

TITULO: “Diseño de una Red de Area Metropolitana utilizando tecnología inalámbrica WLL (Acceso fijo inalámbrico) para brindar servicio de Voz sobre IP”

AUTORES:

Freddy Angulo Buenaño¹, Jorge Osorio Quinto², Mauricio Torres Hidalgo³, Edgar Leyton⁴

RESUMEN:

El propósito del presente proyecto es establecer las bases del funcionamiento de un sistema de telefonía IP inalámbrico fijo, como una alternativa al servicio tradicional de telefonía que al momento ofrecen los operadores que existen en el mercado.

Para que se considere un proyecto atractivo se ha considerado el despliegue de la red utilizando técnicas de acceso inalámbricas de manera que se realice de forma rápida y económica. Se ha considerado asimismo, emplear modalidades alternas de tarificación para el usuario final, de manera que este obtenga un servicio telefónico de calidad pero más económico que el tradicional.

Para la realización del proyecto se ha realizado un estudio de las distintas clases de tecnologías de Voz sobre Protocolo IP tales como SIP y H.323 así como el estudio de factibilidad económico y el análisis regulatorio de acuerdo a las leyes de Telecomunicaciones que existen actualmente en el Ecuador.

¹ Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones 2004

² Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones 2004

³ Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones 2004

⁴ Director de Tópico, Ingeniero Electrónico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1988, Profesor de ESPOL desde 2001

INTRODUCCION

La sección de una red que parte desde una central telefónica local hasta el abonado final, conocida como lazo local del abonado, es donde los operadores hallan diversas dificultades al tratar de enlazar a sus clientes.

Tales dificultades pueden ir desde problemas en la orografía en sitios de difícil acceso, pasando por los elevados costos de implementación y lento despliegue de la solución tradicional de cable de cobre y fibra óptica.

Es un gran problema para la operadora el no ser capaz de conectar a los abonados lo suficientemente rápido mediante la solución convencional de cable de cobre para el lazo local del abonado. Esto significa largas listas de esperas para el cliente, con el fin de obtener una línea telefónica y además representa pérdidas de ingresos para el operador.

El objetivo principal de este proyecto es realizar un estudio de la tecnología que ofrezca una alternativa real a los problemas antes mencionados, esta tecnología se conoce con el nombre de WLL (Wireless Local Loop) o Lazo Local Inalámbrico, y de una alternativa a la conmutación de circuitos tradicional en la telefonía pública, mediante el uso de la transmisión de Voz sobre IP (VoIP).

En el cantón Machala de la Provincia de El Oro es donde se desarrollará el estudio del diseño de la Red Telefonía IP inalámbrica fija, utilizando las técnicas de acceso y protocolos de señalización VoIP, debido a la alta demanda de servicio telefónico en esta ciudad y a la falta de inversión por parte de la operadora actual.

CONTENIDO

TECNOLOGIAS DE ACCESO INALAMBRICAS

Uno de los aspectos más importantes para cualquier sistema telefónico es el de *acceso múltiple*, entendiendo por múltiple el que pueda ser soportados por múltiples usuarios. Es decir un gran número de usuarios compartiendo una banda de canales de radio

común y en la que cualquier usuario puede tener acceso a cualquier canal. Es necesario aclarar que cada usuario no siempre es asignado al mismo canal.

Un canal puede concebirse como una porción del recurso limitado de radio, el cual está temporalmente situado para un propósito específico como la llamada telefónica de una persona.

ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDMA).

DEFINICION

La estructura temporal del TDMA separa las señales utilizando intervalos, ranuras o ventanas de tiempo (*time slots*) para cada señal. En la figura 1.4 se observa que a cada usuario se le asigna una ventana de tiempo (*time slots*) por la que puede enviar su información (vocal, codificada o de cualquier tipo). El usuario tiene entonces, un tiempo preciso dentro de la “red temporal” para transmitir sus señales, información o datos, de forma que llegue al receptor dentro de la ventana de tiempo asignada.

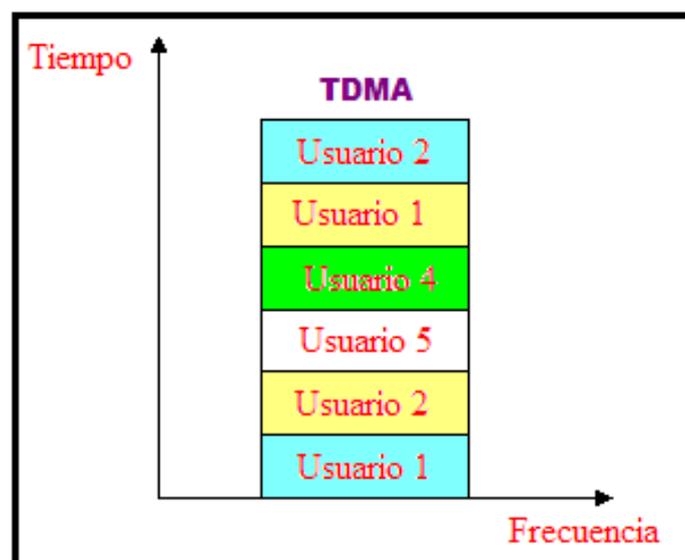


figura 1. Estructura temporal del TDMA (*time slots*)

CARACTERÍSTICAS

En estos sistemas, debe existir interferencia co-canal dado que las señales adyacentes en el tiempo pueden entrar simultáneamente en el receptor, si aparece un retardo inesperado que no se pueda neutralizar. No obstante la interferencia de usuario es potencialmente pequeña dado que puede enviarse un gran paquete de datos dentro de cada ventana de tiempo así la interferencia entre usuarios ocurrirá solamente durante los finales o inicios, es decir en los bordes de la ventana de tiempo.

El tamaño requerido para los “tiempos de guarda” entre ranuras o ventanas TDMA, ha sido determinado como una medida de seguridad para la “red temporal”. Si el sistema estuviera compuesto solamente por estaciones fijas, de ubicación conocida; la “red de tiempos” puede mantenerse ajustada con precisión y los tiempos de llegada mantenerse dentro de límites estrechos. Esto decreta el requerimiento de tiempos de guarda y maximizar el pasaje.

En un medio donde los elementos más numerosos son móviles, es muy difícil mantener el ajuste de tiempo (retardos de transmisión) del sistema, dado que la posición de los transceptores debe ser de alguna forma constantemente medida, y las ranuras (ventanas de tiempo) locales de cada transceptor móvil debe ser ajustada a fin de mantener constante las ventanas de tiempo de arribo de su señal a la Estación Base.

Unas ventanas de tiempo “Slots” llevarán conversaciones desde la estación base al dispositivo terminal, mientras que otras lo realizarán en el sentido contrario.

El sistema TDMA divide el ancho de banda en canales y luego divide a cada canal en time slots. La llamada usa solamente dos time slots alternando entre transmisor y receptor.

Un beneficio importante del servicio TDMA es que al menos la tercera parte de la información puede ser liberada al terminal durante una conversación. Esto

significa que mientras el usuario dialoga, otra parte puede estar recibiendo mensajes de retorno para el usuario. Un correo electrónico (e-mail) o mensajes de búsqueda pueden ser liberados para acceder más tarde mientras una conversación esta en ejecución.

PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN Y TRANSPORTE DE VOZ SOBRE IP

Los protocolos asociados a Voz sobre IP (VoIP) se dividen en dos grupos: los que soportan el transporte de la ruta de audio, y aquellos que soportan la señalización de llamada y las funciones de control. Los protocolos que administran el transporte de la ruta de audio ofrecen información de temporización para asegurar una reproducción de audio consistente en el lado receptor, así como una retroalimentación del rendimiento de la calidad del servicio (QoS) con respecto a la red subyacente. La señalización de llamada y las funciones de control proporcionan la configuración y la cancelación de la llamada, direccionamiento y enrutamiento, servicios de información adicionales y métodos para trabajar con otros tipos de señalización.

SEÑALIZACIÓN VoIP: H.323

La recomendación H.323 de la ITU, Packet-Based Multimedia Communication Systems (Sistemas de comunicación multimedia basados en paquetes), es el mejor conjunto de sistemas de normas para las comunicaciones multimedia multiparte. H.323 es un documento que contiene referencias a los protocolos y formatos de mensaje descritos en otros documentos de normas, y explica cómo interactúan los distintos protocolos con los elementos del sistema definidos en una estructura común.

Además de las funciones de señalización, la estructura H.323 incorpora una variedad de formatos de medios y estructuras de aplicación, tal y como aparece en la Tabla siguiente.

Tabla 1. Formatos de medios apoyados por la ITU-T para H.323

| Medio | Formatos |
|---------------------|--|
| Audio | G.711, G.722, G.723.1, G.728, G.729, GSM, ISO/IEC 11172-3 y ISO/IEC 13818-3. |
| Vídeo | H.261, H.262, H.263. |
| Protocolos de datos | Series T.120. |

COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA H.323

GATEWAY (Pasarela)

Los gateways proporcionan *internetworking* con tecnologías que no son H.323, como video-conferencias RDSI H.320 o redes telefónicas tradicionales. Un ejemplo de gateway H.323 es un router con interfaces de voz. Un teléfono puede conectarse a la RTPC a través del gateway, y aparecer para la red H.323 como un punto final H.323 (aunque limitado para las capacidades de audio). Un punto final H.323, por su parte, puede colocar una llamada en la RTPC a través del gateway y aparecerá la llamada como generada por un abonado telefónico.

GATEKEEPER

Como su nombre indica, un gatekeeper H.323 controla una zona H.323. Un gatekeeper H.323 regula los puntos finales dentro de su zona que pueden iniciar o recibir llamadas. Un gatekeeper H.323 también puede regular el procedimiento de las llamadas, permitiendo la comunicación directa entre los puntos finales, o bien actuando como intermediario para transmitir la señalización de llamada

TERMINAL

Piense en un terminal H.323 como un teléfono, con soporte opcional para vídeo interactivo y aplicaciones de datos compartidos. Los terminales poseen interfaces basadas en paquetes que los usuarios finales operan directamente.

DISEÑO DE LA RED DE TELEFONIA IP INALAMBRICA FIJA PARA LA CIUDAD DE MACHALA

Inicialmente el diseño de la red se realizará para un número de 2000 abonados de Telefonía IP inalámbrica fija, de acuerdo a la actual demanda de líneas.

Está entendido que para que una red sea eficiente se debe proporcionar la mayor cantidad de servicios de buena calidad al costo más bajo, es por eso que en el diseño de la red se deberá considerar el costo más económico en cuanto a los equipos tanto del

lado del usuario como del proveedor del servicio, de igual forma se deberá considerar el costo de la instalación y despliegue de la red.

Dentro de los costos otro aspecto a considerar es la tasa que se paga por el uso del espectro radioeléctrico, ya que no todas las frecuencias tienen un mismo costo y se debe establecer el ancho de banda total y el área de cobertura de la red al momento de gestionar la porción del espectro que utilizará el sistema.

La telefonía sobre Internet es más económica que la convencional porque el sistema de encaminamiento y conmutación es más eficiente que el de las grandes centrales telefónicas donde necesitan un circuito por cada conversación mientras que en IP la información se divide en paquetes y se pueden enviar varias conversaciones multiplexadas sobre un único circuito físico.

En cuanto a la tarificación del servicio se aplican las propias de Internet, es decir siempre tarifa local en ambos extremos y en muchos casos tarifa plana, o sea la cuota mensual es independiente del uso, en lugar de las tarifas telefónicas las cuales están en función del tiempo de conexión y de la distancia.

En todo caso como operador de telefonía con el servicio VoIP se ofrecerán tarifas planas y empaquetar los servicios de voz, datos y multimedia según los perfiles de los grupos de clientes, lo que nos dota de una ventaja competitiva frente a terceros que no cuenten con este servicio en su cartera de productos.

Actualmente en el mercado existe la tecnología **Ethernet Acceso fijo de Banda Ancha Inalámbrico “Tsunami “**, propietaria de la marca *Proxim*, el que nos proporciona la solución de más alta capacidad para sistemas punto a multipunto disponible.

Esta tecnología permite conectar rápidamente redes entre edificios dentro de ambientes de Área metropolitana y permite al proveedor del servicio, ofrecer una robusta variedad de servicios para un creciente número de suscriptores.

Las principales características de esta tecnología son:

- Conectividad inalámbrica de alta capacidad punto a multipunto.
- Mejora el rendimiento y mejora los costos.
- Fiabilidad inalámbrica.
- Extiende o mejora la red.

DIAGRAMA GENERAL DEL PROYECTO

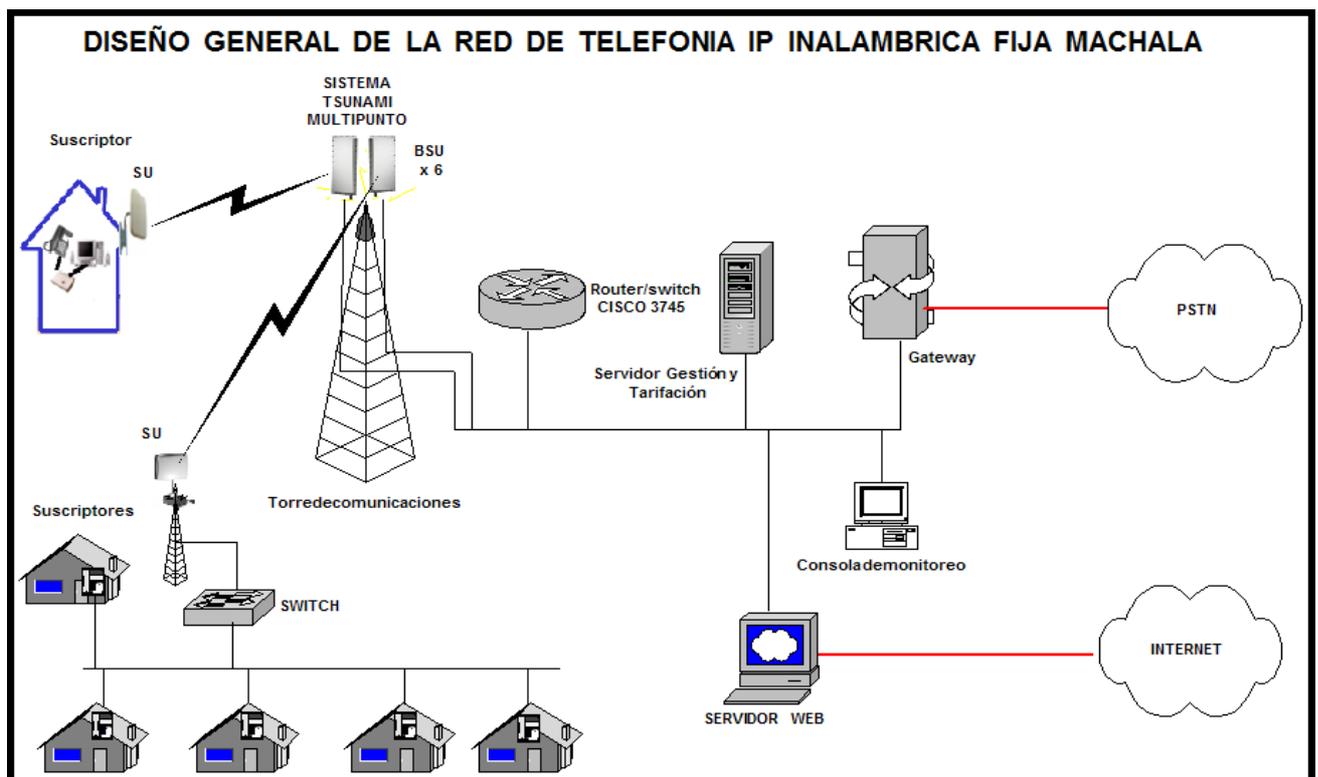


Figura 2. Diagrama general del diseño de la red telefonía IP

Los equipos que se utilizan se pueden agrupar en tres grupos:

- Equipos del lado del usuario (teléfonos IP BELTON o CISCO ATA-186 Antena SU, Switch D-Link)
- Equipos de la estación base u oficina central (Antena BSU, Router CISCO 3745, Servidor, Consola de Monitoreo)
- Equipos para interconexión con la RTPC y con Internet (Gateway CISCO AS5400)

PARAMETROS DEL SISTEMA INALAMBRICO "TSUNAMI" PUNTO A MULTIPUNTO

La tabla 2 muestra algunos parámetros del sistema entre los principales: rango de frecuencia de operación y el método de acceso.

Tabla 2. Parámetros del sistema

| | |
|--|--|
| Rango de Frecuencia de Operación | 5725-5825 MHz |
| Método Acceso de Radio | TDMA |
| Duplexación por División de Tiempo | Duplex (TDD) |
| Antena Integrada | BSU/SU 18 dBi (60° x 6°) /20 dBi (10° x 10°) |
| Máximos Suscriptores por Estación Base | 1,023 |
| Limites de Distancia y Capacidad | 20 Mbps en 10 kilómetros |
| Canales de Frecuencia | 4 sin traslape, 6 habilitados |
| Cumplimiento Regulatorio | FCC Part 15.247 (ISM) 20 Mbps only |

COSTOS DEL PROYECTO

En la tabla 3 se resume el análisis de los costos y rentabilidad del proyecto mediante el uso del método del valor presente (VAN)

Tabla 3: Costos del proyecto y análisis de rentabilidad

| | Año 0 | año 1 | año 2 | año 3 | año 4 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Inversión anual | \$ -355.000,00 | \$ -141.550,00 | \$ -141.550,00 | \$ 0,00 | \$ 0,00 |
| Ingreso por instalación y activación | | \$ 10.080,00 | \$ 10.080,00 | \$ 10.080,00 | \$ 0,00 |
| Ingreso por telefonía internacional (\$0,15 promedio) | | \$ 153.000,00 | \$ 153.000,00 | \$ 153.000,00 | \$ 153.000,00 |
| Ingreso por telefonía nacional (\$ 0,01 x minuto) | | \$ 30.576,00 | \$ 87.024,00 | \$ 143.472,00 | \$ 169.344,00 |
| Ingresos por consumo telefónico local | | \$ 65.520,00 | \$ 186.480,00 | \$ 307.440,00 | \$ 362.880,00 |
| Ingreso por venta de equipos suscriptores | | \$ 73.600,80 | \$ 73.600,80 | \$ 73.600,80 | \$ 62.277,60 |
| Gastos Varios y Generales | | \$ -15.000,00 | \$ -15.000,00 | \$ -15.000,00 | \$ -15.000,00 |
| Costos operativos (Internet) | | \$ -120.000,00 | \$ -120.000,00 | \$ -120.000,00 | \$ -120.000,00 |
| Gastos de Personal | | \$ -37.200,00 | \$ -37.200,00 | \$ -37.200,00 | \$ -37.200,00 |
| flujo de caja anual sin inflación | \$ -355.000,00 | \$ 19.026,80 | \$ 196.434,80 | \$ 515.392,80 | \$ 575.301,60 |
| VAN DEL PROYECTO SIN INFLACIÓN año 4 | \$ 285.464,36 | | | | |
| VAN DEL PROYECTO CON INFLACIÓN del 7% año 4 | \$ 164.209,77 | | | | |

CONCLUSIONES

Se ha empleado en este proyecto, tecnología de acceso inalámbrico con la finalidad de permitir un rápido despliegue de la red, haciendo rentable a mediano plazo la alternativa de solución de telefonía sobre IP y no presentar los problemas que acarrea la operadora actual de Machala quienes tienen saturadas sus instalaciones sin la posibilidad de cubrir la demanda insatisfecha de esta región.

Los costos de las llamadas internacionales bajarán notoriamente ya que al usar la red IP con una empresa que proporcione este mismo servicio en países vecinos los costos de interconexión no serán los mismos que al usar la red de telefonía pública conmutada brindando calidad de servicio a las llamadas utilizando una red privada virtual, para de esta manera obtener un bajo nivel de retardo de voz, confidencialidad, autenticación e integridad de las llamadas. La razón por la cual caen notoriamente los costos de interconexión es que a diferencia de la red telefónica pública conmutada en donde se necesita un circuito para cada conversación, en telefonía IP la conversación se divide en paquetes y se pueden enviar varias conversaciones sobre un mismo circuito físico.

REFERENCIAS

1. L. Couch, Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos, (5ta. Edición, Prentice Hall, 1998) pp. 200-210
2. S. Keaggy, Integración de Redes de Voz y Datos, (1era. Edición, Cisco Press, 2001) pp. 314-400
3. Cisco, Noviembre 2003, Products & Services, www.cisco.com
4. Proxim, Agosto 2003, Tsunami Multipoint System, www.proxim.com