

**ULACIT
UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

LICENCIATURA EN REDES Y SISTEMA TELEMATICOS

TEMA:

**EL USO DE LA TECNOLOGÍA WIMAX PARA BRINDAR CONECTIVIDAD DE
BANDA ANCHA INALÁMBRICA A LOS NEGOCIOS Y A LOS HOGARES PARA
LAS APLICACIONES DE BANDA ANCHA RESIDENCIALES ASÍ COMO LOS
SERVICIOS DE VOZ Y DE DATOS**

Sustentante: Maureen Mora Montero

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN REDES Y SISTEMAS TELEMÁTICOS**

**SAN JOSÉ, COSTA RICA
ENERO 2005**

DECLARACION JURADA

Yo Maureen Mora Montero alumna de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT), declaro bajo la fe de juramento y consciente de la responsabilidad penal de este acto, que soy el autor intelectual de la Tesis de Grado titulada: *El uso de la tecnología WiMAX para brindar conectividad de banda ancha inalámbrica a los negocios y a los hogares para las aplicaciones de banda ancha residenciales así como los servicios de voz y de datos*, por lo que libero a la ULACIT, de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Brindada en San José – Costa Rica en el día 27 del mes de Enero del año dos mil cinco.

Firma del estudiante:



Cédula de Identidad: 1-0928-0451

ULACIT
UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TRIBUNAL EXAMINADOR

**Reunido para los efectos respectivos, el Tribunal Examinador de la Escuela
de Postgrados compuesto por:**

Tutor: Miguel Pérez Montero

Lectores: Mauricio Vega Díaz
Wilberth Molina Pérez

Presidente del Tribunal: Mauricio Vega Díaz

Resumen Ejecutivo de la Investigación

En principio, hay que conocer los pormenores de Wi-Fi. Basado en una tecnología de radio limitada a un punto de acceso y sus receptores, ubicados todos ellos en una perimetro que no sobrepase los 100 metros en línea de visión (es decir, que entre el punto de acceso conectado a la línea y el receptor más próximo no existan obstáculos ni muros), la tecnología inalámbrica que ahora disfrutamos no nos permite salir con el ordenador portátil de casa o utilizar el PDA en el parque. Si así fuera, el radio de cada punto de acceso instalado en cada hogar se convertiría en un nudo ininteligible, más o menos el problema que surgió con el tendido de línea a principios del siglo XX, cuando el número de abonados crecía y era imposible conectarlos entre sí. Por ello se pensó en la aparición de nodos que proveyeran de servicio a una comunidad.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), aprobado en enero de 2003 en el WiMAX Forum por un grupo de 67 compañías, toma la normativa IEEE 802.16a y la europea ETSI HyperMan (con un espectro de frecuencia que oscila desde los 2 hasta los 11 GHz), anhelando el primer puesto de la industria en redes inalámbricas para cubrir áreas metropolitanas. WiMAX ofrece, a través de un gigantesco "Hot Spot" (punto de acceso), transferencias de hasta 70 Mbps. Además, si tenemos en cuenta las diferencias con la tecnología Wi-Fi (802.11a b y g) donde los enlaces entre los puntos de acceso no pueden superar los 500 m, comprobamos cómo WiMAX supera sin despeinarse a su pequeño rival gracias a su capacidad de cobertura de hasta 50 Km. a la redonda desde la estación base, suficiente para cubrir una ciudad con gran densidad de población como Madrid o Barcelona.

El negocio real de WiMAX es su orientación a los proveedores de servicios de Internet (ISP) como lo pueden ser Terra, Telefónica, Tiscali o Wanadoo, facilitándoles el dotar de banda ancha a los clientes sin necesidad de tender un cable físico hasta el final (lo que se conoce en Estados Unidos como la última milla), el cual conecta a cada uno de los clientes con la red principal de cada

proveedor. Con WiMax se eliminan las viejas conexiones, la burocracia en las altas de línea, la limitación de movimiento del usuario y los más bien estrechos anchos de banda. Internet en el aire; toda la flexibilidad pero con la seguridad de una red privada.

Ahora bien, ¿es WiMax rival para xDSL (ADSL en España, RDSL o HDSL en otros países) y el cable? La verdad que sí lo es de Wi-Fi, pero al tratarse de una tecnología orientada a fabricantes y no a proveedores de servicio, los primeros pueden alterar su negocio de Wi-Fi a la adquisición de hardware WiMax: al fin y al cabo, los equipos necesitarán descodificar datos encriptados por radio mediante WiMax.

Los usuarios se podrán preguntar, ante tantas ventajas frente a Wi-Fi (e incluso frente al cable que puedan tener contratado en sus casas), qué tecnología escoger. La verdad es que todo apunta a que WiMax se lanzará hacia septiembre de 2005, ofreciendo anchos de banda muy limitados y sin movilidad. Es decir, será necesaria una instalación en cada hogar donde se desee disfrutar de radiofrecuencia WiMax. En este primer momento, el ancho de banda ofrecerá las mismas prestaciones que el par cruzado del ADSL actual, posibilitando la movilidad dentro de un radio estándar. Será entonces cuando los proveedores de cable enfoquen su maquinaria empresarial hacia lo que se nos ha venido prometiendo en los últimos cuatro años: en estos planes entran la televisión y el cine a la carta.

De momento, compañías como Intel están trabajando en sus nuevas versiones de Centrino y desarrollando, junto a Alcatel, los equipamientos CPE (Customer Premises Equipment). Por su parte, otras compañías como Nokia o Siemens ya están implementando chipsets con el certificado "WiMax Compliant" en futuras versiones de sus terminales móviles y PDAs. Esto también hace pensar que el salto a 3G (la tecnología de comunicación de tercera generación UMTS para telefonía móvil) se supliría por esta nueva y potente cobertura, capaz de

transmitir vídeo en tiempo real mucho más eficientemente que la que se promete vía satélite.

Plataformas comunes, estándar de conexión, multilocalización de la señal de radio, anchos de banda parejos al cable, telefonía fija y móvil y televisión bajo demanda unificados en un mismo servicio y factura. Las posibilidades son ilimitadas y la pronta integración está ya en manos de las grandes compañías; sólo nos toca esperar y aprovechar lo que queda después de conocer WiMax, burlesco e insuficiente ADSL en compañía de un débil Wi-Fi.

Índice de Contenidos

DECLARACION JURADA	2
TRIBUNAL EXAMINADOR.....	3
Resumen Ejecutivo de la Investigación	4
Capítulo I	9
I.1 Introducción	10
I.2 Justificación	11
I.3 Planteamiento del Problema	12
I.3.1 Formulación del Problema	12
Capítulo II	13
Marco Teórico.....	13
¿Qué es WiMAX?	15
La meta de WiMAX	15
Beneficios de WiMAX.....	16
¿Cómo desarrollarán los operadores ahora?.....	16
¿Qué es 802.16a?	17
Relación Entre 802.16a y WiMAX.....	19
Relación entre 802.16a e HIPERMAN (Estándar Europeo MAN).....	19
Relación entre 802.16a y 802.16e	20
Información técnica	20
<i>El Desafío de Interoperabilidad</i>	22
<i>Ninguna Especificación de Pruebas</i>	23
Capítulo III	25
Marco Metodológico	25
III.1 Tipos de Investigación	26
III.1.1 Investigación exploratoria	26
III.2 Matriz básica de diseño de investigación.....	27
Objetivos	27
III.4 Sujetos y Fuentes de Información.....	31
Mapa Conceptual	31
III.5 Muestreo	32

<i>Selección de la Muestra</i>	32
III.6 Instrumentos de Recolección de datos	33
III.6.1 Investigación descriptiva	33
III.6.2 Instrumentos	34
III.7.1 Alcances	34
III.7.2 Limitaciones	35
Capítulo IV	36
Análisis e Interpretación de Resultados	36
1. <i>WiMAX como catalizador para el crecimiento del mercado de acceso inalámbrico de banda ancha.</i>	37
2. <i>Ventajas de WiMAX para trabajar en bandas de frecuencia "libres".</i>	42
3. <i>Seguridad actual de tecnologías inalámbricas.</i>	50
Capítulo V	55
Conclusiones y Recomendaciones	55
Conclusiones	56
<i>Aplicaciones de WiMAX</i>	58
<i>Características de WiMAX</i>	60
<i>Beneficios</i>	61
<i>Comparación entre IEEE 802.16 e IEEE 802.11</i>	62
<i>Recomendaciones</i>	63
<i>Aplicación 1:</i>	65
<i>Aplicación 2:</i>	65
<i>Aplicación 3:</i>	66
<i>Aplicación 4:</i>	66
<i>Aplicación 5:</i>	66
Anexos	70
Anexo 1	71
Cuestionario – Sector Informático	71
Anexo 2	74
IEEE Standard 802.16-2004	74
Referencia Bibliográfica	81

Capítulo I

I.1 Introducción

El avance en la tecnología de procesamiento de la información ha incrementado la dependencia de las empresas hacia los sistemas automatizados. El valor de los datos y software, en términos de costos de recuperación o pérdidas, debido a eventos inesperados, excede el costo mismo del hardware que se utiliza, por este motivo el procesamiento de la información tiene que ser reconocido como un activo muy importante de la organización y ser protegido como tal.

El uso del computador y la tecnología de la información, son herramientas eficaces en el logro de los objetivos de una empresa, incrementando notablemente la dependencia de las organizaciones a sus centros de cómputo y convirtiéndolos en elementos vulnerables o delicados.

Con el nombre de WiMAX, Intel se ha unido al conjunto de empresas que impulsan el desarrollo de una tecnología de acceso inalámbrico a la banda ancha de prestaciones hasta hace poco inimaginables.

Conceptualmente, la tecnología WiMAX es similar al Wi-Fi, pero de prestaciones mucho más avanzadas. Los equipos WiMAX proporcionarán canales para transmitir video, datos y voz a velocidades de 70 Mbps en distancias de hasta 50 Km. Lo cual es más que suficiente para proporcionar acceso a Internet en urbanizaciones de viviendas, en barrios, o pequeñas ciudades.

Esta tecnología está basada en el estándar IEEE 802.16 Wireless Metropolitan Area Network (WMAN), el cual fue aprobado el pasado mes de enero, con el objeto de proporcionar acceso a la banda ancha vía radio.

I.2 Justificación

El estándar IEEE 802.16a es una tecnología de red área metropolitana inalámbrica (WMAN) que conecta hotspots (Zona de Servicio de Red Inalámbrico) inalámbricos, que ofrecen a los usuarios acceso a Internet inalámbrico vía el estándar IEEE 802.11 o Wi-Fi y otras ubicaciones como negocios y hogares a la columna vertebral de Internet por cable.

Se espera que las redes basadas en el estándar 802.16a tendrán un alcance de hasta 30 millas y la capacidad para transferir datos, sonido y video a velocidades de hasta 70 megabites por segundo (Mbps), según lo informo Sean Maloney, vicepresidente ejecutivo y gerente general del Grupo de Comunicaciones de Intel

Intel está comprometida con hacer posible la computación y las comunicaciones en cualquier momento, en cualquier lugar con cualquier dispositivo, y vemos que WiMAX es una tecnología crítica para hacer realidad esta visión", así lo expresó Sean Maloney, vicepresidente ejecutivo y gerente general, Grupo de Comunicaciones Intel. "Nuestros productos de silicio para equipos WiMAX complementarán los componentes inalámbricos ya existentes de Intel incluyendo la tecnología móvil Intel Centrino computadoras portátiles, las conexiones de red inalámbrica Intel PRO, los procesadores de red Intel IXP4XX para equipos de infraestructura inalámbrica".

Los productos basados en la tecnología 802.16a pueden proporcionar conectividad de banda ancha inalámbrica a los negocios con los niveles garantizados de servicio para las aplicaciones empresariales, y a los hogares para las aplicaciones de banda ancha residenciales. Estos productos también permitirán que los proveedores de servicios ofrezcan servicios de voz y de datos.

El estándar IEEE 802.16a fue aprobado en el mes de enero de este año. Desde entonces, más de 25 compañías líderes en equipos de comunicaciones se

han unido al Foro sin fines de lucro WiMAX para ayudar a promocionar y certificar la compatibilidad e interoperabilidad del equipo 802.16a.

I.3 Planteamiento del Problema

En los últimos años, el mundo se ha transformado debido a los avances tecnológicos. En materia de tecnología de información, han aumentado los servicios que las computadoras prestan, provocando una gran dependencia hacia ellas debido a que su funcionamiento continuo es imprescindible.

En la actualidad, la mayoría de las empresas del mundo, dependen del procesamiento continuo e ininterrumpido de información, soportado en sus centros de informática. Las computadoras y la información que se procesa en ellas, se han convertido en el corazón de la empresa. Cualquier interrupción en el servicio, puede causar estragos con consecuencias incalculables y puede resultar en una pérdida financiera crítica para la corporación.

De esto no se escapan las empresas nacionales que poseen sucursales alrededor del país, en puntos geográficamente distantes para lo cual necesitan una comunicación confiable y estable, así como la información que es transmitida permanezca segura. De aquí la importancia de establecer una comunicación para afrontar cada una de las situaciones contingentes que se pueden presentar y de esta forma minimizar su efecto.

I.3.1 Formulación del Problema

¿Cómo pueden los productos basados en la tecnología WiMAX, proporcionar conectividad de banda ancha inalámbrica, con los niveles garantizados de servicio para las aplicaciones empresariales, así como los servicios de voz y de datos?

Capítulo II
Marco Teórico

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) está llamado a ser el siguiente paso en el camino hacia un mundo sin cables, ampliando la banca ancha inalámbrica a nuevos espacios y a mayores distancias. Además, reduce considerablemente el coste de proporcionar conectividad de banda ancha a nuevas áreas.

Entre las promesas de WiMAX destaca el que pueda ampliar el espectro de conectividad a 50 kilómetros, lo que supone un gran avance en comparación con los 91 metros de Wi-Fi y los 9 de Bluetooth, según Sean Maloney, vicepresidente ejecutivo y gerente general, Grupo de Comunicaciones Intel.

Cabe señalar que una de las razones de la popularización de la tecnología inalámbrica ha sido una efectiva y adecuada estandarización, pese a la “complejidad” que ha entrañado el 802.x. De hecho, WiMAX es un nuevo estándar que sigue esta numeración, por lo que se corresponde con 802.16. Su nombre completo es “Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems” y ha sido diseñado para que también pueda ser compatible con los estándares europeos, algo que no ocurrió con 802.11a, lo que retrasó su adopción.

Además, y con el fin de favorecer su desarrollo, también se ha establecido el WiMAX Forum (<http://www.wimaxforum.org>), entidad sin ánimo de lucro promovida en 2001 por Nokia, Ensemble Communications y el Orthogonal Frequency Division Multiplexing Forum. Además, en este año 2003 Intel se ha sumado como uno de los máximos apoyos al WiMAX Forum.

En cuanto a características técnicas, cabe señalar que opera en la frecuencia de 10 a 66 GHz y se espera que los primeros productos comerciales vean la luz el próximo año.

¿Qué es WiMAX?

WiMAX es una organización de comercio de industria que fue formada por empresas de comunicaciones y equipos para comunicación para promover, certificar la compatibilidad y la interoperabilidad de los equipos de banda ancha inalámbrica que conforma a los estándares IEEE 802.16 y ETSI HIPERMAN.

La norma 802.16a es una red de área metropolitana inalámbrica(MAN) tecnología que provee una alternativa inalámbrica al cable, DSL y T1/E1 para el acceso de última milla. La cual además va a ser utilizada como complemento tecnológico para conectar 802.11 hot spots con Internet.

WiMAX acelerará y aumentará el éxito futuro de las pruebas de interoperabilidad, provistas por herramientas de comprobación de conformidad. Las herramientas pueden ser utilizadas durante el proceso de fabricación del equipo para asegurar conformidad con las normas estándares que el producto requiere.

Los Miembros incluyen Operadores principales, Equipo y fabricantes de los componentes: WiMAX se formó en abril del 200, en anticipación de la publicación original de las especificaciones 10-66 GHz IEEE 802.16. WiMAX es 802.16 como la Alianza de Wi-Fi la cual es 802.11.

La meta de WiMAX

Un estándar por sí mismo no es capaz de habilitar una adopción masiva. WiMAX se ha proyectado al futuro para ayudar a resolver las barreras de la adopción, como la interoperabilidad y el costo de desarrollo. WiMAX ayudará al inicio de la industria inalámbrica MAN, definiendo y dirigiendo la interoperabilidad, mediante pruebas y etiquetado de sistemas de los proveedores con una etiqueta "WiMAX Certified™", probando una vez más que ha completado su resultado de forma exitosa.

Beneficios de WiMAX

Para los *Fabricantes de componentes*, crea una oportunidad de volumen para los proveedores de silicón. Los *Fabricantes de equipo* obtendrán rápidas innovaciones debido a la existencia de un estándar con normas basadas, además de una plataforma estable para agregar nuevas capacidades de manera más ágil; ya no se necesitaría desarrollar cada pedazo de la solución de extremo-a-extremo.

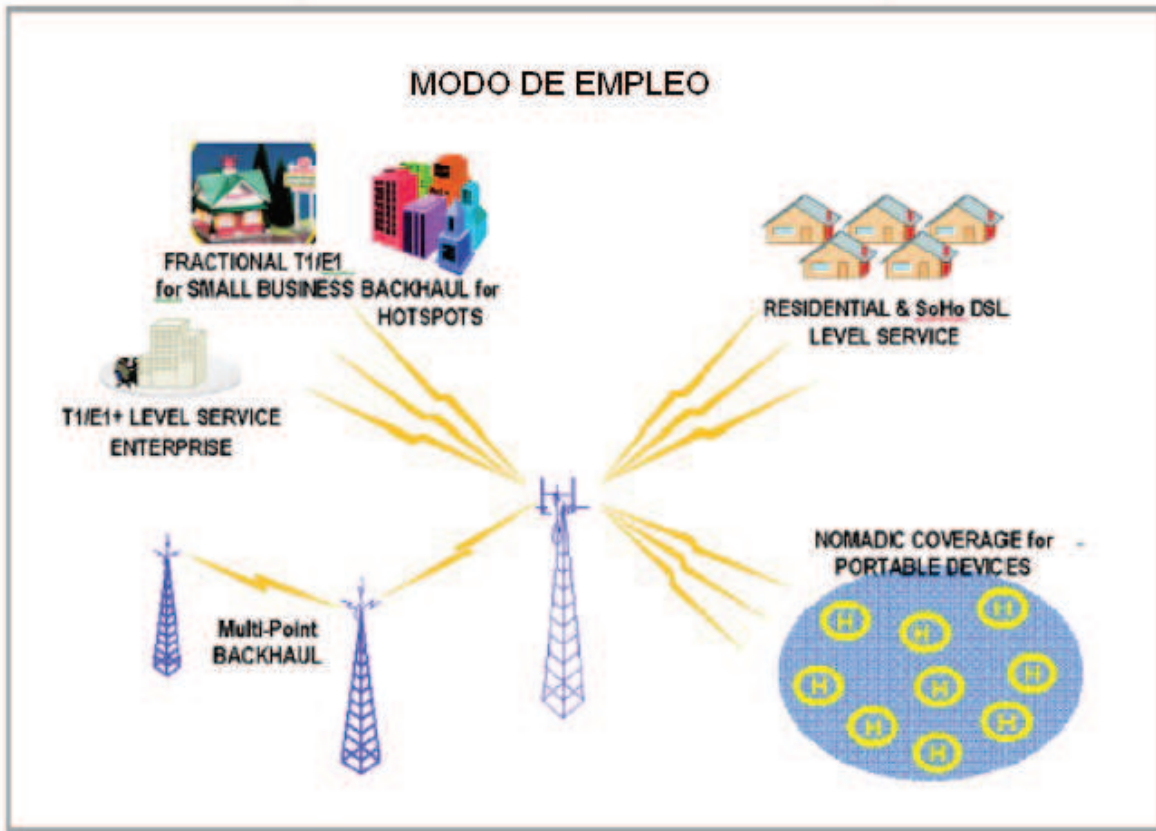
Los *Operadores* alcanzarán una plataforma común que maneje el costo de equipo y acelere el precio/desempeño de las mejoras desconocidas con objetivos propietarios, generando beneficios, llenando los huecos de acceso de banda ancha además de una rápida provisión de nivel T1 / E1 y "en demanda" los servicios de banda ancha de márgenes altos. Los mismos reducirán que el riesgo del dólar asociado con desarrollos como equipo que serán menos caros a las economías de balanza y no se centralizará en un solo proveedor desde las estaciones base que operarán con proveedores múltiples de CPEs

Para los *Consumidores* existirán más opciones de acceso de banda ancha, sobre todo en áreas donde hay huecos: centros urbanos mundiales, donde las construcciones de acceso son difíciles; en áreas suburbanas donde el subscriptor también está lejos de la oficina central; y en densidad de la población rural y baja áreas donde la infraestructura es pobre. Así como más opciones para acceso de banda ancha crearán competencia que producirá el descenso en los precios y por ende más suscripciones mensuales.

¿Cómo desarrollarán los operadores ahora?

Operadores que quieran desarrollar hoy día deberán procesar equipos desde los miembros actuales de las compañías WiMAX. Los actuales miembros de WiMAX, cuentan con más del 75% de todo el subalterno de embarques BWA mundiales de 11GHz, y en algunas regiones estos números son mayores. Para desarrollar equipos desde los actuales miembros de WiMAX, un Operador puede

asegurar una ruta de mapeo y una actualización de complemento a futuro de los equipos WiMAX.



¿Qué es 802.16a?

El estándar 802.16a para 2-11 GHz es una red de área metropolitana inalámbrica (MAN) tecnología que proporcionará conectividad de banda ancha inalámbrica a los dispositivos Fijos, Portátiles y Nómadas. Puede usarse para conectar 802.11 hot spots a Internet, provee conectividad de campo, además de una alternativa inalámbrica de cable y DSL de banda ancha para la última milla. Proporciona arriba de 50-kilómetros de rango de área de servicio, les permite a los usuarios conseguir conectividad de banda ancha sin línea vista con la estación base, y proporciona una tasa de transferencia de datos total 280 Mbps por estación base, que es bastante ancho de banda para apoyar cientos de negocios

simultáneamente con conectividad tipo T1/E1 y miles de casas con conectividad tipo DSL con una sola estación base.

¿Cuáles son los Beneficios de la tecnología 802.16?

En *Riesgos de Costo e Inversión*: el equipo ínter operable permite a los operadores comprar equipo certificado WiMAX Certified™ a más de un proveedor. Además la plataforma basada en el estándar mejora el OpEx creando innovación a cada capa, Administración del red, antenas, y más.

El throughput más Alto en los rangos más largos (arriba de 50 Km.) ya que tendrán mejores y más largos rangos de bits/second/Hz.

En la *Capacidad de Sistema escalable* favorecerá una fácil adición de de nuevos sectores soportados con canales flexibles que aumentan al máximo la capacidad de la celda, permitiéndoles a los operadores escalar la red como la base del cliente crece, además de canales flexibles de ancho de banda que acomodan asignaciones del espectro para ambos, autorizados y el espectro ilícito así como las balanzas protocolares MAC eficazmente de uno a los centenares de suscriptores

En el área de *Cobertura* se alcanzarán técnicas Avanzadas (malla, viga-formando, MIMO) la cual mejora la ejecución de la no línea vista, al mismo tiempo se conseguirán superiores ganancias de sistema que permiten una mayor penetración de obstáculos a distancias más largas

Para la *Calidad de Servicio*, TDMA Dinámico (Grant/Request) MAC soporta la nueva latencia de los servicios sensibles como voz y video. Realizando la diferenciación de los niveles de servicio, los cuales habilitaran la asignación de ancho de banda en demanda: por ejemplo T1/E1 para negocio; mejores esfuerzos para residenciales.

Ayuda a la habilitación de despliegue de ancho de banda inalámbrica de última milla mientras hace complemento con la tecnología de Wi-Fi, ya que los

proveedores de servicio podrían usar equipo 802.16 para entregar velocidades T1/E1 o una red de conectividad más alta para los puntos de acceso Wi-Fi. Hoy, puede subir a tres meses o más para los proveedores de servicio para aprovisionar una red T1/E1, para un cliente comercial. Con tecnología de banda ancha inalámbrica, un proveedor de servicio podría aprovisionar el mismo acceso de red en materia de días y a un fragmento del costo. Además, un proveedor de servicio podría ofrecer alta velocidad de ancho de banda en demanda para los negocios nómadas como construcción sitios con necesidades de conectividad de banda ancha esporádicas.

Relación Entre 802.16a y WiMAX

Uno de los propósitos del Foro de WiMAX es crear un solo estándar ínter operable entre IEEE 802.16a y ETSI HIPERMAN. Esto es logrado por la creación de Perfiles del Sistema.

Basados en lo que el Foro de WiMAX ve en términos de planeamiento de proveedores de equipo, WiMAX ha decidido enfocar en perfiles para el modo 256 OFDM del estandar 802.16a. Este PHY se combinará con un MAC no optativa, asegurando una base uniforme para todas las aplicaciones de WiMAX.

Inicialmente habrán perfiles del sistema, cubriendo la licencia exenta de 5.8GHz y el 2.5 y 3.5 GHz autorizada. Más perfiles se planean incluso la banda 2.3GHz y más.

Relación entre 802.16a e HIPERMAN (Estándar Europeo MAN)

Los estándares IEEE 802.16a (256 OFDM PHY) y ETSI HIPERMAN comparten el mismo PHY y MAC. El foro WiMAX esta activo en ambos estándares que hacen cuerpos para asegurar una norma global para el estándar MAN Inalámbrico.

Relación entre 802.16a y 802.16e

El estándar IEEE que 802.16e planea ser una extensión de IEEE 802.16/16a. El propósito de 802.16e es que agregará movilidad limitada a la norma actual que se diseña para el funcionamiento fijo. IEEE 802.16e no está pensado para competir con 3G o otros esfuerzos móviles. Se está trabajando en esta extensión y se espera que esté completo al finalizar el 2004.

Información técnica

La norma de Interfase de Aire IEEE 802.16 es de verdad una especificación innovadora para los sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha que emplean una arquitectura punto-multipunto (PMP). La versión inicial se desarrolló con la meta de reunir los requisitos de una inmensa serie de guiones del despliegue para sistemas de BWA que operan entre 10 y 66 GHz. Como resultado, sólo un subconjunto de la funcionalidad se necesita para despliegues típicos dirigidos en los mercados específicos. Una enmendadura casi se termina para hacer lo mismo para sistemas que operan entre 2 y 11 GHz. Adicionalmente, los procesos IEEE detienen por corto tiempo el proporcionar declaraciones de conformidad y especificaciones de la prueba. Para asegurar la interoperabilidad entre vendedores que compiten en el mismo mercado, el funcionamiento técnico de los grupos WiMAN fueron creados por los líderes de la tecnología IEEE 802.16. El funcionamiento agrupa estos problemas desarrollando perfiles del sistema y produciendo proforma de PICS, Estructura de Colección de Prueba y especificaciones de Propósitos de Prueba y Lo abstracto "Prueba Colección" características técnicas según el ISO/IEC 9464 serie (equivalente a ITU-T x.290 serie) de conformidad con los estándares de pruebas.

Se tuvieron en cuenta varias consideraciones de PHY por el ambiente designado. En las frecuencias más altas, la línea vista está un imperativo. Este requisito alivia el efecto de multirutas, permitiendo canales anchos, típicamente mayor que 10 MHz en ancho de banda. Esto le da a IEEE 802.16 la habilidad de proporcionar capacidad muy alta en la subida y bajada de datos. En las

frecuencias más bajas, la línea vista no se requiere, dando otro tradeoffs. Perfiles del estallido adaptables (modulación y la corrección del error delantera (FEC)) son utilizadas para incrementar la capacidad típica de los sistemas 802.16 con respecto a tecnologías más vieja.

El MAC fue diseñado para acomodar diferentes PHYs en los ambientes de desarrollos diferentes. El proveedor de servicio PHYs fue diseñado para acomodar el desarrollo de la División de Tiempo doble (TDD) o la División de Frecuencia doble (FDD), permitiendo que ambos tuvieran terminales half-duplex en el caso de FDD. Los OFDM PHYs fueron diseñados para TDD.

El MAC fue diseñado específicamente para el acceso inalámbrico PMP. Se diseña para llevar cualquier capa más alta o protocolo de transporte transparentemente como ATM, Ethernet o Protocolo de Internet (IP), y se diseña para acomodar protocolos futuros que no se han desarrollado todavía fácilmente. El MAC se diseña para tasas de transferencias altas (arriba de 268 Mbps en cada vía) en la capa física de ancho de banda, ATM compatible con la Calidad de Servicio (QoS) y hacia ATM así como el servicio no-ATM (MPLS, VoIP, etc.).

La estructura de la trama permite asignar los términos dinámicamente del subido de la información (uplink) y el bajado (downlink) de la misma, según sus condiciones del eslabón. Esto permite un salida entre la capacidad y robustez en tiempo real y proporciona un incremento de dos veces la capacidad en el promedio comparado con los sistemas no-adaptables, mientras se mantiene una enlace apropiado.

El 802.16 MAC usa una longitud inconstante de la Unidad de los Datos Protocolar (PDU) junto con varios otros conceptos que grandemente aumentan la eficacia de la norma. Múltiples MAC PDUs puede encadenarse en un solo estallido para salvar el encabezado PHY. Adicionalmente, las Unidades de Datos de Servicio múltiples (SDU) para el mismo servicio puede encadenarse en un solos MAC PDU, ahorrando en el encabezado de la MAC. La fragmentación le permite una gran capacidad de SDUs para enviar tramas pequeñas que garantizan el QoS

de competición de servicios. Y, la supresión del encabezamiento puede usarse para reducir el exceso causado por las porciones redundantes de los encabezados SDU.

El MAC usa un ancho de banda auto correctivo de esquema solicitud/envío que elimina el exceso y retraso de reconocimientos, mientras simultáneamente permite un mejor manejo de los esquemas tradicionales de la QoS. Las terminales tienen una variedad de opciones disponibles para ellas para pedir accesos de ancho de banda que dependen de los QoS y de los parámetros de tráfico en los servicios. Pueden hacer validaciones individual o grupalmente. Pueden robar anchos de banda asignados para realizar más demandas. Pueden señalar la necesidad de requerir más acceso utilizando la técnica piggyback pidiéndola al ancho de banda..

Se denota cuando se agregan la autenticación, seguridad, negociación de capacidad y un organizador de otros rasgos, el estándar IEEE 802.16 casi se vuelve agobiante.

El Desafío de Interoperabilidad

De la apreciación global, está claro que el IEEE 802.16 Especificación de Interfase de Aire es una especificación muy grande. Fue diseñado para cubrir las necesidades de acceso inalámbricas de ancho de banda, de una variedad de situaciones diferentes. Hay concesiones para las capas físicas diferentes para los rangos de frecuencias diferentes y frecuencias con restricciones de país-por-país. Hay rasgos que permiten construir un sistema céntrico de IP o un sistema céntrico ATM, que dependen básicamente de las necesidades de los clientes. La especificación se diseña para cubrir aplicaciones en los mercados diversos de negocios de un ancho de banda alto hacia negocios SOHO y los usuarios residenciales.

Ninguna Especificación de Pruebas

Otro problema que enfrentan los diseñadores de IEEE 802.16, es un artefacto del estándar IEEE que se concentre principalmente en los requerimientos. El grupo de funcionamiento continuará extendiendo la norma para cubrir mercados adicionales. Esto continuará la producción del trabajo en la norma pero no se dirigirán a los requerimientos todavía. Ya que no existe ningún artículo en la norma IEEE 802.16 donde se hable de la creación de especificaciones de prueba.

Las especificaciones de prueba son necesarias por:

- Asegura que el equipo y sistemas que exijan certificación de la norma o que carece de un perfil adecuado para su funcionamiento.
- Garantiza que los equipos provistos por los proveedores han sido probados de la misma manera, la misma interpretación de la norma, aumentando la interoperabilidad del equipo.
- Habilita independientemente la conformidad, dando credibilidad más allá de las dos pruebas anteriores.

Esta iniciativa de especificación de prueba es un área donde ETSI tiene un proceso oficial y está típicamente más completo que el proceso de IEEE. ETSI sigue las pautas del ISO/IEC 9646 serie (ITU-T X.29x serie). La Estructura de Colección de Prueba y Propósitos de la Prueba (TSS & TP) el documento y la Colección de la Prueba Abstracta (ATS) la especificación, los dos describieron en ISO/IEC 9646-2 (ITU-T X.291), satisfaga particularmente de manera adecuada el propósito.

Ninguna Declaración de Conformidad

Un problema final que enfrenta a diseñadores de sistemas IEEE 802.16 es que teniendo perfiles de los mismos solamente son un desafío de la interoperabilidad. Debe haber un método estándar de identificar qué perfiles,

dispositivos o sistemas cumplen con el estándar y qué rasgos optativos se llevan a cabo para que los integradores del sistema puedan tomar decisiones educadas sobre los rasgos específicos que proporcionan a clientes y ayudar en la selección de equipo.

El desarrollo de declaración de conformidad no es una parte oficial del proceso de estandar IEEE. El proceso de IEEE se concentra en la especificación de requisitos. Esto lleva a la tendencia a construir sistemas que hacen mucho más de lo que se necesita y la probabilidad de imputaciones a las normas para no especificar los sistemas. En contraste, el proceso de ETSI se dirige generalmente en este problema por el desarrollo de Declaración de Conformidad de Aplicación (ICS), siguiendo la guía de ISO/IEC 9649-7 (ITU-T X.296). La forma más común de ICS es el Protocolo ICS o la proforma de PICS. Para el equipo IEEE 802.16, una proforma de PICS es un perfecto fin de describir el protocolo de MAC y rasgos de PHY que se requieren para los varios perfiles del sistema. Una proforma de ICS también es una herramienta necesaria para que los proveedores especifiquen su nivel de complacencia y qué rasgos optativos se han llevado a cabo.

Capítulo III
Marco Metodológico

III.1 Tipos de Investigación

Los tipos de investigación por utilizar, deben formularse según los niveles de conocimiento científico (observación, descripción, explicación) a los cuales espera llegar la investigación.

Como lo explica Méndez, el propósito de la definición de los tipos de investigación es señalar los tipos de información que se necesitan, así como el nivel de análisis que se deberá realizar. Al definir el tipo de investigación deben tomarse en cuenta los objetivos planteados. Esto ayuda a definir los contenidos del trabajo (Metodología de la Investigación, Capítulo 5, página, 114).

III.1.1 Investigación exploratoria

La investigación exploratoria se utilizó durante el desarrollo, la parte de indagación y situación actual de la tecnología WiMAX y para determinar los aspectos que conducirán a la definición del problema y de los objetivos del estudio. Así mismo, se uso la investigación exploratoria para la recopilación de la bibliografía que sustenta el marco teórico de la propuesta.

III.2 Matriz básica de diseño de investigación

Objetivos

1.1 Objetivo de Diagnóstico

Realizar un análisis de la aplicabilidad de la tecnología WiMAX, con los niveles garantizados de servicio para las empresas y a los hogares.

1.1.1 *Objetivos Específicos*

- Analizar si WiMAX será el catalizador para el crecimiento del mercado de acceso inalámbrico de banda ancha.
- Identificar, mediante un estudio las ventajas que posee WiMAX para trabajar en bandas de frecuencia "libres".
- Investigar la seguridad actual de tecnologías inalámbricas.

1.2 Objetivo de Propuesta

Proporcionar conectividad de banda ancha inalámbrica a los negocios, con los niveles garantizados de servicio para las aplicaciones empresariales y a los hogares para las aplicaciones de banda ancha residenciales mediante la tecnología WiMAX, bajo el estándar IEEE 802.16a.

1.2.1 *Objetivos Específicos*

- Recomendar acciones a seguir para la implantación de la tecnología WiMAX en los hogares.
- Recomendar acciones a seguir para la implantación de la tecnología WiMAX en los negocios.
- Establecer el hardware y software necesario para la implantación de la tecnología WiMAX, a nivel de usuario y proveedor.
- Proponer acciones a seguir para reducir el impacto que tendrá en los gobiernos la modificación de las leyes para que esta tecnología no haga daño a los proveedores establecidos.

III.3 Matriz de Operacionalización de variables

Cuadro de Variables

OBJETIVO GENERAL DE DIAGNOSTICO

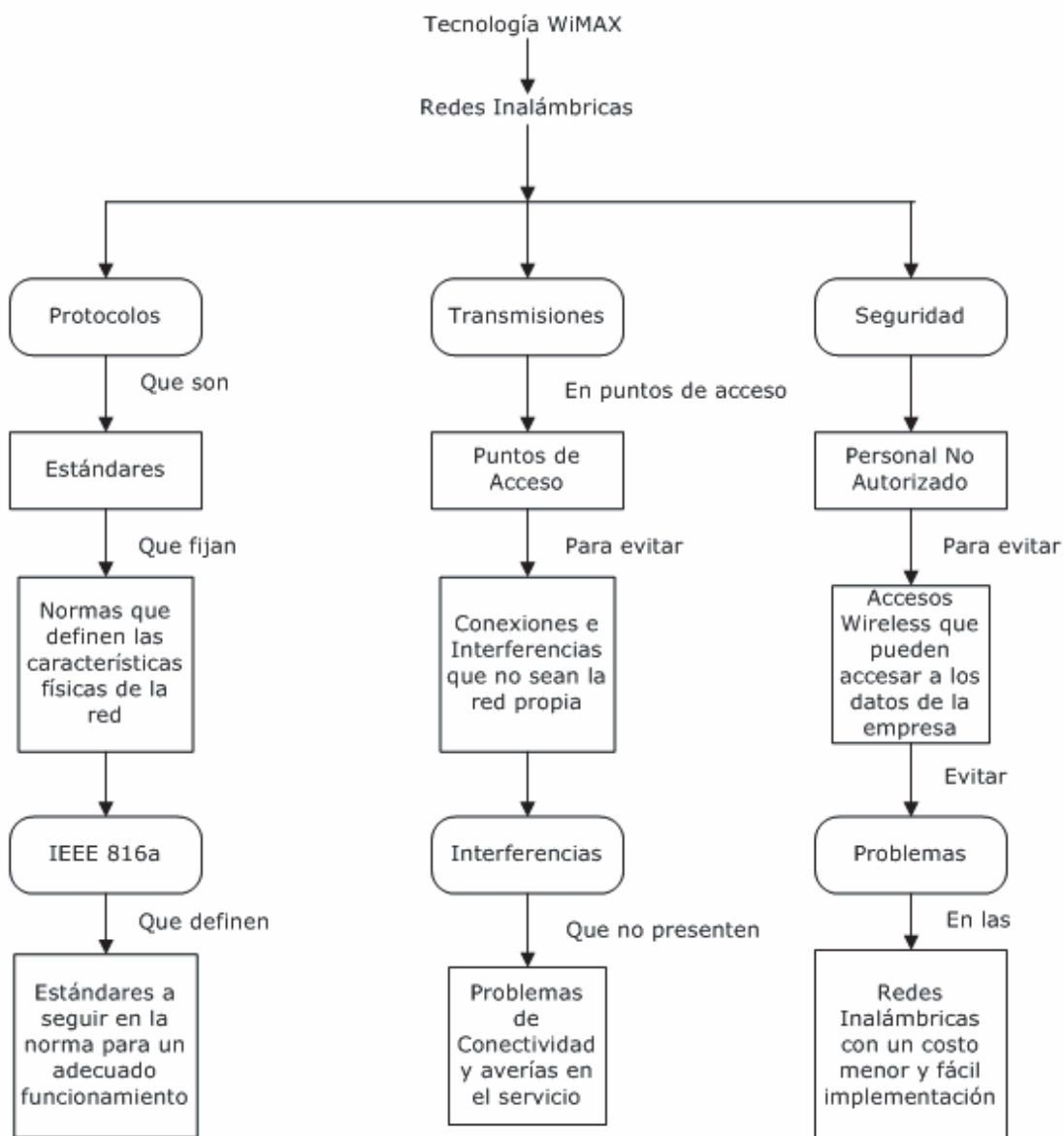
OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
1. Analizar si WiMAX será el catalizador para el crecimiento del mercado de acceso inalámbrico de banda ancha.	Vulnerabilidad de la R.I. (Redes Inalámbricas)	La disposición de las redes y los ataques malintencionados	El hecho de que un ente externo a la red pueda hacer ingreso a la misma	Frecuencia de Ataques Tipos de ataques Tipos de Topología
	Aplicabilidad de este tipo de redes	El uso y funcionamiento de redes determinadas	Para pequeños espacios y aprovechamiento de tecnología	Costos
2. Identificar, mediante un estudio las ventajas que posee WiMAX para trabajar en bandas de frecuencia "libres".	Capacidad de las R.I.	Potencial y utilización de las redes inalámbricas	Alcance de este tipo de redes en las empresas	Rendimiento Comprobación de velocidad Lentitud en transferencia de datos
	Compatibilidad de las R.I. con los Sistemas Operativos	Coexistencia y funcionamiento óptimo de las redes de acuerdo a los sistemas operativos	Funcionabilidad óptima operacional de los entornos	Modos de reducción de rendimiento
	Herramientas frecuentes de Administración	Formas de disponer de los recursos con los que se cuentan para mejoras en la estructura de red	Uso de los instrumentos de administración	Tipos Usos
	Fallas Técnicas en R.I.	Problemas o situaciones ajenas al control de los individuos en la administración de las redes	Ataques en la misma frecuencia que utilizan estas redes	Fallos críticos en puntos de acceso Wi-Fi 802.11b Expuestos los sistemas a ataques de denegación de

3. Investigar la seguridad actual de tecnologías inalámbricas.

Seguridad	Protección, mantenimiento y resguardo de los datos, así como la infraestructura de las redes de las empresas	Las actuales tecnologías sobre las que se sustentan las redes inalámbricas permiten la vulnerabilidad en aspectos básicos relativos a la seguridad de las mismas, esta situación además se ve agravada si las mismas están conectadas a Internet, por lo que cualquier infraestructura inalámbrica debe considerar disminuir estas deficiencias con la incorporación de soluciones específicas que garanticen a todos los niveles una seguridad óptima	servicio (DoS) Puntos de Acceso no autorizados Accesos a la red no autorizados MAC Spoofing y Secuestro de Sesiones Ataques de diccionario Filtrado de direcciones MAC
-----------	--	--	---

III.4 Sujetos y Fuentes de Información

Mapa Conceptual



III.5 Muestreo

Selección de la Muestra

Para seleccionar una muestra, según lo indican Hernández, Fernández y Baptista, lo primero que hay que hacer es definir la unidad de análisis (personas, organizaciones, periódicos, comunidades, situaciones, eventos, etc.). El sobre qué o quienes se van a recolectar datos depende del enfoque elegido (cuantitativo, cualitativo o mixto), del planteamiento del problema a investigar y de los alcances del estudio. Lo cual nos llevará al siguiente paso que consiste en delimitar una población.

En primer lugar se debe decidir si interesa o no delimitar la población y si se pretende que esto sea antes o durante el proceso de recolección de datos. En los estudios cualitativos generalmente la población no se delimita a priori. Mientras que en los cuantitativos casi siempre se realiza así. En los enfoques mixtos depende de la situación de investigación.

La población a utilizarse en el análisis de la tecnología WiMAX, comprende a todos aquellos especialistas en el ámbito de las redes inalámbricas y las redes convencionales que laboran en empresas gubernamentales y privadas, las cuales brindan los servicios de acceso de banda ancha, sobre todo en áreas donde hay huecos: centros urbanos mundiales, donde las construcciones de acceso son difíciles; en áreas suburbanas donde el suscriptor también está lejos de la oficina central; y en densidad de la población rural y baja áreas donde la infraestructura es pobre.

III.6 Instrumentos de Recolección de datos

III.6.1 Investigación descriptiva

Según Hernández y Baptista, la investigación descriptiva es utilizada cuando el investigador debe describir como son y como se manifiestan las situaciones y eventos. La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice.

Este tipo de estudio selecciona una serie de entidades y trata de medirlas independientemente para lograr con ello una descripción clara de lo que se investiga.

La investigación aplicada esta unida, con frecuencia, a la investigación básica, la cual solamente se ocupa para adquirir conocimientos y valorar objetivos del estudio. La no aplicada por el contrario incrementa los conocimientos teóricos y tecnológicos con la finalidad de ponerlos en práctica.

A medida que la tecnología inalámbrica continúa desarrollándose, usted tendrá acceso a innovaciones en servicios como comercio móvil (m-commerce) y localización. No pasará mucho tiempo para pueda recibir en su PC de bolsillo el último evento deportivo, efectuar una video conferencia usando una PDA o descargar archivos MP3 inalámbricamente.

Los dispositivos inalámbricos serán más avanzados, ofreciendo nuevas capacidades, transportándolo virtualmente a opciones sin límites en comunicaciones, información y entretenimiento.

La tecnología Wi-Fi se ha puesto de moda en el mundo porque permite estar conectado a la red desde cualquier punto de la casa, el centro de trabajo o un lugar público.

Su gran popularidad y versatilidad ha permitido que el servicio se expanda rápidamente, sobre todo en Estados Unidos, donde ya se estima existen 16 millones de dispositivos sin cables.

WiMAX puede transmitir y recibir datos a 70 megabits por segundo, 35 veces la velocidad de ADSL, las estaciones base de WiMAX tienen una cobertura de hasta 50 kilómetros y contrariamente al acceso inalámbrico "Wi-Fi", que sólo permite la conexión con la Web dentro de zonas muy restringidas.

Otra ventaja es que las estaciones base de WiMAX no son caras. Mediante antenas externas y "routers" la señal llega finalmente a las oficinas y casas y da conexiones de Internet tanto a ordenadores como a los móviles.

III.6.2 Instrumentos

Se utilizará el cuestionario, con el cual los resultados de las variables a medir, darán una mejor perspectiva y aplicabilidad de la tecnología WiMAX.

III.7 Alcances y Limitaciones

III.7.1 Alcances

El desarrollar productos de silicio basados en el estándar IEEE 802.16a lo que proporcionará una alternativa de acceso inalámbrico de banda ancha diferente a los métodos de tipo "last mile" ya existentes como el cable y las líneas de abonado digital (DSL).

El estándar IEEE 802.16a es una tecnología de red área metropolitana inalámbrica (WMAN) que conecta hotspots inalámbricos, que ofrecen a los usuarios acceso a Internet inalámbrico vía el estándar IEEE 802.11 o Wi-Fi, y otras ubicaciones como negocios y hogares a la columna vertebral de Internet por cable. Se espera que las redes basadas en el estándar 802.16a tendrán un

alcance de hasta 30 millas y la capacidad para transferir datos, sonido y video a velocidades de hasta 70 mega bites por segundo (Mbps).

El estándar IEEE 802.16a fue aprobado en el mes de enero de este año. Desde entonces, más de 25 compañías líderes en equipos de comunicaciones se han unido al Foro sin fines de lucro WiMAX para ayudar a promocionar y certificar la compatibilidad e interoperabilidad del equipo 802.16a.

III.7.2 Limitaciones

En las empresas se mantienen niveles de acceso a sus datos. La tecnología WiMAX nace con el objeto de poder trabajar en diversidad de frecuencias, muchas de ellas consideradas hasta la fecha bandas libres, por lo que no se necesita licencia. Se supone que con el tiempo, cuando estos productos lleguen al mercado, los lobbys presionarán a los gobiernos para que modifiquen las leyes para que esta tecnología no haga daño a los operadores establecidos.

Nadie imaginaba hace 3 años que el WiFi iba a servir como método de acceso a Internet gratuito en comunidades vecinales o campus y la tecnología WiMAX, con un enfoque similar podría arrasarse bajo el concepto "yo me lo guiso yo me lo como" sin necesidad de pagar licencias.

Por otro lado, se quiere puntualizar que esta tecnología puede ser un duro competidor para los sistemas de acceso a Internet por PLC (Powerline Communications) que acaban de empezar a ofrecer las empresas eléctricas en España, las cuales tienen como potencial nicho de mercado aquellas poblaciones donde no llega el ADSL o el modem de cable.

Capítulo IV

Análisis e Interpretación de Resultados

1. WiMAX como catalizador para el crecimiento del mercado de acceso inalámbrico de banda ancha.

Hoy es imposible hablar de un sistema 100% seguro, porque el costo de la seguridad total es muy alto. Por eso las empresas, en general, asumen riesgos: deben optar entre perder un negocio o arriesgarse a ser hakeadas (Accesos no autorizados a la red). El asunto es que, en algunas organizaciones puntuales, tener un sistema de seguridad muy limitado les impediría hacer más negocios.

La solución a medias, entonces, sería restringir todo el espectro de seguridad, en lo que hace a plataformas, procedimientos y estrategias. De esta manera se puede controlar todo un conjunto de vulnerabilidades, aunque no se logre la seguridad total.

Existen cuatro tipos de redes inalámbricas, la basada en tecnología Blue Tooth, la IrDa (Infrared Data Association), la HomeRF y la WECA (Wi-Fi). La primera de ellas no permite la transmisión de grandes cantidades de datos entre ordenadores de forma continua y la segunda tecnología, estándar utilizado por los dispositivos de ondas infrarrojas, debe contar con visión directa entre los elementos comunicantes. Las tecnologías HomeRF y Wi-Fi están basadas en las especificaciones 802.11 (Ethernet Inalámbrica) y son las que utilizan actualmente las tarjetas de red inalámbricas.

La topología de estas redes consta de dos elementos clave, las estaciones cliente (STA) y los puntos de acceso (AP). La comunicación puede realizarse directamente entre estaciones cliente o a través del AP. El intercambio de datos solo es posible cuando existe una autenticación entre el STA y el AP y se produce la asociación entre ellos (un STA pertenece a un AP). Por defecto, el AP transmite señales de gestión periódicas, el STA las recibe e inicia la autenticación mediante el envía de una trama de autenticación. Una vez realizada esta, la estación cliente envía una trama asociada y el AP responde con otra.

La utilización del aire como medio de transmisión de datos mediante la propagación de ondas de radio fuera del edificio donde esta ubicada la red permite la exposición de los datos a posibles intrusos que podrían obtener información sensible a la empresa y a la seguridad informática de la misma.

Varios son los riesgos derivables de este factor, Por ejemplo, se podría ejecutar un ataque por inserción, bien de un usuario no autorizado o por la ubicación de un punto de acceso ilegal más potente que capte las estaciones cliente en vez del punto de acceso legítimo, interceptando la red inalámbrica. También sería posible crear interferencias y una más que posible denegación de servicio con solo introducir un dispositivo que emita ondas de radio a una frecuencia de 2.4 GHz (frecuencia utilizada por las redes inalámbricas).

La posibilidad de comunicaciones entre estaciones cliente directamente, sin pasar por el punto de acceso permitiría atacar directamente una estación cliente, generando problemas si esta estación cliente ofrece servicios de TCP/IP o comparte ficheros. Existe también la posibilidad de duplicar las direcciones IP o MAC de estaciones cliente legítimas.

Los puntos de acceso están expuestos a un ataque de fuerza bruta para averiguar los passwords (palabras de acceso), por lo que una configuración incorrecta de los mismos facilitaría la irrupción en una red inalámbrica por parte de intrusos.

A pesar de los riesgos anteriormente mencionados, existen soluciones y mecanismos de seguridad para impedir que cualquiera con los elementos suficientes pueda introducirse en una red. Unos mecanismos son seguros, otros, como el protocolo WEP (Wired Equivalent Protocol) fácilmente “rompibles” por programas distribuidos en Internet.

La Corporación Intel expresó su intención de desarrollar productos de silicio basados en el estándar IEEE 802.16a lo que proporcionará una alternativa de acceso inalámbrico de banda ancha diferente a los métodos de tipo "last mile" ya existentes como el cable y las líneas de abonado digital (DSL). Intel está trabajando con Alvarion, una compañía líder en equipos de acceso inalámbrico de banda ancha de tipo "last mile", para ofrecer equipos de bajo costo con certificación WiMAX basados en la tecnología de silicio Intel® 802.16a.

El estándar IEEE 802.16a es una tecnología de red de área metropolitana inalámbrica (WMAN) que conecta hotspots inalámbricos, que ofrecen a los usuarios acceso a Internet inalámbrico vía el estándar IEEE 802.11 o Wi-Fi, y otras ubicaciones como negocios y hogares a la columna vertebral de Internet por cable. Se espera que las redes basadas en el estándar 802.16a tendrán un alcance de hasta 30 millas y la capacidad para transferir datos, sonido y video a velocidades de hasta 70 megabites por segundo (Mbps).

"Intel está comprometida con hacer posible la computación y las comunicaciones en cualquier momento, en cualquier lugar con cualquier dispositivo, y vemos que WiMAX es una tecnología crítica para hacer realidad esta visión. Nuestros productos de silicio para equipos WiMAX complementarán los componentes inalámbricos ya existentes de Intel incluyendo la tecnología móvil Intel® Centrino™ computadoras portátiles, las conexiones de red inalámbrica Intel® PRO, los procesadores de red Intel® IXP4XX para equipos de infraestructura inalámbrica", dijo Sean Maloney, vicepresidente ejecutivo y gerente general, Grupo de Comunicaciones Intel.

Los productos basados en la tecnología 802.16a pueden proporcionar conectividad de banda ancha inalámbrica a los negocios con los niveles garantizados de servicio para las aplicaciones empresariales, y a los hogares para las aplicaciones de banda ancha residenciales. Estos productos también permitirán que los proveedores de servicios ofrezcan servicios de voz y de datos.

El estándar IEEE 802.16a fue aprobado en el mes de enero de este año. Desde entonces, más de 25 compañías líderes en equipos de comunicaciones se han unido al Foro sin fines de lucro WiMAX para ayudar a promocionar y certificar la compatibilidad e interoperabilidad del equipo 802.16a.

Nos dice Sean Maloney, vicepresidente ejecutivo y gerente general del Grupo de Comunicaciones de Intel, que delineó los planes de la compañía para trabajar con la industria, con el objeto de reducir dramáticamente el costo y aumentar la disponibilidad de las tecnologías inalámbricas de banda ancha, incluyendo la tecnología de red de área local inalámbrica 802.11 (WLAN) y de red de área metropolitana inalámbrica 802.16 (WMAN). Este esfuerzo ayudará a atraer a la próxima ola de usuarios de Internet, especialmente aquellos en mercados emergentes como es el caso de China, India y América Latina.

La tecnología 802.16, a menudo denominada WiMAX, complementa la WLAN conectando hotspots con tecnología 802.11 a Internet y ofrece una alternativa inalámbrica para la conectividad de banda ancha de última generación a empresas y hogares.

Las industrias de provisión de servicio inalámbrico y de equipos de telecomunicaciones se están congregando alrededor de la tecnología WiMAX debido a sus tremendas ventajas en el costo para ofrecer conectividad de última generación a grandes partes del mundo que son muy costosas para servir con tecnologías de cable. Los sistemas con certificación WiMAX proporcionarán los componentes para conectar a los próximos cinco mil millones de usuarios a Internet y verdaderamente llevar a la revolución inalámbrica de banda ancha.

La visión descrita por Intel incluye la entrega de silicio basado en estándares tanto para las redes WLAN como para el hardware WMAN 802.16 interoperable y costo-efectivo. El silicio 802.16 -que será certificado por el Forum WiMAX que controla la compatibilidad e interoperabilidad de la tecnología 802.16- será desarrollado y utilizado por un medio cada vez más grande de fabricantes de equipos inalámbricos y proveedores de servicios.

Además de ofrecer conectividad de última generación para redes WMAN, los sistemas con certificación WiMAX también se utilizarán para hotspots y empresas con tecnología 802.11 a Internet. El primer producto de silicio de Intel con certificación WiMAX estará basado en el estándar IEEE 802.16d, el cual proporciona un método para conexiones inalámbricas de alta velocidad utilizadas en instalaciones de antena fijas.

Intel está trabajando con compañías de telecomunicaciones líderes, incluyendo Airspan Networks, Alvarion, Aperto Networks y Redline, para desarrollar y emplear equipos 802.16 con certificación WiMAX basados en el silicio de Intel. Siemens Mobile y Proxim también están debatiendo por separado con Intel sobre áreas de colaboración para el mercado de la tecnología WiMAX. La presentación del silicio 802.16 de Intel está programada para el segundo semestre de este año. Además se dice que varias compañías grandes de transporte de telecomunicaciones están evaluando la tecnología WiMAX para pruebas y para su implementación en los mercados a los cuales sirven. Estas compañías de transporte -incluyendo BT (Reino Unido), Iberbanda (España), MVS Net (México), Neotec (Brasil), PCCW (Hong Kong), Reliance Infocomm (India) y UK Broadband (Reino Unido)- representan millones de usuarios en todo el mundo y muestran el amplio encanto de la tecnología en mercados emergentes.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) está llamado a ser el siguiente paso en el camino hacia un mundo sin cables, ampliando la banca ancha inalámbrica a nuevos espacios y a mayores distancias. Además, reduce considerablemente el costo de proporcionar conectividad de banda ancha a nuevas áreas.

Entre las promesas de WiMAX destaca el que pueda ampliar el espectro de conectividad a 50 kilómetros, lo que supone un gran avance en comparación con los 91 metros de WiFi y los 9 de Bluetooth.

Cabe señalar que una de las razones de la popularización de la tecnología inalámbrica ha sido una efectiva y adecuada estandarización, pese a la “complejidad” que ha entrañado el 802.x. De hecho, WiMAX es un nuevo estándar que sigue esta numeración, por lo que se corresponde con 802.16. Su nombre completo es “Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems” y ha sido diseñado para que también pueda ser compatible con los estándares europeos, algo que no ocurrió con 802.11a, lo que retrasó su adopción.

La importancia de la tecnología WiMAX

WiMAX será una nueva opción de acceso a Internet de banda ancha, particularmente en zonas rurales gracias a su rápido despliegue con estaciones de base de muy amplia cobertura, ofreciendo un mejor servicio de banda ancha a precios similares a ADSL.

WiMAX puede transmitir y recibir datos a 70 megabits por segundo, 35 veces la velocidad de ADSL, las estaciones base de WiMAX tienen una cobertura de hasta 50 kilómetros y contrariamente al acceso inalámbrico “Wi-Fi”, que sólo permite la conexión con la web dentro de zonas muy restringidas.

Otra ventaja es que las estaciones base de WiMAX no son caras. Mediante antenas externas y “routers” la señal llega finalmente a las oficinas y casas y da conexiones de Internet tanto a ordenadores como a los móviles.

2. Ventajas de WiMAX para trabajar en bandas de frecuencia “libres”.

Desde hace ya algún tiempo la industria inalámbrica se ha estado preparando para una batalla entre la tercera generación (3G) de telefonía móvil, WiMAX y Wi-Fi. Los reportajes y reportes abundan tratando este conflicto emergente y el costo de reconciliar tres tecnologías aparentemente dispares.

Mientras que es cierto que hay cierta redundancia, las proyecciones de lo obsoleto de la tecnología inalámbrica es prematura. Una no necesariamente tiene

que tener éxito a expensas de la otra. Una visión más realista es que las tres tecnologías pueden y operarán en conjunto una vez un periodo turbulento entre las tres se produzca inicialmente. Puede ocurrir, dado el caso, que una de estas tecnologías puede conceder territorio en el corto plazo. Últimamente, las tres abren las puertas a oportunidades para la generación de ingresos que compensarán el terreno perdido. Habrá lugar para todo y todo estará en su lugar. Lo que se desconoce es como será ese lugar donde las tres coexistan.

WiMAX y Wi-Fi. Con cualquier tecnología siempre aparecen áreas de conflicto con las tecnologías existentes y WiMAX no es una excepción habiéndose posicionado entre la 3G y Wi-Fi en la industria inalámbrica. Por el lado Wi-Fi se entiende que WiMAX puede ofrecer mayor ancho de banda sobre una distancia superior. Por ahora, la ventaja en cuanto a costos de Wi-Fi le permite mantener una clara posición de dominio en los servicios de datos inalámbricos. De todas maneras, una vez que los costos de WiMAX sean más competitivos, las limitaciones de Wi-Fi en el exterior de edificios ayudará a un mayor despliegue de WiMAX. Como resultado, WiMAX se convertirá en el medio elegido para el transporte de banda ancha para varios modelos estratégicos de infraestructura que hasta la fecha han confiado en Wi-Fi. Este balance entre los costos de ambas tecnologías hará que ambas evolucionen a un ambiente donde ambas cooperaran a mayor nivel.

En América Latina y Europa, donde la mayoría de la población vive en edificios de apartamentos, hay un modelo natural para que ambos WiMAX y Wi-Fi coexistan. Un proveedor de servicio puede utilizar productos WiMAX en modo punto-a-multipunto o punto-a-punto para la oferta de múltiples megabytes de tráfico a un edificio. Wi-Fi puede ser entonces utilizado para distribuir servicios de Internet a las unidades del edificio, así como a otras zonas del edificio donde el uso de Internet sea requerido.

Algunas de las empresas del WiMAX Forum están desarrollando equipos que permitirán el uso de WiMAX como una tecnología de acceso para las

residencias combinado con la distribución a través de Wi-Fi en el hogar. Estos sistemas duales probablemente utilizarán una banda con licencia para WiMAX para realizar la conexión con la red del proveedor. Las bandas que no requieren de licencia serán utilizadas con Wi-Fi para proveer aplicaciones de ancho de banda dentro del hogar.

Finalmente, los productos WiMAX son ideales para realizar funciones de backhaul para los hot spots públicos. El backhaul es el mayor costo operacional para los proveedores de servicio mediante hot spots. La habilidad de utilizar productos WiMAX en espectro licenciado o sin licenciar para conectar a los hot spots públicos con los puntos de presencia del operador es uno de los principales factores detrás de la coexistencia entre WiMAX y Wi-Fi. WiMAX y la 3G. Mientras que Wi-Fi y WiMAX pueden ser vistas como dos tecnologías complementarias, la relación entre WiMAX y la 3G representa un modelo de negocios ligeramente diferente aunque igual de provechoso en el largo plazo.

El reportero de la agencia de noticias Reuters, Lucas van Grinsven, escribió el siguiente titular: "Muevase 3G, aquí viene WiMAX". Esta titular expone que WiMAX es una tecnología de ruptura que pone en juego miles de millones de dólares en la industria de las telecomunicaciones. Aunque esto pueda parecer verdad en la superficie, el potencial de unir a ambas tecnologías servirá finalmente para satisfacer los intereses de ambas.

El reto que hoy en día sufre la 3G y que seguirá por algún tiempo es la falta de eficiencia espectral. La oferta de servicios de voz y datos sobre redes de 3G está consumiendo la capacidad de estas redes rápidamente limitando mercados potenciales para la 3G.

WiMAX podría adquirir un rol importante a la hora de mejorar la eficiencia espectral y genera ingresos, ya que está preparada para realizar funciones de backhaul para las redes 3G. Esto permitiría a los operadores aliviar de carga de los servicios de datos en la porción de espectro destinado a servicios 3G para incrementar la disponibilidad de servicios de voz.

Teniendo WiMAX para los servicios de datos con una cuota fija por el servicio combinado con los servicios de voz facturados por minuto, que siguen representando la gran parte de los ingresos, podría incrementar los ingresos potenciales y la penetración de mercado de estos servicios. La clave para conseguir esto requiere la posibilidad de un hand-off sencillo entre ambas tecnologías.

Una nueva perspectiva sería que mientras que los puntos a favor y en contra de cada oferta son conocidos por muchos, la competencia entre WiMAX, Wi-Fi y la 3G no necesariamente resultará en la “victoria” de una de estas tecnologías. Lo que diferenciará a los ganadores de los perdedores será el uso de éstas para satisfacer de manera eficiente sus necesidades como negocio. La tendencia ha sido ver a estas tecnologías como un conflicto donde una debe prevalecer sobre las otras. Con cooperación todas pueden encontrar su lugar.

Mientras las redes se están construyendo con los productos WiMAX en el horizonte, todavía hay debate sobre cuando las redes WiMAX serán por primera vez implementadas con algunas condiciones le ha dado a WiMAX un mercado mucho más amplio.

Ahora el IEEE está trabajando en la mejora del estándar todavía hay debate sobre cuando las redes WiMAX serán por primera vez implementadas con éxito. Hay tres temas que están apuntalando este debate:

1. No hay productos WiMAX certificados por el WiMAX Forum todavía. La primera certificación de interoperabilidad no estará disponible hasta mediados del 2005.
2. La primera generación de perfiles WiMAX únicamente definen las capacidades mínimas de WiMAX. Los fabricantes deben implementar muchas de las capacidades opcionales de WiMAX para conseguir el rendimiento que se acerque a lo que hoy es posible con tecnologías propietarias.

3. La industria debe avanzar con cautela con los lanzamientos iniciales de WiMAX dadas las dificultades que frenaron en su día la adopción de Wi-Fi (IEEE 802.11) que duraron dos años y crearon un número de interoperabilidades para todos los involucrados.

El deseo de acelerar la puesta en marcha de WiMAX es fuerte. WiMAX tiene la intención de proveer estándares definitivos para soluciones para los operadores que pueden ser escalables para apoyar miles de usuarios con una sola estación base y proveer diferentes niveles de servicios desde voz hasta aplicaciones de banda ancha tales como video, en bandas espectrales con o sin licencia.

Al permitir productos basados en estándares con menos variantes y mayores volúmenes de producción, WiMAX puede impulsar una reducción en el costo de los equipos y hacer la banda ancha inalámbrica un competidor con las otras tecnologías de acceso existentes.

Pronto una sola estación base proveerá suficiente velocidad de datos para ofrecer simultáneamente a más de 60 negocios con conectividad del tipo T1 y cientos de hogares con conectividad tipo DSL.

Esto representa un cambio radical en el modelo de negocio de acceso inalámbrico con el beneficio para los fabricantes y operadores involucrados. Es importante, de todas maneras, mencionar que el cambio está lejos de haberse producido completamente. El rol de WiMAX ha sido magnificado considerablemente en el último año por la prominencia de Wi-Fi.

El potencial de WiMAX para dramáticamente mejorar el potencial de Wi-Fi con servicios de backhaul para los hotspots y extendiendo la red unas 30 millas en Ahora el IEEE está trabajando en la mejora del estándar 802.16e con la intención de tomar ventaja de la inherente movilidad de los datos inalámbricos. La enmienda 802.16, que también es llamada red metropolitana inalámbrica (MAN, por sus

siglas en inglés), permitirá a una sola estación base ofrecer banda ancha móvil y fija. WiMAX intenta rellenar el hueco entre las redes WLAN y las redes celulares.

En otras palabras, WiMAX está evolucionando en una gran variedad de perfiles para una gran variedad de necesidades. Se sabe que en general las características para un producto WiMAX totalmente funcional incluirán la capacidad de funcionamiento fuera del campo de visión (Non-Line-Of-Sight o NLOS por sus siglas en inglés), una capa física OFDM, TDD y FDD duplexing y un protocolo inteligente MAC para el uplink/downlink para reducir la latencia y el temblor.

Aún así los productos pre WiMAX no incorporan muchas de las técnicas avanzadas de la conexión de radio requeridas para poder ofrecer lo que WiMAX promete sobre el papel. Lo mismo será verdad para los primeros productos certificados por el WiMAX Forum que se esperan estén en el mercado a mediados de 2005. Como resultado los operadores deben elegir equipos pre WiMAX con cuidado para asegurarse que les incluya las capacidades y desempeño que les permita desarrollar su red de una manera efectiva en cuanto a costos.

De hecho, la elección puede ser algo más complicada. El WiMAX Forum ha apoyado la capa física OFDM256 con 802.16 para la primera generación de productos WiMAX. Aún así, ya que el análisis muestra que el volumen será impactado por la portabilidad/movilidad apoyo dentro del IEEE para OFDM ha ido en aumento.

De hecho, OFDM está siendo mejorada para 802.16e y se le llama Scalable OFDM (SOFDMA). En Corea, la Asociación de Tecnologías de telecomunicaciones (TTA, por sus siglas en inglés) ha decidido recientemente alinear su estándar de Internet de alta velocidad conocido como WiBRO con la variante OFDM 802.16.

Intel también ha anunciado en una conferencia de la industria que SOFDMA será la capa física elegida para el futuro de las aplicaciones WiMAX fijas y

móviles. Y, es importante mencionar, que SOFDMA no es compatible hacia atrás con OFDM256. Para los proveedores de servicio que no pueden esperar a los productos WiMAX finales la elección está entre utilizar pre WiMAX equipos o tecnologías propietarias que puedan ser migradas a WiMAX.

WiMAX vs Wi-Fi

La pregunta más frecuente con respecto a WiMAX, es la diferencia entre esta nueva norma y la norma de Wi-Fi. La respuesta se encuentra en la definición de cada aplicación. WiMAX fue diseñado para redes metropolitanas (MAN), también conocido como “Última Milla”.

Wi-Fi fue diseñada para redes locales (LAN), también conocido como “Distribución en Sitio”.

Definamos estos dos términos con un simple ejemplo: Cuando una empresa telefónica (Carrier) provee el servicio a un suscriptor, se conecta un cable del nodo de acceso (NAM) más cercano hasta el sitio del suscriptor. La distancia de este cableado puede ser unos cien metros, o varios kilómetros. Esta conexión es la Última Milla.

Dentro de la edificación del suscriptor se distribuye los servicios a cada teléfono y/o computador. Esta es la Distribución en Sitio.

La primera norma inalámbrica (802.11) fue desarrollada durante los años 1995-1998 como una alternativa al cableado estructurado de redes LAN (CAT-5). Esta norma fue diseñada para ofrecer “conexión Ethernet inalámbrica”. Mas adelante, la certificación Wi-Fi fue elaborada para ofrecer una garantía de interoperabilidad entre productos 802.11 de diferentes fabricantes.

Para entender mejor las aplicaciones para la cuales Wi-Fi fue diseñado, hay que imaginar una red Ethernet dentro de una oficina durante los años noventas. No se usaba las redes Ethernet para voz o video, no había seguridad entre PCs

en la misma red, no existía un concepto de redes divididas por división en la empresa (VLAN), y las aplicaciones que se usaban eran mucho más sencillas.

El requerimiento era una red dentro de una oficina. Wi-Fi fue diseñado para ambientes inalámbricos internos y las capacidades sin línea de vista (NLOS) son posibles únicamente para unos pocos metros.

A pesar de este diseño y de todas las limitaciones, había muchos proveedores de Internet (ISP) que implementaban radios Wi-Fi para servicio de Última Milla. Debido al diseño de Wi-Fi, los servicios en estas redes eran bastante limitados.

En los últimos años se ha visto mucho desarrollo en Wi-Fi y Ethernet para adaptarse a los cambios en las redes de datos. Esto incluye mejor seguridad (encriptación), redes virtuales (VLAN), y soporte básico para servicios de voz (QoS).

En conclusión, Wi-Fi fue diseñado para redes locales (LAN) para distancias cortas dentro de una oficina.

WiMAX está basado en la norma 802.16. Esta norma fue diseñada específicamente como una solución de Última Milla, y enfocada en los requerimientos para prestar servicio a nivel comercial. WiMAX puede entregar todos los niveles de servicio y tipos de servicio necesarios para un Carrier. Para empezar, su diseño contempla la necesidad de varios protocolos de servicio.

Una conexión WiMAX soporta servicios paquetizados como IP y voz sobre IP (VoIP), como también servicios conmutados (TDM), E1/T1 y voz tradicional (clase-5); también soporta interconexiones de ATM y Frame Relay.

WiMAX facilita varios niveles de servicio (MIR/CIR) para poder dar diferentes velocidades de datos dependiendo del contrato con el suscriptor. Un radio WiMAX tiene la capacidad de entregar varios canales de servicio desde la misma conexión física. Esto permite que múltiples suscriptores estén conectados

al mismo radio (CPE); cada uno con una conexión privada con el protocolo y nivel de servicio que éste requiera.

Esta solución garantiza tener múltiples suscriptores que se encuentran en un mismo edificio (MDU). Adicionalmente a los servicios que WiMAX puede ofrecer, la tecnología de transmisión OFDM es una solución robusta para operar en condiciones donde no hay línea de vista (N-LOS) a distancias de varios kilómetros. Esto es un requerimiento obligatorio para un caso de negocios de servicio inalámbrico en la Última Milla.

WiMAX y Wi-Fi son soluciones complementarias para dos aplicaciones bastante diferentes. Wi-Fi fue diseñado para el uso privado en una oficina cerrada para una red Ethernet. WiMAX fue diseñado para que un Carrier lo use en la Última Milla para dar servicios a suscriptores con requerimientos distintos, y tarifas distintas.

En el futuro es posible que WiMAX crezca hasta soportar aplicaciones que hoy en día no son soportadas, como movilidad y PCs personales (PDA). Pero estos son visiones del futuro. La promesa de WiMAX hoy día, es la de un radio estandarizado, de bajo costo que entrega servicios de categoría Carrier y que funciona bien en la Última Milla donde no hay línea de vista.

3. Seguridad actual de tecnologías inalámbricas.

Las redes inalámbricas son fáciles de detectar. Con el objetivo de facilitar la conexión a los usuarios las redes emiten gran cantidad de información acerca de su configuración. Esta información es exactamente lo que un hacker necesita para lanzar un ataque.

Los accesos a la red no autorizados al funcionar prácticamente tan pronto como se conecta, la mayoría de puntos de acceso inalámbrico instalados sin supervisión utilizan la configuración por defecto. El problema principal es que esta

configuración por defecto normalmente carece de todas las medidas de seguridad aplicables.

Al igual que las redes Ethernet, las redes 802.11 no realizan autenticación de “frames” (paquetes) de datos. Cada “frame” tiene una dirección de origen, pero no existe ninguna garantía de que la estación de origen fuese la que realmente emitió los datos.

Otra técnica de ataque también utilizada es instalar un punto de acceso que pretende formar parte de la red. No existe ningún mecanismo que permita verificar que se trate de un punto de acceso legítimo.

El LEAP (ataques de diccionario) es una variante del protocolo EAP de protección de las redes wireless que fue desarrollado por Cisco Networks para cumplimentar el estándar 802.1x del IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers).

El LEAP es un protocolo de autenticación mutua que se "apoya" en un secreto compartido que es la clave de acceso del usuario y que como es lógico es conocida por el mismo usuario y "la red" y es utilizada para responder a los desafíos del servidor RADIUS que debe autenticar y autorizar al usuario.

La dirección MAC (Media Access Control) es un número que identifica tanto a los Puntos de Acceso como a las tarjetas inalámbricas y demás dispositivos.

Los Puntos de Acceso pueden programarse con un listado de los dispositivos que están autorizados a conectarse a la red, de esta manera el PA controla quiénes son los que se están conectando y permite, o no, su ingreso al sistema. Este método presenta varias desventajas, algunas de ellas de tipo logístico y las otras referidas a la seguridad de la red.

Durante los últimos cuatro años las expectativas y realidades en torno al acceso de última milla de banda ancha por medio inalámbrico han creado una ventana de oportunidad para fabricantes, integradores y prestadores de servicios

difícil de ignorar. Hoy por hoy los dos términos asociados con esta tecnología son IEEE 802.16 y WiMAX.

IEEE 802.16. Lo que en su momento inició como el estándar 802.16 de la IEEE y que definía soluciones para acceso en los rangos de frecuencia de los 2 a los 60 GHz, recientemente ha sido ratificado en su última versión, la 802.16-2004 (antes 802.16d, y que reemplaza a la versión 802.16a), para los rangos de 2 a 6 GHz. El estándar IEEE 802.16-2004 define los parámetros de la interfase inalámbrica para acceso de banda ancha a nivel físico y de acceso al medio (MAC). Las principales diferencias que existen con la versión anterior, el 802.16a, se relacionan con el consumo de potencia en los sistemas. Como siguiente fase se prevé la adición de movilidad bajo la versión 802.16e, la cuál se espera se materialice para el año 2006.

Los cuatro años de trabajo en torno a este estándar han definido los siguientes parámetros, entre los más importantes, para la transmisión inalámbrica:

Un efecto adicional que se ha dado a raíz de este estándar es la participación de fabricantes de chips, como es el caso de Intel, Fujitsu, Wavesat y Sequans Communications. Estas empresas están en el proceso de implementar lo definido bajo el estándar 802.16-2004 en sus chipsets para proveer de estos a los fabricantes de equipos. Empresas como Alvarion, Airspan y Aperto Networks se encuentran colaborando con Intel, mientras que Wi-LAN trabaja con Fujitsu y otras como WaveRider o ZTE con Wavesat.

Actualmente se espera que los chips 802.16-2004 estén disponibles durante el último cuarto del 2004. Una vez liberados, los fabricantes de equipos tendrán la opción de utilizarlos dentro de sus propios sistemas.

La ventaja de esta evolución de mercado se traduce en economías de escala, lo cual conlleva una reducción de costos en infraestructura. Una ventaja adicional de tener un estándar y chipsets que lo implementen es la de interoperabilidad de equipos.

El Foro WiMAX. A raíz de los avances hechos bajo este estándar y en realidad debido también a el grado de madurez alcanzado por la tecnología, a la mayor participación de fabricantes y vendedores, a las necesidades del mercado de disponer de equipamientos estándar y de menor costo y a los avances regulatorios en materia de espectro radioeléctrico en diferentes partes del mundo, en 2003 se fundó el Foro WiMAX. Basándose en los lineamientos definidos por el estándar 802.16, el Foro WiMAX se enfoca en promover la interoperabilidad entre diferentes marcas para soluciones de última milla.

Haciendo una analogía, WiMAX es al estándar 802.16 lo que Wi-Fi es al estándar 802.11. El Foro WiMAX integra hoy en día a más de 100 miembros entre los cuáles se tienen fabricantes de chips, fabricantes de equipos y prestadores de servicios. En particular, el Grupo de Trabajo de Certificación (Certification Working Group) tiene como tarea definir las pruebas de interoperabilidad necesarias para alcanzar la certificación WiMAX en equipos. Se espera que estas pruebas se terminen de definir a fines de este año y serán específicas a ciertos perfiles de operación. Consecuentemente, la primera fase de certificación involucra equipos en 5.8 y en 3.5 GHz, mientras que una segunda fase involucra equipos en 2.5 GHz. Es importante recalcar que el concepto de WiMAX se basa en la interoperabilidad.

Por lo mismo, para que un equipo pueda ser certificado como WiMAX debe de haber pasado pruebas de interoperabilidad con otros. Los lineamientos actuales definen que deben ser al menos tres las empresas con equipos estándar dispuestas a hacer pruebas antes de que estas se puedan iniciar.

El Forum WiMAX también está trabajando en la elaboración de notas técnicas que definan y aclaren algunos de los conceptos que han sido mal interpretados recientemente en torno a la operación sin línea de vista, el rango de cobertura de los equipos y la interoperabilidad.

Definitivamente la industria inalámbrica está viviendo un momento único. La disponibilidad de tecnología probada, la creación de estándares y grupos de

trabajo y la gran necesidad de llevar el acceso multiservicios a zonas no abastecidas hacen de esta tecnología no sólo un mecanismo de competitividad sino una herramienta social, la cuál puede ser implementada en relativamente cualquier parte del mundo.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

La tecnología WiMAX es similar al WiFi, pero de prestaciones mucho más avanzadas. Los equipos WiMAX proporcionarán canales para transmitir video, datos y voz a velocidades de 70 Mbps en distancias de hasta 50 Km. Lo cual es más que suficiente para proporcionar acceso a Internet en urbanizaciones de viviendas, en barrios, o pequeñas ciudades.

Esta tecnología está basada en el estándar IEEE 802.16 Wireless Metropolitan Area Network (WMAN), con el objeto de proporcionar acceso a la banda ancha vía radio. Las empresas involucradas comentan que más que ser competencia del WiFi, esta tecnología será el complemento ideal para aquellas zonas donde el xDSL y las empresas de cable no llegan.

WiMAX puede trabajar en bandas de frecuencias comprendidas entre los 10 y 60 GHz con múltiples portadoras y de forma simétrica.

Una de las ventajas es que podrá trabajar en bandas de frecuencia "libres", por lo que no habrá que pedir licencia para ofrecer ese tipo de servicios. Gracias a la multitud de empresas involucradas en esta tecnología, se espera que saldrán al mercado diversidad de productos compatibles lo cual implicará una amplia oferta a precios reducidos. Se puede destacar lo siguiente:

Aunque el enfoque pudiera parecer muy similar al de los operadores de tecnologías como LMDS o WLL (Wireless Local Loop), que ya están funcionando en España. Hay que destacar que la tecnología WiMAX nace con el objeto de poder trabajar en diversidad de frecuencias, muchas de ellas consideradas hasta la fecha bandas libres, por lo que no se necesita licencia.

Se supone que con el tiempo, cuando estos productos lleguen al mercado, los gobiernos serán coaccionados para que modifiquen las leyes para que esta tecnología no haga daño a los operadores establecidos. Nadie imaginaba hace 3 años que el WiFi iba a servir como método de acceso a Internet gratuito en

comunidades vecinales o campus, y la tecnología WiMAX, con un enfoque similar podría arrasarse bajo el concepto "yo me lo guiso yo me lo como" sin necesidad de pagar licencias.

Por otro lado, se quiere puntualizar que esta tecnología puede ser un duro competidor para los sistemas de acceso a Internet por PLC (Powerline Communications) que acaban de empezar a ofrecer las empresas eléctricas en España, las cuales tienen como potencial nicho de mercado aquellas poblaciones donde no llega el ADSL o el modem de cable.

La eliminación de los cables es una tendencia que se ve en diversos frentes. En primera instancia se encuentran las redes de área personal (PAN, por sus siglas en inglés), que habilitan la 'comunicación' entre dispositivos personales como el PC, la impresora, un video proyector, el celular, el computador de mano, etc. La tecnología usada es Bluetooth, que ofrece una velocidad de menos de 1 Mbps y un alcance de 9 metros.

Otra tecnología es Wi-Fi, cuya versión más reciente es 802.11g. Esta transmite datos a máximo 54 Mbps y con un alcance de aproximadamente 100 metros. Se encuentra en pleno crecimiento en empresas y hogares. Permite que los empleados puedan tener acceso a los recursos de la red corporativa (Internet, correo, bases de datos, etc.) desde sus portátiles o computadores de mano sin necesidad de cables. También se usa en lugares públicos y hogares.

WiMAX (del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, interoperabilidad mundial para acceso por microondas) es un estándar de transmisión de datos desarrollado por el grupo de trabajo IEEE 802.16.

Su objetivo es la provisión de vínculos inalámbricos de banda ancha para redes de área metropolitanas. Promete brindar acceso a Internet de hasta 75 Mbits por segundo (equivalente a una línea T1), sobre una distancia de varios kilómetros, utilizando, entre otras, frecuencias no licenciadas alrededor de los 5GHz.

En WiMAX, las Estaciones Base (BS) están conectadas a redes públicas y brindan acceso a Estaciones Suscriptoras (SS) que típicamente darán servicio a un edificio o un campus.

El ETSI ha desarrollado una tecnología equivalente, conocida como HiperMAN. El WiMAX Forum, una alianza de empresas cuyo objetivo es la promoción de estándares de banda ancha inalámbricos mediante la prueba y certificación de la interoperabilidad de equipos, está impulsando además la convergencia de ambas tecnologías.

Los primeros productos comerciales estarían disponibles en el mercado a fines del año 2005. En el futuro competirá con estándares de telefonía móvil tales como EvDO.

Aplicaciones de WiMAX

1. Redes Backhaul

Con las tecnologías basadas en IEEE 802.16a, tenemos opciones para la conexión de los terminales móviles. Competencia para la nueva tecnología UMTS podremos conectar los nuevos terminales a las redes WiMAX accediendo desde cualquier punto y de una manera más económica a Internet o también ofrecer voz sobre IP a través de la red WiMAX.

2. Demanda de Banda ancha

La conexión de banda ancha es muy importante para muchos negocios y organizaciones. Se tarda mucho tiempo en poder conectar una línea T1/E1 (meses), si el servicio no está disponible en el edificio. Viejos edificios en áreas metropolitanas deben tener en cuenta que enlazar cables puede resultar difícil. Las tecnologías inalámbricas pueden ser capaces de ofrecer servicios con unas velocidades comparables a las tecnologías de cable, una solución que podría tardar días y supone un costo mucho más reducido.

3. Banda ancha residencial

Las tecnologías DSL están limitadas en distancia a la central, es por esto que muchos lugares urbanos y suburbanos no pueden tener servicios DSL. El coste de la instalación de nuevas líneas de cable es un punto en contra de la extensión de la banda ancha cableada en zonas urbanas con baja densidad de población.

El rango de los sistemas basados en IEEE 802.16a, en los cuales no es necesario tener línea de visión con los puntos de acceso, la banda ancha, flexibilidad y un bajo coste de instalación y mantenimiento supera las limitaciones del cable tradicional.

4. Áreas sin servicio

La tecnología inalámbrica basada en IEEE 802.16 es una buena elección para lugares rurales o áreas alejadas con poca densidad de población. Esto es debido a que en estos lugares no existe infraestructura cableada, o no se puede ofrecer servicios de banda ancha con calidad suficiente, debido a la lejanía de las centrales telefónicas.

5. Mejora de las conexiones inalámbricas

Debido al aumento de puntos de acceso de la 802.11 (Wi-Fi), los usuarios querrán estar conectados inalámbricamente, inclusive cuando se encuentren fuera de la cobertura del punto de acceso más cercano. La norma IEEE 802.16e (extensión de la norma 802.16a) introduce nuevas capacidades móviles que permiten a los usuarios conectarse a WISP (Wireless ISP), incluso si ellos se encuentran trasladándose fuera de su casa o lugares de trabajo, o viajar a otra ciudad que posea también otro WISP.

Características de WiMAX

1. Ancho de Banda

Usando un robusto esquema de modulación, IEEE 802.16 permite un alto ancho de banda a larga distancia con una alta eficiencia en el nivel espectral, lo cual también tolera las reflexiones de las señales.

La modulación dinámica permite a la estación negociar el caudal por rango. Por ejemplo: Si una estación no pudiera establecer un buen enlace con un usuario, usando el orden de modulación más alto (64 QAM), el orden de modulación se reduciría (16 QAM o QPSK), lo cual reduce el ancho de banda pero incrementa la distancia efectiva.

2. Escalabilidad

La IEEE 802.16 soporta canales de ancho de banda flexibles.

Por ejemplo. Si se le asigna a un operador 20 MHz ancho de banda, este puede dividirlos en dos sectores de 10 MHz cada uno, o en 4 de 5 MHz. El operador puede aumentar el número de clientes siempre que mantenga un buen rango de distancia y un buen caudal de transmisión.

3. Cobertura

Sumándose al esquema de modulación dinámica, 802.16 puede soportar tecnologías para aumentar la cobertura, incluyendo topología de mallas.

Mientras sigan mejorándose las tecnologías de radio y los costes bajen, la capacidad de aumentar la cobertura y los caudales de velocidad usando múltiples antenas mejorará enormemente la cobertura en lugares de muy difícil acceso.

4. Calidad del Servicio (QoS)

La capacidad de voz es muy importante. Por esta razón IEEE 802.16 incluye características de QoS en sus servicios, ya que el video y el sonido requieren redes de bajo retardo.

Una de las grandes características de la MAC del 802.16 es que capacita al operador de garantizar grandes niveles de calidad para las empresas, tales como niveles de servicio T1 similares a los niveles del cable, todo con la misma estación base.

5. Seguridad

Características de encriptación y seguridad se incluyen también en el estándar 802.16.

Beneficios

WiMAX está dirigida especialmente a las ciudades densamente pobladas. Está optimizado para trabajar sin línea de vista, es decir no hay necesidad de ver la red para poder comunicarse y de este modo la señal podrá pasar edificios completos sin necesidad de contar con radio base y sin ningún problema, cosa que hoy no ocurre con Wi-Fi.

Pero esta nueva tecnología no es sólo un avance en cuanto calidad de conexión en el mundo inalámbrico, sino que también se espera que pueda proveer de banda ancha a cualquier lugar sin posibilidad de acceso por cables. Gracias a una capacidad de cobertura de aproximadamente 50 Km y con un costo relativamente bajo, podría ser especialmente útil para lugares alejados tales como poblaciones rurales donde no existe acceso a la banda ancha tras el rápido despliegue de estaciones base de amplia cobertura.

Comparación entre IEEE 802.16 e IEEE 802.11

	802.11	802.16	Diferencias Técnicas
Distancia (rango)	100 m. (pueden añadirse puntos de acceso para mayor cobertura)	Por encima de los 50 Km.	802.16 tolera mayor recorrido, reflexiones, aplicando 256 FFT vs 64 FFT para 802.11
Cobertura	Optimizada para interiores, pequeño rango	Preparada para exteriores, soporta técnicas avanzadas de antenas	Los sistemas 802.16 tienen una mayor ganancia, permitiendo gran penetración a través de obstáculos a grandes distancias
Escalabilidad	Preparada para aplicaciones LAN, soporta desde 1 a 10 usuarios por cada punto de acceso Tamaños de canales fijos (20 MHz)	Diseñado para un uso eficiente desde 1 hasta cientos de puntos de acceso, con usuarios ilimitados por cada punto de acceso. Tamaños de canal flexibles desde 1.5 MHz hasta los 20 MHz	El protocolo MAC usa en 802.11 CSMA/CD, mientras 802.16 emplea la Dinámica TDMA 802.11 solo se puede emplear en un espectro exento de licencias, con un número limitado de canales. 802.16 se puede usar en todas las frecuencias, soportando múltiples canales
Tasa de Bits	2.7 bps/Hz hasta 54 Mbps por canal de 20 MHz	5 bps/Hz hasta 100 Mbps por canal de 20 MHz	La gran modulación acompañada de un flexible sistema de corrección de errores resulta muy eficiente en el uso del espectro de frecuencia
QoS	No esta soportado	QoS integrado en la MAC -> voz/video y distintos niveles de servicio	802.11: MAC (CSMA/CD) como una Ethernet inalámbrica 802.16: TDMA Dinámica permitiendo ancho de banda bajo demanda

Recomendaciones

Dentro de los tipos de topología se podrían hacer varias recomendaciones para diseñar una red inalámbrica e impedir lo máximo posible el ataque de cualquier intruso.

Como primera medida, se debe separar la red de la organización en un dominio público y otro privado. Los usuarios que proceden del dominio público (usuarios de red inalámbrica) pueden ser tratados como cualquier usuario de Internet. Así mismo, instalar Firewalls (Murallas de Fuego) y mecanismos de autenticación entre la red inalámbrica y la red clásica, situando los puntos de acceso delante del firewall y utilizando VPN a nivel del firewall para la encriptación del tráfico en la red inalámbrica. Los clientes de la red inalámbrica deben acceder a la red utilizando SSH, VPN o IPSec y mecanismos de autorización, autenticación y encriptación del tráfico (SSL). Lo ideal sería aplicar un nivel de seguridad distinto según que usuario accede a una determinada aplicación.

La utilización de VPN's impediría la movilidad de las estaciones cliente entre puntos de acceso, ya que estos últimos necesitan intercambiar información sobre los usuarios conectados a ellos son reiniciar la conexión o la aplicación en curso, lo cual no soporta cuando se utilizan VPN. Como contradicción, es recomendable no utilizar excesivas normas de seguridad porque podría reducir la rapidez y la utilidad de la red inalámbrica. La conectividad entre estaciones cliente y PA es FCFS, es decir, la primera estación cliente que accede es la primera en darle el servicio, además el ancho de banda es compartido, motivo por el cual se debe asegurar un número adecuado de puntos de acceso para atender a los usuarios.

También se podría adoptar medidas descomunales para impedir la intrusión, como utilizar receivers (Signal Leakage Detection System) situados a lo largo del perímetro del edificio para detectar señales anómalas hacia el edificio, además de utilizar estaciones de monitoreo pasivas para detectar direcciones MAC no registradas o clonadas y el aumento de reautenticación.

Los dispositivos inalámbricos serán más avanzados, ofreciendo nuevas capacidades, transportándolo virtualmente a opciones sin límites en comunicaciones, información y entretenimiento.

La tecnología Wi-Fi se ha puesto de moda en el mundo porque permite estar conectado a la red desde cualquier punto de la casa, el centro de trabajo o un lugar público.

Su gran popularidad y versatilidad ha permitido que el servicio se expanda rápidamente, sobre todo en Estados Unidos, donde ya se estima existen 16 millones de dispositivos sin cables. Aquí es donde entra a jugar una tecnología que tiene todo (bajo mi muy humilde punto de vista) de ser una tecnología disruptiva, es decir, una tecnología que puede tener profundo impacto en la industria en la cual se inserta (en este caso la industria de las comunicaciones) y de las potencialidades que le ofrece a sus usuarios. Esta tecnología que conoce como WiMAX.

En algún lado leí que si Wi-Fi fuera un walkie-talkie WiMAX sería una estación de radio, y es que WiMAX ofrece la promesa de poder crear una red wireless en una extensión geográfica que se mide en kilómetros a la redonda versus las decenas o centenas (dependiendo de las condiciones) de metros que ofrece la tecnología Wi-Fi.

Lo interesante de esta tecnología, además de cumplir el sueño de más de alguno de la movilidad metropolitana (entre ellos el de su segura servidora), es que prácticamente "rompe" el monopolio de las grandes compañías telefónicas en lo que se refiere "a la última milla", tecnicismo con el que se conoce el método de interconexión entre la residencia o la compañía y el punto de acceso más cercano a la red de la telefónica en cuestión.

La parte disruptiva de esta tecnología (además que obliga a los proveedores tradicionales del servicio de banda ancha de datos a re-planear su

estrategia) tiene que ver con la gran cantidad de aplicaciones que se podrían realizar si en una ciudad se contara con una red inalámbrica metropolitana (RIM).

Aplicación 1:

Supongamos que Tibás, contara con una RIM e imaginemos que teniendo un Presidente Municipal Progresista, girara una ley en donde todos los vehículos que entran al cantón tuvieran que contar con una interfase WiMAX y un localizador GPS y que cada 5 minutos los vehículos tuvieran que transmitir un identificador único al área (o al coche, pero supongamos que queremos proteger la privacidad del individuo) y su posición a un "servidor central". El servidor central a partir del "identificador único" (ID) y de las posiciones reportadas puede determinar a partir de la información recibida de los cientos o miles de vehículos, el promedio de velocidad en cada una de las calles de Tibás y enviar esta información a un display a cada uno de los vehículos del cantón. Con ayuda del GPS, el display del vehículo mostraría el tráfico alrededor de cierto número de kilómetros (o cientos de metros, la escala sería configurable) y el chofer a partir de esta información podría hacer su decisión sobre cual sería la mejor ruta a seguir. Ahora bien, como el presidente municipal además de progresista es bueno para los negocios, esta información en lugar de transmitirla gratuitamente a los chóferes, la distribuiría sólo a aquellos que se han suscrito (previo pago de una módica cuota) al servicio.

Aplicación 2:

Si ya existe una RIM, porqué no pensar en que todos los habitantes de dicha metrópoli cuenta con un dispositivo VoIP (otra tecnología que para su humilde servidora también es disruptiva) para poder contar con una especie de "instant messaging always on (mensajes instantáneos)" (sin importar si uno va en el bus, está en el baño o cerca de una computadora).

Aplicación 3:

O tal vez para los publicistas, poder ofrecer publicidad selectiva al mismo display de la aplicación número 1 dependiendo de la ubicación (determinada a partir del GPS del vehículo) por donde está pasando el automóvil?

Aplicación 4:

O así como Internet vino a hacer tambalear a la industria de distribución de contenido (libros, música, películas, etc.) hacer que con la RIM cualquier persona pudiera tener su propia estación de radio de manera legal (sin necesidad de hacer uso de espectro no licenciado por el gobierno, o lo que se conoce como "radio pirata") con la "potencialidad" de poder llegar a millones de personas con walkman IP, iPods, handhelds o hasta dispositivos celulares.

Aplicación 5:

Suponiendo que cambiamos de escala, y en lugar de contar con una sola RIM hacemos que las RIMs de varias ciudades de un país pudieran entrelazarse entre sí creando una red de RIMs (RRIM) y hacer que las mismas aplicaciones mencionadas anteriormente "operen" ahora a nivel nacional. O mejor aún, que tal si las RRIMs de varios países se "unen" entre sí creando una InterRRIM (IRRIM). Podría señalar esto el "fin" 1 de Internet? o viéndolo bajo la perspectiva optimista, será esta la dirección para donde va Internet?

Esto sería como un empuje a de la dirección estratégica que debiera llevar el país en la parte de comunicaciones. Sería la mejor manera para un gobierno de empezar a dar a sus ciudadanos el sueño del ancho de banda libre (habría que hacer números, pero con el sueldo de un año de nuestros gloriosos hombres de la política, hasta se anda pagando buena parte del inicio del proyecto, el resto del financiamiento podría salir de un "impuesto tecnológico" cobrado a los que hacen uso comercial de la infraestructura puesta del gobierno (soñar en que la tecnología del país avance no cuesta nada).

El objetivo de Intel al participar en el desarrollo de WiMAX es el de potenciar la interoperabilidad entre las diversas soluciones que se encuentran en el mercado; por otro lado, se pretende que el chip y el software de gestión necesarios para la recepción vayan incorporados "de serie" a los PCs de manera estándar en dos o tres años.

Intel piensa en el despliegue de WiMAX utilizando antenas externas que puedan recibir la señal en las casas y oficinas. Allí, un "router" tomaría la señal WiMAX y daría conexiones de Internet a las computadoras. Finalmente, las computadoras y los aparatos móviles podrían conectarse directamente a la señal WiMAX.

De todos modos, Carlos Morell, director general de Iberbanda (es un operador de servicios globales de comunicación en banda ancha, que comenzó a prestar servicio en España a través de la tecnología de acceso vía radio o LMDS (Local Multipoint Distribution System)), señaló que su intención no es "dar servicio sólo a las grandes empresas, sino también en los hogares". De momento, para implantar los equipos de recepción WiMAX es preciso instalar una pequeña antena, que no será precisa dentro de un tiempo, en cuando gran parte de los equipos disponga de características WiMAX.

Es por ello que, Intel, el mayor fabricante de chips del mundo, y la firma francesa de equipos de telecomunicaciones Alcatel, han llegado a un acuerdo para desarrollar y promocionar conjuntamente productos para una emergente tecnología de comunicaciones inalámbricas, la cual es WiMAX. La alianza ofrecerá productos para la segunda mitad del próximo año, ya que WiMAX ofrece acceso de alta velocidad a Internet donde no son factibles conexiones con cable.

Alcatel es uno de los mayores fabricantes del mundo de equipos de alta velocidad utilizados tanto por las operadoras como por los consumidores para conectarse a Internet.

Operadoras de telecomunicaciones de seis países están evaluando a WiMAX como una posible nueva oferta de servicios de Internet, así lo informo Intel a principios de este año. La tecnología puede cubrir una zona de 48 kilómetros con acceso a Internet a muy alta velocidad. Intel ha gastado cientos de millones de dólares promocionando Wi-Fi, una tecnología inalámbrica de corto alcance utilizada en hogares, empresas y lugares públicos, y considera a WiMAX como la próxima oportunidad para llevar Internet a zonas como áreas rurales y países en desarrollo sin conexiones por cable.

La compañía Intel ha confirmado su planteamiento de añadir la tecnología inalámbrica WiMAX en los portátiles que monten sus procesadores durante el año 2006. Lonnie McAlister, representante de Intel, se pronunció a favor de esta tecnología con respecto al Wi-Fi, opinando que el crecimiento potencial es muy superior.

Se prevee la instalación para el año que viene de equipos para los proveedores mayoristas, y posiblemente para el año siguiente llegue la tecnología a los consumidores finales, agendas PDA, portátiles y otros dispositivos móviles.

El fabricante de hardware (Intel), apoya firmemente esta nueva tecnología de transmisión de datos sin cables. Sean Maloney, director general de esta compañía, asegura que en breve tendremos implantada esta tecnología en aparatos de consumo tan habituales como los teléfonos móviles, reproductores musicales y hasta en los vehículos, permitiéndonos descargar todo tipo de contenido multimedia a medida que lo necesitemos.

Este estándar nos permitirá obtener una tasa de transferencia de cerca de 2 megabits por segundo, y un rango de cobertura de hasta 50 Km., cosa impensable para los 802.11g/b. El único inconveniente que presentan los prototipos de estos dispositivos es que son demasiado grandes y consumen demasiada energía, lo que hace que aún no se puedan incorporar en aparatos de bajo consumo, tipo PDA, ya que minimizarían su utilidad y portabilidad.

El chip Rosedale de próxima aparición se comienza a mostrar ahora; con componentes 802.16-2004 altamente integrados para equipamiento inalámbrico económico. Intel Corporation dio a conocer los detalles técnicos más importantes de su chip inalámbrico de banda ancha de próxima aparición para productos WiMAX, que hará posible el acceso inalámbrico a Internet de alta velocidad y larga distancia para hogares y empresas.

Se espera que el componente inalámbrico con nombre en código "Rosedale", sea el primer diseño de "sistema en un chip" para equipo de premisas de clientes (CPE, por sus siglas en inglés) de bajo costo compatible con IEEE 802.16-2004 (antes conocido como IEEE 802.16REVd).

Los CPEs se instalan en el hogar o en una empresa para transmitir y recibir una señal de banda ancha inalámbrica que ofrece conectividad con Internet. El estándar IEEE 802.16-2004 (conocido también como WiMAX), es un estándar inalámbrico de reciente aparición que promete ofrecer conectividad de banda ancha a velocidades DSL en largas distancias.

El acceso de banda ancha DSL y por cable de alta velocidad sólo están disponibles para una fracción de los usuarios de computadores a nivel mundial, según como lo indicó Scott Richardson, *gerente general del Grupo Inalámbrico de Banda Ancha de Intel* en un comunicado de prensa. Además WiMAX hará posible la construcción de conexiones inalámbricas de alta velocidad a bajo costo para hogares y empresas, ya sea en entornos urbanos o rurales. Intel ha centrado sus esfuerzos de desarrollo para el estándar WiMAX en facilitar y hacer más económico para la siguiente generación de usuarios de computadores tener acceso a Internet de alta velocidad de manera inalámbrica.

Anexos

Anexo 1

Cuestionario – Sector Informático

Con el objetivo de averiguar cuales son las tecnologías más utilizadas por las pequeñas y grandes empresas para acceso a Internet de banda ancha, particularmente en zonas rurales así como la seguridad en sus redes adquiriendo como resultado el porcentaje más alto de tecnología utilizada, motivo por el cual estas preguntas están dirigidas a los Jefes de informática o encargados de la implementación de los accesos inalámbricos en estas zonas. Les remito el siguiente cuestionario:

1. ¿Qué tipo de tecnología inalámbrica utilizan en su empresa? ¿Por qué?

2. ¿Qué tipo de estándar utilizan en su empresa, la misma utiliza encriptación? ¿Por qué o por qué no?

3. Sabía usted que las redes basadas en el estándar 802.16a tendrán un alcance de hasta 30 millas y la capacidad para transferir datos, sonido y video a velocidades de hasta 70 megabites por segundo (Mbps).

- Sí
 No

4. Sabía usted que dentro de los beneficios que trae consigo este estándar están: que el equipo inter operable permite a los operadores comprar equipo certificado WiMAX Certified™ a más de un proveedor. Además la plataforma basada en el estándar mejora el OpEx creando innovación a cada capa, Administración de la red, antenas, y más. Posee mejores y más largos rangos de bits/second/Hz; así como una fácil adición de de nuevos sectores soportados con canales flexibles que aumentan al máximo la capacidad de la celda, permitiéndoles a los operadores escalar la red como la base del cliente crece.

Sí

No

5. ¿Tiene conocimiento que la tecnología WIMAX utiliza el estándar 802.16a?

Sí

No

6. Dentro de los beneficios de la tecnología WIMAX, se cuenta con los siguientes:

Crea una oportunidad de volumen para los proveedores de silicón

Rápidas Innovaciones debido a la existencia de un estándar con normas basadas.

Una plataforma estable para agregar nuevas capacidades de manera más ágil.

Ya no se necesitaría desarrollar cada pedazo de la solución de extremo-a-extremo.

¿Sería de ayuda para su red inalámbrica, la implementación de esta tecnología, tomando en cuenta los beneficios anteriores? ¿Por qué?

7. ¿Sabía usted que dentro de las ventajas que conlleva WiMAX, la inversión para esta tecnología no es costosa, ya que mediante antenas externas y routers la señal llega finalmente a las oficinas y casas y da conexiones de Internet tanto a ordenadores como a los móviles?

Sí

No

8. ¿Consideraría la posibilidad de la implementación de la tecnología WiMAX en su empresa? ¿Por qué?

Anexo 2

IEEE Standard 802.16-2004

Publication History

Updated 2004-10-01

IEEE Drafts are available at the **IEEE 802 Drafts** page. IEEE Working Group members may access drafts at the **IEEE 802.16 Private Site**.

The **Get IEEE 802TM** program grants public access to download individual IEEE 802® standards at no charge. IEEE 802® standards are added to the Get IEEE 802TM program six months after publication.

If you find any document below marked "unavailable" in the IEEE catalog, please accept our apologies for the programming error. **Notify the Chair** for assistance.

IEEE Standard 802.16-2004 {Revision of IEEE Std 802.16 (including **IEEE Std 802.16-2001**, **IEEE Std 802.16c-2002**, and **IEEE Std 802.16a-2003**) developed by **Task Group d** under the temporary draft designation "P802.16-REVd"} IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems

History	Released	In IEEE Catalog	IEEE Product # (click to order)	ISBN #	Pages	IEEE Member Price	Nonmember Price	Status
IEEE Std 802.16-2004	1 October 2004	1 October 2004	SS95246-TBR (PDF) SH95246-TBR (paper)	0-7381-4070-8 0-7381-4069-4	896	\$150 \$120	\$150 \$120	Active standard. Note: For authorized subscribers, the standard is also available from IEEE Xplore .
Draft 5	13 May 2004	order	-	-	915	-	-	Approved by IEEE-SA Standards Board, 24 June 2004.
Draft 4	29 Mar 2004	see index	-	-	802	-	-	reviewed in IEEE Sponsor Ballot recirc (1-15 Apr 2004)

Draft 3	23 Jan 2004	see index	-	-	811	-	-	reviewed in IEEE Sponsor Ballot (13 Feb-13 March 2004)
Draft 2	5 Dec 2003	see index	-	-	806	-	-	reviewed in WG Recirc Ballot #13a
Draft 1	29 Sep 2003	see index	-	-	787	-	-	reviewed in WG Letter Ballot #13

[The IEEE 802.16 Wireless MAN™ Working Group for Broadband Wireless Access](#) creates standards and practices that support the development and global deployment of broadband wireless metropolitan area networks for multimedia services. [A list of IEEE 802.16 standards and drafts](#) is available on-line, as is a [project milestone summary](#).

Two Network Management PARs Approved

The EC forwarded two PARS to NesCom, which were approved on August 12. One is for a management information base for fixed service and the other addresses management plane procedures and services for fixed and mobile service. These projects will be handled by a new Network Management Task Group.

Licensed-Exempt Coexistence Study Group Chartered

A study group to provide recommendations on the advisability of creating licensed-exempt coexistence standards was chartered until the end of the November 2004 plenary.

Conformance Standard Published

IEEE 802.16™/Conformance03, which addresses radio conformance tests for the 10-66 GHz WirelessMAN-SC Air Interface, was published. A call for contributions was issued for the fourth document in the series, P802.16/Conformance04, which will be concerned with frequencies below 11 GHz.

Working Group Liaisons

- The WG sent a letter to Technical Committee 5 of the China Communication Standards Association in response to a letter from the association.
- The WG responded to a liaison letter from ETSI BRAN.
- In response to an earlier invitation, the WG drafted a Contribution to ITU-R WP9B regarding its radio interface specifications for fixed broadband wireless access systems. The draft was approved by IEEE 802 and will be submitted on behalf of IEEE, as an ITU-R Sector Member.
- The WG received a liaison letter from TTA PG302.

For additional details on these items, contact Roger Marks, IEEE 802.16 Chair, at r.b.marks@ieee.org. An index of published IEEE 802.16 standards and drafts is available at <http://WirelessMAN.org/published.html>.

Broadband Wireless Access: An Introduction to the Technology Behind the IEEE 802.16 WirelessMAN™ Standard

Broadband wireless access (BWA) has become the best way to meet escalating business demand for rapid Internet connection and integrated data, voice and video services. BWA can extend fiber optic networks and provide more capacity than cable networks or digital subscriber lines (DSL). One of the most compelling aspects of BWA technology is that networks can be created in just weeks by deploying a small number of base stations on buildings or poles to create high-capacity wireless access systems.

BWA has had limited reach so far, in part because of the unmet need for a universal standard. While providing such a standard is important for developed countries, it is even more important for the developing world where wired infrastructures are limited.

The IEEE 802.16 WirelessMAN™ Standard

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association (IEEE-SA) sought to make BWA more widely available by developing IEEE Standard 802.16, which specifies the WirelessMAN Air Interface for wireless metropolitan area networks. The standard, which was published on 8 April 2002, was created in a two-year, open-consensus process by hundreds of engineers from the world's leading operators and vendors.

IEEE 802.16 addresses the "first-mile/last-mile" connection in wireless metropolitan area networks. It focuses on the efficient use of bandwidth between 10 and 66 GHz (the 2 to 11 GHz region with PMP and optional Mesh topologies by the end of 2002) and defines a medium access control (MAC) layer that supports multiple physical layer specifications customized for the frequency band of use.

The 10 to 66 GHz standard supports continuously varying traffic levels at many licensed frequencies (e.g., 10.5, 25, 26, 31, 38 and 39 GHz) for two-way communications. It enables interoperability among devices, so carriers can use products from multiple vendors and warrants the availability of lower cost equipment. The draft amendment for the 2 to 11 GHz region will support both unlicensed and licensed bands.

Telecommunications Choices

Business-based telecommunications encompasses many options. Major businesses often access large-capacity, high-speed fiber optic networks for broadband, converged services. Less than five percent of commercial structures worldwide are served by fiber networks, however, and extending these networks with cable is costly and time consuming.

Today, small businesses and residential customers typically use wired networks such as cable modem networks and DSL. Cable systems are based on residential cable TV infrastructure, so they are often not available in serving

business subscribers. DSL is a copper-based method that typically offers 128 kbps to 1.5 Mbps data services, however service is not available to every subscriber because of distance limitations from the central office.

DSL, cable and older wireless systems tend to have low upstream bandwidth. The same is true of another option, two-way satellite transmission, which is still early in its life cycle. While invaluable in some rural areas, it has limited application in more populous locales due to limited spectrum availability and high latency.

IEEE Standard 802.16 BWA systems offer true differentiated broadband services at minimal cost. They let thousands of users share capacity for data, voice and video. They also are scalable: carriers can expand them as subscriber demand for bandwidth grows by adding channels or cells.

Quality of Service (QoS) in Broadband Wireless

BWA transmission is via free space, and is subject to attenuation and distortion by various matter such as vegetation, buildings, precipitation and vehicles, which move and change unpredictably. IEEE Standard 802.16 recognizes this and includes mechanisms to make robust links for PMP BWA systems with line-of-sight. Obstructed line-of-sight and non line-of-sight transmission are considered in the 2-11 GHz draft amendment.

Mechanisms in the WirelessMAN MAC provide for differentiated QoS to support the different needs of different applications. For instance, voice and video require low latency but tolerate some error rate. By contrast, generic data applications cannot tolerate error, but latency is not critical. The standard accommodates voice, video, and other data transmissions by using appropriate features in the MAC layer, which is more efficient than doing so in layers of control overlaid on the MAC.

Many systems in the past decade have involved fixed modulation. Higher-order modulation in such systems offers higher data rates but requires optimal links, while lower orders of modulation are more robust but support lower data rates. The new standard supports adaptive modulation, effectively balancing different data rates and link quality. The modulation method may be adjusted almost instantaneously for optimum data transfer. Adaptive modulation allows efficient use of bandwidth and a broader customer base.

The standard also supports both frequency and time division duplexing (FDD and TDD). Frequency division duplexing (FDD), the legacy duplexing method, has been widely deployed in cellular telephony. It requires two channel pairs, one for transmission and one for reception, with some frequency separation between them to mitigate self-interference.

In regulatory environments where structured channel pairs do not exist, TDD provides a highly flexible duplexing scheme where a single channel is used for both upstream and downstream transmissions. A TDD system can dynamically allocate upstream and downstream bandwidth depending on traffic requirements.

More on the IEEE 802.16 Working Group

Since July 1999, the IEEE 802.16 Working Group on Broadband Wireless Access has been openly developing voluntary consensus standards for Wireless Metropolitan Area Networks with global applicability. Addressing the demand for broadband access to buildings, IEEE 802.16 provides solutions that, in many cases, are more economical than wireline alternatives. The standards set the stage for a revolution in reliable, high-speed network access in the first mile (also known as the "last mile") by homes and enterprises.

The Working Group has completed, and is currently enhancing, two IEEE Standards:

The IEEE 802.16 WirelessMAN™ Standard ("Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems") addresses Wireless Metropolitan Area Networks. Following a two-year effort, the initial standard, covering systems between 10 and 66 GHz, was approved, in December 2001, for publication. IEEE Standard 802.16 was published on 8 April 2002. The Working Group is currently development Amendment 802.16a to expand the scope to licensed and license-exempt bands from 2 to 11 GHz. Amendment 802.16c is in progress, developing 10-66 GHz system profiles to aid interoperability specifications.

IEEE Standard 802.16.2 is a Recommended Practice on "Coexistence of Fixed Broadband Wireless Access Systems" covering 10-66 GHz. IEEE Standard 802.16.2 was published on 10 September 2001 and is now available for download without charge. In developing Amendment 802.16.2a, the Working Group is expanding the scope include to licensed bands from 2 to 11 GHz as well as enhancing the recommendations regarding point-to-point systems.

Other projects are also being formulated. The Mobile Broadband Wireless Access (MBWA) Study Group was formed in March 2002.

The Working Group operates in an open, accredited process under the rules of the IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee. Meeting bimonthly, it has a record of rapidly reaching technical consensus. As of May 2002, 130 people were Members of the Working Group. Over 700 individuals have attended a session.

The IEEE 802.16 Working Group maintains close relationships with other standardization groups, including ITU, ETSI and well as the IEEE 802.11 (Wireless LAN) and 802.15 (Wireless PAN) Working Groups.

For more information, see the WirelessMAN web site (<http://WirelessMAN.org>) or contact the Chair, Dr. Roger B. Marks).

Referencia Bibliográfica

Hernández, Fernández, Baptista (Tercera Edición), Metodología de la Investigación.

Parte de la información que se encuentra en este trabajo fue consultada de las siguientes páginas de Internet:

<http://www.smartcompcs.cl/smartweb/wisp/liderando.php>

http://www.intel.com/espanol/unwire/making_the_case.htm

<http://www.elcomercioperu.com.pe/ecenre/Html/2003-08-5/EcEnReArticu0408.html>

<http://www.monografias.com/trabajos12/tecninal/tecninal.shtml>

<http://developer.intel.com/espanol/pressroom/releases/2004/e0121c.htm>

<http://www.idg.es/pcworld/noticia.asp?idn=34004>

<http://www.canariaswireless.net/modules.php?name=News&file=article&sid=536>

<http://es.news.yahoo.com/040122/44/36vzm.html>

http://www.vnunet.es/Actualidad/Noticias/Inform%C3%A1tica_profesional/Infomercado/20031021017

<http://www.conocimientosweb.net/dt/article877.html>

<http://www.todd.com.ar/?revista&page=1>

<http://iblnews.com/noticias/01/98508.html>

<http://www.intel.com/espanol/pressroom/Releases/2003/e0709a.htm>

<http://www.intel.com/espanol/pressroom/Releases/2004/e0121c.htm>

<http://www.wimaxforum.org/home>