

La Nueva Generación de las Power Line Communications en el Servicio Triple Play

Ing. Luís Enrique Conde del Oso

ETECSA, Cuba, luis.conde@etecs.cu. Edificio Santa Clara oficina 217. Centro de Negocios Miramar. Ciudad Habana. Teléfono 2666825, Celular 52884472CP 11300.

RESUMEN / ABSTRACT

Se explica las nuevas características presentes en la Nueva Generación de los sistemas Power Line Communication, así como las actuales posibilidades de los nuevos y novedosos servicios a ofertar con estos sistemas.

Otros de los aspectos abordados en el artículo son la experiencia cubana en la implementación de varios diseños de redes con este tipo de tecnología, así como los principales parámetros que deben ser validados en una prueba de aceptación de estos sistemas, con vistas a pasar las rigurosas pruebas que exigen los Órganos Reguladores para garantizar la coexistencia armoniosa de esta novedosa tecnología con otras ya presentes en nuestras Redes de Telecomunicaciones.

Finalmente se muestran algunos diseños que facilitan brindar a través de estos sistemas un servicio Triple Play, a los operadores de telecomunicaciones, con orientación al uso de la baja tensión y mas específicamente hacia el interior de las edificaciones, donde el tendido eléctrico es propiedad del dueño del inmueble, permitiendo de esta manera a los Operadores de Telecomunicaciones tener un completo acceso a la Red, facilitándoles una acción inmediata ante la queja de un cliente.

Palabras claves: PLC, IPTV, BPL, PLT

We explain the new characteristics in the New Generations of Power Line technology as well as the present possibility to offer new and newfangled services using these systems.

Another aspect treaty in this article is the Cuban experience in the implementations of variety network design using this technology, the mean parameters to be validate in a acceptance test, for pass successfully the rigorously test demanded for the Regulatory Organs for permit the harmonic coexistent of this newfangled technology with another present technology in our telecommunications networks.

Finally we show some designs that permit to offer. using this technology, a Triple Play Services for telecommunications operator using the low voltage inside the buildings where the electricity network is property of the owner of the building to permit to the telecommunication operator have a complete access to the network allowing a immediate action before client complain.

Key words: PLC,IPTV,BPL,PLT.

The New Generations of the Power line Communications in Triple Play Service.

INTRODUCCION

Los sistemas de Power Line Communication (PLC), también conocidos como Broadband Power Line (BPL) ó Power Line Telecommunications (PLT) no es más que una nueva

tecnología de Acceso de Banda Ancha que utilizan las redes eléctricas existentes de media y baja tensión para ofertar variados servicios que requieren para su adecuado funcionamiento de la Banda Ancha, entre los cuales podemos citar los siguientes:

- Telefonía IP.
- Accesos a Internet a Altas Velocidades, muy superiores a las del ADSL.
- Conexiones de las Redes del Hogar.
- Video y Audio a Demanda.
- Videoconferencias.
- Televisión Interactiva.
- Juegos en Red.
- Servicios de Telecontrol y Telecomando.
- Seguridad y Vigilancia.
- Telemedicina.

Sin embargo debe destacarse que tanto en estos sistemas de Power Line al igual que en los sistemas ADSL se utilizan señales de radiofrecuencias del orden de los megahertz sobre cables de cobre sin blindaje, lo cual provoca radiaciones no deseadas que pueden interferir con otros sistemas, por lo que una correcta regulación en la aceptación de estos sistemas por los Órganos Reguladores de cada país que los implemente es vital para la coexistencia de las tecnologías en servicios sin afectación del espectro radioeléctrico.

La Nueva Generación de Power Line Communications permite ofertar actualmente velocidades de hasta 400 mbps , lo cual facilita junto al empleo del multicast y el protocolo IGMP que estas puedan contemplar novedosos servicios como el IPTV, el cual facilitaría a países latinoamericanos y de otras regiones del tercer mundo que no disponen de infraestructura de Banda Ancha acortar su brecha digital sobre todo en regiones rurales y aisladas con una significativa reducción de los costos de las inversiones.

Un aspecto de vital importancia para el correcto funcionamiento de los servicios soportados sobre estos sistemas, y sobre todo en un Servicio Triple Play, es el dimensionamiento adecuado de la interconexión de esta tecnología de acceso de banda ancha con cada uno de las plataformas que soportan cada uno de los servicios del Triple Play, un ejemplo de estas interconexiones se detallan en la Figura 1.



Figura 1. Interconexiones de la Red de Acceso PLC. Sin embargo también es posible el empleo de las Redes de media tensión, propiedad de las empresas eléctricas, para llevar la señal desde los puntos de distribución hasta los

abonados, lo cual es muy común en las redes eléctricas de media tensión en Europa, las cuales son soterradas y en estructuras de anillos lo que representa una ventaja desde el punto de vista de compatibilidad electromagnética y de aseguramiento del servicio, con la necesaria redundancia que requieren los servicios de Telecomunicaciones. En la Figura 2 se muestra la interconexión de la Red de Media Tensión con la Red de Baja Tensión en una Red de Acceso PLC.

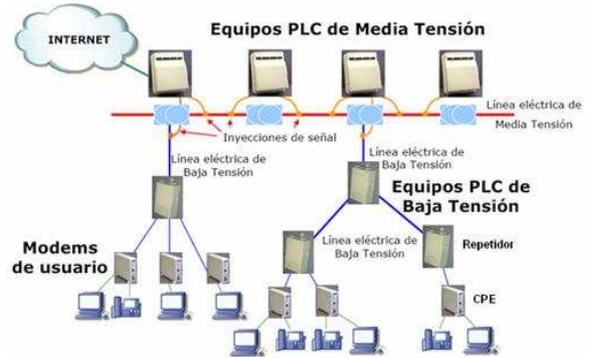


Figura 2. Interconexión de la Red de Media Tensión con la Red de Baja Tensión en una Red de Acceso PLC.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA PLC.

El sistema PLC en baja tensión consta de 3 elementos fundamentales:

- Head End ó equipo de Cabecera.
- Repetidor.
- CPE ó modem de usuario.

El Head End es el equipo de cabecera y de hecho realiza la interconexión entre un backbone IP y la red eléctrica de baja tensión, actuando como bridge y de forma general posee un límite en la cantidad de MAC Address que pueden manejar.

Esta cantidad de MAC Address depende del tipo de chip que utilice, por ejemplo los que utilizan el chip de DS2, líder español mundial en la normalización de estos sistemas y diseñadores de Chips, ellos tienen 3 tipos de chips y de ahí se definen los límites de modularidad de la celda de estos sistemas, en la Tabla 1 se detallan estos límites.

Tabla 1. Características de los diferentes Chips de DS2.

Tipo de Chip.	Máxima cant. de MAC Address	Cantidad de Usuarios / Cluster	Empleo más común.
DSS9001	64	32	CPE-Mesa, Repetidor y HE de LV
DSS9002	1024	64	Repetidores y HE de LV.
DSS9003	262144	128	HE de MV
DSS9010	64	32	CPE Wall-Mount.

La cantidad máxima de Direcciones MAC que el Head End puede manejar es algo muy importante, ya que un exceso de estas pudiera provocar pérdidas significativas de paquetes y por tanto inestabilidad en el sistema que provocarían un inadecuado funcionamiento de los servicios soportados sobre la Red PLC.

Es por ello que no es adecuado conectar este sistema como un switch más de una red ya existente y de ser necesario esto, debe crearse una subred con el empleo de VLANs ó el empleo de un Router u otro dispositivo que posea esta funcionalidad y permita definir un dominio de Broadcast propio.

Por motivos económicos y competitivos algunos proveedores prefieren el empleo del Chip DSS9001 en la totalidad de sus sistemas de Bajo Voltaje, un ejemplo de ellos es Corinex. Ello les permite el empleo del Chip más económico y más versátil, pues permite que un CPE pueda ser convertido lo mismo en un Head End, con algunas limitaciones de potencia, ó hasta en un repetidor con una simple configuración de software.

Otros proveedores han integrado soluciones de acceso a Internet y de Telefonía IP que incluso permiten la utilización de teléfonos analógicos comunes, un ejemplo de esto lo es Toyocom, que aunque brindando soluciones más integrales también son más costosas. En la Figura 3 se muestran equipamientos de Baja Tensión de los proveedores Corinex, Toyocom y MainNet respectivamente.

Los equipamientos PLC de segunda generación brindan actualmente velocidades de hasta 200 mbps, aunque la Nueva Generación estará comercialmente disponible en Noviembre de este año 2008 con velocidades de hasta 400 mbps, manteniendo su trabajo en un rango de frecuencias entre 2 y 34 MHz y pudiendo operar con un total de 12 modos preestablecidos con Anchos de Banda de 10, 20 y 30 MHz, para lo cual dispone de un total de 1536 portadoras, las cuales están más unidas en los modos de menor Ancho de Banda y más espaciadas en los de mayor Ancho de Banda, brindando en este último caso una mayor inmunidad ante los ruidos

inducidos en la línea eléctrica, garantizando una completa operación de supresión de portadoras o conjunto de ellas, siendo este último aspecto vital para la coexistencia con otras tecnologías en el espacio radioeléctrico.



Figura 3. Muestra de equipamientos PLC de Baja Tensión de los proveedores Toyocom, Corinex y MainNet.

Aunque el diseño de Redes PLC más utilizado por los operadores de Telecomunicaciones está orientado al Acceso existe otra variante que se utiliza en el entorno in Home, en el cual a diferencia del anterior, y aunque utiliza el mismo tipo de equipamiento, difiere en el firmware que se utiliza y en la cantidad de CPE en la subred.

Por ejemplo en los sistemas que utilizan los chips de DS2, en la variante orientada al Acceso se emplea el firmware Alma, mientras que el de la variante orientada a redes dentro del hogar, in Home, se emplea el firmware Spirit.

Principales parámetros que deben ser validados en la aceptación de los sistemas PLC

PRINCIPALES PARÁMETROS QUE DEBEN SER VALIDADOS EN LA ACEPTACIÓN DE LOS SISTEMAS PLC.

Lo primero que debe ser observado en el equipamiento a utilizar es que cumplan las siguientes normas internacionales:

- Seguridad Eléctrica: EN 60950
- Emisión de Radio disturbios: EN 50022 class A
- Susceptibilidad ESD: EN 61000-4-2 (level 4)
- Susceptibilidad irradiada: EN 61000-4-3 (level 3)
- EFT/Burst : EN 61000-4-3 (level 3)
- Input surge : EN 61000-4-3 (level 3)
- Disturbancia Conducida: EN 61000-4-3 (level 2)

A continuación se procederá a efectuar la validación de los siguientes parámetros en cada uno de los tipos de servicios ofertados en un Servicio Triple Play:

En el Acceso a Internet los principales parámetros a validar serán los siguientes:

- SNR. (Relación Señal – Ruido).
- CFR. (Respuesta de Frecuencia del Canal).
- BPC. (Bits por portadora).
- PRTx. (Velocidad Física de Transmisión).
- PRRx. (Velocidad Física en Recepción).
- PM. (Máscara de Potencia).
- AT. (Atenuación).
- CAGTx. (Control Automático Ganancia en Transmisión).
- CAGRx. (Control Automático Ganancia en Recepción).
- Tiempo de descarga de los Ficheros de Autoconfiguración.
- Validación de coincidencia de los parámetros descargados en el fichero de Auto configuración en los módems.
- Tiempos de descarga de ficheros entre módems en el servicio FTP.

En la Telefonía IP se validarán los siguientes aspectos:

- Registros de los End User en el Gatekeeper.
- Inmediatez del tono de invitación de Marcación.
- Facilidad de Facturación en el Gatekeeper.
- Presencia de Ecos y su eliminación.
- Empleos de codecs como el G.729 que minimizan los Anchos de Bandas por llamada.
- Uso de la supresión del silencio para mejorar la calidad del servicio y ahorro de Ancho de Banda.
- Comprobación del retardo al incrementarse la cantidad de servicios telefónicos. (Norma G.114 de la UIT-T), garantizando un retardo no mayor de 40 ms en baja tensión y no mayor de 20 ms en media tensión.
- Estabilidad del Servicio Telefónico antes Fallas eléctricas.

En el servicio de IPTV, debe ser validado la posibilidad de activación del Multicast

En el Head End debe observarse que el firmware permita la activación en la interfase del protocolo MPP2IGMP.

En los CPE observar que el firmware permita la activación del igmp-snooping.

Validación de los principales parámetros del propio Servicio de IPTV, como los tiempos de retardo, el Zapping, unión y salida del grupo multicast, jitter del Buffer, etc.

En la Tabla 2 se muestran algunos de los valores típicos de los retardos referidos al cambio de canal en un servicio de IPTV.

Tabla 2. Retardos típicos en el servicio de IPTV.

Factores	Retardos Típicos.
Salida de un grupo multicast	50 ms
Retardo de parada de un streaming multicast	150 ms
Unión a un nuevo grupo multicast	50 ms
Jitter admitido en el buffer del STB	150-200 ms
Retardo por el Acceso Condicional	Hasta 2 s
Retardo de Trama	500 ms

CASOS DE ESTUDIO REALES DE DISEÑO DE REDES PLC.

Se estudiarán 3 casos de estudios, 2 de ellos utilizando el equipamiento suministrado por Toyocom, mientras que el tercero se analizará el empleo del equipamiento de otro fabricante Corinex.

Aunque en la Figura 3 se mostró también el equipamiento de MainNet, no se estudiarán los 2 casos de estudio asociado a este fabricante por trabajar con un chip propio que no cumple las exigencias de compatibilidad electromagnética solicitadas, al no permitir la supresión de portadoras, así como por brindar velocidades no mayores de 2 Mbps.

CASO 1. PILOTO DE INTEGRACIÓN PLC-WIFI EN EL APARTHOTEL MONTEHABANA.

En este piloto se interconectó un total de 177 sitios, en solo 5 días, con una integración de las tecnologías PLC y WIFI, que facilitaban brindar servicios de Acceso a Internet en dos modalidades, con tarifa plana y con tarjeta prepagada, así como un servicio local de telefonía IP con el empleo de teléfonos analógicos convencionales. En la Figura 4 se muestra la estructura exterior del edificio, así como el diseño optimizado propuesto, observándose el empleo de repetidores por piso por la presencia en cada uno de ellos de un centro de transformación interior.

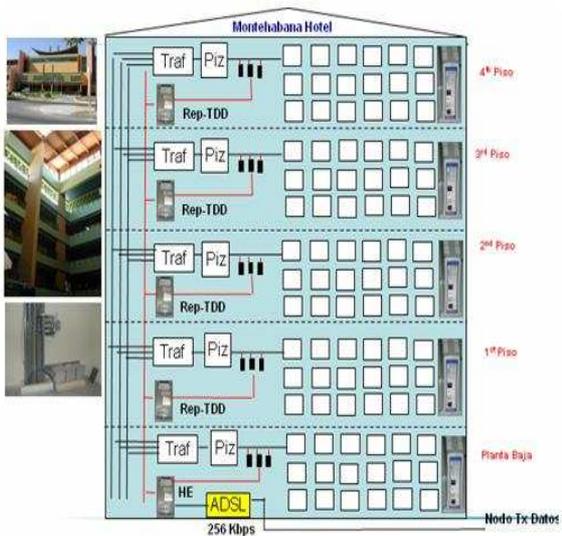


Figura 4. Caso de Estudio 1, Aparthotel Montehabana.

El empleo de las VLANs fue decisivo en la creación de los dominios de Broadcast, mediante un switch capa 2, que facilitó la creación de los servicios de Acceso a Internet con Tarifa Plana y Prepago sobre la misma Plataforma, así como el servicio de Telefonía IP con teléfonos analógicos por la existencia de un puerto específico para este servicio en los CPE de Toyocom.

En la Figura 5 se muestra el diagrama de interconexión realizado incluyendo la VLAN que facilitaba la gestión del sistema, así como los servicios de DHCP y TFTP facilitando la operación con ficheros de auto configuración que permitía la gestión comercial del sistema desde un punto único en la Red.

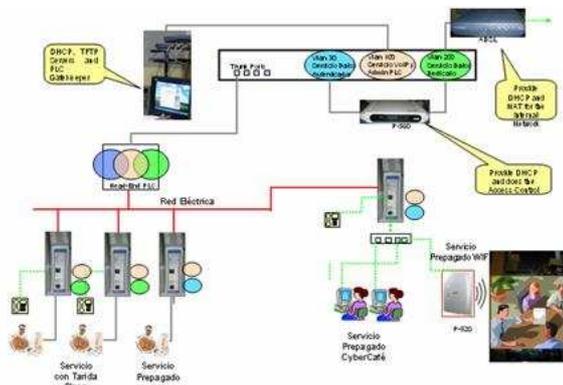


Figura 5. Diagrama de integración de las tecnologías PLC- WIFI, con acceso a Internet y variantes de Tarifa Plana y Tarjetas Prepagadas. Así como servicio de Telefonía IP interno.

CASO 2. PILOTO DE INTEGRACIÓN PLC-WIMAX EN UN ÁREA RURAL.

Este Piloto fue llevado a cabo en el Municipio Artemisa de la Provincia Habana, y en el mismo se probó la integración del sistema WIMAX con el sistema de acceso PLC con el objetivo de brindar Acceso a Internet y Telefonía IP a una pequeña comunidad rural llamada La Granada, la cual esta ubicada a 4.38 kms de Artemisa lugar donde se encuentra ubicada una Unidad Remota de Abonado (URA) y un Nodo de Transmisión de Datos en donde fue instalado un sistema WIMAX que cubría los asentamientos rurales del municipio Artemisa, tal y como se muestra en la Figura 6.

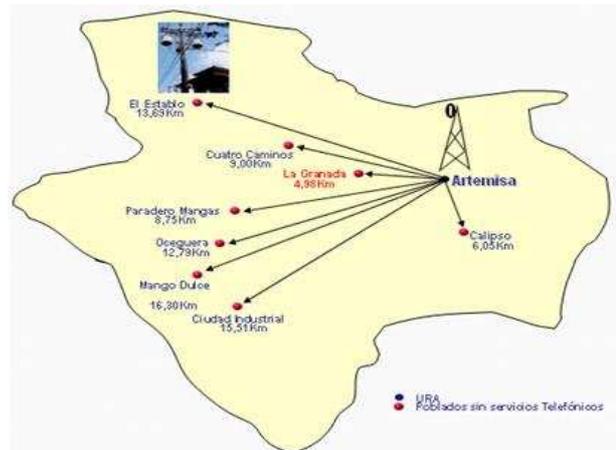


Figura 6. Asentamientos poblacionales rurales en el Municipio de Artemisa en la Provincia Habana.

En el Asentamiento de la Granada el WIMAX servía como backbone a un sistema PLC ubicado en el único Centro de Transformación eléctrico en donde fue ubicado un Head End el cual conectaba a un total de 6 viviendas rurales mediante la acometida eléctrica ofreciendo servicios de acceso y de telefonía IP mediante un CPE de Toyocom que permitía ambos servicios con puertos diferenciados, garantizándose la Calidad del Servicio mediante el uso de VLANs. En la Figura 7 se muestran fotos donde se observan la ubicación del CPE del WIMAX en un consultorio del médico de la familia y donde también fue ubicado el Head End del PLC, el cual subía la señal al Centro de Transformación y desde allí se distribuía la misma mediante las acometidas eléctricas de las casas.



Figura 7. Ubicación del CPE de Wimax y el Head End del PLC en el consultorio del médico de la familia y distribución de la señal mediante la acometida eléctrica a cada una de las viviendas.

CASO 3. PILOTO DE INTEGRACIÓN PLC-WIFI EN UNA DIRECCIÓN

TERRITORIAL DE ETECSA CON ENLACE POR FIBRA ÓPTICA.

Este Piloto cumple el objetivo de brindar un servicio de Triple Play a una Dirección Territorial, la cual cuenta con un total de 60 posiciones de Acceso a Internet y un igual número de servicios de Telefonía IP coexistiendo un servicio de PLC con WIFI y un limitado cableado estructurado para garantizar la vitalidad de los servicios en esa importante instalación de ETECSA en el territorio de Granma.

En esta instalación se contó con el equipamiento de Corinex que a diferencia del Toyocom solo poseen CPE con un único puerto Ethernet, por lo que normalmente con el uso de las VLANs se garantiza la QoS necesaria para estos servicios, pero cada uno de ellos se asociado a un CPE de PLC con la VLAN correspondiente a cada uno de los servicios, tal y como se muestra en la Figura 8.

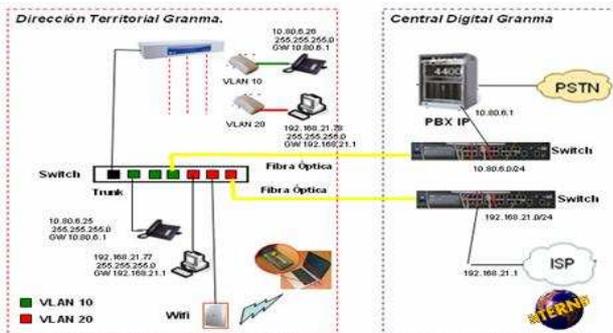


Figura 8. Interconexión de los servicios de Telefonía IP y Acceso a Internet e implementación de la QoS mediante el empleo de VLANs.

Sin embargo en la Figura 8 se observa que cada CPE estaría asociado a un servicio, por otro lado el empleo de Teléfonos IP de la Pizarra IP de Alcatel, que poseen un pequeño switch al cual puede conectarse una PC, nos hace pensar en como usar el mismo CPE de Corinex con un único puerto de Ethernet, minimizando de esta manera la cantidad de CPE a utilizar por cada usuario, el cual posee ambos servicios, acceso a Internet y telefonía IP.

La solución se encuentra con la utilización de un pequeño router el cual además de crear una subred con dominio propio de broadcast permite crear 2 subredes con direccionamiento IP diferenciados para cada servicio, esta interconexión se muestra en la Figura 9.

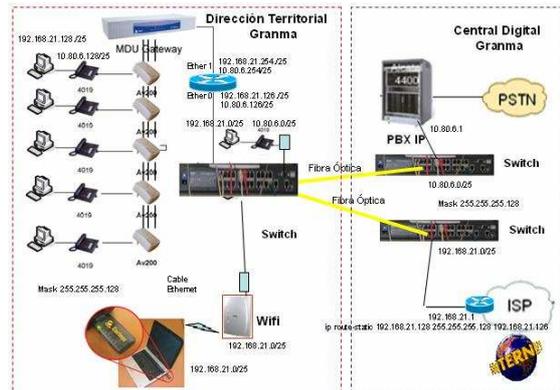


Figura 9. Interconexión que permite minimizar a la mitad el uso de los CPE de Corinex para brindar los servicios de Acceso a Internet y Telefonía IP.

CONCLUSIONES.

Para garantizar la compatibilidad electromagnética y evitar radiaciones no deseadas es importante la realización de pruebas de aceptación que deben ser compatibilizadas con el Órgano Regulador de las comunicaciones en el país, para lo cual deben ser valoradas los parámetros mencionados para cada uno de los posibles servicios a brindar a través de una Red PLC, teniendo este aspecto una mayor relevancia en un Servicio Triple Play.

En los casos de estudio explicados anteriormente se demuestra que el PLC no es más que otra alternativa de acceso y que su combinación con otras tecnologías de acceso pudieran ser soluciones muy interesantes en donde el factor económico jugaría un importante papel en la minimización de las inversiones necesarias a acometer.

1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Manual de Usuario TOYOCOM. Julio 2004. Septiembre 2004.
- 2- Nota de Prensa de Telefónica Corinex PLC. Disponible en <http://www.corinex.com>. Consultado en Noviembre 2005.
- 3- CONDE LUÍS. Prueba de Aceptación del Piloto PLC del Vedado. Noviembre 2005.
- 4- Informes de MTGR de la UN Datos del ADSL del Aparthotel Montehabana. UND..ETECSA Marzo 2006.
- 5- Triple Play IPTV. Disponible en <http://www.shenick.com> . Noviembre 2006.
- 6- CONDE LUÍS "Informe Técnico de Instalación de una Red LAN PLC en el Aparthotel Montehabana con Plataforma Triple Play". Abril 2006. ETECSA.
- 7- Powerline Test Guidelines. Corinex. Mayo 2007.
- 8- PETER.SOBOTKA "Access Firmware Release Notes". Corinex (Marzo 2008).
- 9- PETER.SOBOTKA. "Guía de Usuario del AV200 Enterprise Powerline Ethernet Adapter". Corinex. Junio 2005.
- 10- CONDE LUÍS. "Informe del Piloto PLC de ETECSA" Febrero 2007. ETECSA Documento Interno.

11- **CONDE LUÍS.** “Experiencias prácticas en Cuba con las Power Line Communications”. Presentado en: 2do Congreso Internacional de Telefonía IP. CITIC. Quito Ecuador. Disponible en: C.D. Memorias II Congreso internacional de Telecomunicaciones IP. Julio. 2008.

AUTOR.



Luís Enrique Conde del Oso posee 28 Años de experiencia en las Telecomunicaciones, iniciándose como Profesor de Nivel Superior en el Instituto Técnico Militar donde se desempeñó como Profesor Asistente en la Cátedra de Radiotecnía. En 1986 trabajó en la Empresa de Telecomunicaciones Ciudad Habana como Especialista de Operación y Mantenimiento y posteriormente en el Departamento de Desarrollo. Fundador de ETECSA (1993), en la Dirección de Planeamiento, con una activa participación en la Digitalización de la Red. Actualmente se desempeña como Jefe de Grupo de Estructura de la Red del Departamento de Planes Estratégicos de la Vicepresidencia de Desarrollo y Tecnología, con una activa participación en la introducción de Nuevos Servicios de Valor Agregado, Diseño de la Red Inteligente, Diseño de la Red Cubana y su tránsito hacia las Redes de Nueva Generación, y en las pruebas e introducción de nuevas tecnologías como las Power Line Communications y el IPTV con el desarrollo de una Plataforma de Servicios de IPTV para probar las potencialidades de las redes de acceso de ETECSA. Ha recibido un total de 27 cursos de entrenamiento técnicos de telecomunicaciones y postgrado en Alcatel, Ericsson y Huawei. Posee un total de 28 publicaciones en Revistas Técnicas Nacionales e Internacionales, participando en 11 Eventos Internacionales como Ponente, con una reconocida labor de Innovación de 23 trabajos premiados en Cuba en los Forum de Ciencia y Técnica.