

Radio Over Internet Protocol (RoIP)

**ARMANDO OLIVERIO LUJÁN CORREA
RAFAEL ANTONIO CASTAÑEDA HERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

2012

Radio Over Internet Protocol (RoIP)

**ARMANDO OLIVERIO LUJÁN CORREA
RAFAEL ANTONIO CASTAÑEDA HERNÁNDEZ**

**Monografía presentada como requisito para optar al título de ingeniero
electrónico**

**Director:
M.Sc Eduardo Gómez Vásquez**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

2012

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias ___/___/_____

A mi familia, la razón de mi vida. A mis amigos cercanos por ser parte de este
proceso.

A la Universidad Tecnológica de Bolívar por crear excelentes profesionales.

A ellos muchas gracias.

Armando Oliverio Luján Correa.

A mi madre que le ha dado sentido a mi vida, a mi familia que siempre me apoyó,
y a la UTB por haberme hecho ingeniero.

Rafael A. Castañeda Hernández

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: REDES DE VOZ Y DATOS	2
1.1 REDES DE VOZ (VOIP)	2
1.1.1 Introducción	2
1.1.2 Evolución tecnológica	3
1.1.3 Digitalización de la voz	6
1.1.4 Protocolos de comunicación VoIP	7
1.1.5 Transporte en tiempo real (RTP)	15
1.1.6 Calidad del servicio (QoS)	16
1.2 REDES DE DATOS	18
1.2.1 Red de área local (LAN)	18
1.2.2. Red de área local inalámbrica (WLAN)	20
1.2.3 Red de área extensa (WAN)	22
1.2.4 Red de área metropolitana (MAN)	27
CAPÍTULO 2: RADIO SOBRE PROTOCOLO IP (RoIP)	28
2.1 CONCEPTOS BÁSICOS	28
2.1.1 Radio enlace	28

2.1.2 Canal de radio	29
2.1.3 Ganancia	29
2.1.4 Línea de vista	29
2.1.5 Ruido	20
2.1.6 Tráfico	31
2.1.7 Cobertura	31
2.2 RADIOENLANCES	31
2.2.1 Enlaces punto a punto	32
2.2.2 Enlaces punto multipunto	33
2.2.3 Enlaces analógicos	34
2.2.4 Enlaces digitales	34
2.3 COMPONENTES DE UNA RED RoIP	34
2.3.1 PTT (Push To Talk)	34
2.3.2 COR (Carrier Operated Relay)	35
2.3.3 Gateway RoIP	36
2.3.4 Interfaz controladora RoIP	39
2.3.5 Enlace RoIP	40
2.4 COMPRESIÓN DE VOZ EN RoIP	41
2.4.1 Pulse Code Modulation (PCM)	42
2.4.2 Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM)	42

2.4.3. Regular Excitation Long-term Predictor (GSM RPE-LTP)	45
2.5. APLICACIONES Y SERVICIOS DE RoIP	46
2.6. FUTURO DE LA TECNOLOGÍA ROIP EN COLOMBIA Y EN EL MUNDO.	54
2.7. COMPARATIVO RADIO OVER IP CON TECNOLOGÍAS AFINES.	57
CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFIA	63

LISTA DE FIGURAS

	Paginas
FIGURA 1. Transmisión de voz a través de redes IP	2
FIGURA 2. VoIP a través de ATA/Gateway	5
FIGURA 3. Proceso de digitalización de voz mediante PCM	7
FIGURA 4. Entidades de una red SIP	12
FIGURA 5. Interconexión de redes mediante MGCP	15
FIGURA 6. Esquemas de una red de área local (LAN)	20
FIGURA 7. Esquemas de una red de área local inalámbrica (WLAN)	21
FIGURA 8. Esquema de una Red de área extensa (MAN)	23
FIGURA 9. Red de Área Extensa (WAN)	26
FIGURA 10. Red de área metropolitana (MAN)	27
FIGURA 11. Enlace punto a punto	32
FIGURA 12. Gateway RoIP	36
FIGURA 13. Interfaz controladora RoIP	37
FIGURA 14. Gateway RoIP NXU-2A de la firma Rytheon®	38
FIGURA 15. Conexiones e indicadores Gateway NXU-2A Rytheon®	38
FIGURA 16. Enlace RoIP	39
FIGURA 17. Esquema de una conexión de RoIP usando Teléfono IP	48
FIGURA 18. Ejemplo de un entorno de RoIP con PBX y PSTM	49
FIGURA 19. Ejemplo de conexión Black-to-black de RoIP.	50
FIGURA 20. Esquema de un radio puente RoIP.	51
FIGURA 21. USA Air Force Cross-bands Radio Networks for Interoperability between Military Groups	52
FIGURA 22. Dispatch Network Established Across Australia For Wilson Security	53
FIGURA 23. Connecting remote mobile radio's using VoIP	53

LISTA DE ANEXOS

	Paginas
ANEXO A. Pinout conector DB15 Gateway RoIP Ryttheon NXU-2A	55
ANEXO B. Especificaciones técnicas Gateway RoIP Zetron 6300	

INTRODUCCIÓN

Los servicios de telecomunicaciones cada día requieren más la integración de nuevas tecnologías y que estas a su vez, sean más eficientes en sus procesos. Por esto se creó la Radio Sobre Protocolo de Internet (RoIP por sus siglas en inglés) que integra Voz Sobre IP (VoIP) y los sistemas de radiocomunicación de VHF y UHF entre otros.

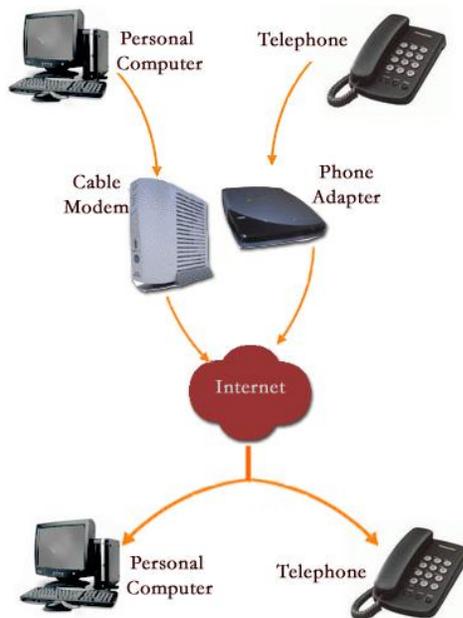
La radio sobre IP es similar a la Voz sobre IP, pero utiliza comunicaciones de radio de dos vías; en RoIP las transmisiones de radio Push To Talk (PTT) son convertidas en paquetes IP y enviados desde redes IP punto a punto. En esta tecnología al menos un nodo de la red es un radio (o un radio con una interfaz IP) conectado vía IP a otros nodos en la red. Los otros nodos pueden ser radios de dos vías pero también pueden ser consolas ya sea tradicionales (hardware) o modernas (software en PCs), softphones, u otro dispositivo de comunicación accesible sobre IP. RoIP puede desarrollarse sobre redes privadas y públicas, ya que extiende el alcance sus sistemas fuera de sus límites geográficos habituales.

1. REDES DE VOZ Y DATOS

REDES DE VOZ (VoIP)

1.1.1 Introducción. Voz sobre IP es una tecnología de comunicaciones que utiliza el protocolo de Internet o IP. Este tipo de técnica permite el enrutamiento de conversaciones de voz en forma de paquetes de datos sobre Internet a través de alguna otra red basada en IP, donde utiliza cierto tipos de protocolos que son usados para transportar o transmitir señales de voz sobre la red IP, este sistema de conmutación de paquetes permite unir o integrar las redes voz y datos en una misma red.

Figura 1. Transmisión de voz a través de redes IP



Fuente: Federal Communications Commission

El protocolo VoIP es el protocolo con mayor proyección a consolidarse en la integración de voz y datos debido a la popularidad y aceptación que presenta a nivel mundial. La principal ventaja de este tipo de servicio es que evita los cargos altos de telefonía (principalmente de larga distancia) que son usuales de las compañías de la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN). Algunos ahorros en el costo son debidos a utilizar una misma red para llevar voz y datos, especialmente cuando los usuarios tienden a utilizar toda la capacidad de una red ya existente la cual pueden usar para VoIP sin coste adicional. Las llamadas de VoIP a VoIP entre cualquier proveedor son generalmente gratis en contraste con las llamadas de VoIP a PSTN que generalmente cuestan al usuario de VoIP.

El ancho de banda creciente a nivel mundial, y la optimización de los equipos para garantizar la mejor calidad en los servicios de voz en tiempo real hacen que el futuro de la Voz sobre IP sea muy prometedor.

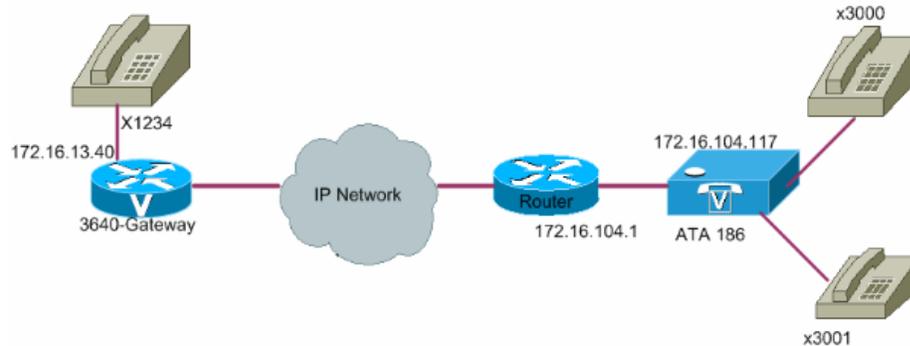
1.1.2 Evolución tecnológica. El crecimiento y la fuerte implantación de las redes IP, tanto en local como en remoto; el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, los mecanismos de control y priorización del tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en redes IP, han creado un entorno donde es posible transmitir voz sobre el protocolo IP. Si a todo lo anterior, se le suma el fenómeno Internet, junto con el potencial de ahorro económico que este tipo de tecnologías puede llevar, a los sistemas de VoIP (Protocolo de Voz Sobre

Internet - Voice Over Internet Protocol) es un tema de interés y estratégico para cualquier tipo de organización o de empresa.

Entre los años 1990 y 1995 la única comunicación posible era de PC a PC. Poco más tarde la empresa Vocaltec, Inc. anunció el lanzamiento del primer Softphone que llamaron "Internet Phone Software". Este Softphone estaba hecho para ser usado en un PC que tenía tarjeta de sonido, micrófono, parlantes y modem. El software funcionaba comprimiendo la señal de voz, convirtiéndola en paquetes de voz que eran enviados por Internet (exactamente igual que hoy). Sin embargo, el software sólo funcionaba si los dos PC tenían el mismo software y el mismo hardware. Comercialmente fue un fracaso debido a que las comunicaciones de banda ancha todavía no estaban disponibles.

Más tarde se comenzó a fabricar los primeros ATA/Gateways para permitir las primeras comunicaciones PC a teléfono y, finalmente, las primeras comunicaciones teléfono a teléfono (con ATAs en cada extremo). Los creadores inicialmente daban el servicio sin cargo a sus clientes con el fin de que pudieran probar la calidad y la tecnología. Estas llamadas contenían publicidad en el inicio y al final de cada comunicación.

Figura 2. VoIP a través de ATA/Gateway



Fuente: Cisco

En 1999, Cisco el líder mundial de las telecomunicaciones vende sus primeras plataformas corporativas para VoIP. En sus dispositivos utilizaban principalmente el protocolo H.323 de señalización. Para el año 2000, VoIP representaba más del 3% del tráfico de voz. Finalmente el protocolo SIP en el año 2002 reemplaza al protocolo H.323.

En 2003 dos jóvenes universitarios - Jan Friis y Niklas Zennstrom - crean un software gratuito fácilmente instalable en cualquier PC que puede atravesar todos los firewalls y routers inclusive los corporativos. Ese producto es Skype, que se propaga con una velocidad increíble y hasta la fecha cuenta con más de 200 millones de usuarios en todo el mundo.

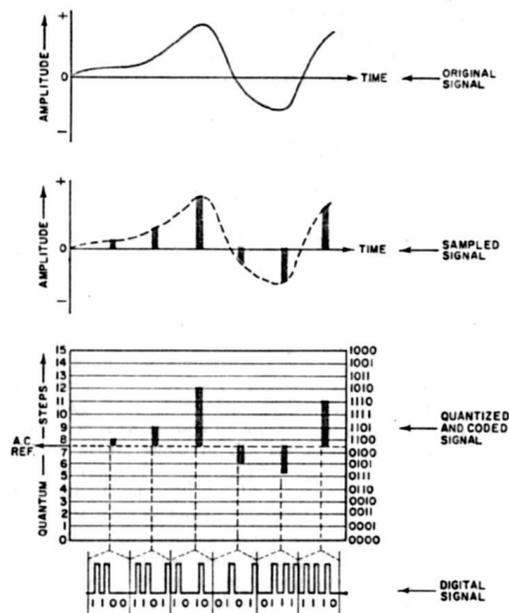
1.1.3 Digitalización de la voz. La mayoría de los sistemas electrónicos construidos procesan señales digitales, pero el mundo físico (real) es fundamentalmente analógico. La temperatura, radiación, humedad, viento son algunos ejemplos de señales analógicas. En este primer proceso la idea es convertir las señales analógicas en digitales para procesarlas digitalmente y/o transmitir las digitalmente. La técnica más habitual para digitalizar una señal analógica es la Modulación por codificación de pulsos, PCM.

En PCM el primer proceso que debe aplicarse es el teorema de Nyquist, el cual afirma que para reconstruir una señal análoga totalmente de su información digital se debe muestrear por lo menos dos veces la frecuencia de transmisión más alta. El intervalo de frecuencias para el caso de la voz va desde los 300 Hz hasta los 3,6 kHz y su frecuencia de muestreo debería ser, según el teorema de Nyquist, un valor máximo de 4 kHz. Es así que, se deben tomar muestras a una tasa de 8000 Hz, es decir, una muestra cada 125µs. Posteriormente a cada una de esas muestras se le asigna un valor el cual es codificado en 8 bits. De esta forma la velocidad o tasa de transmisión para un canal de voz será: $8000 \text{ muestras/s} * 8 \text{ bits}$: 64 Kbps.

Si no se cumple el criterio de Nyquist, se producirá el solapamiento el cual impide filtrar la señal deseada y no habrá reconstrucción perfecta.

Aunque existen otros métodos para la digitalización de la voz, PCM muestra una alta calidad y es lo suficientemente robusta para ser conmutada a través de una red pública sin experimentar degradaciones considerables y su implementación es sencilla.

Figura 3. Proceso de digitalización de voz mediante PCM



Fuente: emagister

1.1.4 Protocolos de comunicación VoIP. Si quisiéramos definir en forma teórica, independizándonos de los protocolos ya existentes, un modelo del procedimiento para establecer una comunicación de voz entre dos terminales sobre una red IP, lo primero que deberíamos hacer es definir los distintos tipos de negociaciones que deberían intercambiar las terminales para lograr la comunicación.

La primer idea que surge es la de informar al terminal llamado que deseo establecer una comunicación de voz. Luego el terminal llamado responderá de alguna forma, aceptando o rechazando dicha comunicación. A este tipo de intercambio de información se la suele llamar señalización de llamada (call signalling).

En la mayoría de los casos la voz se transporta sobre segmentos UDP, lo que hace necesario la negociación de los puertos UDP donde el receptor espera recibir el audio. Debido a esto, es necesario intercambiar mensajes donde se negocien estas cuestiones y otras más específicas de cada protocolo. Para el intercambio de este tipo de información se definen los protocolos de control de señalización de llamada (Call control signalling).

Una vez establecida la comunicación, se debe enviar el audio codificado en paquetes IP. Las redes IP suelen tener variaciones de retardo altos respecto a las redes de telefonía tradicionales ya que no fueron diseñadas para el transporte de voz. Y además, por ser una red de datagramas, los paquetes de voz podrían llegar desordenados. Debido a estas características de la red IP, se necesita empaquetar la información de voz sobre algún protocolo que minimice o controle estos efectos. He ahí los protocolos de transporte.

PROTOCOLO H.323: El estándar H.323 es un conjunto de normas y protocolos recomendado por el ITU-T (International Telecommunication Union) diseñado para

permitir transmisiones multimedia en LANs basadas en IP. Fue rápidamente adoptado por fabricantes de equipos para transmitir voz y videoconferencia sobre IP ya que define un modelo básico de llamada con servicios suplementarios (convergencia de voz, vídeo y datos en una sola red) y surgió en el momento adecuado. Forma parte de la serie de protocolos H.32x, los cuales también dirigen las comunicaciones sobre RDSI (H.320), RTC o SS7. Esta familia de protocolos ha ido evolucionando con el tiempo para permitir mejorar las transmisiones de voz y vídeo en LANs y WANs sobre distintos medios. La versión actual data de 2006 y se conoce como H.323v6.

Los componentes principales del sistema H.323 son:

- Los Terminales son el equipamiento que utilizan directamente los usuarios. Se pueden implementar tanto por software (mediante un ordenador) como por hardware (dispositivo físico).
- Los Guardianes (GateKeepers), son el centro de toda organización VoIP y son el equivalente a las centralitas privadas o PBX (Private Branch eXchange). Normalmente se implementan por software.
- Las Pasarelas (Gateways), hacen de enlace con la red telefónica conmutada, actuando de forma transparente para el usuario.
- Las Unidades de Control Multipunto (MCUs), se encargan de gestionar las multi-conferencias.

Los principales protocolos utilizados son:

- **RAS** (Registro, Admisión, Situación): Se utiliza sólo en zonas que tengan un guardián para la gestión de la zona de control del mismo.
- **H.225**: Mensajes de establecimiento y finalización de llamada entre terminales o con el guardián.
- **H.245**: Mensajes de control extremo a extremo. Negociación de las capacidades de ancho de banda (mensajes Terminal Capability Set), de la apertura y cierre de los canales lógicos (mensajes Open Logical Channel, Close Logical Channel y End Session Comand), de los códecs y mensajes de control de flujo.
- **RTP/RTCP** (Real-Time Transport Protocol / Real-Time Transport Control Protocol): Transporte punto a punto de datos en tiempo real.

PROCOLO SIP: Este protocolo hereda ciertas funcionalidades de los protocolo HTTP (Hyper Text Transport Protocol) y SMTP (Simple Mail Transport Protocol). SIP se apoya sobre un modelo cliente/servidor como se realiza en HTTP. Cada participante en una red SIP se identifica mediante una URL SIP. Los requerimientos SIP son satisfechos por respuestas identificadas por un código digital. Por ejemplo, cuando el destinatario no está identificado, un código respuesta <<404 Not Found>> será recibido.

El protocolo SIP es solo un protocolo de señalización. Una vez la sesión establecida, los participantes de la sesión intercambian directamente su tráfico audio / video a través del protocolo “Real-Time Transport Protocol” o RTP. Por otra parte, SIP no es un protocolo de reservación de recursos, y en consecuencia, no puede asegurar la calidad de servicio. Se trata de un protocolo de control de llamada y no de control del medio.

SIP tampoco es un protocolo de transferencia de fichero tal como “http”, usado con el fin de transportar grandes volúmenes de datos. Ha sido concebido para transmitir mensajes de señalización cortos con el fin de establecer, mantener y liberar sesiones multimedia. Mensajes cortos, no relativos a una llamada pueden sin embargo ser transportados por SIP al estilo de SMS.

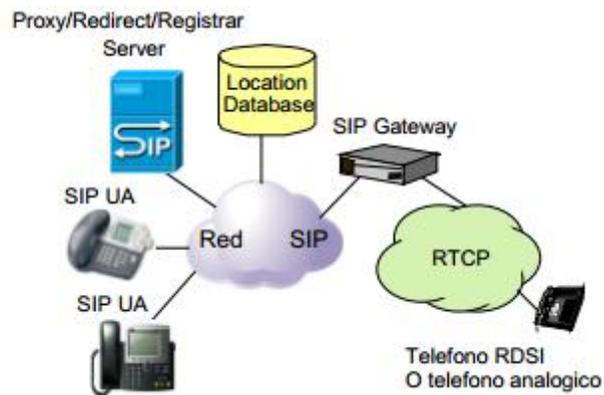
SIP define las siguientes entidades:

- El Servidor Proxy (Proxy Server), recibe solicitudes de clientes que el mismo trata o encamina hacia otros servidores después de haber eventualmente, realizado ciertas modificaciones sobre estas solicitudes.
- El Servidor de Redireccionamiento (Redirect Server): se trata de un servidor quien acepta solicitudes SIP, traduce la dirección SIP de destino en una o varias direcciones de red y las devuelve al cliente.
- El Agente Usuario (User Agent) o “UA”: se trata de una aplicación sobre un equipo de usuario que emite y recibe solicitudes SIP. Se materializa por un

software instalado sobre un « User Equipment » o UE: una PC, un teléfono IP o una estación móvil UMTS.

El Registrador (Registrar): se trata de un servidor quien acepta las solicitudes SIP REGISTER. SIP dispone de la función de registro de los usuarios. El usuario indica por un mensaje REGISTER emitido al Registrar, la dirección donde es localizable (dirección IP). El “Registrar” actualiza entonces una base de dato de localización. El registrador es una función asociada a un Proxy Server o a un Redirect Server. Un mismo usuario puede registrarse sobre distintas UAs SIP, en este caso, la llamada le será entregada sobre el conjunto de estas UAs.

Figura 4. Entidades de una red SIP



Fuente: Efort

PROTOCOLO IAX: El protocolo IAX (Inter-Asterisk eXchange) es un protocolo de señalización creado por Mark Spencer, el mismo creador de Asterisk, con el objetivo de solucionar algunos problemas existentes con otros protocolos. El protocolo todavía no es un estándar pero pretende serlo a través de un proceso de estandarización en la IETF. En esencia IAX presenta tres ventajas muy interesantes sobre otras alternativas como SIP.

- Consume menos ancho de banda
- Soluciona mejor problemas de NAT
- Pasa más fácilmente a través de firewalls

Si reflexionamos acerca de estas ventajas nos daremos cuenta rápidamente que resultan perfectas para troncalización entre dos servidores Elastix. En otras palabras, es recomendable el uso de IAX para interconectar dos o más servidores Elastix entre sí. La versión actual del protocolo es la versión 2. La versión anterior ha quedado obsoleta por lo que es común ver el nombre IAX2 como sinónimo de IAX.

IAX es un protocolo binario, a diferencia de SIP que como recordaremos es un protocolo basado en texto. Esto es una ventaja desde el punto de vista de ancho de banda puesto que en binario se desperdiciarán menos bytes.

IAX usa UDP y normalmente usa el puerto 4569. Lo interesante de IAX es que por un solo puerto transmite tanto la voz como la señalización y es esto lo que le

permite resolver problemas de NAT y pasar a través de firewalls sin mayor inconveniente. Además de esta característica el protocolo permite la troncalización de varios canales de audio en el mismo flujo de datos. Es decir que en un mismo datagrama se pueden enviar varias sesiones al mismo tiempo, lo que significa una reutilización de datagramas y por consiguiente un ahorro de ancho de banda.

PROTOCOLO MGCP: Los primeros protocolos creados para permitir la comunicación entre un MGC y un Gateway fueron SGCP (Simple Gateway Control Protocol, 'Protocolo simple de control de Gateway', febrero de 1998). No obstante, estos protocolos se fusionaron en octubre de 1998 en uno nuevo conocido como MGCP.

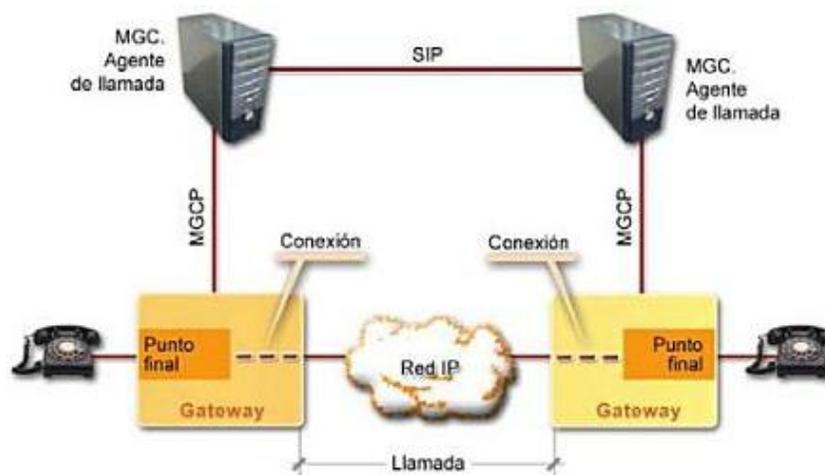
MGCP es un protocolo maestro esclavo que permite que los GMC controlen las operaciones de los gateways mediante el intercambio de mensajes de órdenes y respuestas. El modelo MGCP presenta las siguientes entidades:

- Puntos finales (End Point): son fuentes de información multimedia, física o virtual. Una fuente física es, por ejemplo, una línea telefónica con un terminal telefónico, mientras que una fuente virtual sería un servicio contestador (software) residente en el mismo Gateway. Cada punto final dispone de un identificador formado por el nombre de dominio del Gateway. Cada punto final dispone de un identificador formado por el nombre del

dominio del Gateway al que está conectado y el nombre asignado al propio punto final. Por ejemplo: E3/8/2@gateway.red.net.

- Conexiones: se trata de una asociación entre puntos finales sobre la que se transmiten los datos. Una conexión sería la relación entre un punto final sobre la red telefónica tradicional y una sesión IP o RTP. Existen conexiones punto a punto o punto a multipunto, pudiendo estar conectados los distintos puntos finales de la conexión a un mismo Gateway.

Figura 5. Interconexión de redes mediante MGCP



Fuente: La telefonía de Internet, José Antonio Carballar.

1.1.5 Transporte en tiempo real (RTP). El protocolo de tiempo real o RTP por sus siglas en inglés es un protocolo de transporte que fue desarrollado por el IETF para las transmisiones en tiempo real de datos como audio y video sobre servicios de red multicast o unicast. RTP posee algunos campos de datos extra que no se

encuentran en TCP. Este protocolo genera un etiquetamiento de tiempo como un número de secuencia para facilitar la sincronización en el transporte de datos.

En cuanto a calidad de servicio, RTP no garantiza QoS para los servicios de tiempo real, aunque, el transporte de datos está respaldado por un protocolo de control conocido como RTCP que facilita el monitoreo de la entrega de datos en redes multicast grandes así como, un pobre control e identificación.

Las aplicaciones que utilizan RTP por lo general corren sobre UDP para aprovechar los servicios de multiplexación y checksum que brinda. Tanto RTP como RTCP contribuyen en la funcionalidad del protocolo de transporte, sin embargo, cumplen funciones específicas:

RTP, lleva los datos que tiene propiedades de tiempo real.

RTCP, monitorear la calidad de servicio y hacer llegar información sobre los miembros que intervienen la comunicación.

Una de las características de las aplicaciones en tiempo real es la habilidad que tiene uno de los usuarios en alertar a uno o más miembros de la red para iniciar una llamada y es por esto que usa el protocolo SIP.

1.1.6 Calidad del servicio (QoS). La calidad del servicio (QoS) se define como la capacidad de una red para proporcionar diversos niveles de servicio a los diferentes tipos de tráfico. Al contar con QoS es posible asegurar una correcta

entrega de la información, dando preferencia a aplicaciones de desempeño crítico, donde se comparten simultáneamente los recursos de red con otras aplicaciones.

QoS hace la diferencia al proveer un uso eficiente de los recursos en caso de presentarse congestión en la red, seleccionando un tráfico específico de esta, priorizando según su importancia relativa, y utilizando métodos de control y evasión de la congestión para darles tratamiento preferencial. Implementando QoS en una red, se logra un rendimiento de esta más predecible y una utilización de ancho de banda más eficiente.

En VoIP no hay ningún estándar para medir la QoS, de ahí han surgido varios métodos para medirla: como MOS, E-Model y PESQ. Sin embargo, la mayor parte de estos métodos son asociados a la medida de claridad de la llamada. Además, son usados generalmente en el diseño de las redes y no son usados en tiempo real de una llamada. En este último caso es posible que la medida QoS simplemente pueda ser caracterizada por parámetros como la pérdida de paquete, el delay y el jitter.

Hay dos formas para medir la QoS: pasivo y activo. La medida pasiva rastrea el funcionamiento y el comportamiento del paquete para poder supervisar el tráfico sin modificarlo. La medida activa implica la inyección de algunos paquetes de prueba en la red, en la cual este tráfico de prueba puede ser medido.

Gracias a su alta disponibilidad y fiabilidad, La Red Telefónica Conmutada (PSTN) han ganado una credibilidad fuerte entre usuarios de voz. Si VoIP sustituyera el

PSTN, esta tecnología tendría que encontrar varias exigencias rigurosas, en particular aquellos en relación con QoS. Sin embargo, recientemente podemos encontrar en nuestras residencias acceso de banda ancha principalmente por xDSL, el módem de Cable y otros. VoIP se ha elevado como una alternativa viable.

Esta nueva tecnología ya ha sido explotada por muchos usuarios usando programas como el Messenger de Microsoft, Skype, o Jabber. Además, hay actualmente muchos proveedores de servicio que ofrecen la Telefonía de Internet residencial, los cuales proveen al usuario de la interoperabilidad con operadores de telecomunicación regulares y permitiendo al alcance suscriptores fijos y móviles.

REDES DE DATOS

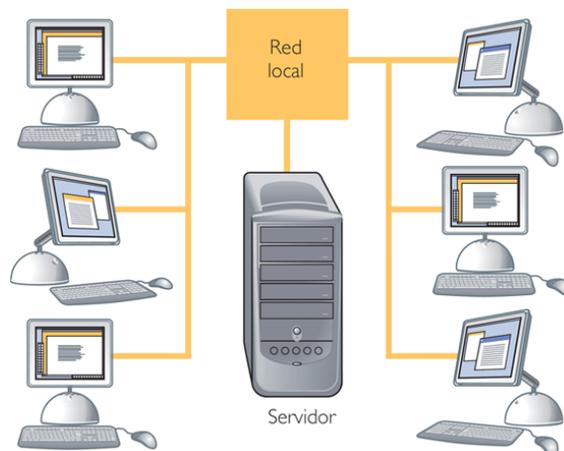
1.2.1 Red de área local (LAN). Una red de área local (LAN, Local Area Network) es un sistema de comunicaciones constituido por un hardware (cableado, terminales, servidores, etc), y un software (acceso al medio, gestión de recursos, intercomunicación, etc) que se distribuyen por una extensión limitada (planta, oficina, edificio, grupos de edificios) en el que existen una serie de recursos compatibles (discos, impresoras, bases de datos, etc) a los que tienen acceso los usuarios para compartir información de trabajo.

Una LAN se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones se restringen a un área geográfica limitada, y en que pueden depender de un canal físico de comunicaciones con una velocidad binaria alta y que presenta una tasa de errores muy pequeña. Las características más importantes que definen una LAN, además del área de aplicación, son:

- La velocidad de transmisión de los datos dentro una red local es elevada (va desde los 10 Mbits/s hasta los 10 Gbits/s).
- La tasa de error de transmisión de los bits es despreciable (del orden de un 1 bit erróneo por cada 100 millones de bits transmitidos)
- La gestión de una LAN, una vez instalada, y la de los recursos informáticos conectados corresponde hacerla a su propietario o contratarla a un tercero.

En todas las redes de área local (LAN) nos encontraremos siempre un modo de transmisión/modulación (banda base o banda ancha), un protocolo de acceso (TDMA, CSMA/CD, Token Passing, FDDI), un soporte físico (cables de pares trenzados con o sin pantalla, coaxiales o fibra óptica) y una topología (bus, anillo, estrella y malla).

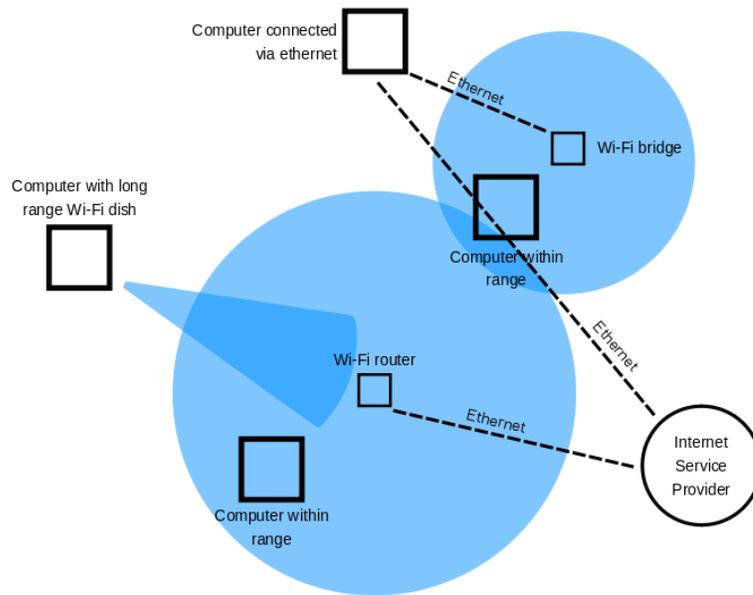
Figura 6. Esquema de una red de área local (LAN)



Fuente: *Sistemas telemáticos*, José Huidobro.

1.2.2 Red de área local inalámbrica (WLAN). Las redes inalámbricas tienen su aplicación donde se requiere movilidad, como el caso de los ordenadores portátiles. Por ejemplo una empresa que desea instalar una nueva oficina y por rapidez, provisionalidad de la ubicación o simples razones estéticas no desea cablear la estructura del edificio, puede utilizar una red LAN inalámbrica, surgiendo así el concepto de WLAN (Wireless Local Area Network) la cual consiste en una serie de equipos transmisores – receptores que son las tarjetas de red inalámbrica y lo que se denomina punto de acceso. Cabe destacar que las WLAN son más lentas que las cableadas y tienen más errores.

Figura 7. Esquema De Una Red De Área Local Inalámbrica (WLAN)



Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_LAN

Para tener una WLAN son necesarios los siguientes equipos:

- Ordenador con tarjeta inalámbrica: en cualquier computador de mesa se puede instalar una tarjeta de red inalámbrica tipo PCI o USB de tal manera que el ordenador que tenga acceso a la red inalámbrica como lo tendría cualquier red LAN cableada. También hay que tener en cuenta, que en los ordenadores portátiles y Netbook, vienen con una tarjeta de red inalámbrica

incorporada, del tipo Wifi, porque lo que no es necesario añadir un dispositivo adicional.

- Punto de acceso: se suele abreviar como AP. Es un dispositivo que gestiona los paquetes de datos lanzados por otros equipos inalámbricos, haciéndolos llegar a su destino. Además, da conectividad a una red cableada de tal forma que podamos tener acceso tanto a una red cableada como inalámbrica.

Tanto las tarjetas inalámbricas como los AP tienen diversas formas de trabajar, las más conocidas son Ad-Hoc e Infraestructura.

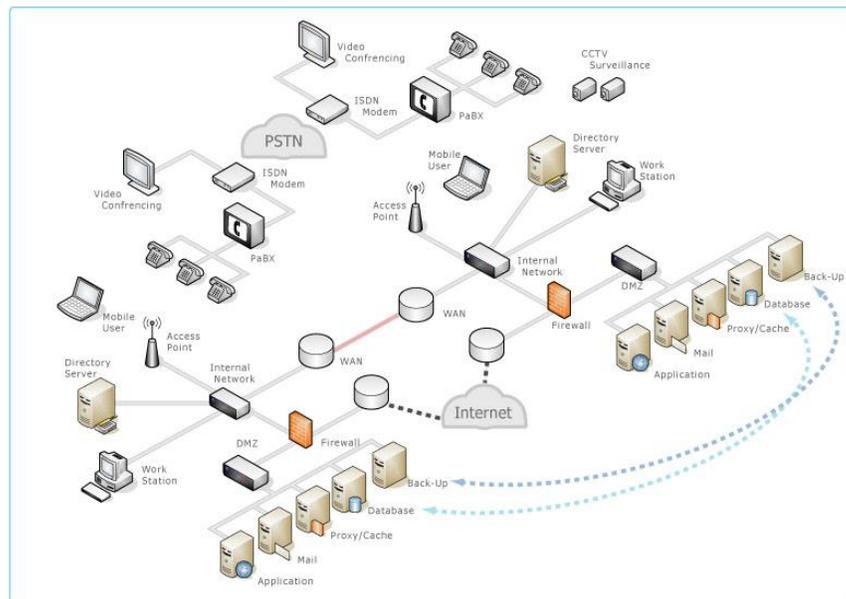
- Ad-Hoc: consiste en un grupo de ordenadores que se comunican cada uno directamente con los otros a través de las señales de radio sin usar punto de acceso. Las configuraciones Ad-Hoc son comunicaciones de tipo punto a punto.
- Infraestructura: esta es la forma de trabajar de los AP o puntos de acceso. Si queremos conectar de forma inalámbrica nuestra tarjeta a uno de ellos, debemos configurarla en este modo. Este método de comunicación es bastante más eficiente que Ad-Hoc ya que se encarga de llevar cada paquete a su sitio.

1.2.3 Red de área extensa (WAN). Una red de área extendida o extensa es aquella que conecta dos o más redes LAN separadas por distancias proporcionales a las existentes entre dos ciudades de un mismo país.

Muchas WAN son construidas por y para una organización o empresa particular y son de uso privado, otras son construidas por los proveedores de internet (ISP) para proveer de conexión a sus clientes.

Hoy en día, Internet proporciona WAN de alta velocidad, y la necesidad de redes privadas WAN se ha reducido drásticamente, mientras que las redes privadas virtuales que utilizan cifrado y otras técnicas para hacer esa red dedicada, aumentan continuamente.

Figura 8. Esquema de una red de área extendida (WAN)



Fuente. <http://bilgeadamlar.blogspot.com/2010/06/wan-teknolojisi-butunuyle-bir-bilgi-ag.html>

Dentro de las tecnologías que pueden ser implementadas por una red WAN se tienen:

Multiplexación por División de Tiempo (TDM): Se divide en TDM síncrono y estadístico y ha sido utilizado en las redes WAN durante la evolución de estas tecnologías.

- TDM síncrono: Con este se pueden transmitir simultáneamente múltiples canales digitales sobre un único medio de transmisión. No obstante, por lo general su uso en la transmisión de datos no es del todo eficiente ya que se tienen asignados recursos de transmisión permanentes para cada canal sin importar si son usados o no por el cliente.
- TDM estadístico: Funciona mediante la segmentación y reensamblado en paquetes pequeños al que es sometida la información para su posterior transmisión individual. TDM síncrono mostraba una dependencia temporal de los canales en el frame portador mientras, que en TDM estadístico los paquetes poseen una cabecera que determina el canal al que pertenecen, esta característica permite que la información sea transmitida a la misma velocidad con que se genera y deja libre las capacidades de transporte si no hay información.

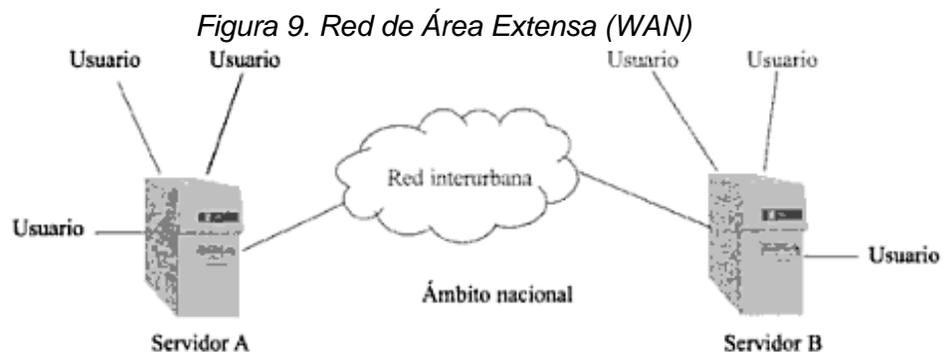
Ambas tecnologías han sido la base para redes WAN conmutadas:

- Redes de circuitos: se basan en TDM síncrono ofreciendo velocidad constante y son capaces de transportar todo tipo de tráfico gracias a su baja latencia.
- Redes de Paquetes: se basan en TDM estadístico y las conexiones entre origen y destino se dan mediante Circuitos Virtuales. Por el retardo que se genera debido a los procesos que maneja no es adecuado para tráfico voz y video de igual manera, es necesario la utilización de un ensamblador/desensamblador de paquetes o PAD debido a que imponen un protocolo de acceso.

Redes X.25. Este estándar fue desarrollado por la ITU-T en la década de 1970 con el objetivo de crear una interfaz entre las redes públicas de conmutación de paquetes y sus clientes. A nivel de capa física opera el estándar X.21, que determina la interfaz física, eléctrica y funcional, mientras que a nivel de capa de enlace de datos los estándares existentes se centran en la corrección de errores por otra parte, el protocolo de capa de red permite crear circuitos virtuales a través de los cuales podrán ser enviados paquetes de 128 bytes. La velocidad que manejan estas redes se sitúa en 64 Kbps, una cantidad insuficiente para la mayoría de aplicaciones actuales. Estas redes trabajan con circuitos virtuales conmutados y permanentes y están orientadas a conexión.

Frame Relay. Surgió gracias a la evolución tecnológica que han experimentado tanto los sistemas de transmisión como los computadores, a leves rasgos se lo puede describir como una línea virtual dedicada por la cual se pueden enviar tramas o frames de 1600 bytes. A diferencia de las líneas dedicadas reales con una virtual, solo se tendrán ráfagas de la mayor velocidad. Las velocidades de operación superan ampliamente a las de X.25 con un promedio de 1.5 Mbps a expensas de no realizar corrección de errores. Difiere de X.25 debido a la ausencia de control de flujo.

Modo de transferencia Asíncrona (Asynchronous Transfer Mode - ATM). Se fundamenta en la transmisión mediante paquetes con una longitud de 53 bytes conocidos como celdas. La conmutación de celdas en que se basa, permite la transmisión a velocidad constante para audio o video así como, variable para datos. Sus velocidades de transmisión oscilan entre los 155 y 622 Mbps y están orientadas a conexión con lo que se garantiza el orden de llegada.



*Fuente: Tecnologías y redes de transmisión de datos
Enrique Herrera Pérez*

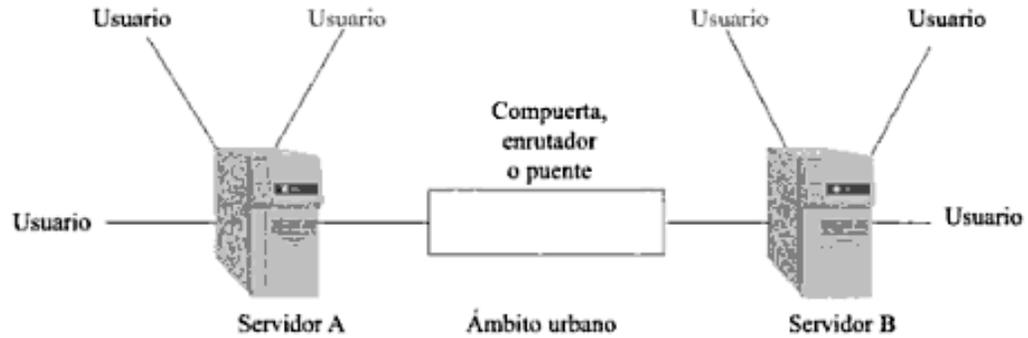
1.2.4 Red de área metropolitana (MAN). Una red de área metropolitana (MAN) abarca una ciudad. El ejemplo más conocido de un MAN es una red de televisión por cable disponible en muchas ciudades. Este sistema creció a partir de los sistemas de antena comunitaria en áreas donde la recepción de la televisión al aire era pobre. En dichos sistemas se colocaba una antena grande en la cima de una colina cercana y la señal se canalizaba a las casas de los suscriptores.

Una red de área metropolitana se forma por la interconexión de varias redes LAN que se encuentran a mayores distancias que las incluidas en un edificio o campo, pero que no sobrepasan el ámbito urbano. Se utilizan para conectar computadoras que se encuentran en diferentes campos o edificios que pueden pertenecer a la misma corporación o a empresas diferentes que comparten recursos entre sí. La figura 5 ilustra el principio de la red de área metropolitana; la implementación de redes MAN requiere de dispositivos de interconexión, como los puentes, enrutadores o compuertas.

La MAN es una red cuyo diámetro no va más allá de 50 km, y responde claramente a la necesidad de un sistema de comunicaciones de tamaño intermedio con beneficios que superan a los que pueden ofrecer las redes LAN o WAN. Se trata de una red de alta velocidad que se extiende más allá de la

cobertura de una LAN, pero sin las restricciones a los métodos normales de la WAN.

Figura 10. Red de área metropolitana (MAN)



*Fuente: Tecnologías y redes de transmisión de datos
Enrique Herrera Pérez*

2. CAPITULO 2: RADIO SOBRE PROTOCOLO IP (ROIP)

CONCEPTOS BÁSICOS

2.1.1 Radio enlace. Interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas, es decir, es el conjunto de equipos de transmisión y recepción necesarios para el envío vía radio de una señal de uno a otro nodo o centro de una red.

2.1.2 Canal de radio. Se refiere al par de frecuencias de trabajo a emplear en una comunicación pudiendo ser estas para su uso en recepción, transmisión o para ambas.

2.1.3 Ganancia. Magnitud que expresa la relación entre la amplitud de una señal de salida respecto a la señal de entrada. La ganancia es una magnitud adimensional que se mide en unidades como belio (B) o submúltiplos de este como el decibelio (dB). La ganancia de una antena es el indicador de la eficiencia con que una antena concentra la energía de radiofrecuencia (RF) en la dirección preferida. La ganancia de una antena se expresa en dBi (relación entre la potencia irradiada por la antena en una dirección dada y la potencia irradiada en esa dirección por una antena no direccional correspondiente al mismo emisor). Los fabricantes de Antenas suelen especificar el valor de la ganancia de todas las antenas que producen.

2.1.4 Línea de vista (LOS). Línea de vista o line of sight (LOS) es un enlace terrestre de microondas obtenido por visibilidad directa. El enlace se establece entre dos transceptores de radio provistos de antenas parabólicas que se apuntan directamente entre sí. La radio puede transportar transmisiones punto a punto de muchos anchos de banda, entre ellos DS1, DS2, DS3, STS1 y OC1, su alcance es variable, y depende del tamaño de la antena (en concreto, del plano), el tiempo

que haga en la zona y la potencia emitida. Si los factores citados son favorables, un enlace puede alcanzar hasta los 80 km.

2.1.5 Ruido. Se llama ruido o noise a cualquier clase de distorsión o señal no deseada. Las dos principales categorías de ruido son la interferencia electromagnética y el ruido ambiente. La interferencia electromagnética se debe a la invasión por una señal de radio o un campo magnético externo del soporte de transmisión (par trenzado o no trenzado) o del dispositivo (teléfono u otro aparato). El mundo en que vivimos está repleto de ondas de radio emitidas por los aparatos eléctricos, ya sean licuadoras, motores de automóvil, transmisores e incluso tubos fluorescentes. Por más que se tomen medidas preventivas para no recibir estas señales no deseadas, a veces encuentran el modo de introducirse allí donde más estorban. Las interferencias suelen estar provocadas por dos causas frecuentes. El primer caso se produce cuando un cable conectado a un dispositivo hace las veces de antena y capta la interferencia, que pasa al interior del aparato electrónico y se amplifica. El segundo surge cuando es un componente electrónico interno del dispositivo el que actúa como antena por un fallo de diseño, un mal blindaje o un defecto en el propio componente. Por su parte, el ruido ambiente se debe al movimiento aleatorio de electrones en un circuito electrónico cuando se interrumpe la alimentación eléctrica, o también por los movimientos aleatorio del aire.

2.1.6 Tráfico. Dimensionamiento del número mínimo de recursos para dar un servicio de calidad previamente acordada. En el tema de las comunicaciones móviles ocupa principalmente el diseño de la interfaz de radio. En concreto, se trata de determinar el número de canales físicos a invertir en dar un servicio de una calidad concertada a un grupo de usuarios del sistema de comunicaciones. De esta manera se reconoce al tráfico como el grado de utilización de un recurso.

2.1.7 Cobertura. Área geográfica que cubre una estación específica de telecomunicaciones. Para una estación base, es el entorno en el que la señal disponible para un sistema móvil es superior a un cierto umbral mínimo de funcionamiento.

RADIOENLACES

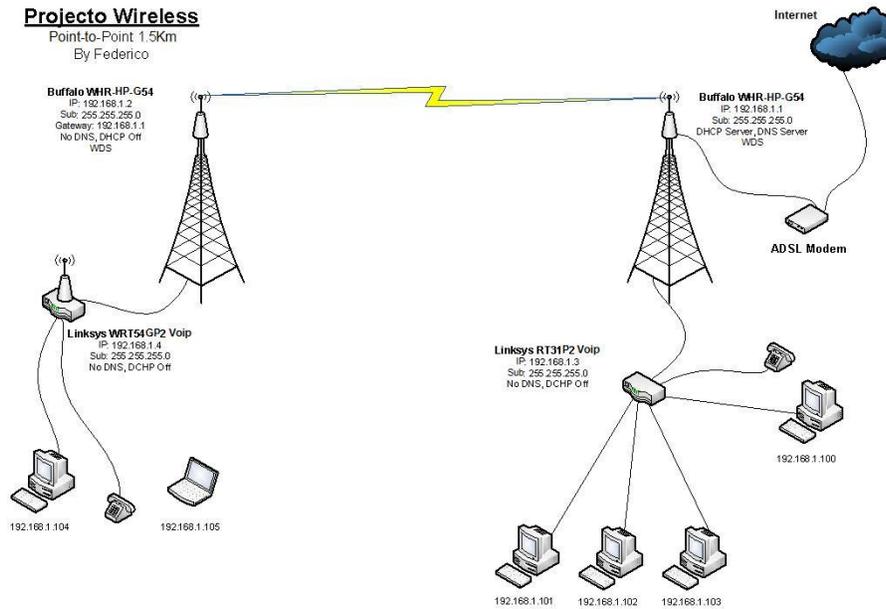
Hoy en día los sistemas inalámbricos nos rodean por todas partes, en sus diferentes formas: sistemas de telefonía móvil, redes de datos inalámbricas, la televisión digital terrestre o los radioenlaces punto a punto. Para el correcto funcionamiento de estos sistemas resulta crucial un diseño adecuado del interfaz radioeléctrico. El diseño de radioenlaces es una disciplina que involucra toda una serie de puntos tales como: la elección de la banda de frecuencias, el tipo de antenas y los equipos de radiocomunicación, el cálculo del balance de potencias,

la estimación de los niveles de ruido e interferencia o el conocimiento de las distintas modalidades y fenómenos de propagación radioeléctrica, entre otras. Además de la elección de los equipos de radio y de sus parámetros de funcionamiento, los factores más importantes que determinan las prestaciones de un sistema fijo de acceso inalámbrico son la buena situación de las antenas, la correcta planificación del enlace radioeléctrico y la elección de un canal libre de interferencia. Solo con una buena planificación del enlace entre antenas puede conseguirse evitar las interferencias y los desvanecimientos de la señal alcanzando una alta disponibilidad en el sistema.

2.2.1. Enlaces Punto A Punto. Los enlaces punto a punto son aquellos responden a un tipo de arquitectura en la que cada canal de comunicación se usa para conectar únicamente dos puntos; es decir, enlazar directamente el transmisor y el receptor.

En un enlace punto a punto, los dispositivos en red actúan como socios iguales, o pares entre sí (relación recíproca). Como pares, cada dispositivo puede tomar el rol de esclavo o la función de maestro. Las redes punto a punto son relativamente fáciles de instalar y operar.

Figura 11. Enlace punto a punto



Fuente: Tecnologías y redes de transmisión de datos
Enrique Herrera Pérez

2.2.2 Enlaces punto multipunto. Un enlace punto-multipunto es aquella arquitectura en la que cada canal de comunicación se puede usar para comunicarse con diversos puntos, ofreciendo varias rutas desde una única ubicación a varios lugares.

Hay diferentes tipos de conexión punto a multipunto:

- Estrella: Un terminal conectado a varias terminales remotas.
- Bus: Un medio de comunicaciones común conectado a muchas estaciones remotas
- Anillo: Todas las terminales conectadas a un mismo cable. Si una falla hay problemas con todas.

- Malla: Es el tipo de conexión utilizado en las centrales telefónicas todas terminales interconectadas entre si

2.2.3 Enlaces analógicos. Un enlace analógico es aquel que utiliza equipos y técnicas de transmisión de información (modulación, demodulación, multiplicación, etc.) analógicos.

2.2.4 Enlaces digitales. Un enlace digital es aquel que utiliza equipos y técnicas de transmisión de información (modulación, demodulación, codificación, etc.) digitales.

2.3. COMPONENTES DE UNA RED RoIP

Radio sobre IP es una tecnología que basa su funcionamiento en Voz sobre IP (VoIP), a pesar de estar un escalón más arriba que ésta. Como es ampliamente conocido, VoIP provee el medio para transmitir voz de un punto a otro a través de internet.

La tecnología VoIP trabaja correctamente cuando se tienen comunicaciones de audio básicas, sin embargo, presenta falencias cuando intenta transferir comunicaciones de radio de un punto a otro. Esto se debe principalmente a que las transmisiones de audio por radio tienen algunos requerimientos especiales que

están por encima de lo que cubre VoIP y que deben ser tomados en consideración, estas señales son específicas de los sistemas de radiocomunicaciones móviles son las líneas de control PTT Y COR.

2.3.1 PTT (Push To Talk). PTT o pulse para hablar es una función requerida por un radio cuando el usuario desea que el audio generado por su voz salga de la radio y viaje hacia el receptor. Todos los radios tiene la función PTT que habilita el micrófono del equipo para la comunicación.

2.3.2 COR (Carrier Operated Relay). Esta función permite a un dispositivo conectado al radio tener el conocimiento previo de que la señal recibida proviene del radio. La mayoría de estos no posee una salida COR. Cuando no se dispone de la ya mencionada salida, el dispositivo vinculado al radio (Gateway RoIP) debe tener la capacidad de crearla. La creación de COR para un radio que no cuenta con esta salida puede realizarse con una detección VOX (voice operated xmit). El dispositivo que recibe la señal de radio debe usar VOX y un retardo de audio para identificarla y enviarla exitosamente.

La funcionalidad que otorga RoIP se da mediante el uso de hardware y software que soportan el lenguaje universal de protocolo internet (IP) y por tanto permite encaminar las comunicaciones de voz a través del medio. Una de las ventajas que presenta RoIP es la interoperabilidad que brinda entre sistemas de

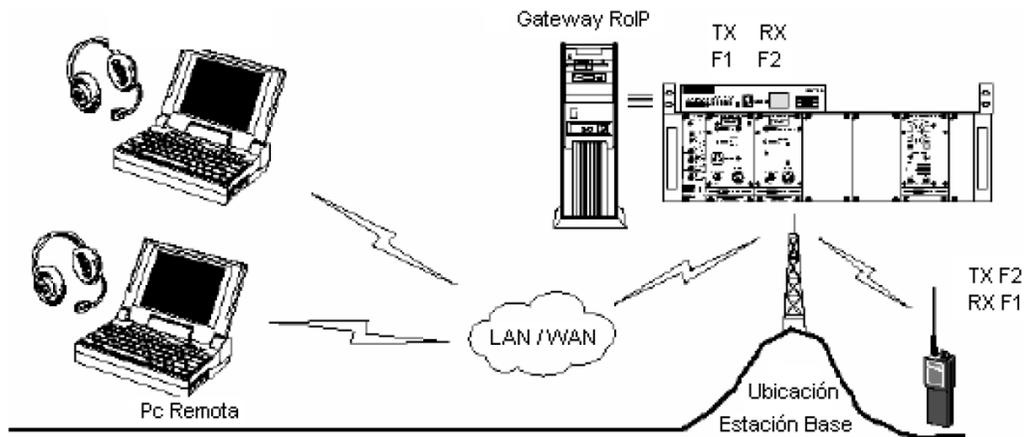
radiocomunicaciones existentes, entre sistemas de radiocomunicaciones nuevos y antiguos, entre diversa frecuencias y con algunos otros dispositivos de comunicación conectados. Debido a que la tecnología RoIP está basada en ciertos estándares es independiente del dispositivo utilizado, por lo tanto, no existen restricciones al trabajar con un único sistema o dentro de un sistema propietario de radiocomunicaciones. Además, el usuario final no debe escoger un dispositivo específico puesto, que puede hablar usando cualquier dispositivo que utilice el protocolo IP o en su defecto utilizar un Gateway que convierta cualquier lenguaje al utilizado por el protocolo IP.

2.3.3 Gateway RoIP. Por lo general, en las estaciones base de radio se encuentran localizado el Gateway RoIP mientras, que dispositivos como PCs pueden estar ubicados donde existan algún tipo de acceso LAN/WAN.

Las señales de control PTT y COR junto a las señales de audio son enviadas a través de la red LAN o WAN según sea el caso desde y hacia el Gateway RoIP en formato IP.

El Gateway RoIP se conecta a un adaptador de tono remoto a través de una tarjeta de sonido full dúplex utilizando el control de tono de la estación base.

Figura 12. Gateway RoIP



Fuentes: BIGRIGG, Douglas, Radio Over IP (RoIP), Daniels Electronics

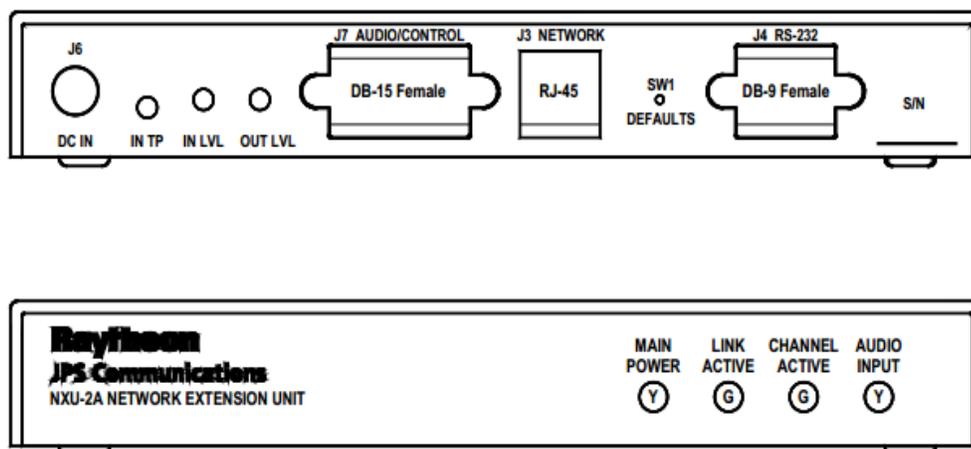
El gateway NXU-2A de la firma Raytheon® se constituye actualmente como uno de los dispositivos más robustos y confiables para este tipo de aplicación. Es compatible con la gran mayoría de radios existentes RoIP y VHF/UHF y con su implementación se podrá eliminar los costosos enlaces de microondas.

Figura 13. Gateway RoIP NXU-2A de la firma Rytheon®.



Fuente: www.raytheon.com/

Figura 14. Conexiones e indicadores Gateway NXU-2A Raytheon®



Fuente: www.raytheon.com/

El NXU-2A está diseñado para operar a un voltaje nominal de +12Vdc a través del puerto J6 (Ver figura 13).

La interface entre el Gateway y cualquier radio asociado o cualquier otro dispositivo de audio se realiza mediante el puerto J7 (ver figura 13) y emplea un conector DB-15 tipo hembra.

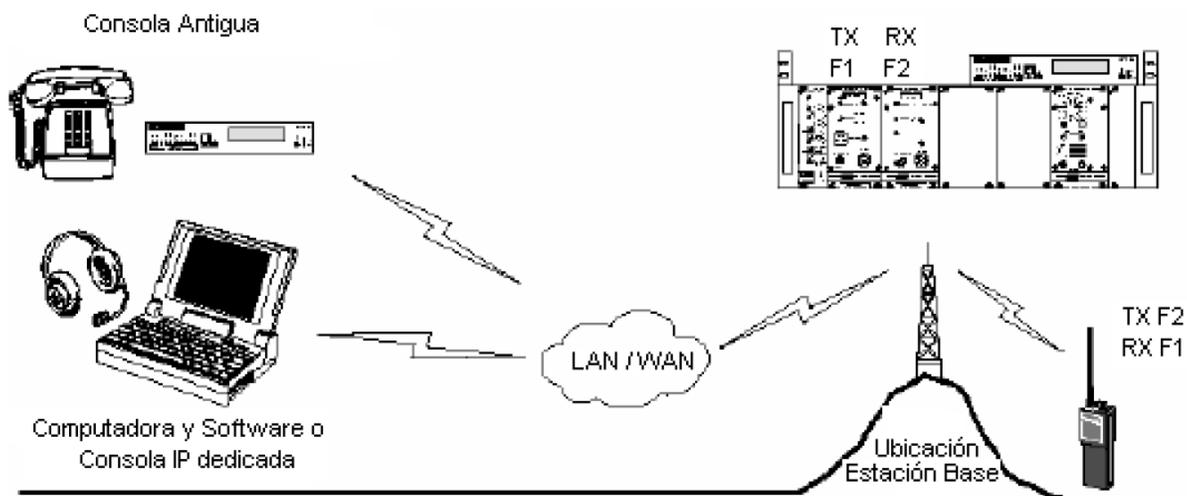
El transporte de las señales PTT y COR se realiza por medio de esta entrada. Para su configuración es necesario conocer el pinout del conector DB15 (ver anexo A). El puerto J3 se encarga de recibir la señal de la red IP y el puerto J4 permite la configuración, vía serial RS-232, mediante la aplicación NXU Setup Utility®.

Cabe resaltar que la configuración empleada por este Gateway es alámbrica, la cual puede ser empleada en aquellas aplicaciones donde la movilidad no es relevante, por ejemplo el sistema radial de un auto policial. Sin embargo, con la ayuda de un segundo componente que permita trabajar mediante radiofrecuencia como un AP (Acces Point) podremos implementar un sistema de RoIP totalmente inalámbrico.

Por otro lado, la firma Zetron fabrica el gateway RoIP modelo 6300 que cumple con las mismas funcionalidades del gateway anteriormente detallado, sus especificaciones técnicas así como sus aplicaciones se detallan en el Anexo B.

2.3.4 Interfaz controladora RoIP. Las estaciones RoIP pueden también utilizar una interfaz controladora conocida como Router que se encuentra ubicada en la estación base de radio mientras, que las consolas IP remotas pueden ubicarse donde se cuente con una acceso LAN/WAN. Esta interfaz cumple con el mismo propósito que el Gateway RoIP.

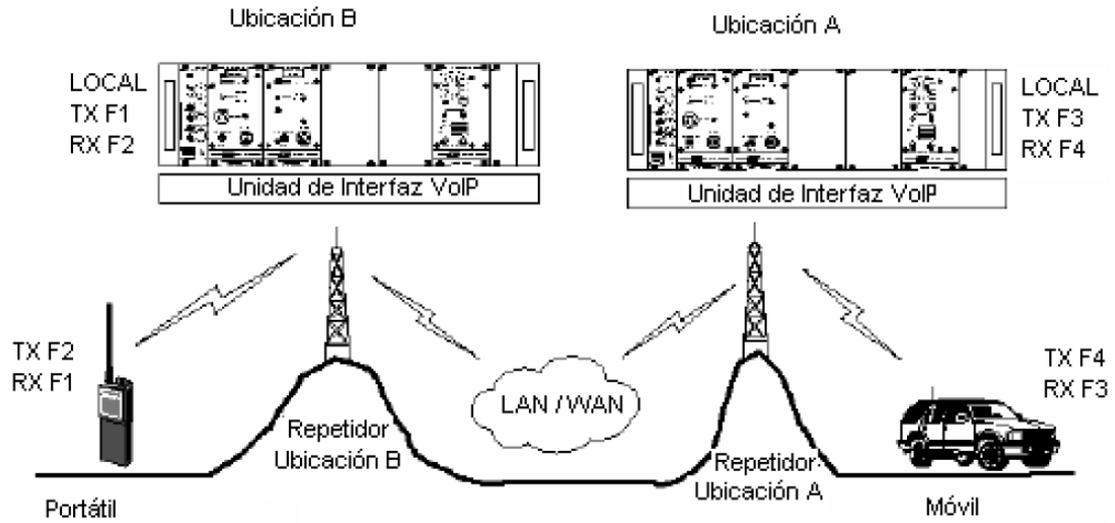
Figura 15. Interfaz controladora RoIP



Fuente: BIGRIGG, Douglas, Radio Over IP (RoIP), Daniels Electronics

2.3.5 Enlace RoIP. La tecnología RoIP no limita su uso a las estaciones base. Con enlace RoIP se elimina la necesidad de enlaces de microondas, radio enlaces, o líneas dedicadas. De igual manera, RoIP permite que los repetidores estén localizados en áreas donde se tenga una línea de vista restringida. Con la ayuda de un dispositivo conocida como Network Extensión Unit que se conecta en ambos repetidores se puede enviar las señales PTT / COR y de audio a través de la red LAN/WAN entre dichos repetidores.

Figura 16. Enlace RoIP



Fuente: BIGRIGG, Douglas, Radio Over IP (RoIP), Daniels Electronics

2.4. COMPRESIÓN DE VOZ EN ROIP

La compresión de voz se refiere a la aplicación de algunos algoritmos en los streams de voz para reducir los requerimientos de ancho de banda pero, manteniendo la calidad audible de la transmisión de la voz. Se han desarrollado permitiendo ahorros considerables en líneas arrendadas mediante el uso de hardware especializado que no presenta costo excesivos.

Con la ayuda de estos estándares la calidad normal de un canal de voz de 64Kbps puedes ser reducida a 32, 16, 8, 6.3, 5.3 Kbps, para facilitar él envío de voz ya sea sobre internet o redes celulares. Sin embargo, mientras la compresión aumenta la calidad de la voz disminuye es por este motivo que la CCITT actual UIT-T

estandarizo la modulación por pulso codificado o PCM por sus siglas en inglés como el estándar internacionalmente aceptado para la transmisión de voz digitalizada a largas distancias con la misma calidad que la brinda la red pública conmutada y lo nombre como estándar G.711.

En el estándar G.711 un canal de voz requiere 64 Kbps cuando es transmitido sobre la red telefónica basada en la Multiplexación por división de tiempo o TDM por sus siglas en inglés. La capacidad del Payload PCM de 64 Kbps es la base de los actuales servicios y equipos de la telefonía pública, de igual manera 24 slots de tiempo de 64 kbps pueden ser transmitidos a través de una línea T1.

2.4.1 Pulse code modulation (PCM). En la modulación por pulso codificado o PCM por sus siglas en inglés las señales de voz es muestreadas al menos dos veces el mayor nivel de frecuencia de la voz de 4 KHz lo que equivale a 8000 muestras por segundo. Las amplitudes de la muestras son codificadas en forma binaria usando los bits suficientes para mantener un relación señal a ruido alta. Para contar con calidad de reproducción la velocidad de transmisión digital requerida para señales de voz de 4 KHz trabaja con 8000 muestras por segundo y con 8 bits por muestra, es decir, $8000 \times 8 = 64000$ bps. La conversión de señales analógicas de voz a digitales se da mediante el uso de códec acrónimo de codificador-decodificador. Los códec convierten la amplitud en valores binarios y utilizan como método de cuantización la ley-Mu. Dentro de sus ventajas PCM muestra una alta calidad, es lo suficientemente robusta para ser conmutada a

través de la red pública sin experimentar degradaciones considerables y su implementación es sencilla.

2.4.2 Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM). La modulación diferencial adaptativa por pulsos o ADPCM por sus siglas en inglés es una de los más utilizados desde que se convirtió en un estándar internacional. Su uso se da principalmente en las redes con portadoras T para duplicar la capacidad de canales con el ancho de banda disponible de 24 a 48 canales pero, puede ser utilizado en enlaces microondas o satelitales sin problema. De igual manera, ADPCM puede utilizarse en redes celulares como las que se basan en el sistema de teléfonos Handy personales (PHS) o en los sistemas personales de comunicación de aire (PACS); ambos sistemas utilizan la codificación de forma de onda ADPCM 32 Kbps que provee calidad de voz similar a las líneas terrestres. Este estándar ha demostrado tener un alto grado de tolerancia al efecto en cascada de los codificadores de voz (vocoders) como el que se experimenta cuando un suscriptor móvil llama a un sistema de correo de voz y el propietario móviles la calidad al reproducir una grabación es claramente menor que con PHS y PACS.

Los dispositivos ADPCM aceptan las 8000 muestras por segundo utilizadas por PCM pero, a través de un algoritmo especial reduce los 8 bits por muestra a palabras de 4 bits que dejan de representar muestras de amplitudes puesto que

ahora estas palabras solo representan la diferencia entre muestras sucesivas. A través de este proceso se consigue que el dispositivo en el otro extremo de la línea pueda reconstruir las amplitudes originales. Dentro de los dispositivos ADPCM se encuentra una circuitería como adaptive predictor que predice el valor de la próxima señal basándose solo en el nivel de la señal muestreada previamente. Debido a que la voz humana por lo general no cambia bruscamente entre intervalos de muestreo la precisión que tendrá la predicción puede ser elevada. Un lazo de realimentación usado por el predictor asegura que las variaciones de la voz generen mínimas desviaciones. Por este motivo, la elevada precisión en la predicción implica que la diferencia entre la señal predicha y la señal actual sea pequeña y por lo tanto pueda ser codificada solo con 4 bits en vez de los 8 utilizados por PCM. De darse el caso en que muestras sucesivas varíen ampliamente el algoritmo se modifica incrementando el rango representado por los 4 bits pero, en contraparte se tiene una disminución en la relación señal a ruido y en la precisión de la reproducción de la frecuencia de voz. En el otro extremo del enlace digital se encuentra otro dispositivo de compresión en el cual otro predictor ejecuta el proceso inverso, es decir, a este ingresa la señal producto de la predicción y aquí se restablece el código original de 8 bits.

Al utilizar solo la mitad de bits para codificar una señal de voz se tiene que la capacidad de las transmisiones T1 podrá doblarse de los originales 24 canales a 48. ADPCM también tiene la capacidad de comprimir la voz a 16 kbps codificando

las señales de voz con solo 2 bits, consiguiéndose 96 canales sobre un t1 sin experimentar reducciones tan pronunciadas en la calidad de la señal.

Las ventajas que ADPCM presenta la convierten en una de las técnicas mayormente utilizadas, algunas de estas ventajas incluyen: buena respuesta en ambientes multinodo donde la señal puede requerir compresión y descompresión en repetidas ocasiones antes de alcanzar su destino final; también, a diferencia de otros métodos de compresión ADPCM no distorsiona las características distintivas de la voz de una persona durante la transmisión.

2.4.3 Regular Excitation Long-Term Predictor (GSM RPE-LTP). Este método es el utilizado por GSM y por lo tanto, en muchas referencias se lo denomina GSM. La entrada GSM está formada por 160 valores PCM con una codificación de 13 bits con signo y un slot de tiempo de 20 ms.

La función del codificador consiste en comprimir los 160 valores que entraron en un slot de 160 bits. El compresor por su parte utiliza dos filtros junto a una excitación inicial para modelar la voz; uno de los filtros de predicción lineal de corto plazo que es el inicio de la compresión y el fin de la descompresión se encarga del tracto vocálico y nasal asimismo, este filtro es excitado por la salida de otro filtro de predicción lineal de largo plazo que modifica su entrada a señal

residual en una mezcla de onda total y ruido. Las 40 muestras de la señal residual de largo plazo se representen como una de las 4 sub-secuencias opciones de 13 pulsos, la sub-secuencia que se elige puede ser identificada por la posición M dentro de la matriz RPE que abarca las 4 opciones. La secuencia elegida es aquella que presenta la mayor energía lo que se determina mediante la suma cuadrática de sus valores. A través de un valor de 2 bits el decodificador conoce cuál fue la elección. Como consecuencia se tiene 13 muestras cada una de 3 bits, así como un factor de escala de 6 bits que se encarga de convertir la codificación PCM en APCM o PCM adaptativo, el mismo que puede adaptarse a la amplitud total variando el factor de escala.

El siguiente paso dentro de este proceso consiste en que el codificador alista su siguiente predicción al largo plazo mediante la actualización de sus salidas precedentes o en otras palabras la señal residual de corto plazo que fue reconstruida. Finalmente para tener certeza que tanto el codificador como el decodificador están operando con la misma señal residual, el codificador se encarga de simular los pasos en que progresa el decodificador hasta un tiempo antes de que ocurra la etapa de corto plazo.

2.5 APLICACIONES Y SERVICIOS DE ROIP

Radio sobre IP utiliza técnicas estándar de VoIP para transferir el audio analógico, utilizado por los sistemas de radio móvil terrestre, digital a través de Internet (o LAN). Además de la voz, RoIP también transfiere señales que son específicas para aplicaciones de LMR, como PTT y COR líneas de control. Actualizable para permitir muchas más funciones de control de la radio a través de Internet. Algunas de las características posibles podrían ser:

- Reprogramación de las características de radio (frecuencia, tono, etc)
- Monitoreo de alarmas (alta ROE, pérdida de alimentación de CA, etc)
- Funciones de control (el cambio a un sistema de LMR secundario, al encender los generadores, etc)

Las aplicaciones de RoIP son las mismas de un sistema de radio móvil (LMRs), también llamada de radio móvil terrestre pública o radio móvil terrestre privada, es un término que designa un sistema de comunicaciones inalámbricas para uso de los usuarios terrestres en vehículos (móviles) o a pie (portátiles). Estos sistemas son utilizados por organizaciones de Emergency First Responder, obras públicas, organizaciones o empresas con grandes flotas de vehículos o personal de campo numerosos. Tal sistema puede ser independiente, pero a menudo se puede

conectar a otros sistemas fijos, tales como la red telefónica pública conmutada (PSTN), redes celulares o Internet Protocol.

Beneficios de RoIP:

- Elimina el alto costo de las líneas telefónicas arrendadas a distancia y además, controla las estaciones base mediante el uso de conexiones estándar de Internet que ya se encontraba en los sitios.
- Múltiples computadores puede funcionar sin el alto coste de instalar consolas fijas. Casi cualquier PC puede ejecutar y funcionar como estación base mediante aplicaciones de control de software.
- La base de control de la estación se puede utilizar en cualquier lugar donde halla acceso a la red (local, nacional, internacional).
- Con RoIP, hay menos pérdida de nivel de línea de las líneas fijas.
- Ajustes de nivel y otras configuraciones se realizan desde el router a la radio base, y no desde la consola de la radio base (distante). Esto facilita el mantenimiento y el ajuste de un sistema base.

RoIP (GATEWAY)

- Estaciones Base RoIP pueden utilizar una puerta de enlace IP Tone Radio.

- El Gateway RoIP se encuentra en la estación base del sistema de radio, y múltiples PCs remotos pueden estar ubicados en cualquier lugar donde haya redes LAN / WAN.
- PTT / COR y las señales de audio se envían a través de la red LAN / WAN y desde la puerta de enlace en formato IP.
- La puerta de enlace se conecta a un adaptador de tono remoto a través de una tarjeta de sonido dúplex completo, utilizando el control de tono de la estación base.

RoIP (Router)

- El RoIP Controller Interface (router) se encuentra en la base sitio de la estación de radio, y múltiples consolas Base IP remotas pueden estar ubicado en cualquier lugar ya sea LAN / WAN.
- PTT / COR y las señales de audio se envían a través de la red LAN / WAN hacia y desde la interfaz del controlador RoIP (en formato IP).

RoIP Linking

- RoIP no está limitada para su uso en aplicaciones de estaciones base. RoIP vincular elimina la necesidad de líneas arrendadas, microondas, o enlaces de radio y también permite repetidores que se encuentra en áreas en las que la línea de visión pueden ser restrictiva.

- Una unidad de extensión de red (Router) está conectado en ambos sitios repetidores que permiten PTT / COR y las señales de audio para ser enviado a través de la red LAN / WAN y de la ubicación remota a los repetidores.

Radio sobre IP interfaz

- La interfaz de radio sobre IP se puede lograr un número de maneras diferentes.
- Una interfaz de radio para IP también se puede lograr sin audio analógico (como en radios P25 digitales). La IP interfaz puede conectarse directamente a una interfaz digital unidad en la radio.

APLICACIONES COMUNES RoIP:

La RoIP se puede utilizar bajo tres escenarios generales:

- De acceso de radio remoto
- Punto-a-Punto Radio interconexión
- Radio puente a través de IP

Acceso remoto por radio. El operador puede controlar y supervisar un transceptor remoto a través de una LAN o una WAN sin la necesidad de equipo de trastienda. La transmisión y recepción de audio, junto con el PTT y señales de ocupado / COR, son transportados a través del enlace de forma transparente. SELCAL, ANI DTMF y también se transportan fiable, independientemente del nivel de compresión que se emplea.

Teléfonos y consolas puede ser multi-dropped para proporcionar acceso compartido al transceptor por un número de operadores desde ubicaciones remotas. El rango de los DPI también puede ser usado en conjunción con el legado, 3^a consolas partido.

Figura 17. Esquema de una conexión de RoIP usando Teléfono IP

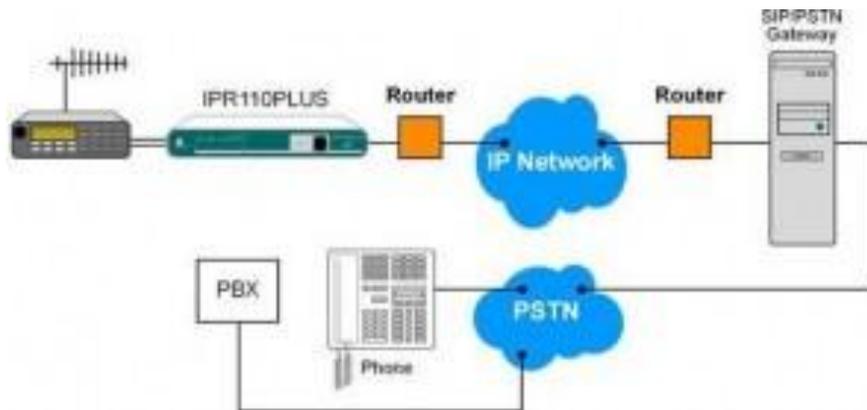


Fuente: <http://www.omnitronicsworld.com/>

Las aplicaciones más sofisticadas pueden ser apoyadas mediante consolas compatibles con SIP. Estas consolas permiten a los operadores seleccionar varios canales a distancia para las comunicaciones.

En el siguiente ejemplo, el radio conectado al equipo RoIP convierte en una extensión de la base de datos del servidor SIP. Se le da un número de teléfono que permite que las llamadas se enruten entre ellas y la PBX o la PSTN. Los operadores que utilizan la red de radio son capaces de hacer llamadas PSTN tecleando predefinido DTMF o cadenas de selcall.

Figura 18. Ejemplo de un entorno de RoIP con PBX y PSTN



Fuente: <http://www.omnitronicsworld.com/>

El ejemplo anterior muestra cómo las organizaciones pueden extender el acceso a la red de radio para un entorno de oficina a través de una PBX SIP o incluso para usuarios domésticos que utilizan otros proveedores de VoIP. El cumplimiento con el protocolo estándar de la industria de SIP es lo que hace esta aplicación de radio-telefonía posible.

Reemplazar Líneas Alquiladas o un enlace UHF / VHF. Dos radios se pueden conectar back-to-back sobre un enlace IP. Esto normalmente se puede utilizar

para interconectar dos sitios de repetidores en una red de área amplia. Las señales de PTT y COS se transportan a través del enlace en forma de mensajes de datos. El equipo RoIP proporcionará una salida configurable PTT para la radio. También aceptará una entrada configurable COS de la radio. Una señal de COS activo de la radio permitirá la transmisión de paquetes de voz sobre la red IP y generar una salida de PTT en el extremo opuesto.

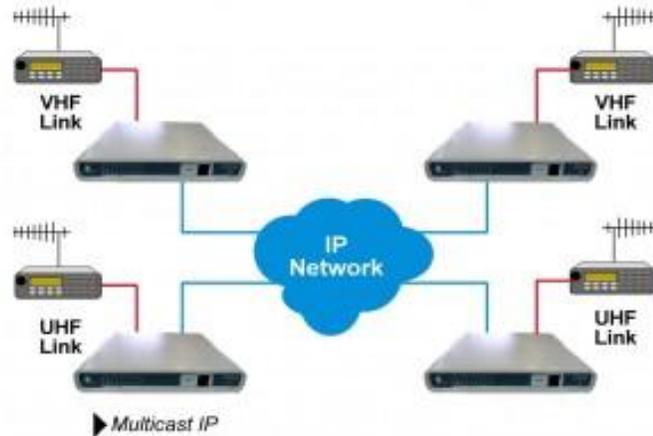
Figura 19. Ejemplo de conexión Black-to-black de RoIP.



Fuente: <http://www.omnitronicsworld.com/>

Radio puente a través de IP. El escenario de aplicación de tercero hace el mejor uso de la técnica de multidifusión. El equipo RoIP permite un número de transceptores para ser interconectados en una red LAN o WAN. Cada unidad está vinculada a una dirección de grupo de multidifusión común. Cuando un transceptor recibe audio, paquetes de voz se transmiten a la dirección de multidifusión. Cualquier otra unidad RoIP que está vinculada a la dirección aceptará los paquetes VoIP y volver a transmitir el audio a la frecuencia de radio respectivo.

Figura 20. Esquema de un radio puente RoIP.



Fuente: <http://www.omnitronicsworld.com/>

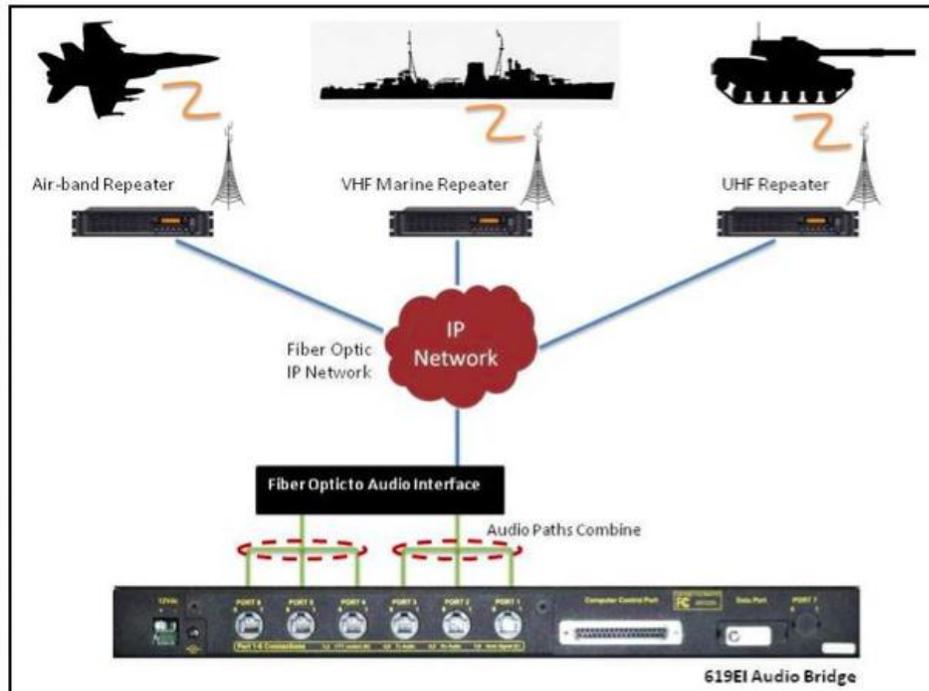
2.6. FUTURO DE LA TECNOLOGÍA RoIP EN COLOMBIA Y EN EL MUNDO.

Radio sobre protocolo de internet ofrece múltiples mejoras no solo con relación a la integración de los antiguos sistemas radiales (UHF, VHF, HF) sino también abaratando costos y recursos, he integrando nuevos dispositivos a él, logrando que la comunicación entre distintos medios unificando las comunicaciones.



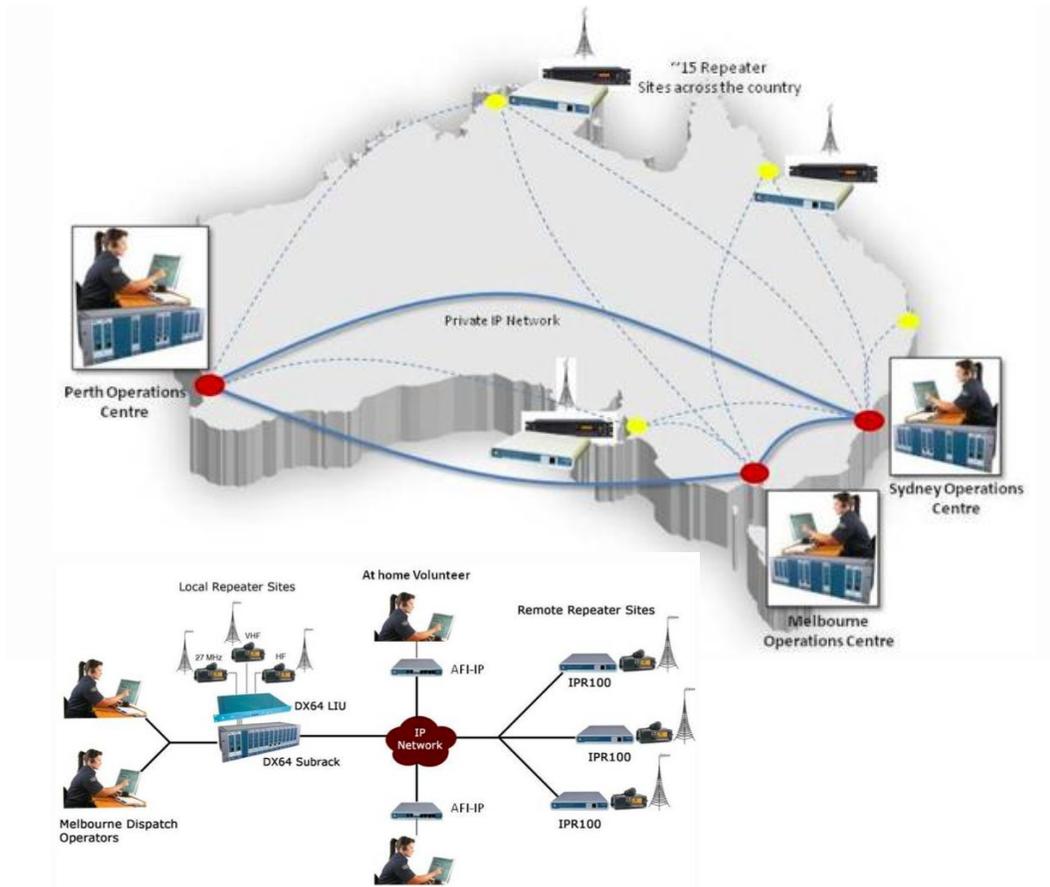
La empresa OMNITRONIC es una de las compañías a la vanguardia en radio sobre IP que ofrece diversas soluciones.

Figura 21. USA Air Force Cross-bands Radio Networks for Interoperability between Military Groups



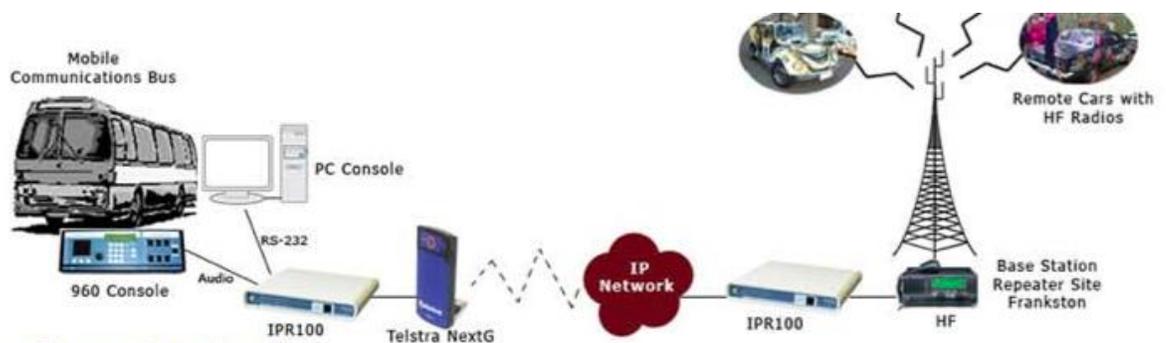
Fuente: <http://www.omnitronicsworld.com/>

Figura 22. Dispatch Network Established Across Australia For Wilson Security



Fuente: <http://www.omnitronicsworld.com/>

Figura 23. Connecting remote mobile radio's using VoIP



Fuente: <http://www.omnitronicsworld.com/>

Los anteriores ejemplos son diversas configuraciones que se pueden lograr trabajando con RoIP, los anteriores casos de estudio muestran que RoIP no es solo aplicable a el sector industril y militar sino tambien para comunicarce con areas rurales.

En Colombia actualmente en cuanto a la policia, bomberos y servicios de emergencias hospitalaria no se está implementando esta tecnología pues no se han realizado estudios pertinentes a este y mucho menos su ejecución

2.7. COMPARATIVO RADIO OVER IP CON TECNOLOGÍAS AFINES.

Radio over IP ofrece un sin número de ventajas con respecto a otras tecnologías:

- Permite la interoperabilidad con diferentes equipos de comunicaciones, desde radios P-25 que trabajan en el rango de los 700 MHZ.
- La implementación de un sistema ROIP es mucho más rápido que cualquier otra tecnología, alrededor de 6 meses.
- La actualización es mucho más sencilla, con tan solo descargar el nuevo software sin necesidad de comprar nuevos equipos.
- Es una plataforma dinámicamente escalable, corre desde cualquier lugar que posea acceso a Internet, permitiendo así tener conversaciones en grupos, añadir o eliminar nuevos usuarios y todo en tiempo real.

- La comunicación es independiente de la geografía, los usuarios de ROIP pueden iniciar conversaciones a grandes distancias sin tener que sufrir atenuaciones por el sistema geográfico.

Tradicionalmente, la interoperabilidad entre radios convencionales significaba cambiarlos por unos iguales. Con RoIP se supera este inconveniente, los usuarios pueden conectar cualquier tipo de radio al sistema que sea compatible con la tecnología RoIP ahorrando así, equipos costosos y la limitación de usar por largos periodos de tiempo el mismo sistema de comunicación.

RoIP vs Telefonía VoIP

Es importante resaltar que la Telefonía IP usa los mismos mecanismos para el transporte de voz que Radio over IP, ambos usan conmutación de paquetes de datos. La voz se convierte en datos digitales que utilizan un dispositivo llamado CODEC.

Sin embargo, radio y telefonía difieren cuando se trata de señalización y control. La telefonía se ocupa en la configuración, el monitoreo y el control de la llamada. Por ejemplo, VoIP tiene que ser capaz de iniciar una conexión, transmitir los tonos de marcación y el progreso de los datos, además debe ser capaz realizar la cancelación de eco. Por otro lado Radio over IP no necesita realizar ninguna de estos pasos para establecer comunicación entre dos o más usuarios (los radios tradicionales todavía necesitan de estas funciones). Radio over IP usa PTT o Push To Talk el cual no requiere de grandes necesidades de conexión, ya que

hace un uso muy bajo de la red, estimándose un consumo alrededor de 80 0 100 megas mensuales para un sistema básico. De esta forma, Radio over IP se convierte en un servicio económico y mucho más cómodo de desplegar que cualquier otro sistema similar.

Cuando se trata de señalización de radio, algunos problemas pueden abordarse fácilmente. En primer lugar, los tonos de llamada usados en VoIP no pueden transportarse de forma viable a tasas de digitalización superiores a 32 Kbps. Esto significa que no pueden ser razonablemente comprimidos.

En conclusión, VoIP es usado en la mayoría de los actuales sistemas de comunicación, pero tiene limitaciones y entre ellas está la transmisión de radio y audio en un sentido, para ello es necesario usar RoIP el cual usa PTT y COR, protocolos que facilitan la transmisión de alta calidad de estas dos variables.

CONCLUSIONES

Todos sabemos que la corriente walkie-talkie en el rango normal, no es más de cinco kilómetros, incluso si se combina con la estación de móvil, la distancia no superior a 10 kilómetros, por lo tanto el consumo de recursos financieros y humanos es demasiado. RoIP resolverá el ordinario walkie-talkie de rango pequeño, a uno mayor eficiencia que resolverá una serie de problemas para la policía, bomberos, guardias de fronteras, la policía armada, campos petroleros, aeropuertos, emergencia y el envío de socorro, así como la industria de gestión de la propiedad residencial juegan un papel importante. RoIP es una nueva tecnología de medios cruzados de comunicaciones basado en la tecnología VoIP para realizar la transmisión RoIP.

La tecnología de Radio sobre IP conlleva beneficios tales como:

- Costos más bajos

Utiliza una infraestructura IP existente. Muchas empresas y organizaciones de seguridad pública ya tienen sus propias redes privadas LAN o WAN. Por lo tanto, no requiere cableado adicional o rutas de comunicaciones que se requieren para la instalación de una nueva radio y consola. La mayoría de las áreas también compatible con las redes IP públicas pueden ser utilizadas, a través de la VPN, para aumentar las redes privadas LANs. Una

vez que el sistema está en su lugar, o más actualizaciones de expansión es fácil y barato, ya que no se requiere cableado significativo.

Disponibilidad y disminución del costo del equipo. Cualquier hardware compatible con VoIP puede ser utilizado, en términos de los enrutadores y conmutadores que componen las redes. Estos pueden ser obtenidos de una amplia gama de fabricantes.

Sustituye a las costosas líneas arrendadas y enlaces de microondas. El ahorro de mayor costo, sin embargo, proviene de la capacidad de la tecnología para reemplazar costosas líneas arrendadas y conexiones inalámbricas. Los ahorros de la eliminación de las líneas alquiladas analógicas.

- **Fiabilidad mejorada**

Las interconexiones entre las radios y las consolas son más fiables, puesto que forman parte de una red IP de malla. Esto proporciona una infraestructura inherentemente resistente, que no está sujeto a un único punto de fallo.

- Mayor interoperabilidad

Una vez que está en el dominio IP, la voz de la radio se puede encaminar a prácticamente cualquier tipo de sistema de radio. Esto permite a las radios UHF, VHF y HF ser fácilmente conectados entre sí. Sin embargo, los beneficios de la interoperabilidad no son sólo en relación con los sistemas de radio, también se aplican a las comunicaciones corporativas como Teléfono PABX, computadoras y teléfonos celulares. Esto se hace posible mediante el uso de tecnología SIP.

RoIP (Radio over Internet Protocol) es una de las nuevas tendencias en cuanto a la convergencia de servicios de telecomunicaciones, esta en especial ofrece una forma económica de interconectar los sistemas de radio operadores, además mejora y añade valor a las redes de comunicaciones de radio.

BIBLIOGRAFIA

PEREZ HERRERA, ENRIQUE. Tecnologías y redes de transmisión de datos. IMUSA, 2003- 312 p.

BLANCO SOLSONA, Antonio; José Manuel Huidobro Moya, J. Jordán Calero, Redes de área local: Administración de sistemas informáticos, Paraninfo, 2006- 332 p.

Tanenbaum, Andrew S., Redes de Computadoras, Pearson Educación, 2003, 891 p.

OBANDO LÓPEZ, Alex Daniel, Diseño integral de una red de radio sobre IP para la compañía Wega Mining Ecuador S.A, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL QUITO, ECUADOR. 207 p.

VOZ SOBRE PROTOCOLO DE INTERNET (VoIP);
http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_Protocolo_de_Internet

Mediavilla morejón, Diego Armando, Estudio de la migración del sistema VHF analógico a digital de petrocomercial Distrito Norte Tomo I, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL QUITO, ECUADOR. 207 p, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL QUITO, ECUADOR. 270p

Patricia Guadalupe López Espinosa, Joel Valenti Flores Farreral, Jaqueline Mata Alvarado, Ing. Jessica López Valencia, Antología de Informatices II, Universidad Privada del Sur de México, Maestría en Administración, 137p.

<http://www.omnitronicsworld.com/wp-content/uploads/2011/02/VoIP-extensions-for-analog-radio-Jan11.pdf>

http://www.raytheon.com/capabilities/rtnwcm/groups/ncs/documents/content/rtn_ncs_products_nxu2a9_pdf.pdf

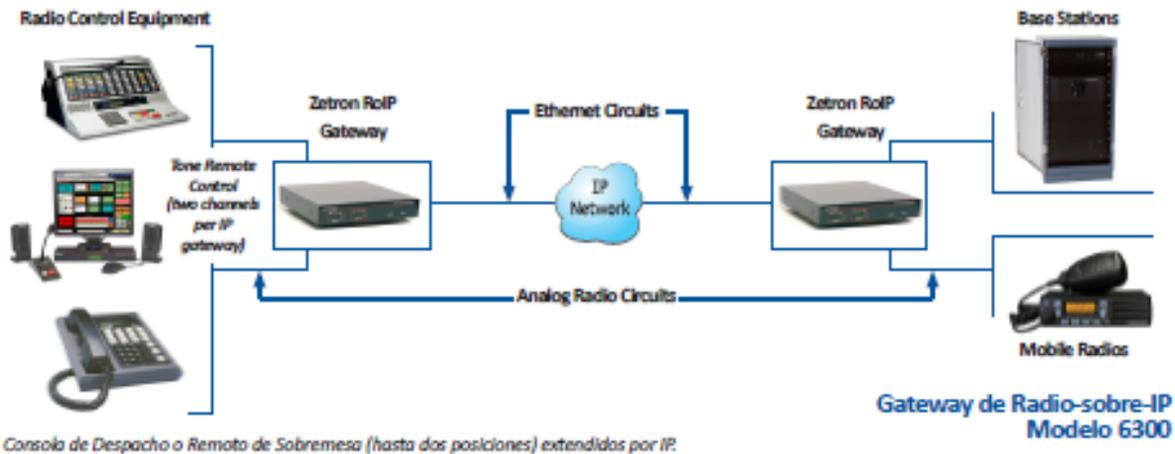
ANEXO A

PINOUT DEL CONECTOR DB15 PARA EL GATEWAY ROIP NXU-2A

PIN	Signal	Description
1	Ground	Ground connection.
2		Not used.
3	/AUX In 0	Auxiliary Input 0 - Active low.
4	/AUX Out 0	Auxiliary Output 0 - Active low.
5	Ground	Ground connection.
6	Audio Input	Balanced audio input.
7	Analog Ground	Analog ground.
8	Audio Output	Unbalanced Audio output.
9		Not used.
10	/AUX In 1	Auxiliary Input 1 - Active low; general purpose.
11	/AUX Out 1	Auxiliary Output 1 - Active low; general purpose.
12	/COR Input	Input from radio COR, programmable active high or low.
13	/PTT Out	Output to radio PTT, active low, open drain.
14	Audio Input	Balanced audio input.
15	Analog Ground	Analog ground.

ANEXO B

ESPECIFICACIONES TECNICAS GATEWAY ROIP ZETRON 6300



CARACTERÍSTICAS

- Transporta voz (3-hilos no balanceado o 4-hilos balanceado), I/O (PTT & COR) y Data (RS-232) para hasta dos circuitos de radio
- Puede manejar circuitos de radio por control remoto por tonos (TRC) y localmente por E&M
- Operación remota del PTT controlada por VOX o por COR.
- El uso de TCP y UDP Unicast permite la operación a través de redes IP estándar
- Compatible con muchos grabadores de voz RTP basados en IP.
- Compresión de voz seleccionable en el campo incluye PCM (64 kbps) y ADPCM (16 -32 kbps).
- Sistema operativo incorporado, sin partes móviles. Diseñado para ambientes hostiles en sitios de radio no atendidos.
- Montaje opcional 1U x 19" en anaquel para dos unidades.
- Opera con 12 Volts DC

INTRODUCCIÓN

La industria de radios móviles depende crecientemente del transporte de comunicaciones de radios de dos vías a través de IP. Pero muchos usuarios poseen aún una gran cantidad de equipos de control de previa generación que no tienen la capacidad inherente de conectarse directamente a una red IP. El Gateway de Radio-sobre-IP de Zetron está diseñado para resolver este problema. Con el Gateway RoIP, Ud. puede seguir aprovechando su inversión en equipo de control, tales como consolas y remotos de mesa.

El Gateway RoIP de Zetron permite que equipos de generación anterior controlados remotamente por tonos (TRC) o por control E&M alámbrico puedan operar en redes IP modernas.

El Gateway RoIP es compatible con las siguientes consolas y remotos de Zetron:

- Consola Modelo 4010
- Consolas de la Serie 4000, tanto a base de botones como la Integrator RD
- Consola DCS-5020
- Sistema Acom
- Remotos de sobremesa Modelos 280/284

El Gateway RoIP también puede ser usado con el equipo de control TRC/E&M de otros fabricantes, al igual que en aplicaciones especializadas de voz sin radios (v.g., hoot-n-holler y líneas de intercom). También puede ser utilizado para enlazar dos sistemas de radio en distintas ubicaciones geográficas con solo conectar radios en ambos extremos.

GENERAL

El Gateway RoIP (Radio-sobre-IP) de Zetron está diseñado para transportar audio analógico alámbrico para control de radios de dos vías a través de redes



IP. Cada Gateway RoIP se conecta a uno (Modelo 6301) o a dos circuitos de radios (Modelo 6302), y cada circuito permite audio analógico, control binario (PTT & COR) al igual que data serial RS-232. Se puede escoger en el campo entre audio balanceado de 4 hilos, apropiado para la mayoría de las estaciones bases, y audio no balanceado de transmisión y recepción, apropiado para conexión directa a la mayoría de los radios móviles. En algunos casos, la data serial de programación o de cabezal de control también puede ser transportada por IP (contacte a Zetron para compatibilidad de data serial de radios). Un par de Gateways RoIP pueden así transportar uno o dos circuitos de radio a través de una red IP.

ESPECIFICACIONES

REQUISITOS DE LA RED

Carga del dispositivo:	1 Kbps cuando no está en uso, 104 Kbps cuando está activo (Ethernet 136 Kbps) utilizando G.711 por canal
Carga de la red:	< 40% (< 30% en el caso de aplicaciones de misión crítica). La proporción de ancho de banda del IP bearer debe ser de 2 a 3 veces la carga actual para asegurar calidad óptima de voz
Pérdida de paquetes:	< 0.1%
Error de Paquetes:	< 0.01%
Demora de paquetes:	< 400 ms (< 40 ms para aplicaciones de misión crítica)
Jitter de paquetes:	< 50 ms (< 20 ms para aplicaciones de misión crítica)
Tipo de Red:	Ethernet totalmente conmutable, full-dúplex, capaz de pasar unicast UDP. El compartir la red con otro tráfico IP puede impactar negativamente la calidad de la voz y por lo tanto no debe ser considerado para aplicaciones de misión crítica.

GENERAL

Dimensiones:	1.5 x 7.75 x 10.25 pulgadas, 1.75 x 19.0 x 10.25 para el panel de naquel opcional (H x W x D)
Peso:	1.9 lbs
Rango de Temperatura:	0 a +60 Celsius
Energía de entrada:	10.6 a 16 Vdc, 0.5 amperios máximo (la carga de encendido de la unidad puede exceder 2A)
Conexión de red:	Conexión Ethernet 10-Base-T utilizando RJ45. HTTP compatible con Microsoft Internet Explorer versión 6 o posterior
Soporte de Vocoder:	G.711 (64 kbps) y G.726 (32-24-16 kbps) y GSM (13 kbps)

AUDIO DEL CIRCUITO DE RADIO

Respuesta de frecuencias:	30 Hz a 3400 Hz +1/3 dB
Hum, Ruido o audio cruzado:	45 dB debajo de la salida máxima
Distorsión:	3% o menos
Balance de línea:	60 dB @ 1004 Hz
Impedancia de línea:	600 ohms normal. 3500 ohms opcional o más por par de transmisión durante transmisión, 3500 ohms o más para el par de 4 hilos de recepción
Pares de líneas:	4 hilos (transmisión y recepción separados) o 2 hilos (transmisión y recepción combinados), semi-dúplex o full-dúplex
Nivel de salida de línea de transmisión:	-35 dBm a +10 dBm
Nivel de entrada de recepción:	-35 dBm a +10 dBm
Sensibilidad de la línea VOX:	+35 dBm a 0 dBm
Entrada local de recepción:	impedancia con referencia a tierra de 50K ohm, 40 mVpp a 5 Vpp
Salida local de transmisión:	impedancia con referencia a tierra de 50 ohm, 40 mVpp a 3.6 Vpp

CONTROL DEL CIRCUITO DE RADIO

Señal en la salida de PTT/M:	50 mA máximo a tierra, 24 volts máximo en circuito abierto
Señal en la salida COR/E:	Activo < 0.8V, inactivo >2.0V, subida de 10 ohm a 5V

CIRCUITO DE DATA DEL RADIO

Formato:	data serial asincrónica de 7 u 8 bit
Eléctrico:	compatible con RS-232 o TTL
Velocidad de data, paridad y stop bits:	300 a 38.4 kbps, no paridad par-impar, y 1 o 2 stop bits