utilizando un sistema de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA por sus siglas en Inglés) o sistema de Acceso Múltiple por División de Código Sincronizado (S-CDMA por sus siglas en Inglés). En esencia, el CMTS es el planificador del sistema, que coordina los niveles de poder, frecuencia, tiempos de transmisión y pre-ecualización de todas las señales de MA en la red DOCSIS.

Solo por el hecho de que los MAs y los CMTS sean capaces de comunicar datos digitales unos con los otros a través de unas redes HFC con el propósito de ejecutar procesos de "Comando-y-control), también son capaces de transmitir paquetes conteniendo otros datos MAC no relacionados a DOCSIS. Esto es lo que facilita fundamentalmente la habilidad de transmitir tráfico de Ethernet de forma bidireccional a través de una red HFC. Las redes CMTS-MA DOCSIS transportan tráfico basado en la IPC usando el mismo método que se usa para comunicar protocolos MAC entre los dispositivos. Ahora que el tráfico IP puede viajar en esta red HFC, los usuarios finales también son capaces de usar estas redes con el propósito de transmitir contenido destinado para una multitud de servicios disponibles en la red de datos como lo son Email, navegación web, videos a través de IP y la telefonía de Voz a Través de IP (VoIP por sus siglas en Inglés)

En resumen, cada usuario es asignado con un modem alámbrico único, que se ajusta a los estándares DOCSIS. El CMTS actúa como un planificador del sistema permitiendo que muchos módems alámbricos coexistan en la misma red RF. Los sistemas TDMA y/o S-CDMA son implementados en las comunicaciones de los módems alámbricos para que cada modem sea asignado con una ventana de tiempo finita a través de la cual transmitir y recibir datos IP. Los datos IP destinados a un usuario en particular son enviados al modem de ese usuario por el CMTS a través de una o más canales de descarga RF. Esta es la manera en que una red Ethernet puede ser transparentemente conectada desde una fuente de datos hasta la casa o negocio de un suscriptor.

Sección 3 – Qué es la pre-ecualización DOCSIS

La pre-ecualización DOCSIS es una característica que fue introducida por primera vez junto con el estándar DOCSIS 1.1. El objetivo de la pre-ecualización es mejorar el desempeño de subida en presencia de desperfectos RF. Estos desperfectos incluyen, más no están limitados a; respuesta de frecuencia, micro-reflexiones y retardos de grupos.

El método a través del cual la pre-ecualización DOCSIS mejora los desempeños de subida en presencia de estos desperfectos es simple. El CMTS observa los mensajes que vienen del modem alámbrico y evalúa la calidad de la señal de los mensajes, si el CMTS determina que los mensajes pueden ser mejorados a través

Pre-ecualización DOCSIS: Extremadamente poderosa, usualmente subestimada.

de la pre-ecualización, el CMTS envía un valor de ajuste ecualizador al modem alámbrico. El modem aplica estos valores de ajuste ecualizadores, llamados coeficientes, a su pre-ecualizador. El resultado es que el modem transmite una señal pre-distorsionada que compensa los desperfectos que existen entre el modem alámbrico y el CMTS. A medida que la señal pre-distorsionada viaja a través de la red HFC experimentará los efectos del desperfecto. Para el momento en que esta señal pre-distorsionada llega del modem al CMTS ya no mostrará evidencia de la pre-distorsión original, ya que los desperfectos de la red RF habrán transformado esta señal en una versión casi ideal, tal como el CMTS la planeaba recibir. Si más ajustes son requeridos, el CMTS enviará más valores de coeficiente pre-ecualizadores al modem alámbrico y el ciclo se repite. Es ciclo se repite al menos una vez cada 30 segundos para cada modem alámbrico en la red DOCSIS, siempre y cuando la pre-ecualización esté activada en el CMTS.

El mejor modo de mostrar cómo funciona la pre-ecualización es con una ilustración de una señal transmitida por un modem alámbrico. La imagen 1 aquí debajo muestra una señal de subida emitida por un modem alámbrico tal como la ve el CMTS. Esta señal RF muestra una atenuación significativa debido a desperfectos de planta. Esto provocaría que el CMTS tenga dificultades desmodulando la señal, resultando en errores de palabras claves, pérdida de datos enviados por el suscriptor y que el suscriptor tenga una experiencia de calidad (QoE por sus siglas en Ingles) pobre.

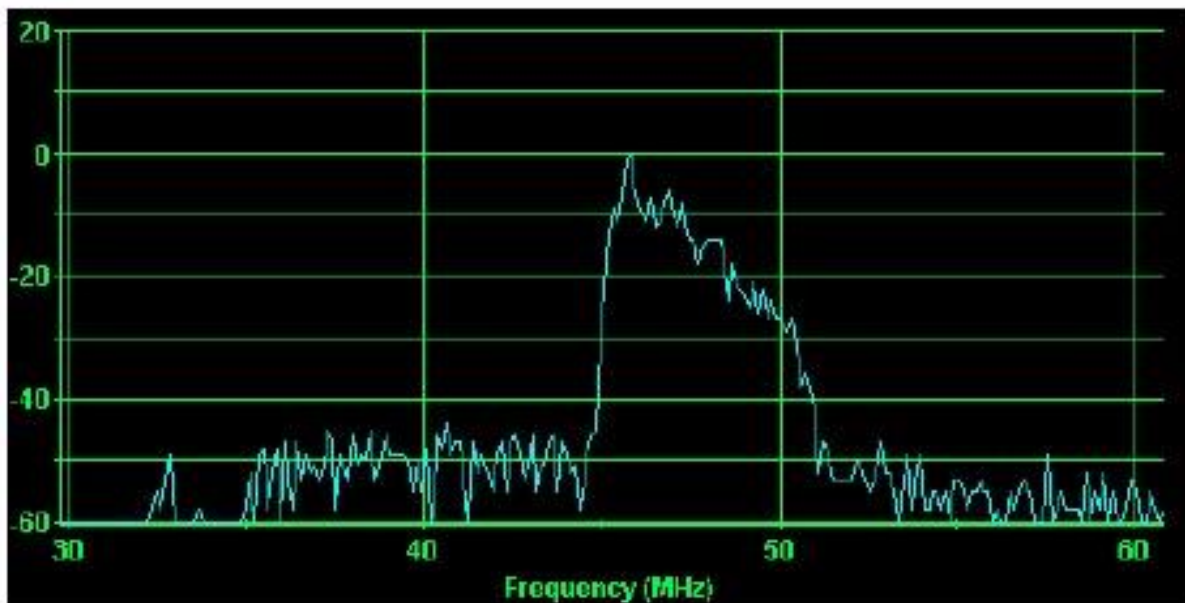


Imagen 1: Señal de Modem Alámbrico sin Pre-ecualización.

Una vez que la pre-ecualización DOCSIS es activada por el CMTS para esta línea de transmisión en particular, el CMTS le dará instrucciones al modem alámbrico para que pre distorsione las señales que transmite a través de su ecualizador interno. Esta pre-distorsión resultaría en una señal con mayor emisión en las frecuencias altas y menor emisión en las frecuencias bajas. Esto sería una copia exacta de la señal vista en la Imagen 1. El resultado es la respuesta que se puede ver en la Imagen 2 aquí debajo, donde la señal que llega al CMTS es plana luego de pasar a través de los desperfectos.

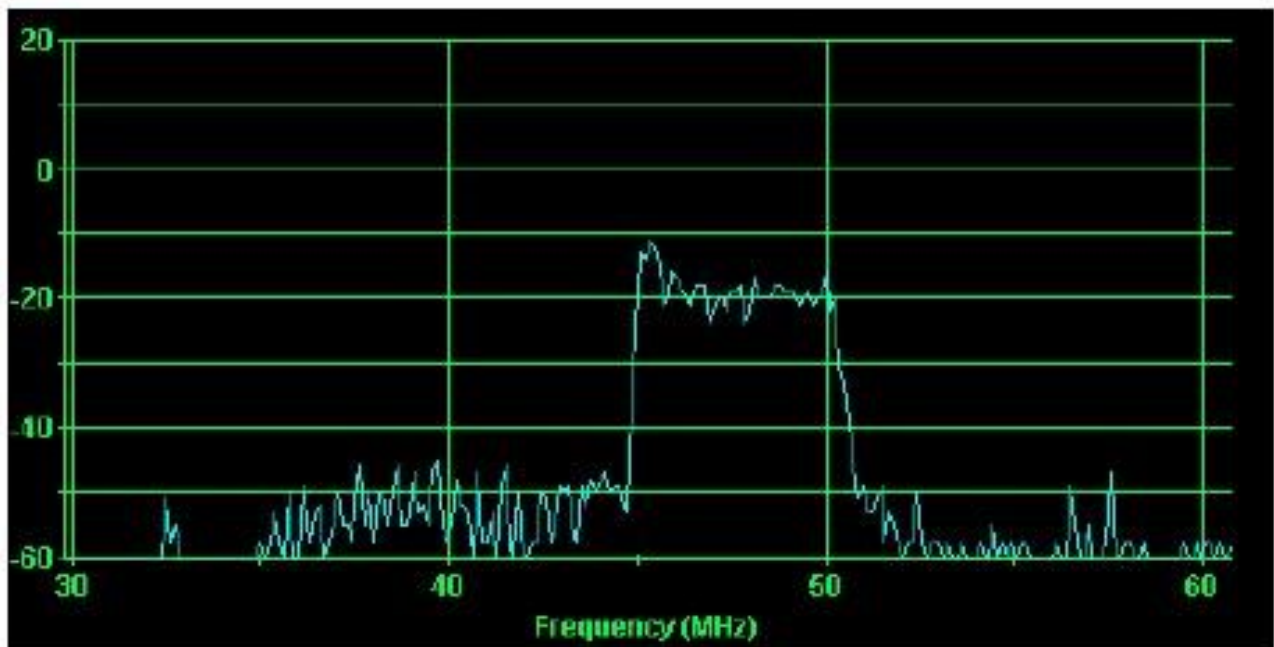


Imagen 2: Señal de Modem Alámbrico luego de la Pre-ecualización.

Ahora el valor que tiene la Pre-ecualización DOCSIS debe quedar claro. Donde antes llegaba al CMTS una señal claramente pobre (Imagen 1), ahora llega una señal casi perfecta al CMTS (Imagen 2) gracias a la pre-ecualización del módem alámbrico.

Enabling Pre-Equalization in the CMTS

La pre-ecualización DOCSIS puede representar una mejoría de entre 5-10dB SNR (MER) en la corriente de subida para la mayoría de los módem alámbricos si estos poseen una versión de DOCSIS del 2.0 en adelante. Sin embargo el CMTS debe estar correctamente configurado para aprovechar esta característica. Activar la pre-ecualización DOCSIS es simple y usualmente requiere solo una línea de código en los CMTS Cisco, Arris y Casa. Aquí hay algunos comando simples para cada CMTS:

Ejemplo para CMTS Cisco:

```
cable upstream 0 modulation-profile 143 142
cable upstream 0 equalization-coefficient
no cable upstream 0 shutdown
```

El comando para la pre-ecualización Cisco está subrayado en azul. Es "cable upstream <n> equalization" donde <n> es el canal de subida donde se habilitará la pre-ecualización.

Ejemplo para CMTS Arris:

```
interface cable-upstream 4/14.0
  cable channel-id 15
  cable pre-eq-enable true
  cable modulation-profile 223
  cable docsis-mode atdma
  no shutdown
```

De nuevo el comando Arris para la pre-ecualización está resaltado en azul y es "cable pre-eq-enable true". Este debe ser introducido bajo cada interface de cable de subida.

Ejemplo CMTS Casa:

```
interface upstream 1/0.1
  frequency 38500000
  channel-width 3200000
  ingress-cancellation 300
  logical-channel 0 profile 6
  logical-channel 0 minislot 2
  logical-channel 0 pre-equalization
  no logical-channel 0 shutdown
  no shutdown
```

Finalmente, el ejemplo de código Casa está en azul. La línea requerida es "logical-channel <n> pre-equalization" donde <n> es el canal de subida elegido.

En todos los ejemplos debe notarse que activar la pre-ecualización debe hacerse desde el CMTS y comprende la inclusión de una línea de código por cada canal de subida. Activar la pre-ecualización no afecta el servicio prestado, aunque algunas precauciones deben tomarse y discutirse con un experto en redes DOCSIS antes de activar la pre-ecualización.

Una vez habilitada, se espera poder observar una mejora significativa en el desempeño de los canales de subida SNR (MER) para cada puerto de subida que tenga la pre-ecualización activada.

Sección 4 – ¿Cómo funciona exactamente la Pre-ecualización DOCSIS?

Para entender cómo funciona la pre-ecualización DOCSIS primero debemos entender la diferencia entre los reguladores de líneas principales, y reguladores de ecualización. En las redes HFC los reguladores de líneas principales son usados para distribuir señales entre cables de entrega hacia las casas de los suscriptores. Esta terminología para reguladores no debe ser confundida con el mismo término cuando es usado para discutir sobre ecualizadores. Son términos completamente distintos y pueden confundir bastante a menos que se aclare este punto.

Un elemento de retraso temporal, dos bloques de incremento y una adición de las señales tal como se muestra en la Imagen 3 pueden definir dos reguladores de ecualización.

Pre-equalización DOCSIS: Extremadamente poderosa, usualmente subestimada.

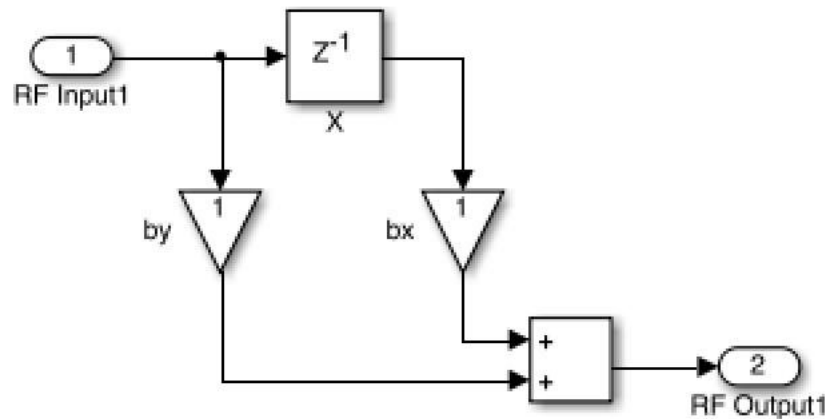


Imagen 3: Reguladores de ecualización simples.

En un primer momento puede parecer complicado, pero es realmente simple. Una señal de un modem alámbrico DOCSIS moderno entrará al puerto 1, RF input1. Si el CMTS le ha dicho al modem que desactive el incremento del amplificador en "bx" y active el amplificador a su máxima potencia en "by" entonces la señal pasará a través del "regulador" principal de la imagen 3 sin ningún cambio. El regulador principal es el amplificador con incremento "by".

Por otro lado, si el CMTS le dice al modem alámbrico que atenúe el amplificador "by" pero que active el amplificador "bx", entonces la señal será forzada a pasar a través del segundo canal regulador de la figura 3. Este canal regulador tiene una línea de retraso incluida. Esta instrucción de retraso, ralentizará algunas de las señales para luego amplificarlas. Al mismo tiempo, algunas señales podrán pasar a través del amplificador "by"; el regulador principal; y tendrán un nivel distinto de amplificación. La emisión de ambos amplificadores (el regulador principal y el secundario) serán unificados al pasar por el bloque de adición. Este es el bloque con los dos signos "+". Entonces la señal será transmitida al CMTS.

Los dos ejemplos tienen muy poco impacto en un canal de subida DOCSIS ya que solo tienen un regulador con ralentización. Comenzando con el DOCSIS 1.1, ocho (8) reguladores han sido incluidos en los módems alámbricos. Pero pronto fue descubierto que ocho (8) reguladores no eran suficientes para tener un impacto significativo en las corrientes de subida. Así que los estándares DOCSIS 2.0 y 3.0 agregaron 24 reguladores a los módems alámbricos. Esto provee un control sustancial sobre la frecuencia de subida, incluso con un ancho de banda de 6.4 MHz, para lograr obtener mejoras significativas ante la presencia de desperfectos RF.

Los ecualizadores con 24 válvulas o reguladores son significativamente más complejos que los reguladores de dos válvulas mostrados en la imagen 3. La imagen 4 aquí debajo muestra una cruda ilustración de la arquitectura de un ecualizador con 24 reguladores. Noten que este ecualizador no está dibujado con todas sus 24 válvulas ya que no sería posible introducirlo en una página de este documento y que aun fuese legible. Sin embargo uno puede entender mejor el concepto de la complejidad de los circuitos de pre-equalización que están incluidos en todos los módems alámbricos que se adaptan al estándar DOCSIS 2.0 o superior.

Pre-equalización DOCSIS: Extremadamente poderosa, usualmente subestimada.

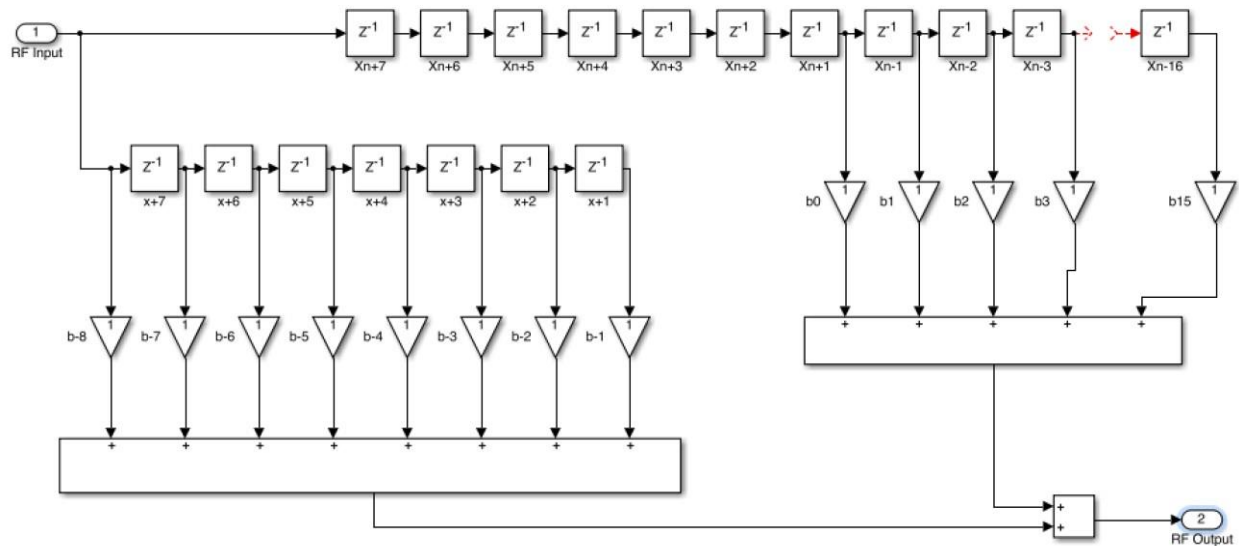


Imagen 4. Concepto de arquitectura DOCSIS de 24 reguladores.

Existen 2 secciones en la arquitectura de la Imagen 4. El grupo de reguladores inferior izquierdo se llama "válvulas pre-regulador principal". Hay siete válvulas pre-regulador principal en un modelo alámbrico DOCSIS y lo veremos más adelante en el documento. La sección superior derecha representa el regulador principal, la cual tiene el primer bloque de incremento etiquetado como "b0". La válvula principal es muy importante ya que; como se describió previamente, si no existen desperfectos RF entonces todas las señales pasaran por este canal. Así que este regulador tendría, en una situación ideal, una gran cantidad de energía atravesándole en todo momento y por lo tanto es el más valioso. Las válvulas restantes son llamadas, "Válvulas post-regulador principal". Existen 16 de estas válvulas post-regulador principal en los módems alámbricos (DOCSIS 2.0 o superior). Cuando la energía que se observa en estos reguladores indica que hay algún desperfecto RF como micro-reflexiones y el CMTS está activando los valores de incremento para compensar por estos desperfectos. Mientras mayor sea el valor energético atravesando esta válvulas post-regulador principal, mayor será el desperfecto.

Los valores de regulares actuales pueden ser vistos al consultar las series de coeficientes de pre-equalización SNMP presentes en el modem alámbrico. Una vez estas series se obtienen, son graficadas como puede verse en la imagen 5 aquí debajo, que muestra los niveles de los valores de regulación descritos hasta ahora:

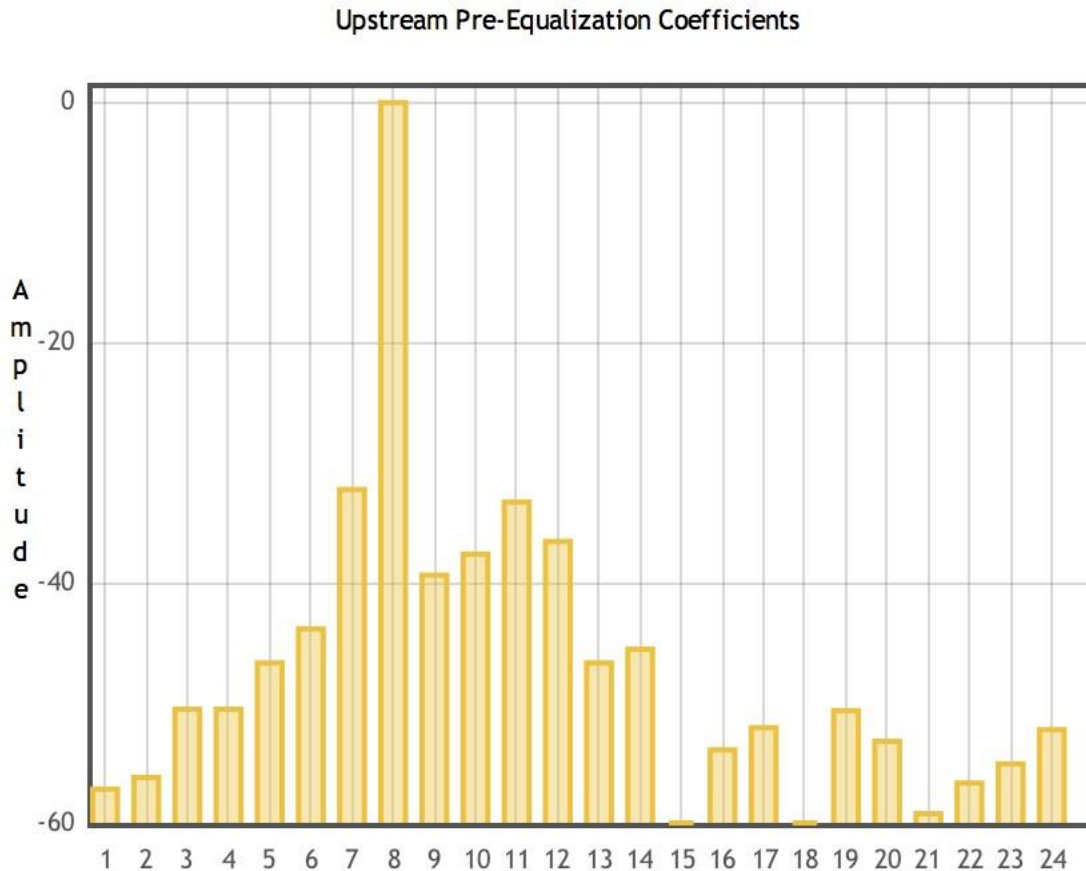


Imagen 5: Valores de regulación de Pre-ecualización DOCSIS

El regulador principal se muestra en la posición ocho (8) en el eje X. Como se ha discutido previamente este tiene el nivel de energía más alto. Los reguladores pre-regulación están en las posiciones del uno (1) al siete (7) y a menudo indican la presencia de un retraso grupal. Las válvulas post-regulador principal están en las posiciones nueve (9) al veinticuatro (24). Son estas válvulas post-regulador principal (postMTT) que nos proveen la información más valiosa para el diagnóstico de errores en una red DOCSIS. Esto será discutido en la próxima sección.

De esta sección debes sacar un claro entendimiento de la diferencia entre un regulador de línea principal y un regulador pre-ecualización. También debes tener un mejor entendimiento de cómo funciona un pre-ecualizador, además de cómo pueden visualizarse las válvulas o reguladores independientemente.

Sección cinco - ¿Qué más puede hacer la pre-ecualización DOCSIS?

Hasta ahora en este documento hemos visto cómo la pre-ecualización DOCSIS puede ayudar a superar a ciertos desperfectos en las corrientes de subida y también hemos aclarado cómo funciona la pre-ecualización. Superar los desperfectos en las corrientes de subida ya es de por sí una gran característica. Sin embargo al analizar los coeficientes de pre-ecualización uno puede aprender mucho más sobre las corrientes de subida DOCSIS.

Dos aspectos claves que pueden ser observados al observar los coeficientes de pre-ecualización son los tipos de desperfectos en la corriente de subida que el ecualizador está tratando de superar y la distancia estimada de este desperfecto.

Pre-ecualización DOCSIS: Extremadamente poderosa, usualmente subestimada.

¿Por qué es útil esta información? Si cada modem alámbrico es analizado en una planta de cables para detectar desperfectos, esta información puede ser increíblemente poderosa. Así se pueden identificar a grupos de módems alámbricos que tienen problemas en común, como retrasos grupales o micro-reflexión. Este mismo grupo de módems alámbricos puede decir que la distancia estimada hasta el desbalance de impedancia que está causando la micro-reflexión. Al trazar un mapa de esta distancia, determinar la ubicación precisa del problema es posible. Esto le permite al operador de cable enviar a un técnico directamente a la ubicación de problemas (reduciendo el MTTR) con conocimiento previo de qué es lo que debe buscar y corregir - un desbalance en la impedancia, con un cable corroído por ejemplo.

Dos cosas han ocurrido. Primero, el operador de cable ha logrado identificar un problema incluso antes de que los suscriptores se quejaron del problema o que siquiera lo notaran. Segundo, el operador de cable fue capaz de enviar a un técnico a la ubicación exacta del problema. Y una vez que el problema es corregido el operador de cable puede verificar la reparación al revisar los reportes de los datos de pre-ecualización del modem. Esto de verdad que lo cambia todo!

¿Cómo se logra todo esto? Una función matemática llamada Transformación Rápida de Fourier (FFT por sus siglas en Ingles) es aplicada. La FFT sólo es un término complicado para una función matemática que traduce el dominio del tiempo al dominio de frecuencia o viceversa. La FFT es aplicada a los coeficientes ecualizadores de los módems alámbricos. Esto produce una respuesta de frecuencia de los desperfectos en la corriente de subida como el que se muestra en la imagen 6.

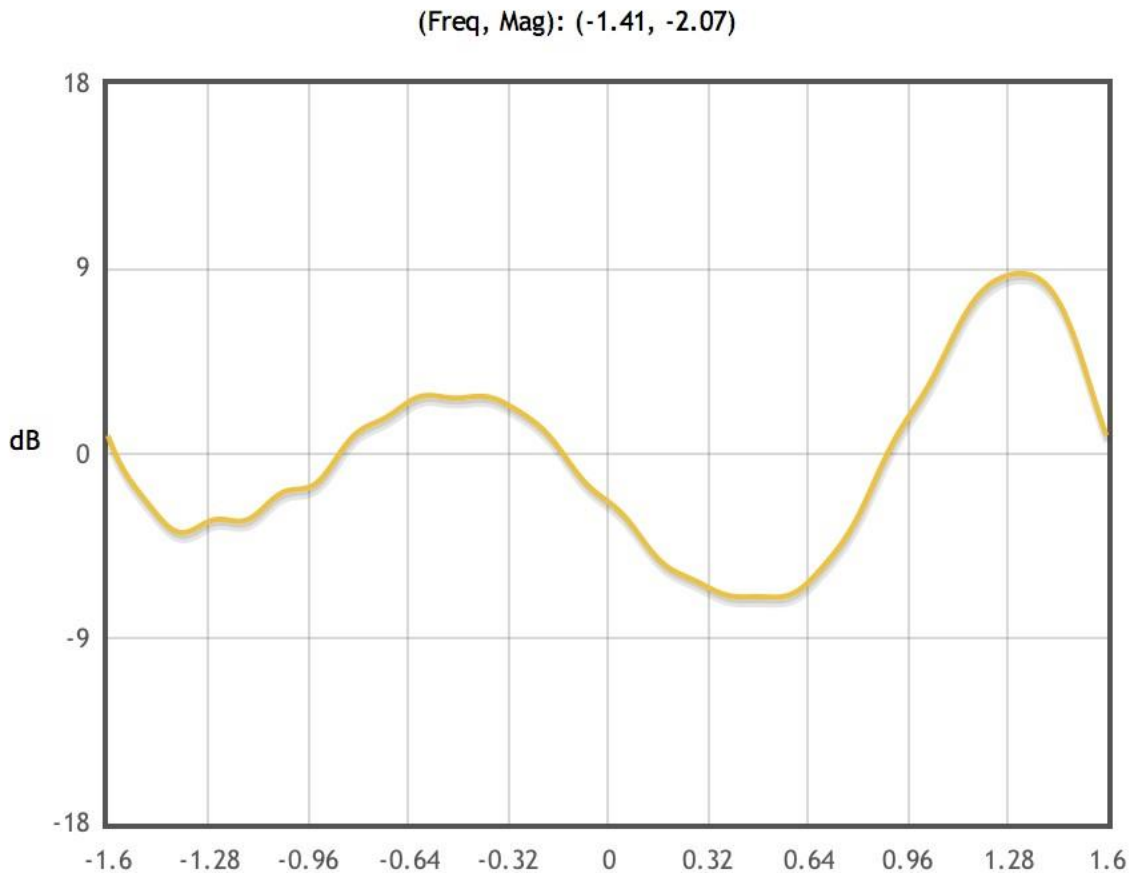


Imagen 6: respuesta de frecuencia de datos pre-equalización.

Esta frecuencia de respuesta nos muestra un modem que se mantiene en línea, pero presenta una corriente de subida severamente afectada. La frecuencia de respuesta de la corriente de subida es cerca de 18 dB entre el valle y el pico. DOCSIS tiene un requerimiento de 0.5 dB entre valle y pico, así que esta corriente de subida no cumple con los requisitos DOCSIS. Afortunadamente la pre-equalización se encarga de resolver la diferencia.

Luego de aplicar una FFT compleja a los datos, información adicional se nos otorga según lo que se muestra en la imagen 7:

Severity	Idx	CM MAC Address	IP Address	MTC (dB)	NMTER (dB)	preMTTER (dB)	postMTTER (dB)	MRLevel (dBc)	Delay (ns)	TDR (feet)
✖	0	33:92:16:86:17:14		0.068	-18.096	-26.051	-18.854	-15.93	5019.531	67.7
✖	1	98:68:95:25:36:32		0.097	-16.564	-34.912	-16.628	-16.112	389.000	87.5
✖	2	13:24:75:47:34:91		0.058	-18.776	-26.954	-19.493	-16.535	1181.066	72.0
✖	3	32:27:14:24:77:81		0.079	-17.440	-25.797	-18.125	-17.03	389.000	183.4
✖	4	42:32:82:43:64:98		0.066	-18.241	-23.493	-19.780	-17.395	389.000	49.3

Imagen 7: Tabla pre-equalización luego de aplicar una FFT compleja.

Pre-equalización DOCSIS: Extremadamente poderosa, usualmente subestimada.

La imagen 7 nos muestra la dirección MAC 2:27:14:24:77:81, resaltada en azul, cuya frecuencia de respuesta es mostrada en la Imagen 6. (Noten que la dirección MAC es ficticia por razones de privacidad). En este caso en particular, hay tres columnas en las cuales debemos concentrarnos postMTTER, MRLevel y TDR. La PostMTTER (relación entre la energía total y la energía post-regulador principal) nos dice que hay una gran probabilidad de que una micro-reflexión exista en el canal de retorno. Esta es probablemente la razón de que la frecuencia de respuesta en la imagen 6 sea tan mala.

El MRLevel (Nivel de micro-reflexión) nos provee un estimado del nivel de dBc de la micro-reflexión. En el caso de 1834 pies, esta micro-reflexión de seguro está ubicada cerca o justo al lado del regulador que alimenta la casa. Algunos otros valores bajos en la columna TDR en la imagen 7 nos indican que la presencia de módems alámbricos con altos niveles de micro-reflexión probablemente se deban a problemas de cableado dentro de la casa.

Existen muchos ejemplos donde el TDR mostrará distancias de entre 500 y 2000 pies, en cuyo caso muchos módems se verán afectados, como es el caso de las plantas externas. Un ejemplo de esto se muestra en la imagen 8 (14), donde los tres puntos rojos indican módems con desperfectos comunes detectados en sus corrientes de subida.

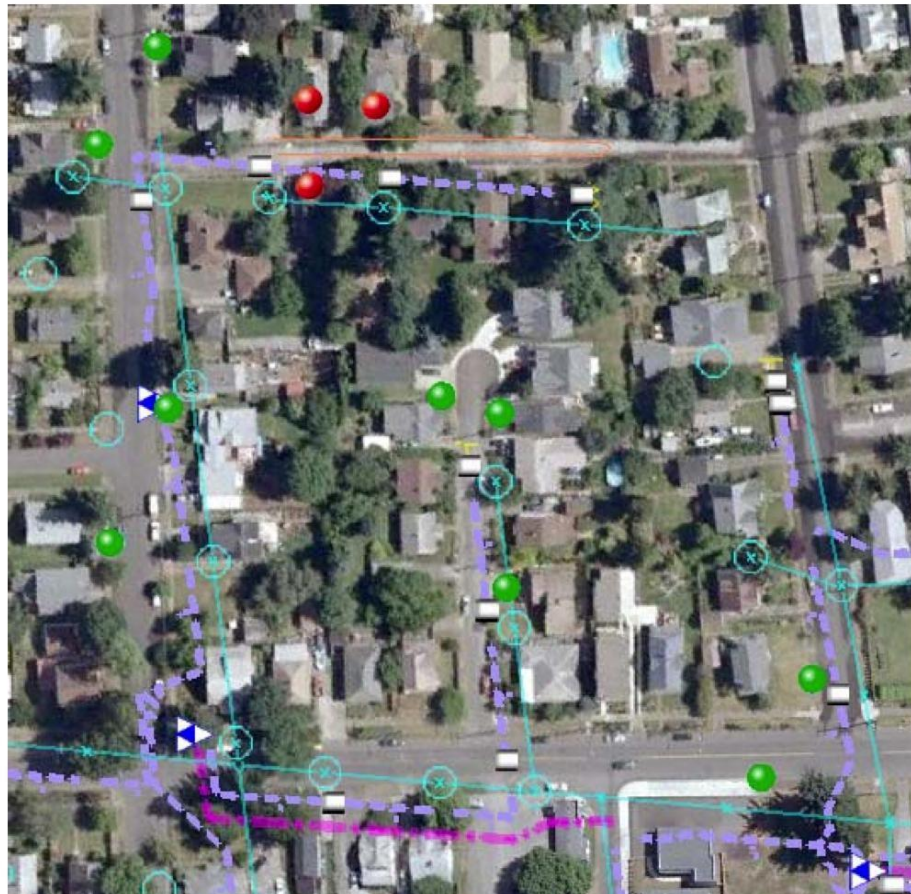


Imagen 8. Desperfectos en la corriente de subida detectados en base a la pre-equalización.

Pre-equalización DOCSIS: Extremadamente poderosa, usualmente subestimada.

Existen aplicaciones bien completas que recolectan todos los datos de la pre-equalización DOCSIS de los módems, aplicando un análisis e identificando los desperfectos en las corrientes de subida basados en estos datos. Un ejemplo de estas aplicaciones puede verse en la imagen 9 y su objeto es mostrar a los lectores un concepto de la aplicación. Un gran número de MSOs de alto nivel poseen en la actualidad, sistemas internos similares a la aplicación de la imagen 9 los cuales se integran con sus demás sistemas de oficina.

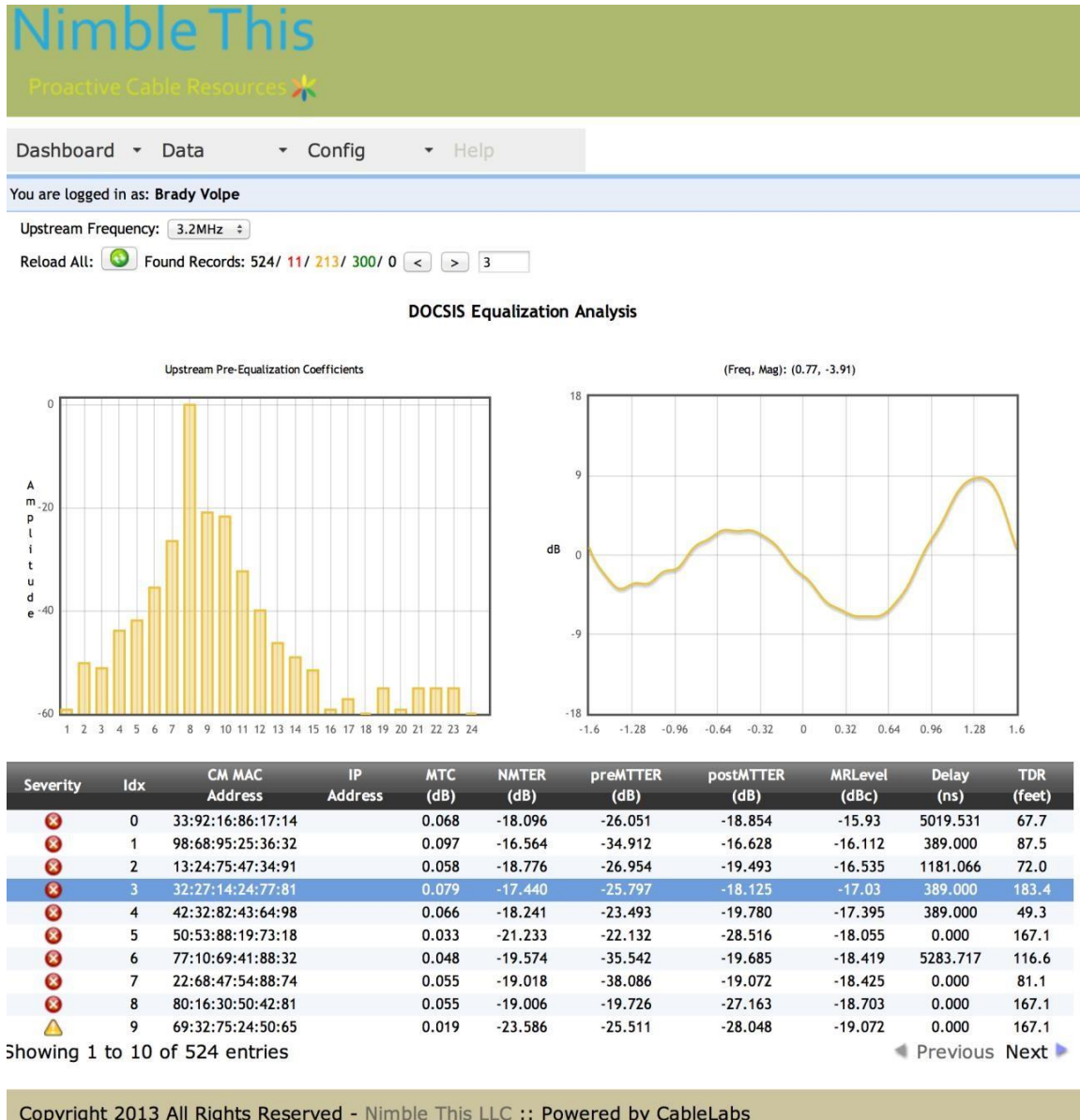


Imagen 9: Aplicación de Mantenimiento Proactivo de Redes para el Análisis de la Pre-equalización.

Sección 6: Resumen

Este documento examinó la pre-ecualización, lo que es, como trabaja, por qué es útil, y como puede ser mejor utilizada. El lector debe estar en capacidad de apreciar el Valor de la pre-ecualización DOCSIS. Durante algún tiempo esta ha sido utilizada en redes DOCSIS para mejorar el desempeño de las corrientes de subida. Pero sólo recientemente ha empezado a ser utilizada para detectar de forma proactiva los problemas en las redes DOCSIS. Esto tendrá un impacto sustancial en las redes DOCSIS y HFC de ahora en adelante.

Combinados con módems de captura de toda banda (Full-band capture módems), la utilización de coeficientes de pre-ecualización para detectar de forma proactiva errores en las redes cambiar a la forma de hacer mantenimientos a las redes de cable para siempre, de una forma positiva. Primero, los equipos de monitoreo y prueba se verán impactados. Habrá una dramática disminución de la dependencia de herramientas de diagnóstico y un barrido técnico en la industria. Luego, la habilidad de los cable operadores para detectar los desperfectos de sus plantas de forma temprana se verá dramáticamente incrementada. Una vez que esta detección temprana ha sido realizada, los cable operador extenderán conocimiento de la ubicación exacta de estos desperfectos, reduciendo el tiempo perdido en busca de estos desperfectos con el método común de dividirse y buscar. Estos métodos antiguos son caros y generalmente resulta en una QoE hombre para los suscriptores.

La industria se acerca a un nuevo día en el que las herramientas que actualmente se están desarrollando sean ampliamente aceptadas e implementadas como aplicaciones necesarias. Las aplicaciones discutidas en este documento.

Recursos Adicionales

- DOCSIS Codeword Errors & Their Effects on RF Impairments
- DOCSIS Evolution and How 3.1 Will Change Everything
- DOCSIS 3.1 and the PNM Toolbox: The Future of Plant Maintenance is Here
- Correlation Groups and vTDR Using DOCSIS Proactive Network Maintenance (PNM)

Bibliografía

- [1] CableLabs, "Data Over Cable Service Interface Specifications DOCSIS 3.0-Physical Layer Specification," CM-SP-PHYv3.0-I08-090121, 2009.
- [2] B. Currivan, "Cable modem physical layer specification and design," in *Cable Modems: Current Technologies and Applications*, IEC Compendium and IEEE Press, 1999.
- [3] S. Haykin, *Adaptive Filter Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991.
- [4] A. H. Sayed, *Fundamentals of Adaptive Filtering*. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2003. [5] T. Wolf and C. L. A. Gatherer, "Low complexity equalization for cable modems," in *IEEE Proc. ISCAS*, May 1998, vol. 5, pp. 522–524.
- [6] A. Gatherer, "The effect of microreflections on decision feedback equalization," *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 54, no. 1, pp. 228–231, Jan. 1997.
- [7] Y. Kim, Y. Kim, Y. Lee, W. Oh, and W. Kim, "Synchronization and channel equalization for upstream cable modem," in *IEEE Proc. ISCE Symp.*, Apr. 2008, pp. 1–4.
- [8] L. J. D'Luna et al., "A single-chip universal cable set-top box/modem transceiver," *IEEE J. Solid-State Circuits*, vol. 34, no. 1, pp. 1647–1660, Nov. 1999.
- [9] M. P. Sellars, J. Porter, S. D. Greaves, I. J. Wassell, A. Hopper, and W. J. Fitzgerald, "Performance of fast start-up equalizer for broadband indoor radio," *IEE Proc. Comm.*, vol. 148, no. 1, pp. 49–56, 2001.
- [10] G. Ysebaert, K. Vanbleu, G. Cuypers, M. Moonen, and T. Pollet, "Combined RLS-LMS initialization for per tone equalizers in DMT-receivers," *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 51, no. 7, pp. 1916–1927, 2003.
- [11] G. H. Lee, J. Choi, R. H. Park, I. Song, J. H. Park, and B. U. Lee, "Modification of the reference signal for fast convergence in LMS-based adaptive equalizers," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 40, no. 3, pp. 645–654, 1994.
- [12] G. Wang and R. Kraemer, "Low-complexity initialization of adaptive equalizers using approximate channel inverse," in *IEEE Symp. Signal Process. Inf. Technol.*, Dec. 2005, pp. 694–698.
- [13] J. Wang and J. Speidel, "Packet acquisition in upstream transmission of the DOCSIS standard," *IEEE Trans. Broadcast.*, vol. 49, no. 1, pp. 26–31, Mar. 2003.
- [14] CableLabs, "DOCSIS® Best Practices and Guidelines, Proactive Network Maintenance Using Pre-equalization", CM-GL-PNMP-V02-110623, 2011

Abbreviations and Acronyms

Pre-ecualizador adaptativo: Un circuito presente en los módems DOCSIS 1.1 o superior que pre-ecualizan o pre-distorsionan las señales de subida transmitidas para compensar los desperfectos presentes en el canal. En efecto, el circuito crea un filtro digital que tiene una frecuencia compleja casi opuesta a la del canal a través del cual pasará la señal.

Modem Alámbrico (MA) o Cable Modem: Un modulador-demodulador que se encuentra en la ubicación del suscriptor y que se usa para entregar datos comunicados en un sistema de televisión por cable.

Sistema de Terminación de Cable Módems (CMTS), Sistema de Terminación de Cable módems, ubicado en la central de la compañía de televisión por cable o en un punto de distribución, el cual provee funcionalidad complementaria al modem alámbrico para permitir la conectividad de datos en una red de área amplia.

Canal: Una porción del espectro electromagnético usado para transmitir una o más señales de radio frecuencia (RF) entre el transmisor y receptor.

Coficiente. Un número complejo que establece la ganancia de cada válvula o regulador en un ecualizador adaptativo.

Equipo en la Casa del Cliente. Es el equipo a disposición del usuario final en su vivienda, puede ser provisto por el propio usuario o por el proveedor de servicio.

dBc, decibeles por debajo del transmisor (Decibel Below Carrier en Inglés)

Corriente de bajada. En la televisión por cable, es la dirección de la transmisión cuando va desde la central hacia el suscriptor.

Transformación Rápida de Fourier (FFT) es un algoritmo usado para computar las transformaciones discretas de Fourier (DFT por sus siglas en Ingles), típicamente de forma más eficiente que otros métodos como la correlación o la resolución de varias ecuaciones lineales.

Nodo de Fibra en HFC, un punto de interface entre el tronco de la fibra y la distribución coaxial.

Frecuencia de respuesta. Una cantidad compleja que describe la llanura de un canal o un rango de frecuencia específico, y que tiene dos componentes una amplitud (magnitud)-versus- frecuencia y una fase-versus-frecuencia.

Retraso de Grupo, Es la diferencia en el tiempo de transmisión entre la más alta y la más baja frecuencia de un conjunto a través de un dispositivo, circuito o sistema.

Micro-reflexión; es un pequeño eco de retraso o reflejo causado por un desbalance en la impedancia. El tiempo de retraso de una micro-reflexión puede variar entre menos un símbolo de periodo hasta varios símbolos de periodo.

MRLevel, Nivel de Micro-reflexión.

PostMTT, Post-regulador principal.

PostMTTR, relación entre energía total y energía post-regulador principal.

Pre-ecualizador. Ver Pre-ecualizador adaptativo.

SNR, relación entre señal-y-ruido.

Válvula o Regulador (1) In la porción de alimentación de una red de cable coaxial, es un dispositivo pasivo que comprende una combinación de un combinador direccional y un divisor, y cuyo objetivo es "regular" una porción de las señales RF de la porción de alimentación que van hacia el suscriptor. Las llamadas válvulas de auto-terminación que se usan al final de las líneas de alimentación son divisores solamente y usualmente no contienen combinadores direccionales. También llamadas multitap o multiválvulas. (2) La parte de un ecualizador adaptativo donde algunas de las señales principales son suprimidas y que por ende causan un elemento de retraso y multiplicación. La ganancia de estos multiplicadores se define por los coeficientes de ecualizador. (3) Uno de los términos en las ecuaciones diferenciales para la respuesta de impulsos finitos o filtros de respuesta de impulsos infinitos. La ecuación diferencial de una RIF es como sigue: $y(n) = b_0x(n) + b_1x(n-1) + b_2x(n-2) + \dots + b_Nx(n-N)$

TDR, reflectómetro del tiempo de dominio.

Corriente de subida, Es la dirección que va desde el suscriptor hacia la central.

Biografía

Brady Volpe, Presidente y Fundador de The Volpe Firm, Inc.; Está comprometido a proveer servicios de consultoría tecnológica y otros productos para los operadores y vendedores de cable y telecomunicaciones a nivel mundial. Mr. Volpe tiene más de 20 años de experiencia en la industria de las telecomunicaciones y cable de banda ancha especializándose en DOCSIS, simulación y diseño MatLab, VoIP, Vídeo, IPTV, RF, Diseño Digital, Seguridad IP, EPON, FTTx, SIP, planeación de capacidad, transporte de fibra óptica y todo lo relacionado con la banda ancha.

Antes de trabajar en The Volpe Firm, Mr. Volpe era un Director R&D para JDSU, un líder en la proveeduría de productos ópticos y soluciones de medición y testeo para la industria de la comunicación, donde era responsable del desarrollo de pruebas de comunicación así como equipamiento y aplicaciones de medición en 20 centros de diseño a nivel mundial. Mr. Volpe era también el VP de Ingeniería y Tecnología en Sunrise Telecom donde; bajo su liderazgo; la compañía introdujo cinco nuevas plataformas al mercado. Previamente, Mr. Volpe trabajó con Filtronic Sigtek, Inc. como Director Técnico de Marketing y Ventas, donde desarrolló y trajo a la industria un analizador de protocolos DOCSIS. El primer analizador DOCSIS portátil para la industria de la banda ancha capaz de analizar señales DOCSIS tanto de subida como de descarga. Hasta ese momento él era el Director de la Universidad Estatal de Ingeniería, PA y Santa Clara, CA y Ejecutivo de Facto en Santa Clara, CA con C-COR Incorporated (ahora llamado Arris) donde lideró el desarrollo de equipo de telecomunicaciones e ingeniería para todas instalaciones de la compañía.

Un portavoz altamente respetado y líder innovador de la industria, Mr. Volpe es un presentador frecuente en ferias comerciales de mercado, conferencias y seminarios regionales. Ha publicado numerosos artículos en diarios de comercio a nivel mundial y ha publicado varios informes relacionados al protocolo DOCSIS, Paquetes de Cable y al análisis y examinación de VoIP. Adicionalmente, Mr. Volpe es un experimentado miembro de los estándar IEEE; SCTE y SCTE. Tiene la patente número 7.885.195, " Sistema de pruebas con canales elegidos por el usuario", su blog, bradyvolpe.com, ahora ubicado dentro de volpefirm.com, es el tutorial más extenso de la industria del protocolo DOCSIS y es usado por un importante MSO para entrenar y educar a su fuerza laboral.

Mr. Volpe obtuvo su maestría en ingeniería eléctrica, graduándose con honores (4.0) del laboratorio de físicas aplicadas de la Universidad John Hopkins en 2004. Se recibió su título universitario en ingeniería eléctrica de la Universidad Estatal de Pensilvania. A lo largo de sus estudios, Mr. Volpe se ha concentrado en telecomunicaciones avanzadas.



ZCorum™

Acerca de ZCorum

ZCorum provee internet de banda ancha y soluciones de comunicación a tele comunicadoras, compañías de cable, y municipalidades, asistiendo las en todas las facetas de la implementación, integración y consultoría, monitoreo y diagnóstico de redes relacionadas a la banda ancha. ZCorum también ofrece servicios de internet privados vendidos al mayor, incluyendo aprovisionamiento de datos y VoIP, servicios de Email, Web hosting, y soporte 24x7 para los usuarios finales, permitiendo que los proveedores de servicios puedan competir efectivamente de los mercados rurales y suburbanos. ZCorum tiene su base principal en Alpharetta, GA. Para mayor información, por favor visite www.zcorum.com.

