



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

Escuela de electricidad y electrónica.

"DISEÑO RED HÍBRIDA FIBRA RADIÓFRECUCENCIA, HFR"

**Tesis para optar al Título de
Ingeniero Electrónico**

**Profesor Patrocinante
Sr. Pedro Rey Clericus
Ingeniero Electrónico**

ANTONIO FRANCISCO LIMONAO SOTO

VALDIVIA 2002

Profesor Patrocinante
Sr. Pedro Rey Clericus.

Profesor Informante
Sr. Franklin Castro Rojas.

Profesor Informante
Sr. Nestor Fierro Mireneud.

AGRADECIMIENTOS

"Sientan el estímulo que les brindan sus padres y aprovechenlo".

Palabras que nos hizo llegar una vez el profesor Hector Kaschel.

*"Con estas palabras he querido comenzar para agradecerles a **mis Padres Elvira y Americo**, por el respaldo, paciencia y amor absoluto que me han brindado durante el transcurso de la carrera y de mi vida.*

También quiero agradecerles el apoyo a toda mi familia, en especial a las familias Soto, Aranda, Limonao y Cañete que siempre me respaldaron en forma incondicional y a mis amigos Oscar y Casimiro Carabantes, que al igual que otros amigos me brindaron todo su apoyo.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	4
OBJETIVOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCION	12
CAPITULO I	13
REDES INALÁMBRICAS	
1.1-.Redes Inalámbricas	13
1.1.1-. Introducción	13
1.1.2-. Categorías de redes inalámbricas	13
1.1.3-. Tipos de redes inalámbricas	14
1.2-. Redes LANs inalámbricas	14
1.2.1-. Introducción	14
1.2.2-. Requisitos de una LAN	15
1.2.3-. Topología de red LAN según IEEE 802.11	17
1.2.4-. Aplicaciones de redes inalámbricas	18
1.3.-. Redes de Radio Frecuencia	21
1.3.1-. Eficiencia del espacio y del espectro	22
1.3.2-. Eficiencia del tiempo	23
1.4.-. Espectro expandido	25
1.4.1-. Tecnología de Radiotransmision Espectro expandido	25
1.4.2-. Espectro expandido con salto de frecuencia.	28
1.4.3-. Espectro expandido de secuencia directa.	29

CAPITULO II	30
PROTOCOLO Y ESTÁNDAR DE COMUNICACIÓN	
2.1-. Modelo TCP/IP	30
2.1.1-. Capa física.	30
2.1.2-. Capa de acceso a la red o interfaz de red.	31
2.1.3-. Capa origen-destino o de transporte.	31
2.1.4-. Capa Internet o Interred.	31
2.1.5-. Capa de aplicación.	32
2.2-. Estándar IEEE 802.11.	32
2.2.1-. Especificaciones del medio físico..	32
2.2.2-. Control de acceso al medio..	33
CAPITULO III	40
TECNOLOGÍAS DEL DISEÑO	
3.1-. LANs inalámbricas en edificios.	40
3.1.1 LANs inalámbrico entre edificios	43
3.2-. La Interfaz (WIFI u 802.11 b, a y g).	44
3.2.1-. WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance)	44
3.2.2-. La interfaz 802.11b	45
3.2.3-. La Interfaz IEEE 802.11 a y g	46
3.2.4-. Diferencias en tecnologías IEEE 802.11 a, b y g	48
3.2.5-.Armonización del espectro	48
3.3-. Puntos de acceso y factores.	49
3.3.1-. Factor de Reuso.	51
3.3.2-. Factor de distancia.	51
3.3.3-. Aislamiento en sistemas vecinos.	51
3.3.4-. Modulación de radio.	52

3.4-. Comunicación satélital.	53
3.5-. Métodos de acceso utilizados en el diseño.	57
3.2.1-. CDMA.	57
3.2.2-. OFDM.	59
3.3.3-. WDM.	62

CAPITULO IV **64**

DISEÑO DE LA RED - BANDA ANCHA DE RF BASADA EN ATM (HFR)

4.1-. Introducción	64
4.2-. Descripción del sistema	65
4.3-. Arquitectura micro/pico célula	66
4.3.1-. La interconexión híbrida de Radio de Fibra al backbone	67
4.3.2-. El Centro de Operación de red	67
4.4-. Bridge y acceso al nodo	68
4.4.1-. FSOW acceso de alta velocidad	69
4.5-. Ventajas de la arquitectura	70
4.6-. Implementación del sistema	71

CAPITULO V **76**

APLICACIÓN SOBRE TECNOLOGÍA W-WLL

5.1-.Ancho de banda inalámbrica local loop (W-WLL)	76
5.1.1-. Introducción	76
5.1.2-. Regularización de W-WLL	77
5.1.3-. LMDSs de hoy en día	79
5.2-.Versatilidad del servicio	
5.3-.Despliegue del sistema	79
5.4-.Reconfiguración de la red dinámica	80
5.5-.Topología de subred	82

CONCLUSIONES	84
BIBLIOGRAFIA	87
ANEXOS	90
Anexo A-. Conceptos de Propagación, Celular y Movilidad	91-100
Anexo B-. Redes Infrarrojas	101-103
Anexo C-. Modelo de referencia OSI	104-106
Anexo D-. Estándar IEEE 802.11 ^a	107-112
Anexo E-. Direccionamiento IP y niveles TCP.	113-118
Anexo F-. Especificaciones técnicas de tecnologías 802.11b	119-124
Anexo G-. Seguridad en redes Inalámbricas	125-129
Anexo H-. Solución inalámbrica en edificios	130-133
ACRÓNIMOS	134-136

OBJETIVOS GENERALES

- Dar a conocer un sistema de comunicación inalámbrico, cuyo uso es cada vez mas conveniente en redes de área local (LAN).
- Investigar y Analizar información sobre tecnologías inalámbrica actuales para el diseño de red.
- Diseño de una red inalámbrica que interopere con las actuales y futuras tecnologías y estándares.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la tecnología de espectro expandido, para el entendimiento de redes inalámbricas
- Analizar los protocolo que está estrechamente relacionado con redes inalámbricas y los estándares 802.11
- Crear el diseño del enlace de radio, arquitectura de la red, integración del sistema, etc.
- Analizar tecnologías a considerar en el diseño, para la minimización de costos y ventajas técnicas
- Enfocar el diseño de red sobre una aplicación WLL.
- Anexar información relevante sobre el trabajo realizado.

RESUMEN

El siguiente trabajo de titulación tiene como propósito principal el de generar una red híbrida, es decir poder diseñar una red a través de la combinación de redes inalámbricas con las redes cableadas lográndose una sola plataforma de comunicación integrada.

En este contexto en el primer capítulo, se hace referencia en forma teórica a las categorías y tipos de redes inalámbricas, así como los requisitos, topología y aplicaciones. Considerando el propósito de este trabajo se da énfasis a las redes de radio frecuencia, en donde se estudian los principios fundamentales del espectro expandido con salto de frecuencia (FHSS) y de secuencia directa (DSSS) que otorgan la comprensión hacia este trabajo. Llegando finalmente a los aspectos fundamentales de la eficiencia del espacio, tiempo y espectro de este tipo de redes

El capítulo siguiente contempla el protocolo TCP/IP y el estándar IEEE 802.11 en donde se realizan las especificaciones al medio físico y el control de acceso al medio.

El capítulo III comienza con presentar una descripción de tecnologías involucrada en el diseño, pasando por los métodos de acceso utilizados en la distribución hasta el usuario final.

En los últimos capítulos se muestra el desarrollo de como fue construido el diseño de esta red y del énfasis que se le da, con respecto a las aplicaciones sobre tecnología W-WLL.

Finalmente se entregan conclusiones respecto al estudio realizado, mirando esto hacia futuras aplicaciones y la posible convergencia de redes inalámbricas.

SUMMARY

The following titulación work has as main purpose the one of generating a hybrid net, that is to say to be able to design a net through the combination of wireless nets with the wired nets being achieved a single platform of integrated communication.

In this context in the first chapter, reference is made in theoretical form to the categories and types of wireless nets, as well as the requirements, topologias and applications. Considering the purpose of this work emphasis is given to the nets of radio frequency where the fundamental principles of the spectrum are studied expanded with jump of frequency (FHSS) and of direct sequence (DSSS) that grant the understanding toward this work. Arriving finally to the fundamental aspects of the efficiency of the space, time and spectrum of this type of nets

He surrenders following it contemplates the protocol TCP/IP and the standard IEEE 802.11 where are carried out the specifications to the physical means and the access control to the means.

He surrenders III it begins with presenting a description of technologies involved in the design, going by the access methods used in the distribution until the final user.

In the last chapters the development is shown of like the design of this net was built and of the emphasis that is given, with regard to the applications has more than enough technology W-WLL.

Finally they surrender conclusions regarding the carried out study, looking at this toward future applications and the possible convergence of wireless nets.

INTRODUCCION

Hasta ahora las redes locales inalámbricas no han conquistado el mercado, a pesar de disponer de muchas situaciones donde su aplicación es más adecuada que el cable. Pero la falta de estándares y sus reducidas prestaciones en cuanto a velocidad han limitado el interés de la industria como de los usuarios. La aparición, sin embargo, de la norma IEEE 802.11 ha producido una reactivación del mercado, al introducir un necesario factor de estabilidad e interoperatividad que ha sido imprescindible en su desarrollo, pudiendo conseguir LANs inalámbricas de 1, 2, 5.5, 11 Mbps y en el futuro de 54 a 100 Mbps.

Esta cultura constituye el caldo de cultivo para generar una demanda de más y más sofisticados servicios y prestaciones, muchos de los cuales han de ser proporcionados por las WLAN. De hecho, según datos de la CTIA (Celular Telephone Industry Associations), los clientes de los proveedores de servicios por radio se muestran en general satisfechos con los servicios recibidos, pero esperan más tanto en términos de servicio como de precio, tanto en el contexto celular como PCS.

Por lo tanto, la gran cantidad de interés que se le ha dado recientemente a la banda ancha en los sistemas de acceso inalámbricos WAS, sobre todo en países en vías de desarrollo, donde las personas exigen, el rápido despliegue y el bajo costo para el acceso de Internet de banda ancha inalámbrica, hace que se estudien nuevos modelos para esta tecnología, como lo es la combinación de nuevas tecnologías, interfaces aéreas, satelitales y de la red ATM existente, para poder unificar la red inalámbrica a toda la red en forma integral.

Este diseño tiene especial énfasis en las aplicaciones de banda ancha inalámbrica local loop (W-WLL).

CAPITULO I.- REDES INALÁMBRICAS

1.1.- REDES INALÁMBRICAS

1.1.1.- Introducción

Las redes inalámbricas han surgido como una opción dentro de la corriente hacia la movilidad universal sobre la base de una filosofía “seamless” o sin discontinuidades, es decir, que permita el paso a través de diferentes entornos de una manera transparente.

Teniendo en cuenta esta movilidad se pueden mezclar las redes cableadas con las inalámbricas, y así generar una “RED HÍBRIDA” que permita resolver los últimos metros hacia la estación de trabajo. Por consiguiente, podemos considerar que el sistema cableado represente la parte principal y la red inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo, así el operador se podrá desplazar con facilidad dentro de su oficina o el lugar en particular que desee utilizar

1.1.2.- Categorías de redes inalámbricas

Las redes inalámbricas se dividen en dos amplias categorías de redes, las cuales son descritas a continuación:

- **De larga distancia:** Son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos, conocidas como redes MAN; sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 28.2 Kbps.
- **De corta distancia:** Estas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre sí, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta 11Mbps.

1.1.2.- Tipos de redes de larga distancia

Existen dos tipos de redes de larga distancia las cuales se definen a continuación:

- **Redes telefónicas celulares:** Estas son un medio para transmitir información de alto precio, debido a que los módems celulares actuales son mas caros y delicados que los convencionales, ya que requieren circuiteria especial, que permite mantener la pérdida de señal cuando el circuito se alterna en otra célula y otra. Esta pérdida de señal no es problema para la comunicación de voz debido a que el retraso en la conmutación dura unos cuantos cientos de mili-segundos, lo cual no se nota, pero en la transmisión de información puede causar serios problemas.

La otra opción que existe en redes de larga distancia es la denominada:

- **Red publica de conmutación de paquetes por radio.** Estas redes no tienen problemas de perdida de señal debido a que su arquitectura esta diseñada para soportar paquetes de datos en lugar de comunicación de voz. Las redes privadas de conmutación de paquetes utilizan la misma tecnología que las publicas, pero bajo de bandas de radio frecuencia restringidas por la propia organización de sus sistemas de computo.

1.2.- REDES LAN INALÁMBRICAS, WLAN,

1.2.1.- Introducción

Una red de área local por radio frecuencia o WLAN (Wireless LAN) puede definirse como una red local que utiliza tecnología de radiofrecuencia para enlazar los equipos conectados a la red, en lugar de los cables que se utilizan en las LAN convencionales. En la figura 1 se muestran las tecnologías de WLANs o el medio inalámbrico utilizado.

Para ver información sobre redes infrarrojas ver anexo B.

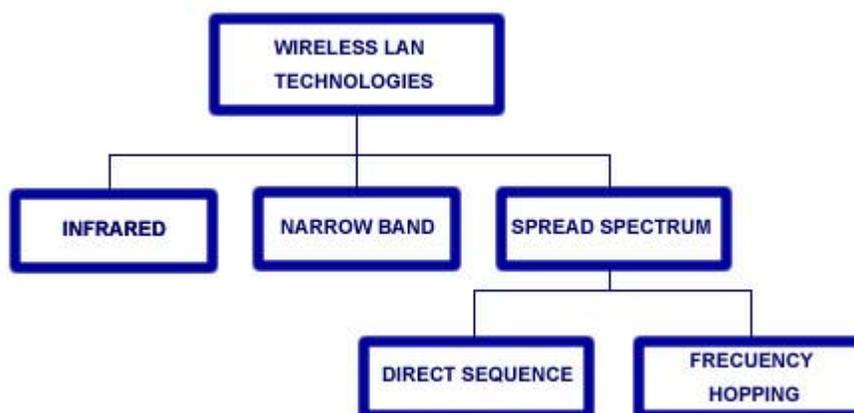


Figura.1-1-. Tecnologías WLAN

Hoy en día las redes WLAN inalámbricas ocupan un lugar importante en el mercado de las redes cableadas, esto porque dichas redes satisfacen las necesidades de movilidad, mayor velocidad de transmisión, bajos costes, trabajo en redes ad hoc, cobertura en lugares de difícil acceso para el cableado y otras ventajas que las hacen indispensables para una mayor integración con los nuevos servicios que entregan los proveedores.

Sin embargo, para ser considerada como WLAN, la red tiene que tener una velocidad de transmisión de tipo medio (el mínimo establecido por el IEEE 802.11 es de 1 Mbps, aunque las actuales tienen una velocidad del orden de 2 y 11 Mbps), y además deben trabajar en el entorno de las frecuencias ISM, esto simplemente para operar sin licencia o utilizar tecnología DS-CDMA. De esta manera, la WLAN hace posible que los usuarios de ordenadores portátiles puedan estar en continuo movimiento, al mismo tiempo que están en contacto con los servidores y con los otros ordenadores de la red, es decir, la WLAN permite movilidad y acceso simultáneo a la red.

1.2.2-. Requisitos de una LAN inalámbrica

Se puede considerar los mismos requisitos que cualquier otra LAN incluyendo alta capacidad, cobertura de pequeñas distancias y conectividad entre estaciones conectadas entre

otras. Además, existe un conjunto de necesidades específicas para entornos LAN inalámbrica, entre las más importantes cabe señalar.

- **Rendimiento:** el protocolo de control de acceso al medio (MAC) debería hacer uso eficiente como fuera posible del medio no guiado para maximizar la capacidad.
- **Numero de nodos:** las LANs inalámbricas pueden necesitar dar soporte a cientos de nodos a través de varias celdas.
- **Area de servicio:** una superficie típica de cobertura para una red LAN inalámbrica esta por encima de 100 – 300 metros de diámetro.
- **Operación sin licencia:** los usuarios podrían preferir adquirir y trabajar sobre una WLAN sin necesidad de obtener una licencia para uso del ancho de banda de trabajo de la LAN.
- **Conexión al núcleo de la LAN:** en la mayor parte de los casos, es necesaria la interconexión de las estaciones al núcleo de la LAN, lo que se consigue mediante módulos de control que conectan ambos tipos de LAN. Puede ser necesario gestionar usuarios móviles y redes inalámbricas Ad hoc.
- **Robustez en la transmisión y seguridad:** a menos que exista un diseño apropiado, una WLAN puede ser propensa a sufrir interferencia y escuchas. El diseño de una WLAN debe permitir transmisiones fiables incluso en entornos ruidosos y debe ofrecer cierto nivel de seguridad contra ataques al sistema.
- **Operación de red ordenada:** a medida que las WLAN se están haciendo más populares, es más probable que dos o mas de estas redes en la misma área o en alguna área en que sea posible la interferencia entre ellas. Estas interferencias pueden frustrar el normal funcionamiento del algoritmo MAC y puede permitir el acceso no autorizado a una LAN particular.
- **Configuración dinámica:** los aspectos de direccionamiento MAC y gestión de red de la LAN deberían permitir inserción, eliminación y traslado dinámico y automático de sistemas finales sin afectar a otros usuarios.
- **Sin intervención nómada:** el protocolo MAC usado en la WLAN debería permitir estaciones móviles para desplazarse de una celda a otra.

- **Consumo de batería:** los usuarios móviles hacen uso de estaciones de trabajo con baterías que necesitan tener una larga vida cuando se usan con adaptadores sin cables. Esto sugiere que resulta inapropiado un protocolo MAC que necesita nodos móviles para monitorear constantemente los puntos de acceso o realizar frecuentes comunicaciones con un punto de acceso o estación base.

1.2.3-. Topología WLAN según IEEE 802.11

Este estándar soporta tres tipos de topología básicas para las redes inalámbricas WLAN, estas son descritas según su configuración, ya sean en forma independiente, por intermedio de puntos de acceso o como extensiones para entrelazarlos entre ambos backbones, tanto alambrados como inalámbricos

- **Conjunto de servicios básicos independientes (IBSS):** Esta configuración es la menos utilizada, ya que esta referida hacia una configuración independiente o para una red ad hoc. Lógicamente, una configuración IBSS es análoga a una red de oficina igual a igual, en la cual se requiere un único nodo para funcionar como servidor. IBSS WLAN incluye un numero de nodos o estaciones inalámbricas que se comuniquen directamente con cualquier otra en una red ad hoc o una igual a igual. Generalmente, una implementación IBSS cubre un área limitada y no se puede conectar a cualquier red.
- **Conjunto de servicios básicos (BSS):** Esta configuración cuenta con un punto de acceso (AP) que actúa como un servidor lógico para una única celda o canal inalámbrico. Las comunicaciones entre el nodo A y el nodo B de hecho fluye desde el nodo hacia al AP y luego desde el AP hacia el nodo B. Al principio, esto puede parecer que el AP agrega una capa de complejidad y sobrecarga para la red inalámbrica, pero el AP habilita totalmente una pequeña característica del 802.11. También, un punto de acceso es necesario para ejecutar la función de ruteo y conectar múltiples celdas o canales de la red inalámbrica y conectar celdas de la red inalámbrica hacia una LAN alambrada.

- **Conjunto de servicios de ampliación (ESS):** Esta configuración consiste precisamente en múltiples celdas BSS que pueden ser enlazadas por ambos **backbones** alambrados e inalámbricos. El IEEE 802.11 soporta configuraciones ESS en la cual múltiples celdas usan el mismo canal, y configuración en la cual múltiples celdas usan diferentes canales para amplificar el **throughput**.

La normalización define tres tipos de estaciones según la movilidad:

- **Sin transición:** Una estación de este tipo es estacionaria o se mueve solo en el rango de comunicaciones directas de las estaciones de comunicación de un único BSS
- **Transición BSS:** Esta se define como una estación que se desplaza de un BSS a otro en el mismo ESS. En este caso, el envío de datos requiere que la capacidad de direccionamiento este preparada para reconocer la nueva localización de la estación.
- **Transición ESS:** Esta se define como una estación que se transfiere desde un BSS en un ESS a un BSS interno a otro ESS. Este caso se admite solo en el sentido de que la estación se puede desplazar, no pudiéndose garantizar el mantenimiento de capas superiores incluido el 802.11 de hecho, es probable que se produzca una interrupción de servicio.

1.2.4-. Aplicaciones de redes LAN inalámbricas

Esta tecnología se aplica en una gran cantidad de escenarios, de los cuales cabe mencionar:

- **Uso en aplicaciones móviles:** las aplicaciones como el control de inventarios, el registro de datos en dispositivos de mano, las terminales portátiles de punto de venta y el registro móvil de pedidos requieren conectividad a redes, además de movilidad y flexibilidad. Existen en el mercado tarjetas que pueden integrarse fácilmente en los dispositivos de mano (como las computadoras portátiles), ofreciendo poderosas plataformas de computación móvil.

- **Centros de trabajo con requisitos similares de configuración:** las sucursales bancarias y las tiendas de ventas minoristas son ejemplos excelentes de lo que puede llamarse aplicaciones "remotas similares". Estos clientes por lo general tienen varios centros de trabajo con configuraciones de red parecidas. Por ejemplo, las sucursales bancarias usualmente tienen el mismo tamaño y necesitan más o menos el mismo número de terminales financieras. Las tiendas de ventas minoristas también tienden a ser similares en lo referente a tamaño y requisitos de red. Con el concepto de "paquete LAN", ofrecidos por algunas empresas, que trabajan con tecnología inalámbrica, los clientes pueden instalar de manera rápida y sencilla LAN inalámbricas pre-configuradas. En estos centros remotos, el concepto de "paquete LAN" es muy simple. Los clientes preparan y configuran por anticipado una LAN inalámbrica para el centro remoto. Cuando el centro está listo, la LAN se coloca en cajas y se envía al lugar. Una vez allí, sólo hay que sacar las computadoras personales o las terminales de la caja y encenderlas, la LAN estará funcionando. Ya no es necesario que los clientes se preocupen por los largos períodos de instalación del cableado, los contratistas externos ni las conexiones individuales. Por ejemplo, las redes de las agencias de viajes de una de las principales aerolíneas de E.U. se instalaron en 7 días (la mayoría de éstos dedicados al transporte) con el uso de tarjetas inalámbricas, comparado con 21 días para las LAN cableadas tradicionales.

- **En un edificio histórico:** Por definición, los edificios históricos son viejos. Los cimientos inestables pueden dificultar la instalación de redes cableadas, en algunos casos, los edificios históricos están protegidos contra la reconstrucción o las remodelaciones. Es en estos casos es cuando la tecnología inalámbrica llega al rescate. Como las tarjetas inalámbricas no necesitan cableado, es fácil instalar una red o una LAN. Por ejemplo, el Observatorio de Sydney, en Australia, se encuentra en un edificio histórico con paredes de arenisca. Al instalar tarjetas inalámbricas, el observatorio pudo obtener las conexiones de red que necesitaba sin afectar las delicadas paredes.

- **Un lugar difícil o imposible de cablear:** Otros ejemplos de lugares difíciles o imposibles de cablear son edificios de asbesto, donde se requiere mucho tiempo de inactividad para instalar las LAN cableadas, y los edificios con paredes de mármol. Con frecuencia, un grupo de

trabajo o una LAN independiente necesitará conectarse a la red, pero se encontrará en un lugar sin cableado o puertos de datos.

- **Instalar una LAN temporal:** En las exposiciones, las ventas al aire libre y la recuperación de la comunicación en desastres son casos en las que se requieren LAN temporales y las LAN cableadas pueden ser difíciles de instalar. En el caso del Departamento de Salud y Servicios Humanos de E.U., mediante la instalación en su edificio temporal de una LAN basada en tarjetas inalámbricas, pudieron "llevarse la red" al mudarse al edificio nuevo.
- **Cuando se quiere instalar una LAN rápidamente** Bajo ciertas circunstancias, muchas veces se ha visto la necesidad de implantar una red de datos rápidamente, como por ejemplo: instalaciones militares afectadas, LAN temporales para oficinas en reparación, cuando la red misma es trasladada a otro lugar, en fin las aplicaciones son muy diversas. Como se ha visto en los ejemplos anteriores, la instalación de una WLAN no es un juego complejo. Basta conectar la tarjeta inalámbrica en una ranura libre, instalar el software de red y de configuración, conectar la antena, y la computadora estará lista para trabajar en red. Ya no es necesario instalar cables ni conectar físicamente cada computadora a una red cableada.
- **Conectar dos lugares separados por varios kilómetros:** en aquellos casos en los que hay que conectar dos LAN en edificios o sitios separados, una solución con antenas direccionales y amplificadores puede ser una alternativa más confiable y económica que las líneas T1 dedicadas. Las distancias pueden alcanzar hasta los 85 km.
- **Acceder a información desde cualquier lugar de un edificio o campus:** varios clientes instalan LAN a nivel de edificio o campus para tener acceso a la información desde cualquier sitio y en cualquier momento. Por ejemplo, Carnegie Mellon University (E.U.) está instalando redes inalámbricas en todo el campus para que el cuerpo docente, los profesores y los alumnos puedan tener acceso a la red universitaria desde cualquier lugar del campus. En los Países Bajos, AT&T tiene un edificio de tres pisos "totalmente inalámbrico" donde se emplean puntos de acceso en diversos lugares del edificio. Dentro del edificio, los empleados pueden acceder la red desde su escritorio, las salas de conferencia o incluso la cafetería.

- **Necesita re-configurar la red con frecuencia:** los costos relacionados con movimientos, adiciones y modificaciones a las redes pueden ser estratosféricos. Las empresas pueden llegar a gastar millones, solo para re-configurar sus sucursales. Gracias a la flexibilidad de las redes inalámbricas, las empresas pueden mover e instalar fácilmente terminales inalámbricas en sus sucursales, generando ahorros entre el 80 y 90 por ciento en costos de reconfiguración.

- **Necesita una red local:** casi todas las redes locales tienen requisitos de flexibilidad. Esta situación es obvia en el caso de las computadoras notebook y los dispositivos portátiles diseñados para aplicaciones "móviles". Sin embargo, este requisito de movilidad no es tan obvio al tratarse de computadoras de escritorio y terminales financieras o de ventas minoristas. Piense en una computadora sobre el escritorio de una oficina. La computadora puede parecer "estacionaria", pero el hecho de que la computadora no tenga que moverse hoy no quiere decir que no sea necesario moverla mañana. Es más, un estudio reciente indicó que la mayoría de los usuarios de LAN cableadas han considerado o están considerando el uso de LAN inalámbricas, simplemente porque las LAN inalámbricas, ofrecen los mismos niveles de rendimiento y confiabilidad que las LAN cableadas, pero con la flexibilidad, movilidad y eficacia de costos de la tecnología inalámbrica.

1.3-. REDES DE RADIOFRECUENCIA

Una red de radió frecuencia puede definirse como una red de telecomunicaciones integrada por una o varias estaciones radioeléctricas, incluyendo en su caso, los equipos de conmutación y enlaces radioeléctricos asociados así como la asignación de frecuencias necesarias para establecer los servicios de radiocomunicación.

Por otro lado para las redes inalámbricas de radió frecuencia, la FCC permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilizan 1 Watt de energía o menos, en tres bandas de frecuencia: 902 a 928 Mhz, 2400 a 2483.5 Mhz y 5725 a 5850 Mhz. Estas bandas de frecuencia llamadas bandas ISM, que anteriormente estaban limitadas a instrumentos científicos, médicos e industriales.

Para minimizar la interferencia, las regulaciones de FCC establecen una técnica llamada Spread Spectrum Modulación, la cual tiene como idea de tomar una señal de banda convencional y distribuir su energía en un dominio más amplio de frecuencia. Así, la densidad de energía promedio es menor en el espectro equivalente de la señal original. En aplicaciones militares el objetivo es reducir la densidad de energía por debajo del nivel de ruido ambiental de tal manera que la señal no sea detectable. La idea en las redes es que la señal sea transmitida y recibida con un mínimo de interferencia.

1.3.1-. Eficiencia del espacio, del espectro y del tiempo

Los métodos de acceso, tales como la modulación de radio y el ancho de banda disponible, son importantes para determinar la eficiencia y la capacidad de un sistema de radio, los factores que permiten optimizar la capacidad de comunicación dentro de un área geográfica y del espectro del ancho de banda, son considerados más importantes que la forma de cómo son implementadas. Los diseñadores de sistemas únicamente pueden definir la utilización del espacio y del tiempo, y una aproximación de la eficiencia de la tecnología de transmisión por radio.

Uno de los aspectos más importante de la eficiencia del tiempo es la asignación de frecuencia consolidada y el trafico de cargas de usuarios no relacionados entre si. Esto porque, el promedio de circulación de cada grupo debe tener diferentes patrones, esto es muy difícil ya que los canales incompatibles pueden ser vistos como viables, aunque su capacidad sea insuficiente para las necesidades máximas.

Independiente del rango, un conjunto de enlaces puede únicamente dar servicios a una fracción del área total. Para una cobertura total del área, se debe de usar canales independientes, derivados por frecuencia, código o tiempo. No es fácil minimizar el numero de canales independientes o conjunto de enlaces para una cobertura total. Mientras la distancia incrementada, origina que la señal de radio disminuya, debido a la curvatura de la tierra o a obstáculos físicos naturales existentes.

Este diseño de cobertura es muy utilizado en interferencias limitada. Existe una trayectoria normal cuando en el nivel de transferencia, de estaciones simultáneamente activas, no prevén la transferencia actual de datos. Para este tipo de diseño, los siguientes factores son importantes:

- Es necesaria una relación señal interferencia, para una comunicación correcta.
- Se requiere de un margen expresado en estadísticas para generar esta relación, aun en niveles de señal variable.
- La posición de las antenas que realizan la transmisión. La cual puede ser limitada por las estaciones y perfectamente controlada por puntos de accesos fijos.
- La función de la distancia para el nivel de la señal. Esta dada por el valor promedio de la señal, considerando las diferencias de altura de la antena de las terminales y los impedimentos naturales en la trayectoria

1.3.2-. Eficiencia del tiempo

El tiempo es importante para poder maximizar el servicio, al momento de diseñar la frecuencia en el espacio. El uso del tiempo esta determinado por los protocolos y por los métodos de acceso que regularmente usen los canales de transmisión de la estación.

Las características del método de acceso para que se considere que tiene un tiempo eficiente, pueden estar limitadas por los métodos que sean utilizados. Algunas de las características son:

1. Después de completar una transmisión / recepción, la comunicación debe de estar disponible para su siguiente uso.
- No debe de haber tiempos fijos entre la transmisión / recepción.

- Rellenar la longitud de un mensaje para complementar el espacio, es desperdiciarlo.
2. La densidad de distribución geográfica y tiempo irregular de la demanda del tráfico deben ser conocidas.
 - Un factor de Reuso, es más eficiente por un uso secuencial del tiempo que por una división geográfica del área.
 - Para la comunicación en una área, se debe de considerar la posibilidad de que en áreas cercanas existan otras comunicaciones.
 - La dirección del tráfico desde y hacia la estación no es igual, el uso de un canal simple de transmisión y recepción da una ventaja en el uso del tiempo.
 3. Para tráfico abundante, se debe de tener una “lista de espera” en la que se manejen por prioridades, es decir configurado como “FIFO”, además de poder modificar las prioridades.
 4. Establecer funciones para usar todo el ancho de banda del canal de comunicación, para que el tiempo que exista entre el comienzo de la transmisión y la disponibilidad de la comunicación, sea lo mas corto posible.
 5. El uso de un saludo inicial minimiza tiempos perdidos, en el caso de que los paquetes transferidos no lleguen correctamente; cuando los paquetes traen consigo una descripción del servicio que requieren, hacen posible que se mejore su organización.
 6. La conexión para mensajes debe ser más eficiente que la selección, particularmente al primer intento, sin embargo la selección puede ser eficiente en un segundo intento cuando la lista de las estaciones a situar sea corta.

Para transacciones de tipo asíncrono, es deseable completar la transacción inicial antes de comenzar la siguiente. Deben completarse en el menor tiempo posible. El tiempo requerido para una transacción de gran tamaño es un parámetro importante para el sistema, que afecta la capacidad del administrador de control para encontrar tiempos reservados con retardos, como hay

un tiempo fijo permitido para la propagación, el siguiente paso debe comenzar cuando termina el actual. El control de tráfico de datos en ambas direcciones, se realiza en el administrador de control.

1.4-. ESPECTRO EXPANDIDO

1.4.1-. Tecnología de Radiotransmision Espectro expandido

Andrew L. Viterbi en 1979 no imagino que dos décadas después de escribir los primeros documentos sobre espectro expandido iban a ser tan proféticos. Hasta ese tiempo, el uso de espectro expandido creado por Hedy Lamarr en 1940 predominaba en los sistemas de comunicación de seguridad militar y misiones espaciales. Hoy en día, hay sobre de cien millones de consumidores que usan dispositivos que emplean esta tecnología para proporcionar comunicación personal inalámbrica o localización / posición o ambos.

Desde las aplicaciones más tempranas, las mejoras de los sistemas han sido más evolutivas que revolucionarias. Como las mejoras en los sistemas electrónicos, éstos son principalmente debidos a la disponibilidad de mayores velocidades, componentes de circuito integrados que traducen en este caso los espectros expandido más anchos. En tres décadas el factor de extensión alcanzable ha crecido por aproximadamente tres órdenes de magnitudes al punto que nosotros estamos ahora limitados más por las asignaciones del ancho de banda que por las limitaciones de tecnología.

Antes de que se examinen los efectos cuantitativos del espectro extendido, se comenzara por puntualizar los propósitos múltiples de comunicaciones de espectro expandido brevemente.

Primero, notamos que la extensión a la que nos referimos corresponde a la expansión del ancho de banda más allá de lo que es exigido para transmitir los datos digitales. Así, un sistema que transmite los datos a una proporción (R) de 100 Mb/s usando aproximadamente 100 Mhz de ancho de banda (W) no se extiende en lo absoluto, mientras que un sistema que transmite a 100 bits/s que se extiende sobre un espectro de aproximadamente 100 Mhz tiene un factor $W/R = 10^6$ o 60 dB del llamado proceso de ganancia.

- **Los propósitos y aplicabilidad**

Los propósitos y aplicabilidad de la técnica de espectro expandido son triples:

- La anulación de la interferencia.
- Reducción en la densidad de energía.
- Fluctuación en la medida del retraso del tiempo.

La anulación de la interferencia puede caracterizarse como cualquier combinación de lo siguiente:

- Otros usuarios: intencional (hostil o involuntario).
- Múltiple accesos: espectro que es compartido por "coordinados" usuarios.
- Multitrayectoria: bloqueándose por sí mismo por la señal de retardo.

La protección contra la interferencia en la banda es llamada usualmente anti-jamming (anti-bloqueo) (**JAM= señal de presencia de colisión**) (A/J). Esta es sola una de las aplicaciones extensas de comunicación de espectro expandido. Una aplicación similar es el acceso múltiple por numerosos usuarios que comparten el mismo espectro de una manera coordinada, en que cada características de empleos de señalización o parámetros (a menudo llamado códigos) es discernible de todos los otros usuarios. Una razón para usar este espectro compartido con el llamado acceso múltiple por división de código (CDMA), es que puede distinguir los signos o códigos de esta manera, la separación en las dimensiones más comunes de frecuencia o tiempo no es requerida y desde tolerancias de transmisión usuales que tienen necesidad de no ser impuesto en estos parámetros.

La tercera forma de interferencia suprimida por las técnicas de espectro expandido es la misma interferencia causada por la multitrayectoria en que tarda la señal, llegando vía caminos alternos, que interfieren con la transmisión del camino directo.

Mientras que la segunda y tercera forma de interferencia parecerían ser más benignas de un emisor hostil, la técnica y efecto son el mismo.

La segunda clase de aplicaciones se centra acerca de la reducción de la densidad de energía de la señal transmitida. Esto, también, tiene un propósito triple:

- Para encontrar las regulaciones de asignaciones internacionales.
- Para minimizar la detectabilidad.
- Para la privacidad.

Las transmisiones de Downlink de los satélites deben encontrar la regulación internacional en la densidad espectral de las señales recibida en la tierra. Extendiéndose esta energía sobre un ancho de banda más amplio, la energía total transmitida puede incrementarse, y mejorar el rendimiento. También extendiendo las disminuciones de detectabilidad de una señal por un cuerpo regulador que emplea el análisis espectral para supervisar o regular las emisiones.

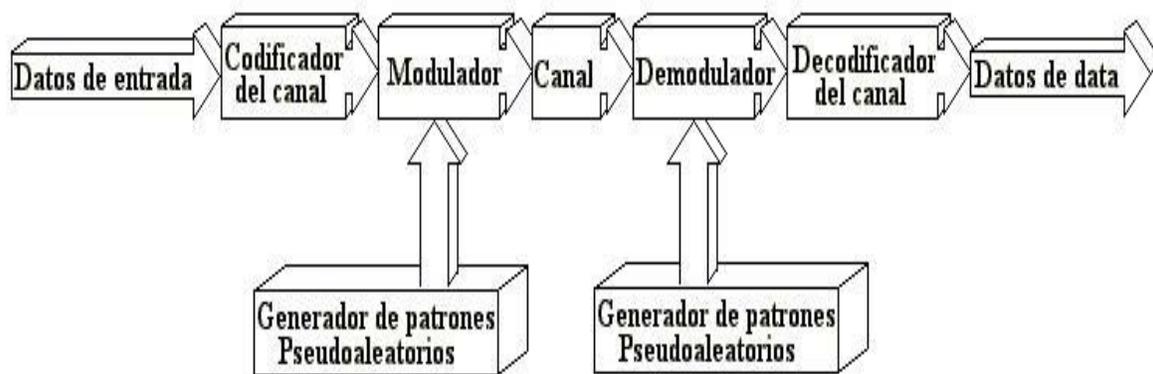


Fig.1-2 Diagrama universal para describir la Modulación de Espectro Expandido

Habiendo perfilado los múltiples usos de espectro extendido, se debe examinar una descripción superficial del concepto. Aquí el codificador de canal produce una señal analógica a partir de los datos de entrada con un ancho de banda relativamente estrecho en torno a una frecuencia central. Esta señal es modulada usando una secuencia de dígitos aparentemente aleatorios (generador de patrones pseudoaleatorios) denominada secuencia pseudoaleatoria, con la cual, se consigue aumentar drásticamente el ancho de banda (espectro expandido) de la señal a transmitir luego se transmite por el canal hasta llegar al receptor, aquí se usa la misma secuencia de dígitos para demodular la señal de espectro expandido. Por último la señal se decodifica para recuperar los datos originales.

Existen dos técnicas para describir la señal convencional en un espectro de propagación equivalente.

1.4.1-. Espectro Expandido de secuencia directa (DSSS).

En este método el flujo de bits de entrada se multiplica por una señal de frecuencia mayor, es decir los bits de entrada se combinan con una cadena de bits pseudoaleatorios utilizando la función or-exclusivo, la cual esta basada en una función de propagación específica del espectro de frecuencia. Con ello se logra una minimización en la pérdida de datos por interferencia y al mismo tiempo hace que retenga suficientes bits como para hacerla más segura para el receptor.

Un receptor de DSSS debe saber el código de ensanchamiento del transmisor para poder descifrar los datos, lo que permite que múltiples transmisores DSSS operen en la misma área sin interferirse.

Un ejemplo de esta técnica es la que se presenta en la figura 1-3. Aquí se puede apreciar que un bit de información 1 invierte los bits pseudoaleatorios, mientras que un 0 hace que los bits pseudoaleatorios se transmitan sin ser invertidos. La cadena resultante de bit tiene la misma razón de bit que la secuencia original pseudoaleatorios, por tanto tiene un ancho de banda mayor que la cadena de información. Así tenemos que la amplitud de la expansión conseguida esta directamente relacionada con la razón de datos de la cadena pseudoaleatoria, por consiguiente, cuanto mayor sea la razón de datos de la entrada pseudoaleatoria, mayor será la expansión.

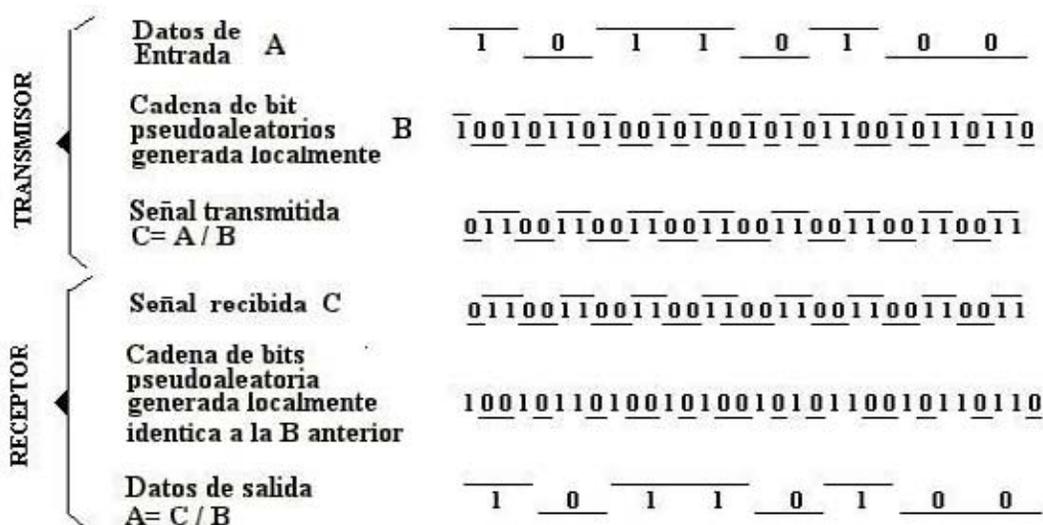


Fig.1-3-. Ejemplo de DSSS

1.4.2-. Espectro expandido con salto de frecuencia (FHSS).

En este método los dispositivos receptores y emisores se mueven sincrónicamente en un patrón determinado de una frecuencia a otra, brincando ambos al mismo tiempo y a la misma frecuencia a una velocidad específica y a una sucesión específica que aparece al azar (pseudoaleatorios). La secuencia de salto puede ser cualquiera pero la FCC regula y especifica que todos o la mayoría de los canales disponibles deben ser usados igualmente en promedio. Dice además, que los transmisores de FHSS se limitan a anchos de banda de canal de 0.5 Mhz en la banda de 900 Mhz y de 1 Mhz en la banda de 2.4 y 5.8 Ghz.

CAPITULO II.-

PROTOCOLO Y ESTÁNDAR DE COMUNICACIÓN

2.1.- Modelo TCP/IP

Cuando se requiere llegar a interconectar redes, debemos pensar en un protocolo que regularice esta conexión, para ello se describirá parte del protocolo TCP/IP que hoy en día es el mas usado en la interconexión de sistemas.

La utilización de TCP/IP en la conectividad de redes, es de tal importancia que la red INTERNET esta constituida sobre este protocolo. Por otra parte, no se considera el modelo de referencia, puesto que, el OSI se ha convertido en un modelo estándar para clasificar las funciones de comunicación, además, este protocolo se diseño antes de la interconectividad, en consecuencia, no contiene una capa de protocolo de Interred como el TCP/IP.

Para ver información sobre el modelo de referencia OSI ver anexo C.

2.1.1.- Capas TCP/IP

TCP/IP es el resultado de la investigación y desarrollo llevados a cabo en la red experimental de conmutación de paquetes ARPANET. Para este protocolo no existe un modelo oficial, pero basándose en los protocolos estándar que se han desarrollado las comunicaciones dentro de este protocolo se pueden caracterizar como si tuviera cinco capas.



Fig.2-1-. Las capas del TCP/ IP

- Capa de aplicación.
- Capa de origen/destino o de transporte
- Capa Internet o Interred.
- Capa de acceso a la red o interfaz de red.
- Capa física.

2.1.1.- Capa física

Contempla la interfaz física entre el dispositivo de transmisión de dato, así como el medio de transmisión o red. Define además, las características del medio de transmisión, la tasa de señalización y el esquema de codificación de las señales, es decir, corresponde al hardware básico de la red.

2.1.2.- Capa de acceso a la red

Esta se relaciona con la interfaz lógica entre un sistema final y una subred. Es decir, tiene que ver con el acceso y encaminamiento de los datos a través de la red.

2.1.3.- Capa Internet

Esta capa esta relacionada con el encaminamiento de los datos del computador origen al destino a través de una o más redes inter-conectadas por dispositivos de encaminamiento (ejemplo, un Router)

2.1.4.- Capa de transporte

Esta capa proporciona un servicio de transferencia de datos extremo a extremo. Esta capa puede incluir mecanismos de seguridad. Oculta los detalles de la red o redes subyacentes a la capa de aplicación, es decir especifican la manera de asegurar una transferencia confiable.

2.1.5.-Capa de aplicación

Esta última capa proporciona una comunicación entre procesos o aplicaciones en computadores distintos.

El protocolo TCP/IP se organiza en cinco capas conceptuales. Aunque algunas de las capas del modelo de referencia TCP/IP corresponden a las capas del modelo de referencia OSI.

Para ver información sobre las direcciones, niveles y tareas de IP ver anexo D

2.2.- ESTÁNDAR IEEE 802.11.-

El estándar 802.11 para LAN inalámbricas fue desarrollado por el instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (I.E.E.E). Esta norma puede ser comparada con el estándar 802.3 para redes Ethernet cableadas.

Este estándar se limita solamente a las capas físicas y Control de Acceso al Medio (MAC). La capa física corresponde a la capa inferior del modelo de referencia OSI. La capa MAC corresponde a la mitad inferior de la segunda capa de ese mismo modelo con las funciones de Control de Enlace Lógico (LLC)

2.2.1.- Especificación del medio físico

En la normalización 802.11 se definen tres medios físicos. Especifica una basada en luz infrarroja para transmitir datos y dos basados en frecuencias de radio con espectro expandido.

- **LAN de infrarrojos (IR):** en este medio una celda individual está limitada a una sola habitación, dado que la luz infrarroja no es capaz de atravesar muros hace que no se utilice con frecuencia.
- **LAN de espectro expandido:** este tipo de LAN hace uso de tecnologías de transmisión de espectro expandido. En la mayoría de los casos estas LAN operan en las bandas ISM

(Industria, ciencia y medicina), de modo que no necesita licencia FCC para sus usos en U.S.A.

- **Microondas de banda estrecha:** estas LAN operan en el rango de las microondas pero no necesariamente hacen uso de espectro expandido. Algunos de estos productos operan en algunas frecuencias para lo que es necesario licencia FCC, mientras que otras lo hacen en algunas de las bandas ISM.

2.2.2.- Control de acceso al medio (MAC)

El grupo de trabajo 802.11 considera dos tipos de proposiciones para un algoritmo MAC, uno de ellos denominado **protocolo de acceso distribuido**, que utiliza CSMA/CD, el cual distribuye la decisión de transmitir entre todos los nodos usando un mecanismo de detección de portadora, y el otro es un protocolo de acceso centralizado, que implica la gestión centralizada de la transmisión.

Un protocolo de acceso distribuido tiene sentido en una red ad-hoc, pudiendo resultar también muy atractivo para otras configuraciones de WLAN que presentan principalmente tráfico a ráfagas. En cambio un protocolo de acceso centralizado es usual en configuraciones en las que varias estaciones inalámbricas se encuentran conectadas entre sí y una estación base que se conecta a una LAN cableada, este protocolo es especialmente útil si alguno de los datos es sensible al tiempo o es de alta prioridad.

El resultado de 802.11 es un algoritmo MAC llamado **MAC inalámbrico de principio Distribuido, DFWMAC, "Distributed Foundation Wireless MAC"**, el cual es descrito a continuación:

- **MAC inalámbrico de Principio Distribuido (DFWMAC, "Distributed Foundation Wireless MAC").**

Este algoritmo proporciona un mecanismo de control de acceso distribuido con un control centralizado opcional implementado sobre él. La subcapa inferior de la capa MAC es la función de coordinación distribuida (DCF), que emplea un algoritmo de competición para proporcionar acceso a todo el tráfico. El tráfico asíncrono ordinario usa DCF. La función de coordinación puntual (PCF) es un algoritmo MAC centralizado utilizado para proporcionar un servicio sin competición. PCF se construye sobre DCF y aprovecha las características de DCF para asegurar el acceso a los usuarios.

La figura siguiente muestra la arquitectura recién señalada.



Fig.2-2-. Arquitecturas del protocolo IEEE802.11

➤ **Función de Coordinación Distribuida.-**

La subcapa DCF hace uso de un sencillo algoritmo MAC. Si una estación desea transmitir una trama MAC, "escucha" el medio. Si el medio se encuentra libre, la estación puede transmitir, si no debe esperar hasta que se haya completado la transmisión en curso antes de poder transmitir. DCF no incluye una función de detección de colisiones es decir, CSMA/CD. El rango dinámico de las señales en el medio es muy elevado, de manera que una estación que transmita no puede distinguir las señales débiles de entradas de ruido y de los efectos de su propia transmisión.

Para asegurar el delicado y correcto funcionamiento de este algoritmo, DCF incluye un conjunto de retardos que equivale a un esquema de prioridades. Consideremos un único retardo conocido como espacio Intertrama (IFS). De hecho, existen tres valores diferentes de IFS, pero el algoritmo se comprende mejor ignorando inicialmente este detalle. Haciendo uso de un ISF, las reglas para acceso CSMA son:

1. Una estación con una trama a transmitir sondea el medio. Si éste está libre, la estación espera para ver si el medio permanece libre durante un tiempo igual a IFS. Si es así, la estación puede transmitir inmediatamente.
2. Si el medio está ocupado (porque la estación se encuentra inicialmente ocupado el medio o porque el medio está ocupado durante el tiempo libre IFS), la estación aplaza la transmisión y continua supervisando el medio hasta que la transmisión en curso haya finalizado.
3. Una vez que ha ocurrido esto, la estación espera otro IFS. Si el medio permanece libre durante este período, la estación espera según un esquema de retroceso exponencial binario y sondea de nuevo el medio. Si el medio se encuentra aún libre, la estación puede transmitir

Como en Ethernet, la técnica de retroceso exponencial binario proporciona un método para gestionar la carga alta. Si una estación intenta transmitir y encuentra ocupado el medio espera un cierto tiempo y lo intenta de nuevo. Sucesivos intento de transmisión fallidas provocan tiempos de retroceso cada vez mayores.

El esquema anterior se ha mejorado para que DCF proporcione un acceso basado en prioridades simplemente mediante el uso de tres valores de IFS:

- ✓ SIFS (IFS corto): el IFS más corto, usado para todas las acciones de respuesta inmediata.

- ✓ PIFS (Función de Coordinación Puntual IFS): IFS de longitud intermedia, empleado por el controlador centralizado en el esquema PCF cuando realiza sondeos.
- ✓ DIFS (Función de Coordinación Distribuida IFS): IFS mayor, utilizado como un retardo mínimo para tramas asíncronas que compiten para conseguir el acceso.

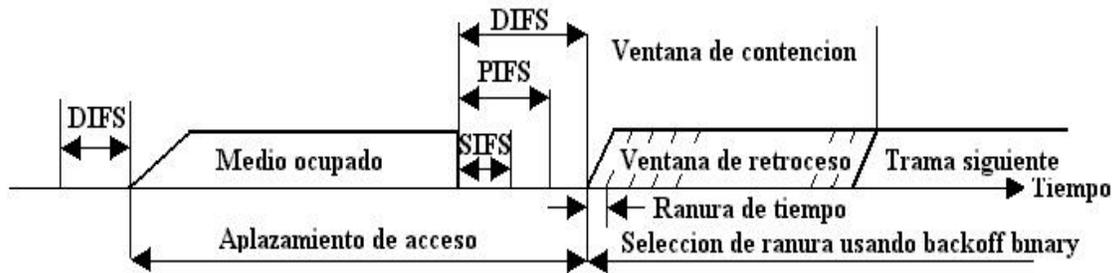


Fig.2-3- Método de acceso básico

Consideremos primero, el SIFS. Cualquier estación que use SIFS para determinar la oportunidad de transmitir tiene, de hecho, la prioridad superior, ya que siempre conseguirá el acceso en preferencia a una estación que espera una cantidad de tiempo igual a PIFS o DIFS. SIFS se utiliza en las siguientes circunstancias:

- ✓ **Confirmación (ACK):** Cuando una estación recibe una trama dirigida solo a ella (no multidestino ni de difusión), responde con una trama ACK después de esperar un tiempo SIFS. Esto presenta dos efectos deseables. En primer lugar, no se usa la detección de colisión, la semejanza entre colisiones es mayor que en CSMA/CD, y la trama ACK de nivel MAC permite una recuperación de colisiones eficiente. En segundo lugar, se puede emplear para proporcionar, una entrega eficiente de una cantidad de datos del protocolo LLC que necesita múltiples tramas MAC. En este caso se produce la siguiente situación. Una estación con una PDU LLC que al transmitir envía las tramas MAC de una en una. Tras un SIFS, el receptor confirmara cada una de las tramas. Cuando el origen recibe una trama ACK, inmediatamente (tras un SIFS) envía la siguiente trama de la secuencia. El resultado es que una vez que una estación

ha luchado por conseguir el canal, mantendrá el control de este hasta que haya enviado todos los fragmentos de una PDU LLC.

- ✓ **Permiso para enviar (CTS: Clear to send):** Una estación puede asegurar que su trama de datos se enviará emitiendo primero una pequeña trama de petición de envío (RTS: Request to send). La estación a la que va dirigida esta trama debería responder inmediatamente con una trama CIS si está lista para recibir. Todas las otras estaciones reciben el RTS y aplazan el uso del medio hasta que detecten CTS correspondiente o hasta que expire un contador de tiempo.

- ✓ **Respuesta ante sondeo:** Será explicado en la discusión sobre PCF, más adelante.

El siguiente intervalo IFS más largo es el PIFS, usado por el controlador centralizado para llevar a cabo el envío de sondeos, y tiene prioridad sobre el tráfico de competición normal. Sin embargo, las tramas transmitidas usando SIFS tiene prioridad sobre un sondeo PCF.

Por último, el intervalo DIFS se usa para todo tráfico asíncrono ordinario.

➤ **Función de Coordinación Puntual.**

La función de coordinación puntual (PCF "Point Coordination Function") es un método de acceso alternativo implementado en un nivel superior a DCF. El procedimiento consiste en la realización de un sondeo por parte del gestor de sondeo centralizado (coordinador puntual). El coordinador puntual hace uso de PIFS cuando realiza sondeos. Dado que PIFS es menor que DIFS, el coordinador puntual debe tomar el medio mientras realiza un sondeo y recibe respuestas, y bloquea todo el tráfico asíncrono.

Ahora bien, si consideramos que, una red inalámbrica se configura de modo que varias estaciones con tráfico sensible al tiempo son controladas por el coordinador puntual, mientras que el resto del tráfico compite por conseguir el acceso haciendo uso de CSMA. El coordinador puntual podría realizar sondeos en forma de rotación circular a todas las estaciones configuradas para sondeo. Cuando se realiza un sondeo, la estación sondeada puede responder usando SIFS. Si el coordinador puntual recibe respuesta, envía otro sondeo PIFS. Si no recibe respuesta durante el tiempo esperado de exploración circular de todas las estaciones, el coordinador envía un sondeo.

Si se implementase el esquema supuesto anteriormente, el coordinador puntual todo el tráfico asíncrono mediante el envío repetido de sondeos. Para evitar esto, se define un intervalo conocido como supertrama. Durante la primera parte de este intervalo, el coordinador central envía sondeos en forma de rotación circular a todas las estaciones configuradas para sondeo. El coordinador puntual esta ocioso durante el resto de la supertrama, permitiendo un periodo de competición para acceso asíncrono.

La figura 2-4 nos muestra el uso de la supertrama y su respectiva descripción.

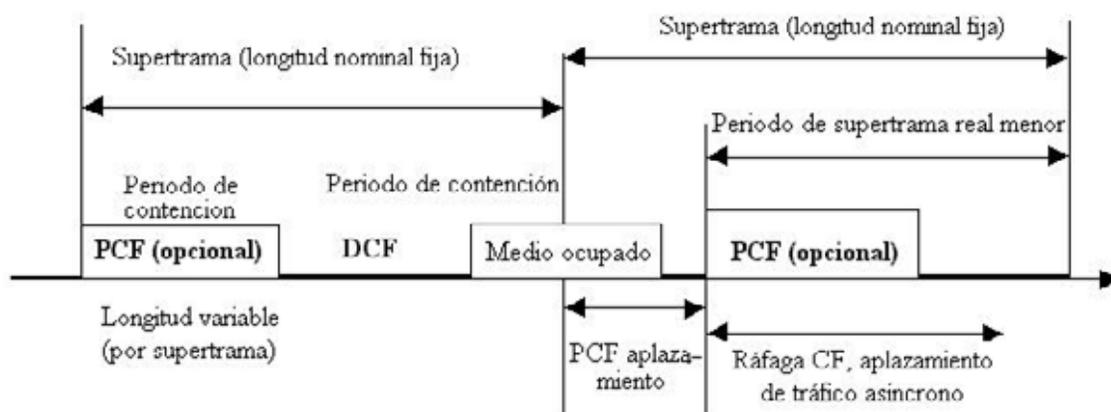


Fig.2-4-. Construcción de la Supertrama PCF

Al comienzo de ésta, el coordinador puntual puede tomar opcionalmente el control y enviar sondeos durante un periodo de tiempo dado. Este intervalo cambia debido al periodo variable de la trama enviada por las estaciones correspondientes, El resto de la supertrama se encuentra disponible para un acceso basado en competición. Al final del intervalo de supertrama, el coordinador puntual compite para conseguir el medio usando PIFS. Si el medio se encuentra libre, el coordinador puntual obtiene inmediatamente el acceso y sigue un periodo de supertrama completo. En este caso, el coordinador puntual debe esperar hasta que el medio se encuentre libre para conseguir el acceso, lo que da lugar a un periodo de supertrama menor para el siguiente ciclo.

CAPITULO III

TECNOLOGIAS DEL DISEÑO

3.1.-. LANs INALÁMBRICAS EN EDIFICIOS

Las tecnologías que se utilizan en edificios se encuentran dentro de dos clases: las que utilizan radio frecuencia y los que hacen uso de infrarrojo. En general, los productos existentes en el mercado y aquellos que se utilizaran en un futuro próximo, soportaran una mayor movilidad e interoperabilidad con productos de todo el mundo.

Se presentan a continuación algunos sistemas que operan en bandas de distintas frecuencias. En este contexto se dará un mayor énfasis a las bandas ISM, ya que sobre esta tecnología esta dirigido el diseño de red inalámbrica.

El sistema Altair de Motorola, opera a 18 Ghz y utiliza multiplexación por división de tiempo e implementado con protocolo Ethernet que incluye TCP/IP. Motorola atribuye varias ventajas al uso de bandas de frecuencias en microondas, incluyendo buena señal de difusión, propiedades acoplada en estructuras de edificios y anulación de interferencia en equipamientos de oficina. El rendimiento de esta tecnología ha sido referenciado en 3.3 Mb/s, a pesar de exigir un máximo performance de 15 Mb/s. Una segunda generación Altair II a llegado a un acercamiento de 10 Mb/s. El enlace puede operar sobre un diámetro de aproximadamente 40 m en áreas abiertas, en áreas semi-cerradas puede operar en unos 22 m y en espacios encerrados solamente en 16 m de diámetro.

InfraLAN es un ejemplo de un sistema basado en Infrarrojo. Este sistema opera sobre la base de un enlace sin obstáculos, y tiene un rendimiento que se acerca a los 4 Mb/s. Su principal uso es interconectar los periféricos a las computadoras, como lo es la impresora.

Esta tecnología puede operar dentro de un diámetro de 25 m aproximadamente en áreas semi-cerradas o cerradas. Sin embargo, los sistemas con línea de vista tienen sus limitaciones, esto porque la señal propagada puede bloquearse fácilmente por algún objeto o reflejarse por otros. Esto ha llevado a algunos proveedores a investigar sobre los sistemas infrarrojos difuso (de rebote) en que la radiación infrarroja llena un espacio cerrado como una oficina o un cuarto de reunión.

El sistema de NCR de WaveLAN utiliza la técnica de espectro expandido, esta opera en la banda ISM de 900 Mhz y es implementado con acceso al medio de comunicación Ethernet y utiliza el popular Protocol Netware Computer Personal. Este sistema tiene referenciado un rendimiento de hasta 2 Mb/s. Sin embargo, para lograr estos throughput, el sistema debe usar toda la banda ISM. La fabricación de estos productos es más susceptible a la interferencia y cortos códigos extendidos, disminuyendo su inmunidad a la interferencia co-canal. Así este sistema tiene un rango mayor que el sistema de Motorola y puede operar al aire libre a 244 m de diámetro, 61 m en espacios semi-cerrados, y 35 m en los espacios cerrados. En consecuencia este sistema padece del problema usual de usar la banda ISM, es decir, la necesidad de tolerar la interferencia de muchos dispositivos, incluso los radares gubernamentales, equipo médico e industrial, y productos del consumidor como los hornos microonda.

El sistema que se desarrolla en este trabajo tiene ventajas con respecto a las tecnologías homologas que utilizan las bandas ISM. Inicialmente el diseño operara en la tercera banda de asignación antes mencionada, es decir, 5.725 a 5.850 Mhz, pudiéndose incrementar estas bandas hasta los 40 Ghz, en donde, se tendrían que utilizar enlaces FSOW (enlaces punto a punto) que sirven como respaldos en el caso que las condiciones medioambientales sean desfavorables para los enlaces microondas.

Las actuales tecnologías soportan proporciones de datos desde 1, 2, 5.5 y 11 Mbps, con tipo de modulaciones DBPSK para 1 Mbps; DQPSK para 2 Mbps y CCK para 5.5 y 11 Mbps respectivamente. En la tabla 3-1 se muestran algunas de las especificaciones de este tipo de tecnología.

Para ver mas información sobre las especificaciones técnicas que utilizan las actuales tecnologías ver anexo F.

ESTÁNDAR DE RED	IEEE 802.11 b
ENLACE DE SUBIDA	Auto-detección 10/100 base T Ethernet
BANDAS DE FRECUENCIA	2.400 a 2.483 Mhz
MEDIO INALAMBRICO	Espectro expandido con secuencia directa
PROTOCOLO DE ACCESO AL MEDIO	CSMA / CA

CANALES DE OPERACIÓN	Norte América: 11; ETSI: 13; Japón: 14
RETRASO EXPANDIDO	1 Mbps: 500 ns 2 Mbps: 400 ns 5.5 Mbps: 300 ns 11 Mbps: 140 ns
SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR	1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm

Tabla 3-1. Especificación de tecnología IEEE 802.11 b

De la tabla 1 se puede deducir que las actuales tecnologías tienden a utilizar menos tiempo de retardo para mayores proporciones de datos, lo que en forma análoga ocurre con la sensibilidad del receptor.

Finalmente en la tabla 3-2 se presentan algunas de las características que tendrá el diseño de la red HFR.

SOPORTA TASAS DE DATOS	11; 22 y 54 Mbps (y en el futuro de 100 Mbps)
MODULACION	CCK, OFDM
ESTÁNDAR DE RED	IEEE 802.11 a
ENLACE DE SUBIDA	Auto-detección 10/100 base T Ethernet
BANDAS DE FRECUENCIA	5.725 a 5.850 Mhz.
MEDIO INALAMBRICO	Espectro expandido con secuencia directa
PROTOCOLO DE ACCESO AL MEDIO	CSMA / CA
CANALES DE OPERACIÓN	Norte América: 11; ETSI: 13; Japón: 14
RETRASO EXPANDIDO	11 Mbps: 140 ns 24 y 54 Mbps: 65ns
SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR	11, 24, 54 Mbps: -40 a -10 Dbm
SEPARACION ENTRE NODOS	470 m

Tabla 3-2-.Especificaciones del diseño con IEEE 802.11 a

3.1.1-. LANs inalámbrico entre edificios

En general, los productos existentes para WLANs entre edificios no son diseñados para apoyar la verdadera movilidad, sino para reemplazar las conexiones alambradas con una fácil reconfiguración de las conexiones inalámbricas. En esencia, estos proporcionan un puente inalámbrico entre las convencionales redes alambradas, lo cual, demuestra que la manufactura de productos de los proveedores de tecnologías tiene una dirección importante, hacia los bajo costos y a los altos anchos de banda para dispositivos inalámbricos.

Ahora si de bajos costos se trata, una WLAN también puede ahorrar dinero ya que puede reemplazar una conexión T1 entre edificios en una fracción del costo y a la vez tener un mayor rendimiento, esto porque se elimina el costo mensual de la línea T1 lo que justificaría la instalación de la red WLAN. Este tipo de red también es ideal y rentable para un LAN temporal, ya que puede establecerse rápidamente en casi cualquier ambiente.

Además, existen una variada gama de fabricantes de dispositivos con distintas capacidades, velocidades y otras características, en donde el diseñador si lo estima conveniente puede utilizar una WLAN ya establecida, para interconectar dos edificios conformando una WAN inalámbrico (WWAN), así esta solución podrá proporcionar una conexión más veloz y simple entre los edificios, como por ejemplo, permitir conexiones a Internet de alta velocidad.

Ahora si, alambrar es imposible o prohibitivamente caro, entonces una WLAN es la respuesta, como por ejemplo la utilización de Bridges inalámbricos que conectan discretos sitios en una sola LAN, incluso cuando ellos están separados por obstáculos como las autopistas, ferrocarriles, y cuerpos de agua que es prácticamente intransitable para el cobre y el cable de fibra óptico. Estas tecnologías soportan aplicaciones punto-a-punto o punto-a-multipunto (observar figura 3-1), además de tener un amplio rango de antenas que apoyan estas configuraciones y una flexibilidad funcional, resultando esto, en un mayor rendimiento, simplicidad en la instalación y configuración del Bridge como un punto de acceso.

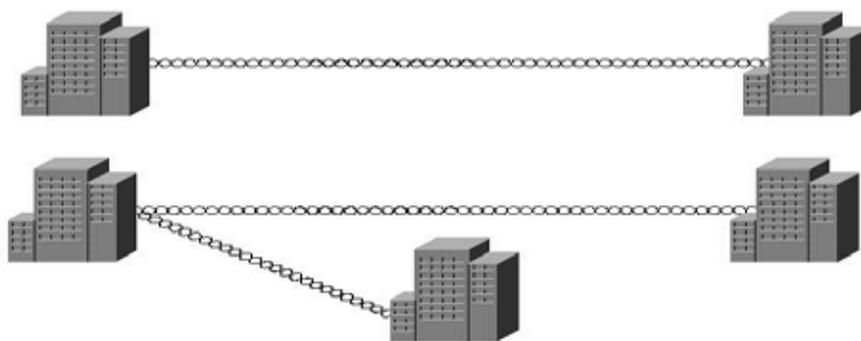


Fig. 3-1-. Enlaces punto a punto y punto a multipunto.

Finalmente en el diseño de una red la seguridad, interoperabilidad y los factores medioambientales son específicos en esta clase de aplicación con lo cual el administrador de la red no puede tener interrupciones de servicio, problemas de seguridad o de interoperabilidad por utilizar un tipo de producto dado.

Para ver información sobre seguridad, ver anexos G.

3.2.- LA INTERFAZ (WIFI U 802.11B, A Y G)

3.2.1.- WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*)

En primer lugar existe un organismo denominado *Wireless Ethernet Compatibility Alliance* o WECA (Alianza con Compatibilidad Ethernet Inalámbrica) que garantiza la interoperabilidad entre los centenares de vendedores con la norma IEEE 802.11b.

WECA ha trabajado estrechamente con los proveedores principales de esta norma para desarrollar una cama de prueba de interoperabilidad. Esta tarea fue completada en febrero del año 2000 por ICL de Agilent.

Cuando un producto reúne los requisitos de interoperabilidad que es definido en la matriz de prueba, el ICL de Agilent notifica a WECA. WECA entonces entrega las concesiones de certificación de interoperabilidad que le permite al vendedor usar el logotipo de Wi-Fi (Wireless Fidelity). La aprobación del sello Wi-Fi asegura al cliente una extrema interoperabilidad con otras tarjetas de red y

puntos de acceso que también llevan el logotipo de Wi-Fi. A continuación, se entregan algunas de las características que ofrecen estos productos que exhiben el logotipo Wi-Fi (Fidelidad Inalámbrica):

- En la gestión de redes inalámbricas como un símbolo de IEEE 802.11, (proveedores de software).
- Con compatibilidad de DSSS 802.11.
- Con una alta calidad certificada por WECA, asegurando la interoperabilidad entre una variedad ancha de sistemas inalámbricos.

3.2.2-. La interfaz 802.11b

Las especificaciones de la interfaz IEEE 802.11b permite la transmisión inalámbrica de aproximadamente 11 Mbps de datos crudos en interiores, distancias de varios docena a varios cientos de pies (aproximadamente hasta 100 m) y distancias al aire libre de varios centenas o varios 1000 de pies (aproximadamente 400 m) con uso de la banda ilícita de 2.4 Ghz. La distancia va a depender de los impedimentos, materiales, y línea de vista.

Esta especificación comenzó a aparecer en forma comercial a mediados del año 1999, con la introducción de la Computadora de Apple con sus componentes de Puertos Aéreos, manufacturado en conjunto con Lucent's WaveLAN división.

802.11b es una extensión de Ethernet alambreado, acarreado los mismos principios de la comunicación inalámbrica, y como tal es universal, a cerca de los tipos de datos que pasan sobre él. Se usa principalmente para TCP/IP, pero puede también ocuparse de otras formas de tráfico en redes de computadoras, como AppleTalk o normas de compartir archivos del PC (filesharing PC).

El hardware del cliente es típicamente una tarjeta de PC o una tarjeta de PCI, ver figura 3-2, aunque también están introduciéndose dispositivos USB y otras formas de radios 802.11b. Los adaptadores basados en dispositivos para PDAs, Pocket PC, y otros mecanismos estarán disponibles en varias formas, antes de fin de este año (2002).



Fig. 3.2-. Interfaces IEEE 802.11a, b y g

Cada radio puede actuar, dependiendo del software, como un Hub o para la transmisión de computadora-a-computadora, pero es mucho más común que en una WLAN las instalaciones usen uno o más puntos de acceso que son el hardware autosuficiente y especializados con antenas típicamente más poderosas.

En consecuencia, 802.11b se ha vuelto la única norma desplegada para redes públicas de medio alcance, como aquéllas encontradas en aeropuertos, hoteles, centros de conferencia, y recientemente en oficinas (edificios) que requieren servicios de Internet.

3.2.3-. La Interfaz IEEE 802.11 a y g

Hoy en día nuevos y rápidos protocolos han aparecido o están a punto de aparecer en nuevos equipamientos, incluyendo 802.11a (54 Mbps sobre 5 Ghz), y 802.11g (22 hasta 50 Mbps sobre 2.4 Ghz).

802.11a también tienen 12 canales (ocho en la parte baja de la banda y cuatro en la superior) que no se solapan. Además, se espera la utilización de 18 canales para su operación, permitiendo instalaciones más densas. 802.11a tiene un rango al parecer menor, pero puede transmitir a velocidades más altas a distancias similares comparadas a 802.11b.

802.11g con características que completan la compatibilidad al revés con 802.11b, ofrece tres codificaciones adicionales (uno obligatorio, dos optativo) esto favorece a incrementar su velocidad hasta 50 Mbps aproximadamente. En fin, se esperan mejoras de velocidad en el futuro en 802.11a y b.

Existen varios protocolos de IEEE relacionados sobre seguridad, calidad de servicio, y el uso de señales adaptable (802.11e, h, y otros). A continuación se muestran los protocolos mencionados con sus respectivas actividades:

Actividades y Normas de IEEE 802.11	
• 802.11a —	54 Mbps a 5 Ghz, ratificado en 1999
• 802.11b —	11 Mbps a 2.4 Ghz, ratificado en 1999
• 802.11d —	Adicional regulación de dominios
• 802.11e —	Calidad y servicio
• 802.11f —	Inter-Access Point Protocol (IAPP)
• 802.11g —	Alta proporción de datos (>22 Mbps) 2.4 Ghz
• 802.11h —	Selección de canal dinámico y mecanismos de control de transmisión de energía.
• 802.11i —	Autenticación y Seguridad

Tabla.3-3-.Actividades y normas de IEEE 802.11

En definitiva, el IEEE no tiene un mecanismo semejante a WECA, este sólo promulga la norma para 802.11a y tendrán su propia marca llamada Wi-Fi5 en el 2002. Sin embargo, estos productos son compatibles con los puntos de accesos y otros equipos que tienen el sello WI-FI y que están preparados para trabajar en forma dual, es decir, operar en la segunda y tercera banda de frecuencia ISM simultáneamente.

3.2.4-. Diferencias en tecnologías IEEE 802.11 a, b y g

En la figura 3-4 se plantean alguna de las diferencias que existen entre estas tecnologías en ambientes internos y del aporte de la norma IEEE 802.11a, que entrega una mayor proporción de datos tanto crudos como en Troughput. La cantidad de datos que se ofrecen a los usuarios fluctúan entre 4.8 a 4.9 Mbps.

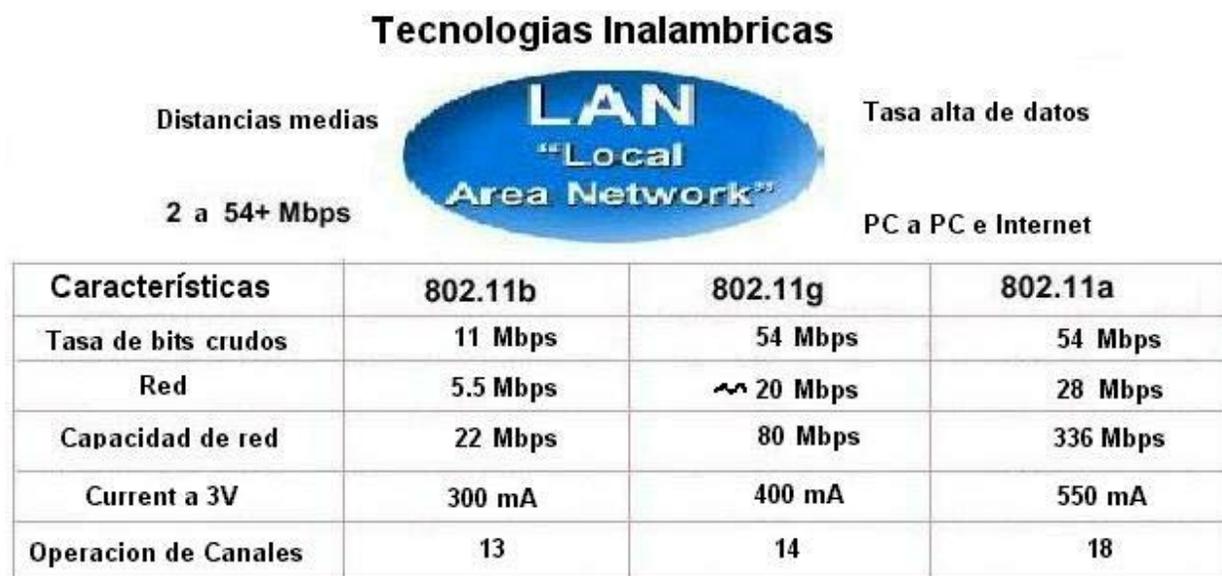


Fig.3-4 Diferencias entre tecnologías IEEE 802.11

3.2.5-.Armonización del espectro

El espectro electromagnético para la banda de 5 Ghz se encuentra en proceso de armonización para su futura utilización. Hasta ahora este espectro es dividido en 2 bandas de frecuencia, la primera banda se encuentra entre 5.150 hasta 5.350 Ghz, la cual esta subdividida en 5.150 a 5.250 para el uso en Europa y de 5.250 hasta 5.350 para el uso en USA pero a una potencia levemente mayor.

La segunda banda se encuentra entre 5.500 y 5.850, la que también se encuentra subdividida en dos bandas, donde la que comienza en 5.500 a 5.725 Ghz es para Europa y la siguiente desde 5.750 hasta 5.850 es para USA, en donde ambas utilizan la misma potencia.

En la figura 3-3 se ilustra las diferencias de implementación del espectro armonizado a 5 GHz. Para ver información sobre los actuales usos de frecuencias tanto en Europa como USA ver Anexo D.

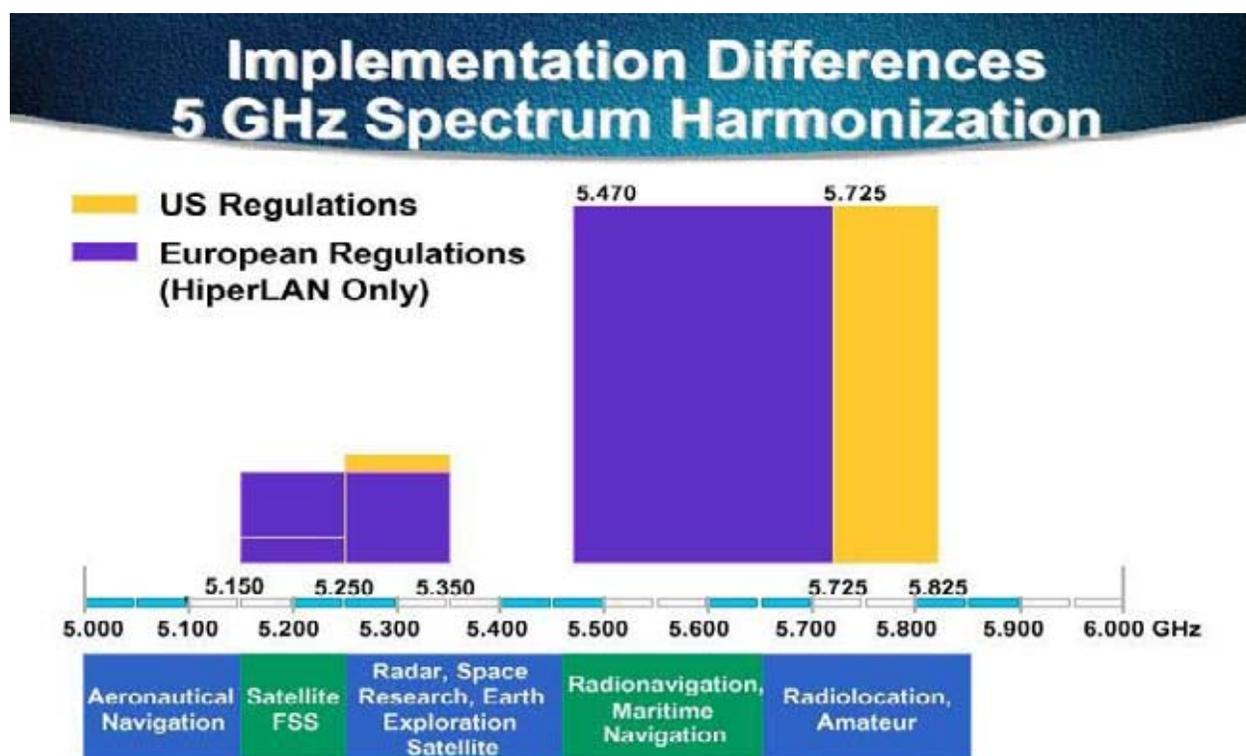


Fig. 3-4-. Armonización de los 5 GHz del espectro

3.3-. PUNTOS DE ACCESO

En una red completamente inalámbrica un punto de acceso (AP) resulta ser el centro de dicha red, en cambio en una red híbrida el punto de acceso actúa como un punto de conexión entre una red inalámbrica y una alamburada.

La infraestructura básica de un punto de acceso es simple “Guardar y Repetir”, son dispositivos que validan y retransmiten los mensajes recibidos. Sin embargo, estos dispositivos incluyen a menudo asignación de ruta, servidor de DHCP, NAT, y otros rasgos necesarios para el

correcto funcionamiento. Múltiples APs puede ponerse a lo largo de una extensión, para dar facilidad a los usuarios con sus adaptadores de WLAN, la habilidad de pasear libremente a lo largo de un extendida área manteniendo el acceso ininterrumpido a todos los recursos de la red. Las características a considerar son:

1. La antena del repetidor debe de estar a la altura del techo, esto producirá una mejor cobertura que si la antena estuviera a la altura de la mesa.
2. La antena receptora debe de ser más compleja que la repetidora, así aunque la señal de transmisión sea baja, esta podrá ser recibida correctamente.

Un punto de acceso compartido es un repetidor, al cual se le agrega la capacidad de seleccionar diferentes puntos de acceso para la transmisión. (esto no es posible en un sistema de estación-a-estación, en el cual no se aprovecharía el espectro y la eficiencia de poder, de un sistema basado en puntos de acceso)

La diferencia entre el techo y la mesa para alguna de las antenas puede ser considerable cuando existe en esa trayectoria un obstáculo o una obstrucción. En dos antenas iguales, el rango de una antena alta es 2x-4x, mas que las antenas bajas, pero el nivel de interferencia es igual, por esto es posible proyectar un sistema basado en coberturas de puntos de acceso o Puertos de acceso, ignorando estaciones que no tengan rutas de propagación bien definidas entre si.

Los ángulos para que una antena de patrón vertical incremente su poder direccional de 1 a 6 están entre los 0° y los 30° bajo el nivel horizontal y cuando el punto de acceso sea colocado en una esquina, su poder se podrá incrementar de 1 a 4 en su cobertura cuadrada. El patrón horizontal se puede incrementar de 1 hasta 24 dependiendo del medio en que se propague la onda. En una estación, con antena no dirigida, el poder total de dirección no puede ser mucho mayor de 2 y 1 que en la de patrón vertical. Aparte de la distancia y la altura, el punto de acceso tiene una ventaja de hasta 10 dB en la recepción de transmisión de una estación sobre otra estación.

Estos 10 dB son considerados como una reducción en la transmisión de una estación, al momento de proyectar un sistema de estación-a-estación.

3.3.1.-Factor de Reuso

El numero del conjunto de canales requeridos es comúnmente llamado “factor de Reuso” o valor N, para el sistema de planos celulares. El sistema de planos celulares original, contempla 7 grupos de canales de comunicación y 21 grupos de canales de configuración basados en una estructura celular hexagonal. (un patrón de un hexágono con 6 hexágonos alrededor, da el valor 7, y un segundo anillo de 14 da el valor de 21).

Estos valores fueron calculados asumiendo la modulación de indexamiento 2 FM, previendo un valor de captura de cerca de 12 dB y un margen de cerca de 6 dB. En los sistemas digitales el factor de Reuso es de 3 o 4, ofreciendo menor captura y menor margen.

3.3.2.- Factor de distancia

El promedio de inclinación de curva es reconocido por tener un exponente correspondiente a 34-40 dB/Decena para una extensión lejana y de propagación no óptica. Para distancias cortas el exponente es mas cerca al espacio libre o 20 dB/Decena. El aislamiento de estaciones simultáneamente activas con antenas omnidireccionales puede requerir factores de Reuso de 49 o más en espacio libre. La distancia de aislamiento trabaja muy bien con altos porcentajes de atenuación media. Dependiendo de lo disperso del ambiente, la distancia de aislamiento en sistemas pequeños resulta ser en algunos casos la interferencia inesperada y por lo tanto una menor cobertura.

3.3.3.- Aislamiento en sistemas vecinos

Con un proyecto basado en puntos de acceso, la cobertura de cada punto de acceso es definible y puede ser instalado para que las paredes sean una ayuda en lugar de un obstáculo. Las estaciones recibiendo o transmitiendo activamente muy poco tiempo y una fracción de las estaciones asociadas, con un punto de acceso, están al final de una área de servicio; entonces el potencial de interferencia entre estaciones es mínimo comparado con las fallas en otros mecanismos de transmisión de gran escala. De lo anterior podemos definir que tendremos dos beneficios del punto de acceso:

1. El tamaño del grupo de Reuso puede ser pequeño (4 es el valor usado y 2 es el deseado).
2. La operación asíncrona de grupos de Reuso contiguos puede ser poca perdida, permitiendo así que el uso del tiempo de cada punto de acceso sea aprovechado totalmente.

3.3.4-. Modulación de radio

El espectro disponible es de 100 Mhz, según el resultado de APPLE y 802.11. La frecuencia es Desvanecida cuando en una segunda o tercera trayectoria, es incrementada o decrementada la amplitud de la señal. La distribución de probabilidad de este tipo de desvanecimiento se le denomina "Rayleigh". El desvanecimiento Rayleigh es el factor que reduce la eficiencia de uso del espectro con pocos canales de ancho de banda.

Si es usada la señal de espectro expandido, la cual es 1bit/simbolo, la segunda o tercera trayectoria van a causar un Desvanecimiento si la diferencia de la trayectoria es más pequeña que la mitad del intervalo del símbolo. El promedio de bits debe ser constante, en el espacio localizado en el espectro y el tipo de modulación seleccionado. El uso de ciertos símbolos codificados, proporcionara una mejor resolución a la longitud de trayectoria

Un espectro expandido de 1 símbolo y cada símbolo con una longitud de 7,11,13,.....31 bits, permitirá una velocidad de 2 a 11 Mbps promedio. El código ortogonal permite incrementar los bits por símbolo, si son 8 códigos ortogonales en 31 partes y si se incluye la polaridad, entonces es posible enviar 4 partes por símbolo para incrementar la utilización del espacio.

La canalización y señalización son métodos que compiten entre sí por el uso de códigos en el espacio del espectro expandido. Algunos de los códigos de espacio pueden ser usados por la canalización para eliminar problemas de superposición.

El espectro expandido puede proporcionar una reducción del desvanecimiento Rayleigh, y una disminución en la interferencia a la señal para que el mensaje sea transmitido satisfactoriamente, lo cual significa que se reduce el factor de Reuso.

Para una comunicación directa entre estaciones de un grupo, cuando no existe la infraestructura, una frecuencia común debe ser alternada para transmisión y recepción. La

activación, en la transmisión no controlada, por grupos independientes dentro de un área con infraestructura definida, puede reducir substancialmente la capacidad de organización del sistema.

3.4-. LAS COMUNICACIONES POR SATÉLITE

Los sistemas satelitales pueden ser clasificados bruscamente por su órbita terrestre y por la cantidad de satélites que se utilizan para cubrir el planeta. En la siguiente tabla se exponen algunas de sus características, ventajas y desventajas:

(GEO) – Órbita Geoestacionaria

(HEO) – Órbita Elíptica muy Inclinada

(MEO) – Órbita Terrestre Media y

(LEO) – Órbita terrestre baja.

	GEO	HEO	MEO	LEO
Altitud (Km.)	35.786	1.000 – 40.000	10.000 – 20.000	< 1.000
Periodo (h)	24	12 – 24	6 – 12	1.5
Mín. N satélites	3	5 – 12	10 – 15	> 48
Retraso (ms)	280	200 – 300	80 – 120	20 – 60
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> – Efecto Doppler pequeño – Bajo número de satélites 		<ul style="list-style-type: none"> – Alta capacidad – Redundancia por célula traslapada – Movilidad 	
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> – Alta latencia – Sistema complejo – Baja cobertura en regiones polares – Sombras – Requiere alta potencia de transmisión 		<ul style="list-style-type: none"> – Corto tiempo de vida del satélite – Alto número de satélites – Células de radio en movimiento – Traslape de células variables 	

Tabla 3-4.-. Características de sistemas satelitales

Las redes satelitales se componen por una serie de estaciones terrenas conectadas entre sí por medio de satélites colocados en una órbita espacial que retransmiten señales por microondas a través del espacio atmosférico. El equipo instalado dentro de un satélite recibe las señales enviadas desde una estación terrestre, las amplifica y transmite a otra estación terrestre que las distribuye por pares de cables, cables coaxiales, guías de onda, fibras ópticas y sistemas de repetición de microondas. Las ventajas de utilizar satélites de comunicaciones radican en que eluden las barreras naturales, permiten planear su uso a requerimientos reales, acortan los tiempos de instalación y complementan las redes terrestres para transmisiones internacionales, posibilitando el cubrimiento total de la tierra. Con ellos se pueden establecer transmisiones con equipo móvil desde puntos geográficos donde no existe infraestructura para telecomunicaciones.

En la tabla N° 3-4 los satélites LEO son los que mejores se comportan al retraso de la comunicación, estos satélites registran una velocidad distinta a la de rotación de la tierra. Su área de cobertura terrestre es de un radio promedio de 5,500 kilómetros, por lo que tienen que colocarse muchos microsátélites con trayectorias diferentes para brindar cobertura local, regional y mundial. Dado que los satélites LEO, necesitan estaciones terrenas sencillas, terminales portátiles, así como antenas y fuentes de poder reducidas, (a diferencia de los geoestacionarios que requieren infraestructura terrena pesada), permiten una gran flexibilidad en su uso, pues pueden aprovecharse varias decenas de microsátélites de acuerdo a las necesidades de cobertura o servicio.

En varios aspectos se está llegando a una saturación de la red de Internet, por lo que las comunicaciones satelitales por sus características propias pueden jugar un papel decisivo. El tráfico en Internet está creciendo actualmente en una forma más rápida de lo que cualquiera se pudiera imaginar. Este incremento se debe no solo al número de usuarios, sino a aplicaciones que cada vez utilizan más gráficas, audio y vídeo, originando que cada vez más las corporaciones, instituciones educativas y proveedores de acceso a Internet ISP (Internet Service Provider) por su denominación en inglés, requieran mayor capacidad y velocidad. También es cierto que cuando se analiza el tráfico de Internet, éste es principalmente un tráfico "asimétrico", o sea que hay una gran diferencia entre la cantidad de datos que se reciben a comparación de los que se envían. La relación típica para un usuario que "navega" es 10 a 1, de forma que, el usuario recibe 10 veces más información de la que envía.

En la gráfica siguiente se aprecia claramente el concepto del tráfico de un ISP.

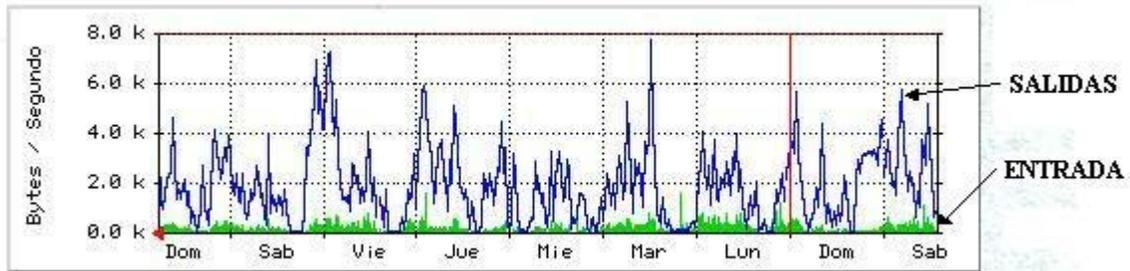


Fig. 3-4-. Tráfico de un ISP.

Se puede observar como la cantidad de datos que se envían los usuarios (Salida) es mucho mayor que las solicitudes que realizan (Entrada).

Actualmente, las tecnologías satelitales han desarrollado la solución para proveer Internet Asimétrico, tanto a proveedores de acceso (ISPs) como a corporaciones e instituciones de enseñanza que requieren incrementar su velocidad de transmisión y ancho de banda, a un costo sumamente competitivo y sin tener que realizar una fuerte inversión.

Entre otras ventajas están las siguientes:

- Máxima velocidad de respuesta de la señal de Internet.
- Velocidad desde 64 Kbps hasta 2,048 Kbps en incrementos de 64 de acuerdo a las necesidades del cliente.
- Recepción de alta velocidad al menor costo.
- Velocidad garantizada, con la posibilidad de "picos" del doble de la velocidad contratada.
- Inversión mínima en equipo.
- Rápida conexión.
- Facilidad de aumentar la capacidad del enlace en tan solo 30 minutos.

En suma, esta solución proporciona una vía más efectiva y eficiente para atender a sus usuarios. También ofrecen servicios de Internet Asimétrico en dos modalidades:

- satélital (transmisión y recepción vía satélite).
- Híbrido (transmisión terrestre vía línea privada o DS0 y recepción vía satélite y terrestre).

La combinación de un enlace satélital con un enlace terrestre, puede en algunos casos, ser la solución más efectiva y económica para acceso a Internet. Una red híbrida permite al usuario tener la conectividad existente hacia Internet por dos medios: Terrestre, en la que envía las solicitudes hacia Internet, y satélital, en la que recibe la información generada por dichas solicitudes.

Para esta solución, algunos sistemas emplean TDM que transmite la señal satélital y un dispositivo que se encarga de administrar el tráfico a la velocidad que requiere cada cliente, además de controlar y limitar los "picos". Este administrador también genera reportes estadísticos detallados sobre la utilización de tráfico de cada cliente, lo que nos permite aumentar la velocidad de los enlaces en incrementos de 64 Kbps antes de que éstos se saturen.

Al igual que en la modalidad satélital, la instalación es tan rápida que se pueden tener servicios en menos de tres semanas y aumentar la velocidad del enlace en cuestión de minutos.

Los sistemas en su modalidad asimétrico híbrido, es una solución tan fácil y rápida de instalar, que con tan solo un enlace de 64 Kbps (E0 o DS0) que tengan contratados los proveedores de servicio de Internet, al sistema satélital en particular, este instalará una antena satélital VSAT y un pequeño receptor que será conectado directamente a un enrutador. Además, la flexibilidad que ofrece ésta solución, permite que, en cuestión de minutos, la velocidad del enlace se pueda aumentar cuantas veces así lo requiera.

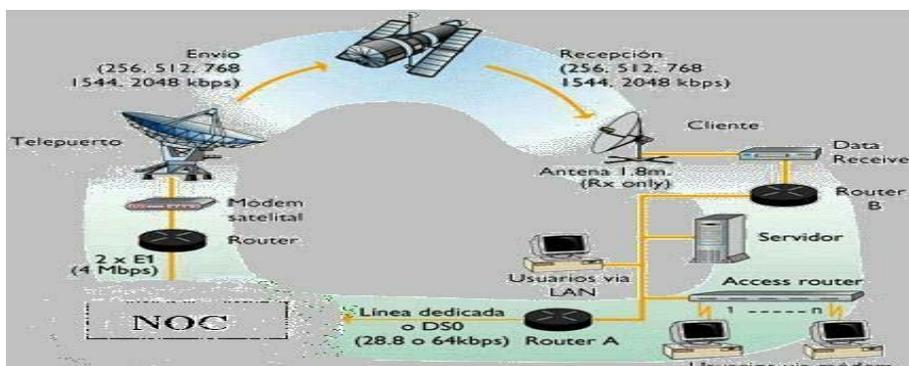


Fig.-. 3.5-. Sistema Asimétrico Híbrido.

Otra ventaja importante, es el aumento de capacidad del enlace con solo un pequeño cambio en la configuración de los equipos en menos de 30 minutos, lo cual le permite tener la tranquilidad de que, a medida que su negocio crezca, su enlace a Internet también podrá crecer.

También como solución, se utiliza generalmente Internet Asimétrico satelital, cuando se desea conectar a Internet sitios remotos a los cuales no es posible llegar mediante un enlace terrestre o cuando esto representa un alto costo. El servicio satelital se ofrece a velocidades de transmisión desde los 128 Kbps hasta los 2,048 Kbps, y utiliza el satélite que sea más conveniente para su aplicación. Esta solución puede ser implementada rápidamente, además de que elimina los problemas asociados con el proveedor de servicios que tenga su red congestionada y/o sobresaturado su backbone de Internet.

Por su característica particular, Internet Asimétrico ofrece al cliente una recepción de tráfico en forma de velocidad garantizada, con el beneficio de alcanzar "picos" de hasta el doble. Es decir, si el cliente contrata un enlace de 128 Kbps, podrá tener en ciertos instantes velocidades de hasta 256 Kbps al costo de 128 Kbps.

La solución híbrida que ha sido descrita se utilizara en el diseño de red, la cual entregara un servicio fijo de Internet, mas el servicio nómada de 5.8 Ghz

3.5.- MÉTODOS DE ACCESO UTILIZADOS EN EL DISEÑO

3.5.1.- CDMA

Es un método en el cual el usuario usa la misma porción de tiempo y frecuencia y son canalizados únicamente por asignación de códigos. Las señales son separadas y recibidas por el uso de correlación, la cual solo acepta la energía desde el canal deseado.

CDMA es una tecnología digital y que a diferencia de otras tecnologías, posee la misma frecuencia en todos los sitios de celdas. Se asigna un código a cada usuario, de esta manera se logra multiplicar el ancho de banda según el número de códigos, consiguiendo un mayor número de móviles, junto con una mejora en la calidad de servicio.

Cada señal consiste en una sucesión binaria diferente que modula al portador, extendiendo el espectro de la forma de onda. Un gran número de señales CDMA comparten el

mismo espectro de frecuencia. Existen algunas diferencias respecto de las comunicaciones habituales como el uso completo de la banda disponible (no hay división en canales) luego la señal tiene lo que se llama un ancho de banda ancho, de allí que se les llame comunicación de banda ancha, mientras que TDMA (GSM) usa canales de banda angosta. Luego no existe planificación celular ni reuso de frecuencias, lo que sí hay es planificación de códigos. La interferencia existe, pero en la medida que los códigos que descifran los mensajes sean parecidos. Requiere un continuo y preciso control de potencia por parte del móvil. Es capaz de tolerar caídas bruscas en la transmisión sin cortarse. El nivel de cobertura y tolerancia a la interferencia depende de la cantidad de información enviada, por lo que las características del sistema dependen excesivamente del tráfico que presente la celda.

CDMA comenzó ofreciendo para PCS:

- Óptima calidad de voz (8 kbps, 13 kbps)
- Extenso rango de servicios de datos incluyendo datos y voz simultáneamente
- La mitad en el número de celdas respecto de un sistema analógico u otras tecnologías digitales.
- Completa seguridad y privacidad.

Generalmente se está de acuerdo que CDMA es el esquema de acceso múltiple más eficaz para las aplicaciones móviles. Sin embargo, hay diferentes apremios, dentro del ambiente de acceso fijo relacionado por el deseo de operadores de dar toda potencia instantáneamente, o una parte sustancial del ancho de banda disponible a un subscriptor individual. Debido a la manera en que CDMA se configura, dentro de un sector de racimo en un ambiente típicamente sólo alrededor de 200 Kb/s de throughput están disponibles por los Megahertz de espectro. Esto comparado con QPSK la solución de TDMA dónde alrededor de 1.8 Mb/s podrían estar disponibles. Claro, esta que CDMA permite frecuencia únicas de rehusó, la eficacia tan global es alta, pero este ejemplo muestra eso para proporcionar a un subscriptor, unos 10 Mb/s de datos, es decir, CDMA requerirá un portador de 50 Mhz de ancho de banda o un receptor Multicarrier, mientras TDMA requerirá sólo un portador de aproximadamente 6 Mhz.

No obstante, los últimos estudios sobre esta tecnología, revelan que se encuentran nuevas asignaciones de espectro en Norteamérica, por ejemplo, la FCC a asignado 300 Mhz de espectro a la U-NII infraestructura de información nacional ilícita en la banda de 5.8 Ghz, lo que se refleja en el uso de CDMA o mas bien en DS- CDMA..

Los sistemas CDMA son restringidos a la banda ilícita, es así que las WLAN han sostenido el extendido uso y aceptación de CDMA a lo largo del mundo, como por ejemplo el estándar IEEE 802.11b. Un punto de ganancia operante en WLL esta en las bandas ilícitas como las soluciones de una plataforma única, como el de la fiabilidad, de que las llamadas de emergencia siempre deben tener éxito. Uno de los aspectos críticos es que los anchos de banda exigen de un CDMA WLL. El factor extendido debe ser suficientemente alto para asegurar la robustez de la interferencia, pero esto es cuestionable si es que todavía es posible someterlo a varios Mb/s

Así que, en resumen, parece claro que para los servicios de banda estrecha de proporción de bits constante, CDMA es la solución más espectralmente eficaz para alguna distancia. Para aplicaciones de banda ancha sobre 2 Mb/sobre/usuario, las soluciones de CDMA no serán probablemente viables económicamente a corto plazo, pero se debe tener paciencia. En fin, se puede decir que CDMA es probablemente el esquema de acceso múltiple óptimo.

3.5.2-. OFDM

La Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) es una forma especial de transmisión de multiportadora dónde un solo flujo de datos de gran velocidad se transmite sobre de varias subportadoras de baja proporción. El concepto de transmisión de datos paralelo y OFDM puede remontarse a los años de 1950s, su uso inicial estaba en varios sistemas del ejército de alta frecuencia en los años sesenta como KINEPLEX y KATHRYN. La implementación de la discreta transformada de Fourier de OFDM y las tempranas patentes eran sujetas a los pioneros en los tempranos años de 1970s. Hoy, OFDM es un candidato fuerte para la banda ancha de gran velocidad comercial en las comunicaciones inalámbricas, debido a los recientes adelantos en las tecnologías de altas escalas de integración (VLSI) que producen grandes velocidades, grandes tamaños de la rápida transformada de Fourier (FFT) con circuitos integrados comercialmente

viable. Además, la tecnología de OFDM posee únicos y varios rasgos que le hacen una opción atractiva para la banda ancha de gran velocidad en las comunicaciones inalámbricas:

- OFDM es robusto contra multitrayectoria que se marchita e interferencia intersimbólicas porque la duración del símbolo aumenta para la baja tasa paralela de la subportadora. (Para un retraso extendido dado, la complejidad de aplicación de un receptor de OFDM es considerablemente más simple que de un solo portador con un igualador.)
- OFDM permite un eficiente uso del disponible espectro de radio frecuencia (RF) a través del uso adaptable de modulación y asignación de energía por la subportadora que se empareja lentamente en condiciones variantes del canal usando procesadores de señales digitales programables, a consecuencia de esto se están habilitando tecnología de anchos de banda sobre demanda y de más alta eficiencia en el espectro.
- OFDM es robusto contra la interferencia de banda estrecha, solamente afecta un fragmento pequeño de la subportadora.
- Diferentes tecnologías compiten por el acceso de banda ancha, OFDM no requiere el ancho de banda inmediato para el funcionamiento.
- OFDM produce una frecuencia única de red posible, que es particularmente atractiva para transmitir las aplicaciones.

De hecho, durante la última década OFDM se ha explotado para las comunicaciones de datos de Wideband sobre canales de radio móvil FM, a la línea del suscriptor digital para altas proporciones de datos (HDSL) hasta unos 1.6 Mb/s, a la línea al suscriptor digital asimétrico (ADSL) hasta 6 Mb/s, a la línea del suscriptor de muy alta velocidad (VDSL) hasta 100 Mb/s, en la radiodifusión de audio digital, y la radiodifusión de vídeo digital.

Más recientemente, OFDM se ha aceptado para nuevas normas de red de área locales inalámbricas que incluyen IEEE 802.11a e IEEE 802.11g, con tal que proporcione datos de hasta 54

Mb/s en los rangos de 5 Ghz, así como para el alto rendimiento en áreas locales conectada a una red como HIPERLAN/2 y otros en el ETSI-BRAN. OFDM también se ha propuesto para MANs IEEE 802.16 y se ha integrado los servicios a los equipamientos de radiodifusión digital (ISDB-T).

Las tendencias actuales sugieren que OFDM fuera la modulación de opción para los multimedia de banda ancha de cuarta generación en los sistemas de comunicación inalámbricos. Hay varias barreras que necesitan ser superado sin embargo, antes de que OFDM encuentre el uso extendido en los sistemas de comunicación inalámbricos modernos. Los inconvenientes de OFDM con respecto a la modulación del portador único incluyen:

- OFDM inherentemente tiene una gran relativa proporción de potencia promedio peak (PAPR) que tiende a reducir la eficiencia de potencia de amplificadores de RF. La construcción de señales de OFDM con el factor de cresta bajo es particularmente crítica si el número de subportadoras es grande, esto porque la potencia peak de una suma sinusoidal de N señales puede ser tan grande como tiempos de N de potencia media. Además, el rendimiento general de recorte peak fuera de la banda de radiación, es debido a la distorsión de la intermodulación.
- Los sistemas Multicarrier son inherentemente más susceptibles a frecuencia compensada y ruido de la fase. La fluctuación de frecuencia y cambios Doppler entre el transmisor y el receptor causan la interferencia de la intercarrier (ICI) que degrada la actuación del sistema a menos que se llevan a cabo las técnicas de la compensación apropiadas.

Los problemas anteriores pueden limitar la utilidad de OFDM para algunas aplicaciones. Por ejemplo, la norma de HIPERLAN/1 completada por el Instituto de Normas de Telecomunicaciones europeo (ETSI) en 1996 considerado OFDM pero lo rechazó. Desde entonces, mucho de los esfuerzos de investigación sobre comunicaciones Multicarrier en universidades y laboratorios de industria se ha concentrado en resolverse los dos problemas anteriores. OFDM sigue siendo un esquema de modulación preferido para la futura áreas de banda ancha en redes de radio, debido a su inherente flexibilidad aplicada a la modulación adaptable y energías que cargan a través de la subportadora. Significantes beneficios en el

rendimiento son también esperados en el uso sinérgico en tecnología de software de radio y las antenas inteligentes con los sistemas de OFDM. Se han propuesto varias variaciones de esquemas de comunicación de Multicarrier para aprovecharse de los beneficios de OFDM y sistemas del portador único como el espectro extendido.

3.5.3-. WDM

WDM es una tecnología óptica basada en la Multiplexación de diferentes longitudes de onda generadas por diferentes emisores de luz dentro de una misma fibra óptica. De esta forma, se logra aumentar la capacidad de transmisión o ancho de banda de la fibra más allá de los límites que impone el propio material que la conforma. Cuando el número de longitudes de onda que se multiplexan (también conocidas como canales) es superior a 8, esta tecnología se denomina DWDM Dense Wavelength Division Multiplexing.

Es bien conocido que un sistema de transmisión convencional basado en fibra óptica está conformado por tres bloques:

- 1-. La fuente que emite la señal en el rango óptico del espectro electromagnético, es decir, una fuente que emite señales luminosas y que consiste normalmente en un diodo láser.

- 2-. El medio físico por donde se propaga y transmite esa señal luminosa, que es el cable de fibra óptica constituido por un material de un determinado índice de refracción (el núcleo) y revestido por otro material de distinto índice de refracción (el revestimiento).

- 3-. Un dispositivo fotodetector situado en el extremo final de la fibra que capta la señal emitida por la fuente y que ha viajado a lo largo de la fibra óptica.

En DWDM, además de los bloques emisor, de transmisión y de recepción, hay un cuarto elemento que adquiere una importancia crucial; el amplificador EDFA (erbium Doped Fiber Amplifier).

Es también perfectamente conocida la superioridad de la fibra óptica frente a sus homólogos en el contexto del cable, como el coaxial o el par trenzado (donde las señales son eléctricas), en términos de inmunidad al ruido, fiabilidad y, fundamentalmente, ancho de banda. Estas ventajas convierten a la fibra óptica en el medio de transmisión por excelencia en un entorno multimedia en el que la transmisión de vídeo, voz y datos simultáneamente y la interactividad sean una realidad.

En la actualidad se encuentran una gran cantidad de equipos que operan con esta tecnología, es por ello que el diseño de este trabajo utilizara es un híbrido, denominado híbrido de radio fibra, que es adaptada para la interconexión de los puntos de acceso a la red de fibra del Backbone. Los enlaces son capaces de transportar señales tanto analógicas como digitales de gran velocidad, así como los múltiples servicios inalámbricos basados en la modulación de la subportadora (SCM) y de la tecnología antes mencionada WDM.

CAPITULO IV

DISEÑO DE RED DE BANDA ANCHA BASADA EN ATM

4.1-. INTRODUCCIÓN

Actualmente el transporte de datos a Gigabit y el procesamiento de tecnologías son requeridas para responder, presentar y distribuir la futura información de Internet a aplicaciones de gran velocidad. Es más, para canales de comunicación de banda ancha localizar a los usuarios individuales en cualquier ambiente geográfico demandan una integración de segmentos de red en medios de comunicaciones como el alambrado, fibra y radio frecuencia (RF). La tecnología de fibra óptica ya ha madurado para el transporte de datos a terabit por segundos. Sin embargo, para lugares carentes de infraestructura de fibra, las tecnologías inalámbricas (RF) están surgiendo como los medios de comunicación de transporte en respuesta al periódico aumentó de la demanda por banda ancha para conectarse a una red. Por otro lado, la máxima comunicación del canal a una rápida proporción de datos, disponibilidad de enlace, y rendimiento está limitada en el dominio inalámbrico (microondas y onda milímetro en particular) por el rango inalámbrico, efectos de propagación, la turbulencia atmosférica, y los factores medioambientales. La proporción de bits típica para un sistema inalámbrico RF es bajo megabits por segundo rango para móvil, y unos pocos de cientos de megabits por segundo para los enlaces inalámbricos fijos. Además, incluso a estas proporciones de datos bajos, el error de rendimiento de enlaces y el orden de calidad de servicio son muchos menores en magnitud que aquéllos de fibra ópticas en los sistemas de transmisión.

En respuesta a estas necesidades, este trabajo propone una nueva arquitectura de red de banda ancha y soluciones de tecnología de interfaces basados en combinaciones y aspectos complementarios de RF para el funcionamiento de la red integrada. El combinado esquema y la arquitectura han extendido la fibra óptica a nuestro alcance, con la utilización del ancho de banda al usuario terminal y más importante en el dominio inalámbrico.

4.2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El acceso inalámbrico de banda ancha fija (BWA), es un sistema de corto alcance basado en células punto a punto y/o punto a multipunto sistema de distribución que se parece al tradicional servicio de distribución multipunto local (LMDS). La arquitectura de la red para habilitar la capacidad gigabit y capacidades de enlace de datos de gran velocidad, será gestionada desde la red de fibra del backbone y desde aquí se enlazara a una unidad de RF Photonics la cual será adaptada sobre tecnologías de fibra para la interconexión a los puntos de accesos (Aps) y hub que son establecidas utilizando antenas remotas. También se incluyen nodos de acceso inalámbrico portátil bidireccional basado en ATM para extender la red de fibra de banda ancha fija que se encuentre aislada o para interconectar redes aisladas mediante un bridge basado en acceso inalámbrico punto a punto.

El sistema utiliza microondas para el servicio nómada y tecnologías de onda milímetro y FSO para el servicio fijo. Por consiguiente, estas tecnologías se utilizan para el acceso y distribución hasta el usuario final, en un único HFR multibanda que utiliza tecnología WDM.

La siguiente figura muestra la arquitectura BWA y la subred funcional.

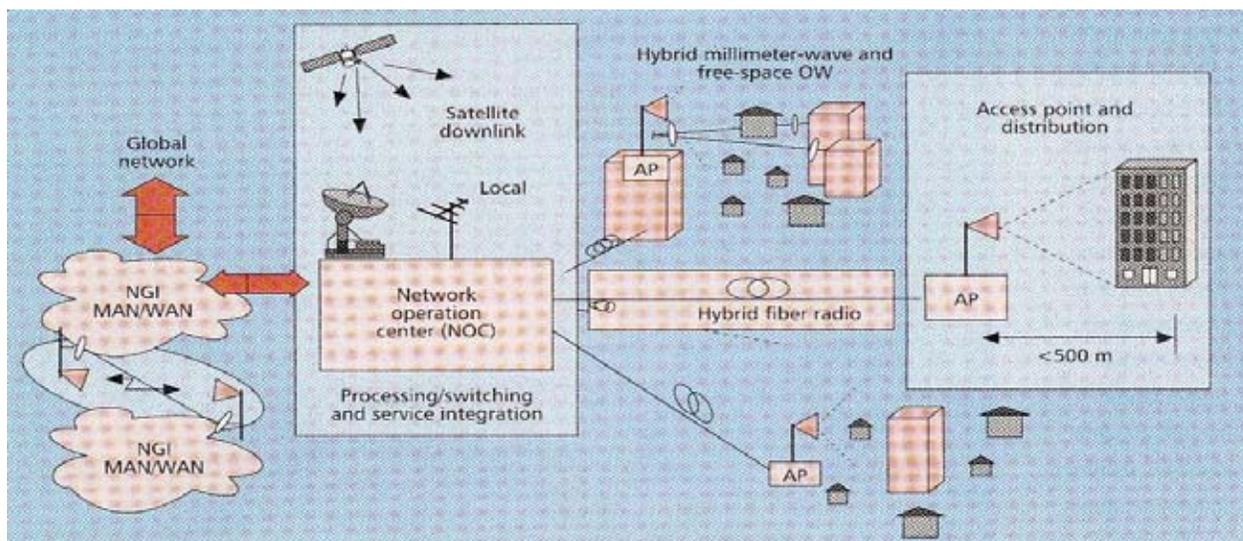


Fig. 4-1-. Arquitectura de red

4.3.-ARQUITECTURA DE CORTO RANGO MICRO / PICOCELULA

En contraste con LMDS convencional el tamaño normal de la célula es de 3-7 Km en el diámetro. Para el diseño se ha seleccionado la Micro / Picocélula menores a 500 metros por radio para alta densidad en pobladas regiones. La figura 4-2 nos muestra escenarios para clientes concentrados en áreas urbanas como ambientes internos de la ciudad, campus de la universidad, parques comerciales, edificios de varios pisos, o planificados complejos de vivienda y desarrollo en las comunidades pequeñas.



Fig. 4-2-. Escenarios para clientes concentrados en regiones de alta densidad.

El Alumbrado publico, las azoteas o antenas montadas al lado de las murallas pueden servir de guía para un enlace sin obstáculos en construcciones de varios pisos. Un punto de acceso (AP) y un hub son establecidos utilizando una antena remota para la redistribución de la picocélula en ambientes internos. La siguiente figura 4-3 nos muestra las opciones celulares y el acceso a un campus o a una pequeña comunidad, las cuales como es mencionado anteriormente, pueden ser proporcionados proyectando la señal de las antenas montadas en postes de luz callejeros o edificios vecinos.

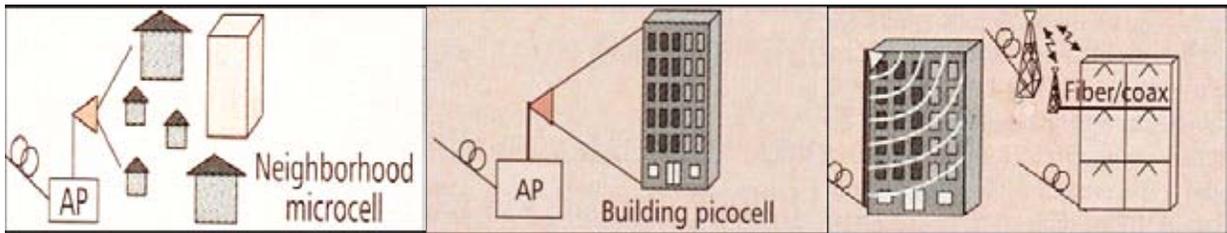


Fig. 4-3.-Opciones celulares para el integrado HFR, Micro / Picocelular

4.3.1.- La interconexión híbrida de Radio de Fibra al backbone

La radio de fibra Híbrida (HFR), la unidad Photonics de RF, y la radio sobre tecnologías de fibra que se adaptan para interconectar los APs a la red de fibra del backbone son capaces de transportar ambas señales digitales y analógicas de gran velocidad, así como múltiples servicios inalámbricos basados en la modulación del subcarrier (SCM) y tecnologías de multiplexación por división de longitud de onda (WDM). Además de, la posibilidad de usos existentes de fibras incluidas en la acera y vecindarios, así como conexiones FSOW que permiten la integración de banda ancha a la red del backbone y los servicios combinados a través de una sola infraestructura compartida, llevando un despliegue más rápido y sistemas a más bajo costos para los proveedores de servicio.

4.3.2.- El Centro de Operación de red

El centro de operación de red (NOC) tiene como tareas básicas la relocalización y control de la estación base o punto de acceso convencional, facilidades de conmutación, enrutado, y operaciones en función de la mezcla de servicios. Además de la integración y unión de la multibanda HFR, FSOW, y las tecnologías de fibra óptica digital al NOC con acceso inalámbrico de banda ancha fija (BWA) que ha proporcionado una flexible y unificada red de operación, así como la posibilidad del manejo y control de la red de extremo a extremo. La consolidación de esta tecnología beneficiará a través de la más baja complejidad, la

infraestructura y el costo, resultando más fiable y centralizando el banco de datos como el de operaciones.

4.4. BRIDGE Y ACCESO AL NODO

También se ha desarrollado la realización de un nodo de acceso inalámbrico portátil bidireccional para una conexión basada en ATM para extender la red de fibra de banda ancha fija. La meta de insertar un nodo portátil permite demostrar la posibilidad de un nodo de acceso rápidamente desplegado a la interconexión del backbone al NOC para la aplicación en escenarios especializados, como teatros militares, respuestas de emergencia, y operaciones de ayuda en desastre. Dos nodos portátiles también podrían servir como un puente inalámbrico punto a punto para conectar dos o más redes aisladas en los lugares no servidos por fibras, como es descrito en la Figura 4-1 antes ilustrado.

4.4.1. FSOW acceso de alta velocidad

Esta es una emergente tecnología avanzada que proporciona muchos nuevos acercamientos y plataformas para acceso inalámbrico de grandes anchos de banda y distribución de redes. La tecnología, en combinación con topologías de red microondas, ha creado el potencial para incrementar la capacidad, y extendidos anchos de banda basados en fibra óptica y servicios a los usuarios vía inalámbrica.

Un enlace FSOW punto a punto es empleado para complementar y extender (la siguiente generación de Internet NGI) las capacidades de acceso inalámbricas por el verdadero transporte de datos a gigabit por segundo. Las combinaciones de tecnologías microondas y FSOW son topología de red híbrida que proporcionan un directo rendimiento en comparación con enlaces de microondas en varias condiciones medioambientales (por ejemplo, multitrayectoria, fade por lluvia) y que son requerido para el diseño y aplicación de redes de alta fiabilidad. Es más, esta topología asegura un grado más alto de disponibilidad del enlace cuando la microonda falla durante la lluvia, de otro modo FSOW impulsara la potencia de caída debajo del umbral especificado durante tiempos brumosos. Se ha demostrado en investigaciones que la tecnología

híbrida puede aumentar la capacidad de la red microonda actual y las capacidades de transporte de datos de gran velocidad.

4.5-. VENTAJAS DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Comparado con el tradicional sistema LMDS, la tecnología del sistema y la topología de red heterogénea descrita anteriormente poseen muchas ventajas tecnológicas y operacionales:

- Incremento de cobertura y porcentaje de penetración de usuario en cada célula individual debido a los usuarios densamente posesionados en el área de servicio.
- Esto lleva a su vez a un plan más simple de solapar las células para extensiones más altas y permisos de utilización de eficiencia de espectros más altos.
- En el requerido AP hub la potencia que se transmite al cliente (en onda milímetro) se reduce inmediatamente a (15 dB mínimo) debido al radio celular relativamente corto. El resultado es una baja potencia, resultando una solución económica del sistema menos complejo y por ende el diseño del hardware MMIC (Milimeter Microwave Integrated Circuit).
- Una reducción mayor en la interferencia del sistema (en el canal adyacente y la célula adyacente) viene del forzamiento y limitaciones impuestas por la no-linealidad de amplificadores de potencia en los sistemas de gran potencia debido al recrecimiento espectral.
- Como resultado, la posible reducción en el espacio del canal de radio requerido puede ser logrado, llevando la capacidad del sistema aumentada debido a la utilización de espectros más altos y eficiencia.
- Por ser corto el rango que directamente esta proyectado a la línea de vista (LOS) el camino de la propagación llega a ser libre "mas grande" la interferencia de multitrayectoria, interferencia intercelular, y obstrucciones (los edificios, objetos en movimiento, árboles, y follaje).

- Una mejora adicional en el margen de ganancia del sistema (7-10 dB) y la disponibilidad del enlace viene de la corta distancia del LOS, que despoja la limitación de la recepción de la señal debido a la atenuación de lluvia excesiva y tiempo fuera de servicio del sistema experimentada en alta potencia.
- La utilización de un híbrido microondas / FSOW es una topología de red que extiende el alcance de la red de banda ancha sin utilizar el espectro del radio. Pudiendo proporcionar alta capacidad de enlace, incremento de frecuencia de Reuso en onda milímetro, e intensifica grandemente la fiabilidad de la red y disponibilidad.

4.6-. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Como se ha mencionado anteriormente, la implementación de este diseño utiliza tecnologías de acceso inalámbrico de banda ancha BWA, la cual esta basada en el modo de transferencia asíncronas (ATM) y que ha sido orientada hacia las aplicaciones de Internet de gran velocidad y al rendimiento W-WLL (Wideband WLL). En particular, hay dos métodos de acceso diferentes para los usuarios, ellos pueden tener un acceso inalámbrico directo a la microcélulas a 5.8 Ghz (nómade) o, alternativamente, a través de microcélulas en la banda de 38 Ghz (microonda milímetro) con servicio fijo.

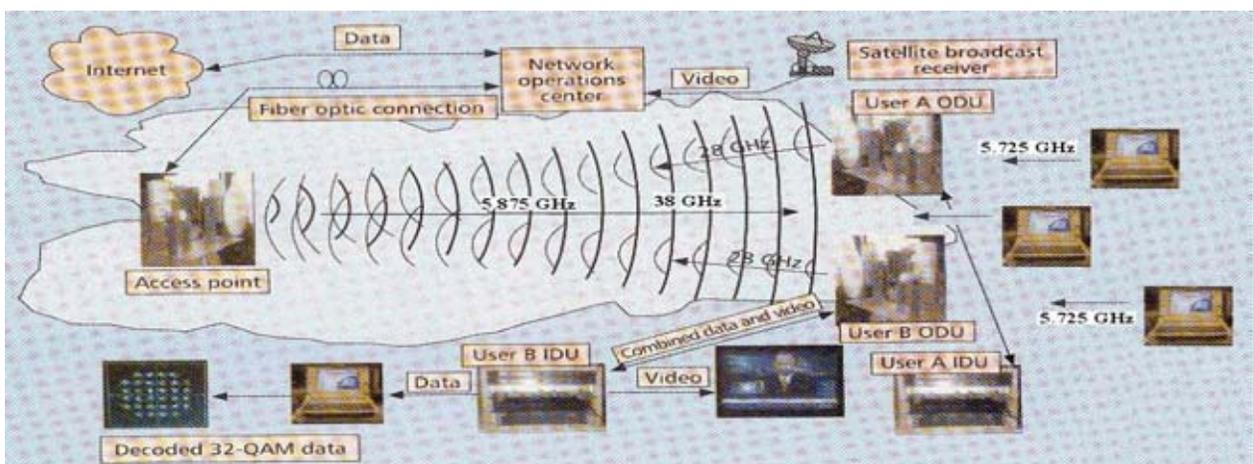


Fig.4-4-. Configuración BWA multibanda multiusuario

El diseño comprende un solo (AP) punto de acceso que opera en varias bandas de frecuencia, en particular, en las bandas de 5.8 y 38 Ghz. La transmisión de la microcélula / picocélula hace uso de transmisión MAC (TDMA u OFDM) sobre acceso múltiple por división de código por secuencia directa (DS-SS), al igual como en las LANs inalámbricas actuales. Para el acceso fijo de banda ancha se transmite a 38 Ghz y es recibido a 28 Ghz, usando antenas sectorizadas de (90°) y utilizando acceso múltiple por división de frecuencia /tiempo.

Dentro de la asignación del downlink dada, se asignan 50 canales individuales con un ancho de banda definido por CEPT en 39 Mhz. En la práctica cada canal de 39MHz para servicio fijo, puede proporcionar una tasa de bit por usuario de 38 Mb/s. La mayoría de los usuarios no puede utilizar semejante proporción tan alta de bits, así que se multiplexan un flujo de varios usuario en cada canal. La situación típica es que cada canal incluye desde 1-20 usuarios que llevan una proporción de bits con variación de entre 1.95 y 38 Mb/s por usuario. Con antenas sectorizadas a 90° la proporción de bits global dentro de la microcélula puede llegar a ser hasta 7.6 Gb/s. De aquí, él llamando Gigabit inalámbrico, no es sin la justificación.

Debido a la propagación difícil condicionada, para las aplicaciones que usan microcélulas para el servicio nómada los APs está provista con módems OFDM, cada uno con un ancho de banda de 8MHz.

El sistema con TDMA u OFDM del uplink es dinámico, y el usuario puede pedir más de uno de los slot de tiempo para el uso del uplink (la disputa). La muestra de análisis estadístico que el usuario típico puede esperar tener es 64-512 Kb/s de throughput. Para un usuario de la casa típico esto es bastante. Sin embargo, para los usuarios comerciales el modelo del sistema requeriría probablemente un juego diferente de parámetros.

Además un único portador es basado sobre un (DBV-S) satélite de transmisión de vídeo digital (set-top-box). El seleccionado DVB, puede utilizar tecnología basadas en QPSK u OFDM, como punto de arranque de la capa física como puede verse en forma genérica en la figura 4-5. Una de las grandes ventajas, es que se puede utilizar todas las tecnologías existentes, notables chips desarrollados para la televisión digital.

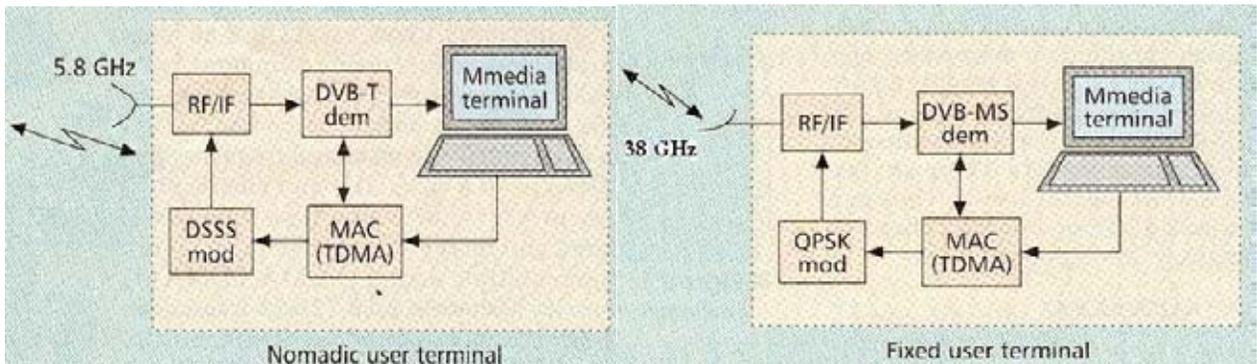


Fig.-4-5-.Terminales nómade y fijo

Un enlace punto-a-punto de gran velocidad FSOW, en paralelo o tándem, también fue llevado a cabo para extender el ancho de banda de fibra del backbone al AP que opera a una tasa de 622 Mb/s (OC-12). En todos los enlaces, la red lleva a cabo los servicios mixtos: transmisión de 80 canales de vídeo y canales de datos inalámbricos de RF con velocidades a 1.5, 25, 45, y 155 (OC-3) Mb/s). La clave del resultado importante en la topología descrita aquí es que el transmisor del AP tiene baja potencia (= -10 dBm a 38 GHz), con el camino de retorno de suscriptor que transmite a la potencia de = -4 dBm, práctico para despliegues de volumen. La operación de error libre se logra en unos 20° en el sector de unos 470 m de microcélulas en el ambiente.

La Figure 4-6 describe los elementos funcionales e interconexión del BWA basado en ATM y la red de distribución en el NOC en forma individual. El switch ATM es programado para combinar y realizar distribución de tráfico, la integración de servicio mixtos, y los caminos de interconexión de usuario dinámicos. Las fibras / inalámbricas de ATM combinadas se conectan a una red para su operación, así como para la integración del servicio. Esto se puede probar y evaluar usando un analizador de Internet sobre ATM. El error libre en la transmisión de microondas milímetros / óptica y operación de la red se logra para 155 Mb/s de datos por canales conmutados a los usuarios en las células hasta en 470 m en el radio.

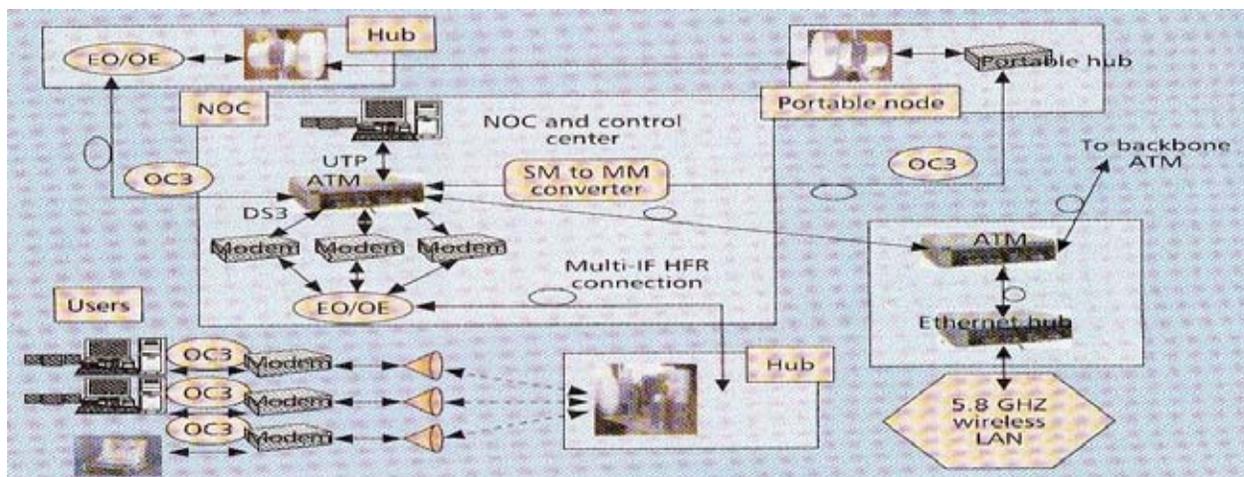


Fig. 4-6.- Elementos funcionales e interconexión basada en ATM

La figura 4-7 ilustra el HFR integrado y la unidad photonics de RF para los trabajos de Internet de fibra / inalámbrica y opciones de la interface. La ventaja de microondas y Photonics de RF es que no solamente extiende y une la distribución del acceso de banda ancha, sino que este también incorpora funcionalmente" una conexión a la red de trabajo" y el control dentro de los enlaces inalámbricos.

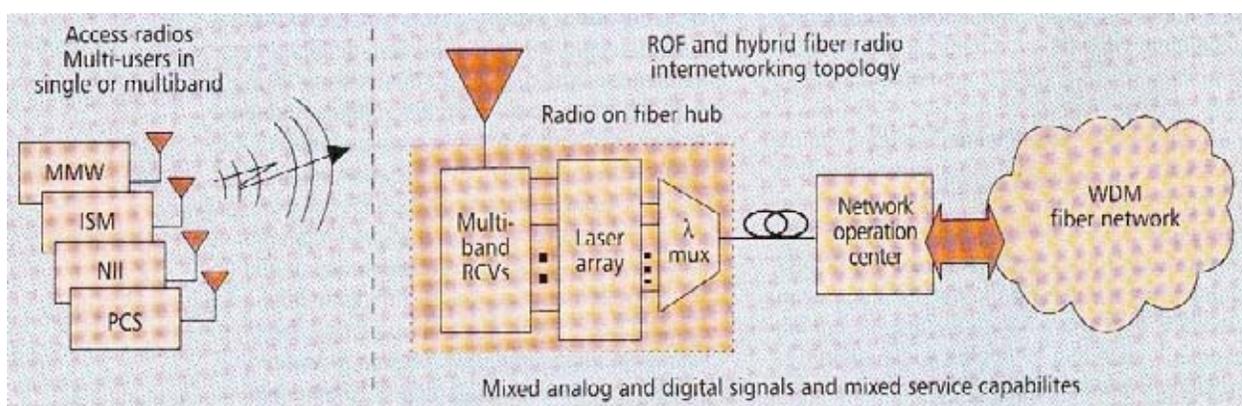


Fig.-4-7. HFR integrado y Accesos de radio

La figura 4-7 ilustra la integración de varias bandas inalámbricas diferentes (PCS, NII, MMW, ISM) en un solo HFR que usa tecnología de WDM. La integración del sistema también

ha sido demostrada y basado en una sola longitud de onda óptica y sincronizados multicarrier en microondas de radios con etapa modular IF. Las subportadoras de microondas se seleccionan una a una con canales de fibra / inalámbrica mapeadas para proporcionar unificadas redes de operación de extremo a extremo y continuamente.

La Fig. 4-8 describe el rol de HFR para múltiples señales de distribución APs, el control centralizado del haz de las individuales antenas y fases, así como las selecciones de banda de frecuencia. Aquí, por otra parte la "antena remota" con su función tradicional ha sido reemplazada por un enlace de acceso de servicio múltiple con la dirección de red centralizada y de control.

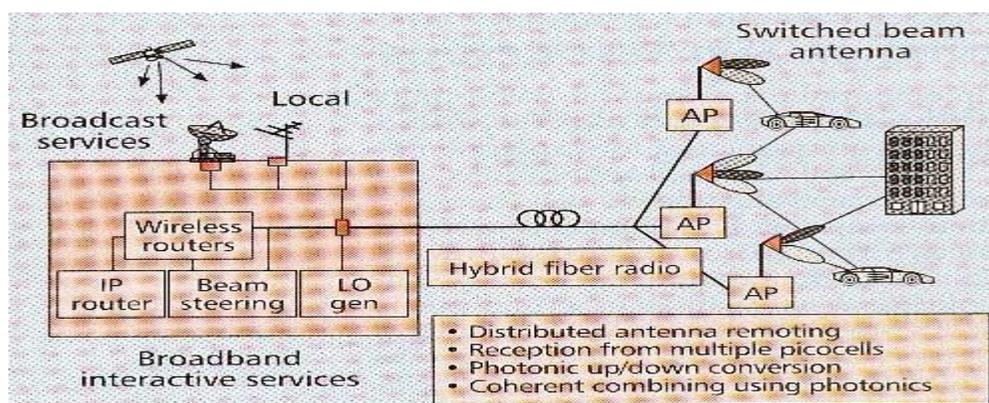


Fig.- 4-8. Señal de múltiples APs en la distribución y control

La Fig. 4-9 describe la utilización de tecnología HFR para distribuir la alta estabilidad, de un oscilador local (LO) de baja fase de ruido y la sincronización de señales microondas al up / downconverters en los APs y terminales base. La distribución de LO experimentalmente ha demostrado más bajas armónicas y la calidad de fase a sido superior en los sistemas de microonda milímetro, así como una disminución eléctrica en la complejidad del diseño de la terminal en frecuencia intermedia (IF) / RF, suma de componente, y el costo global comparado a todas las soluciones eléctricas. En consecuencia, el esquema mantiene una flexibilidad de frecuencia afinadas, selección del canal, y las asignaciones del ancho de banda dinámicas a los sistemas de acceso inalámbricos.

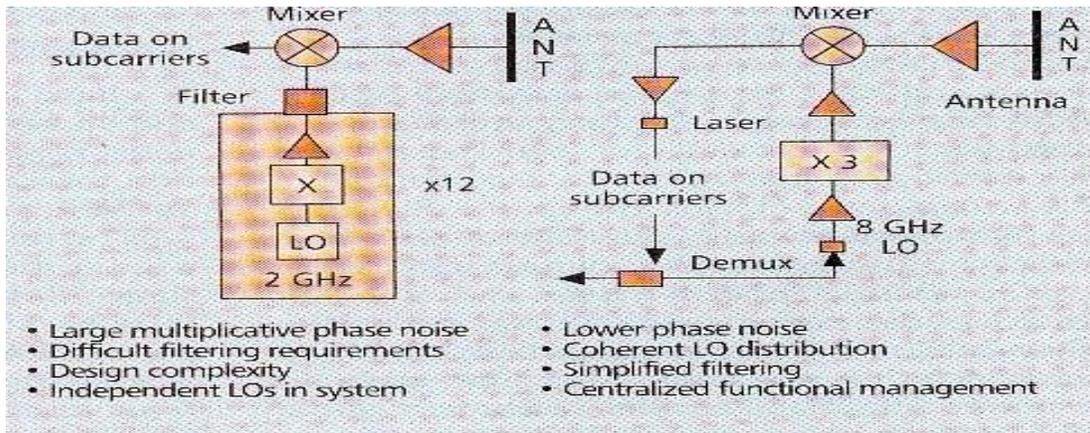


Fig.4-9-. Oscilador Local (LO) de alta estabilidad.

CAPITULO V

APLICACIÓN SOBRE TECNOLOGIA W-WLL

5.1.- ANCHO DE BANDA INALAMBRICA LOCAL LOOP (W-WLL)

5.1.1.- Introducción

Diferentes tecnologías son requeridas para entregar acceso a los usuarios (xDSL, WLL, PLC, etc.). Cada tecnología tiene sus ventajas y desventajas en donde cada una de ellas difieren en los campos de aplicación. Pero es un hecho que las mayorías de las redes tendrán que mantener una mezcla de soluciones a los subscriptores individuales y segmentos de red al cliente para encontrar sus condiciones límite. Como resultado, el futuro de acceso del usuario es una solución híbrida.

Los sistemas de banda ancha WLL hoy en día se encuentran en un aumento trascendental para proporcionar servicios a las áreas urbanas densamente pobladas, así como escasamente pobló las áreas remotas y rurales. Si bien se han mencionado algunas de las ventajas que tiene WLL cabe mencionar algunas de ellas:

- Rápida instalación.
- Inversión inicial pequeña
- Mantenimiento es barato y fácil
- La substitución rápida y fácil de equipo defectuoso
- La posibilidad de quitar e instalar el sistema en otros lugares
- Crecimiento gradual y expansión según la demanda local, entre otros.

El énfasis de WLL es el servicio a los terminales fijos; sin embargo, la movilidad también es un rasgo ventajoso.

Los sistemas actuales de WLL son basados en una estructura punto a multipunto, donde cada usuario tiene sus propias proporción de datos fijo en un enlace de 256 Kb/s a 2 Mb/s; no obstante, los sistemas más flexibles han sido basados en IP o en el modo de transferencia asíncrona (ATM) y que son actualmente desarrollados y regularizados para dar paso al denominado ancho de banda local loop inalámbrico (W-WLL).

En la siguiente figura se ilustra la evolución de los sistemas inalámbricos con distintas tecnologías.

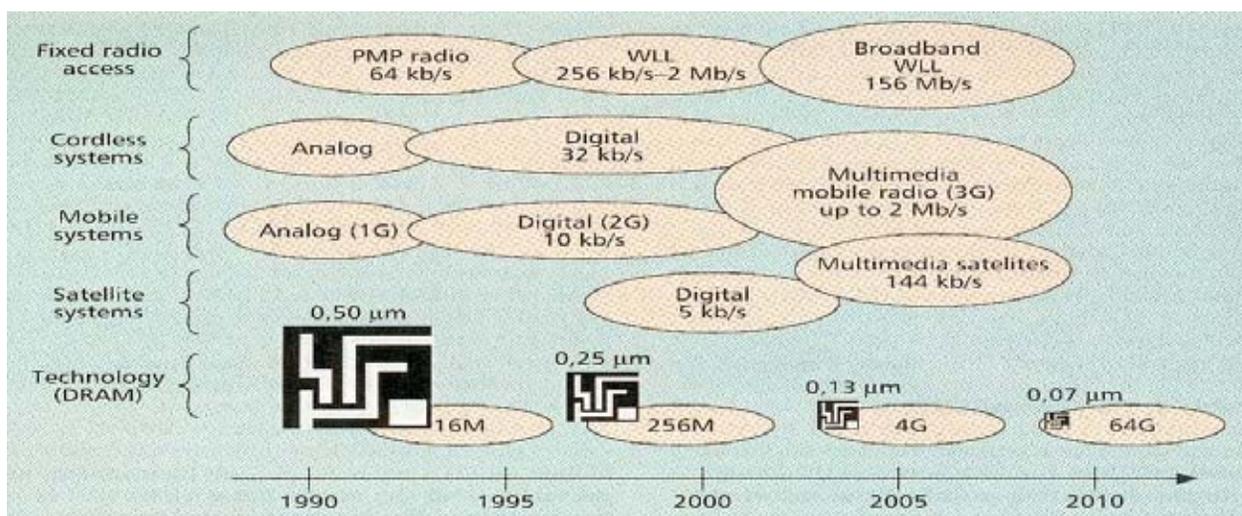


Fig.5-1. -. Evolución de los sistemas inalámbricos

5.1.2.- Regularización de W-WLL

El IEEE a regularizado la banda ancha WLLs para el uso en las bandas LMDS (pero no restringida a esta tecnología) como IEEE 802.16. El mercado ha designado inicialmente como objetivo a pequeñas y medianas empresas que desean tener acceso de banda ancha (2-155 Mb/s) en algún núcleo de red. Los sistemas 802.16 se diseñan para áreas en bandas de 30 Ghz; sin embargo, la norma generalmente permitirá el uso entre 3 y 66 Ghz.

En la figura 5-2 se puede observar los diferentes tipos de redes inalámbrica, con sus respectivas normas de trabajo, así como de alguna de sus características.

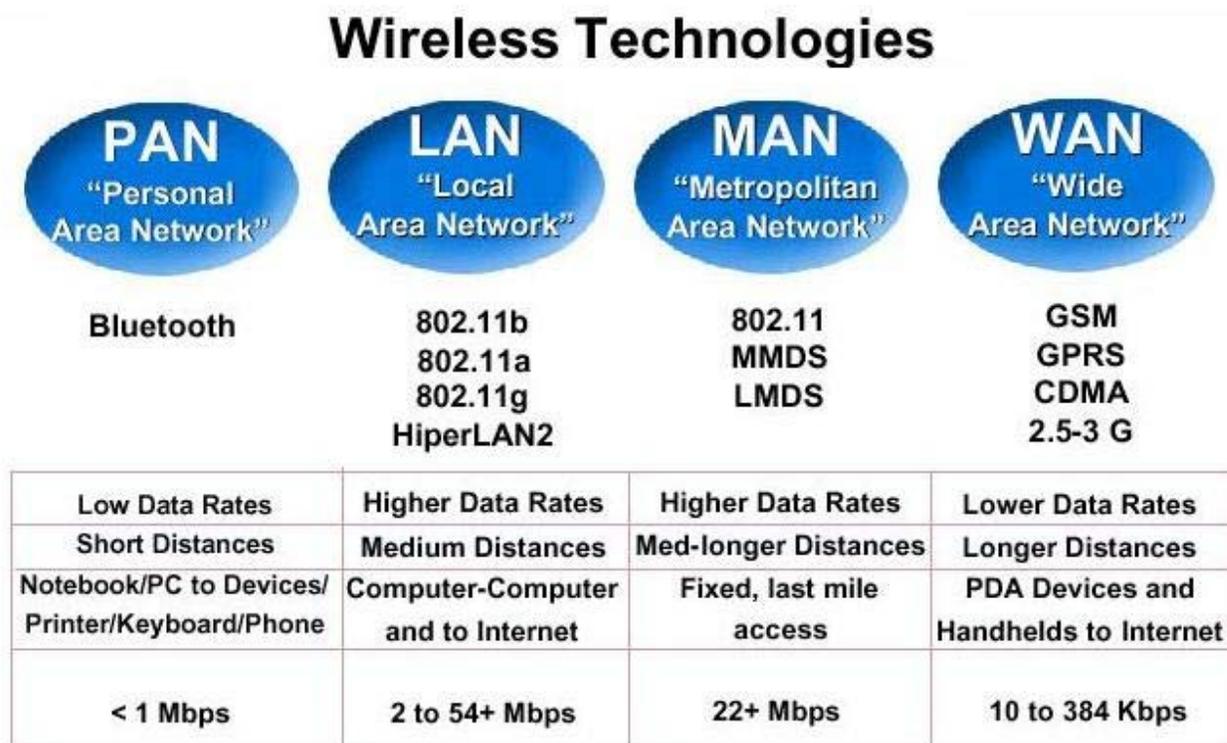


Fig.5-2-. Tecnologías Inalámbricas

En Europa, la banda ancha WLLs se regulariza actualmente dentro del Instituto de Normas de Telecomunicaciones Europeo (ETSI) las Banda ancha de Radio Acceso de Redes (BRAN) como los sistemas de acceso de radio de alto rendimiento (HIPERaccess). HIPERaccess permitirá IP inalámbrico y acceso ATM de 25 Mb/s para los usuarios comerciales residenciales y pequeños. La tecnología de comunicaciones subyacente esta basado en un único portador con acceso múltiple por división de tiempo TDMA. El sistema se perfeccionará para el uso, en la área de 40 Ghz, pero no se limitará a estas bandas.

Puesto que probablemente ningún sistema tendrá una autorizada banda de frecuencia especializada para su propio uso, ellos tienen que cubrir con otros sistemas que contaminan su espectro. Los sistemas diferentes tienen que ser separados suficientemente por bandas de frecuencia o localización geográfica. Entre tanto para coexistir 802.16 e HIPERaccess, las especificaciones actualmente están siendo bien preparadas. Sin embargo, los numerosos

propietarios de sistemas no estandarizados también pueden contribuir significativamente a la interferencia total de un sistema.

5.1.3-. LMDSs de hoy en día

Actualmente los sistemas de distribución multipunto locales (LMDSs) ha sido la primera tecnología capaz de entregar datos de banda ancha. Considerando que el sistema de distribución multicanal multipunto (MMDS) se desarrolló para la distribución de la TELEVISIÓN analógica (el cable inalámbrico), en donde los primeros sistemas digitales evolucionaron durante el último par de años, llegando finalmente a LMDS. Estos originalmente soportan transmisión de vídeo MPEG sobre varios portadores con 8-27 Mhz de espacio por canal, cada uno transporta aproximadamente 40 Mb/s e interactivamente se garantiza una vía de retorno extra por canal.

En los Estados Unidos, 1.3 Ghz en la banda de 27.5-31.3 Ghz fue subastada por el FCC para los servicios de LMDS. Con ellos es posible transmitir sobre de 2 Gb/s compartiendo la capacidad dentro de este ancho de banda para los servicios interactivos. Las aplicaciones de LMDS típicas ahora incluyen todos los tipos de servicios interactivos.

5.2-. VERSATILIDAD DEL SERVICIO

Una de las grandes ventajas del servicio es que las unidades que integran los servicios como datos, vídeo y otros, no-solo extienden la red, sino que se unen al acceso y distribución de la banda ancha con la incorporación funcional de una red de trabajo que controla los enlaces inalámbricos. Además de la integración de varias bandas de frecuencia en una sola longitud de onda óptica. Como consecuencia, todos los enlaces pueden llevar los servicios mixtos de 80 canales de transmisión de vídeo con velocidades de 1.5, 25, 45, y 155 Mb/s en modulación 4, 16, 32, 64 QAM. También cabe resaltar que una de las claves importante en el diseño, es que los transmisores de los puntos de acceso AP irradian una potencia baja, lo que es practico para los despliegues de aglomeración de subscriptores, como a la minimización de interferencias de los servicios ya implantados.

5.3.- DESPLIEGUE DEL SISTEMA

A modo de resumen y en términos generales el despliegue del sistema esta basada en dos clases de segmentos, el de la infraestructura de los puntos de acceso o hub y el segmento de usuario. Este último está conformado por una serie de antenas / transceivers de baja potencia situadas en cada emplazamiento de usuario; en cada hogar para el caso residencial y en cada oficina o emplazamiento industrial para el caso de negocios. El tamaño de éstas antenas, que se pueden instalar en tan sólo dos horas, es muy pequeño. Las antenas reciben las señales emitidas por los puntos de acceso al mismo tiempo que emiten señales hacia esa estación APs, mediante un downconverter la señal en la banda de 38 Ghz se pasa a una frecuencia intermedia IF (Intermediate Frequency) para que la señal sea compatible con los equipos del usuario; recíprocamente, mediante un up-converter, esta señal de frecuencia intermedia se convierte en una señal de frecuencia de 28 Ghz para generar la transmisión desde el emplazamiento de usuario hacia el hub. El segmento de usuario comprende también el set-top-box, basada en tecnología digital, con lo cual se mejora considerablemente la recepción de señales de vídeo en formato MPEG-2.

Otras partes del segmento de usuario son una serie de interfaces para implementar la integración en el marco del sistema de comunicaciones del usuario, y equipos para realizar la interconexión al backbone como enlaces con la central telefónica para generar líneas telefónicas y/o cabeceras para la televisión por cable, una interfaz Ethernet para conectar ordenadores y equipos asociados y una interfaz de red para controlar la interacción entre los diferentes equipos informáticos y de comunicaciones. En concreto, esta interfaz de red, conocida como NIU (Network Interface Unit), constituye una interfaz estandarizada para todos los equipos existentes en el emplazamiento de usuario, como, por ejemplo, PBX o multiplexadores de acceso integrado.

También en el segmento de usuario la antena capta la señal emitida por el hub y la unidad de interfaz de red la convierte en voz, vídeo y datos, y la distribuye por todos los cables existentes en la planta del edificio.

El segmento del punto de acceso está formado por la propia estación sectorizada, que se sitúa sobre estructuras o edificios ya existentes o sobre torres de transmisión de una altura determinada para poder disminuir al máximo las zonas de sombra.

La antena sectorizada permite reutilizar frecuencias, lo cual produce un notable incremento de la capacidad global del sistema, en particular, en lo que concierne a la generación de servicios en dos sentidos.

5.4-. RECONFIGURACIÓN DE LA RED DINÁMICA

Aparte de la rápida instalación de los segmentos de red y del crecimiento gradual debido a la demanda de servicios hacen que se posibilite la reconfiguración del sistema a través del manejo de software como del hardware existente. No hay que olvidar que los equipos que se integran (Photonic y RF, HFR) utilizan tecnologías de fibra óptica, los cuales tienen particulares características con respecto al manejo de datos a través de software internos como los son SDH / SONET. Al mismo tiempo, la administración de configuración dinámica tienen como tarea las siguientes actividades:

- Abastecimiento de los puntos de acceso
- Abastecimiento de grupos de acceso
- Configuración de grupos de acceso
- Abastecimiento de puntos de conexión
- Configuración de puntos de conexión
- Abastecimiento de las subredes
- Abastecimiento de enlaces
- Configuración de enlaces
- Abastecimiento de conexión de enlaces
- Abastecimiento de la capa de red

Donde el manejo de configuración de conexiones es referente a:

- Organización de conexiones de subredes
- Instauración en conexiones de redes
- Descarga de conexión de redes.

Con ello se tiene la habilidad de preparar los caminos entre el punto de acceso automáticamente sobre la demanda del cliente y por los límites que imponga el operador, además de otras habilidades o características que tiene esta forma de manejo de red. Esta es una de las tecnologías que tiene una gran proyección para ser utilizada en las denominadas redes inteligente que se impondrán en el futuro.

Otro tipo de características son las del propio diseño, el cual se puede implementar tanto como topología de red individual o integrada, para la interconexión con el BWA, en el caso de una red individual el centro de operación de red NOC continuara realizando las tareas de mezcla de servicios, conmutación, enrutamiento y otros. Sin embargo, para entregar los servicios con la tecnología wireless LAN se deberán utilizar Hub Ethernet que se comunicaran con el switch ATM existente, que entre otras funciones tiene que buscar las trayectorias de interconexión con los usuarios dinámicos y que posteriormente podrán ser enlazados directamente al NOC o al backbone de la red ATM. Así las fibras/inalámbricas de ATM combinadas se conectan a la red para su operación final.

5.5-. TOPOLOGÍA DE SUBRED

Como se ha mencionado durante el transcurso de éste trabajo, la segmentada topología de subred, tiene como propósito extender la red hacia otras redes que no particularmente deben ser LAN, sino que habrá la posibilidad de interconectar redes de grandes dimensiones como las redes MAN /WAN y que tienen como objetivo estar presente para la siguiente generación de Internet. Una de las tecnologías que posibilitan esta comunicación con otras redes son los enlaces FSOW (Espacio libre óptico inalámbrico) que proporciona la verdadera capacidad de Gigabit por segundo, esta combinada con topología de redes de onda milímetro han creado el potencial para incrementar la capacidad a los sistemas de RF. También se ha adhiere un nodo de acceso inalámbrico portátil bidireccional basado en ATM que extiende la red de banda ancha fija BWA a aplicaciones en escenario especializados como operaciones de socorro o respuestas a emergencia.

Cabe resaltar que un nodo inalámbrico portátil tiene la particularidad de cambiarse de red, cuando el operador lo estime necesario.

De esta forma se puede decir que éste diseño de red tiene una mayor versatilidad, mejor despliegue y una reconfiguración de red dinámica totalmente integrada.

CONCLUSIONES

Con respecto a la transmisión inalámbrica, se puede mencionar que es una tecnología en pleno desarrollo, que nació como respuesta, a las actuales necesidades de movilidad en los campos de la medicina, industriales y de comercio, por mencionar solo algunos de ellos, además de sus características y múltiples aplicaciones las redes inalámbricas han ido incursionando en el mercado ganando cada día más adeptos. Es mas, estas tecnologías han cambiado el modelo de trabajo en forma substancial tanto para los operadores como a los clientes, expresado de otra forma, este tipo de tecnología trae como beneficios una reducción en los ciclos de trabajo como de costos y al mismo tiempo se logran incrementos de productividad y de satisfacción en los empleados al no estar atados a los PC de escritorios.

Una de las particularidades de las redes inalámbricas, es que no surgieron como un reemplazo a las redes cableadas, sino que son un complemento de ellas, puesto que la verdadera ventaja de las redes inalámbricas son las diferentes opciones de accesibilidad y de la verdadera movilidad que ofrecen frente a las cableadas. Por consiguiente, podemos considerar que el sistema cableado represente la parte principal y la red inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo resolviendo los últimos metros hacia la estación de trabajo.

Otra de las grandes ventajas que tienen los sistemas inalámbricos con respecto a los sistemas de alta potencia, es que los niveles de energía transmitida, se encuentra muy por debajo en magnitud, lo cual reduce drásticamente la interferencia, es decir que cualquier tipo de receptor descartara fácilmente cualquier señal procedente de estos equipos (por relación señal a ruido), ya que la considerara un ruido de muy baja potencia y obviara fácilmente la señal.

Debido al auge y a la acogida que han tenido los dispositivos inalámbricos, esta tecnología, ha ido evolucionando con mayor fuerza en los últimos años, alcanzando avances importantes en cuanto a velocidades de transmisión, seguridad y cobertura. Además de ser una tecnología que resuelve la problemática de la "ultima milla" por medio de técnicas como es el espectro

expandido (Spread Spectrum), la cual brinda un mejor aprovechamiento del ancho de banda y permite que la red la utilice como una capa de seguridad.

Una de las ventajas de los dispositivos que hacen uso de esta técnica de espectro expandido, es que las hacen muy eficaces en nuestra zona, ya que son independientes a las condiciones climáticas, otra es que el costo de implementación de estos sistemas es intrínsecamente bajo, ya que muchos de los vendedores de PC han empezado a incluir el soporte en sus sistemas operativos para WLAN.

Con respecto a la seguridad de WLAN 802.11 se puede indicar, que los tradicionales sistemas no esta dirigidos a la problemática de seguridad. Sin embargo, se han hecho estudios en profundidad para resolver estos problemas, con ello se han logrado técnicas de encriptación y de autenticación de los usuarios, en forma mutua (usuario/servidor), además de claves de sesiones dinámicas, chequeo de integridad del mensaje y protocolos de integridad de claves temporales. En fin, se esperan esquemas más robustos de encriptación en el futuro como son AES (Advanced Encryption Standard) o IPSec (Internet Protocol Security)

Respecto a la implementación del diseño se puede mencionar que es una excelente alternativa, complemento al cable: prestaciones equivalentes y de inversión inferior, menor costo de mantenimiento y mucho más rápido de desplegar.

La utilización de tecnologías parecida a LMDS, hacen que se aprovechen la bidireccionalidad de banda ancha que es viable económicamente en zonas de alta densidad de población. Además de alternar frecuencias entre células adyacentes resulta más fácil para extensiones mas altas, esto por un aumento en la cobertura y en la penetración de usuarios en cada célula individual, algo imprescindible en otros sistemas celulares, con el consiguiente ahorro del espectro, recurso natural escaso y de creciente valor.

La disposición de oficinas y la forma en la que se organizan los usuarios en departamentos o grupos de trabajo influirán en la forma de escoger su LAN inalámbrica. Un área que tenga muchas paredes estructurales que separen a miembros de un departamento puede que no deje

operar a ningún sistema que no distribuya la señal como lo realiza la Picocelula, que tiene la habilidad de penetrar paredes y pisos.

El resultado de trabajar con bajas potencias debido al radio celular relativamente corto, permite una solución económica del sistema menos compleja y del diseño del hardware MMIC (Milimeter Microwave Integrated Circuit). Adicionado a esto el margen de ganancia del sistema mejora y la disponibilidad del enlace viene de la corta distancia LOS, que quita la limitación de recepción debido a la atenuación de lluvia excesiva y tiempos fuera de servicio de los sistemas LMDS de gran potencia de largo rango.

Finalmente se puede concluir de forma general, que existe un notable interés en implantar cada día más sistemas inalámbricos, esto puede atribuirse a varias razones: el auge tecnológico, la necesidad de una mayor movilidad, la disminución en los costos de implementación además de ser capaces de ofrecer servicios en sitios donde los sistemas cableados no pueden llegar. Nuevos estándares surgen para poder así mejorar la tecnología ofrecida por el sistema inalámbrico, logrando incrementar la calidad de los servicios ofrecidos. En fin, la búsqueda seguirá siendo la de integrar todos los servicios en una red única, por el momento se deben estudiar implementaciones en conjunto de los sistemas cableados e inalámbricos creando redes HFR.

En forma personal, puedo concluir que él haber trabajado con distintos tipos de transmisión, inalámbricas, satelitales y alambrados me han entregado una mejor comprensión de cómo operan este tipo de tecnología, traduciéndose esto en una mejor comprensión de los métodos y técnicas que se utilizan hoy en día.

El poder investigar sobre las ultimas tecnologías que se utilizan(ran), es lo que me ha llevado a realizar este trabajo, en donde el poder diseñar un sistema híbrido que espera por la convergencia de los sistemas fijos y móviles se convierta en realidad por medio de combinaciones de tecnologías y aspectos complementarios de RF que puedan entregar una real disponibilidad en los enlaces (en particular Microondas y MMW). Por otra parte, la integración de servicios es lo que se espera en el futuro en una red unica, por lo cual el poder presentar tecnologías diferentes que puedan inter-operar y manejar este tipo de soluciones, es lo que realmente me deja conforme por el trabajo realizado.

BIBLIOGRAFIA

ARTICULOS DE REVISTAS

- H Izadpanah, " A millimeter-wave broadband wireless access technology, Demonstrator for the Next-Generation Internet Network Reach extension " IEEE Magazine-Intelligence in Optical Network. September. 2001. Vol 39, N° 9, p.p 140-145.
- D. J. Gregoire, F.A. Dolezal, and H. Izadpanah, "A mm-wave testbed for broadband Wireless Access Application, " IEEE Wireless 2000, July 2000, Calgary, Canada, p.p 275-80
- D. Yap, H.T.M Wang, and J.L Pikulski, " Switched Photonic Link for Distribution of Local-Oscillator signals, IEEE Photon. Tech., Vol. 12. N° 11, 2000, p.p 152-54.
- C. Drewes, W Aicher and J hausner, " The Wireless Art and the Wired Force of Subscriber Access," IEEE Magazine, Topic in Wireless, May 2001, Vol. 39, N° 5, p.p 124- 118.
- P. Mähönen, T Saarinen and Z Shelby, " Wireless internet over LMDS: Architecture and Experimental Implementation, " IEEE Magazine, Topic in Wireless, May 2001, Vol. 39, N° 5, p.p 126-132.
- W. Webb, Motorola, " Broadband fixed wireless Access as a Key Component of the Future Integrated Communications Environment , " IEEE Magazine-Intelligence in Optical Network. September. 2001. Vol 39, N° 9, p.p 121-115.
- J. Kuri and M. Gagnaire, ENST Paris, France "ATM Traffic Management in an LMDS Wireless Access Network," IEEE Magazine-Intelligence in Optical Network. September. 2001. Vol 39, N° 9, p.p 133-128.

- M. Danesh, J.C. Zuñiga and F. Concilio "Fixed Low- Frecuency Broadband Wireless Access Radio Systems," IEEE Magazine- Inelligence in Optical Network. September. 2001. Vol 39, N° 9, p.p 138-134.
- H-H Chen, J-F. Yeh, N Suehiro, A Multicarrier CDMA Architecture Based on Orthogonal Complementary Codes for New Generation of Wideband Wireless Communications" IEEE Communications Magazine, Internet- Appliances, October 2001, Vol. 39 N° 10°, p.p 135-126.
- S. Xu and T Saadawi, " Does the IEEE 801.11 MAC Protocol Work Well in Multihop Wireless Ad Hoc Networks?" IEEE Communications Magazine, Topics in Broadband Access, June 2001, Vol. 39 N° 6°, p.p 137-130.
- A. Doufexi, S. Armour, M. Butler, A. Nix, D Bull and J McGeehan, " A Comparison of the HIPERLAN/2 and IEEE802.11 a Wireless LAN Standards, " IEEE Communications Magazine, Architecture and Protocols for Wireless Mobile Internet, May 2002, Vol. 40 N° 5 p.p 180-172

INTERNET

Paginas sobre soluciones inalámbricas con documentación de equipos.

- www.networkmagazine.com/custompublishing
- www.cisco.com/go/aironet-go/atwork.
- www.symbol.com/wireless
- www.wmux.com
- www.avaya.com/solutions
- www.info@wi-fi.org.
- postmaster@icomun.com
- <mailto:sgsoluciones@yahoo.com>

Paginas sobre información de redes y tecnología inalámbrica

- www.redes.ufro.cl
- www.stdsbbs.ieee.org/pub/802main/802.11
- www.aet-es.org/etabajos
- www.isaac.cs.berkeley.edu/isaac/wepdrappdf-fac.html
- www.entersys.com
- www.ecommwireless.com/calculation.html
- www.members.gboline.com/multiplex/wireless/wireless.main.cgi
- www.gsl.net/n9zia/wireless/page09.html
- www.ispjae.cu/gicer/boletines/3/bol.html
- www.mailsoft.com.ar
- www.gbppr.dyndns.org:38500/wireless/fresnel.main.cgi
- www.ordnancesurvey.com/productpages/landformpanorama/index.html
- www.k1ttt.net/technoteltechref.html
- www.chile.cc/stats/log.keys.html
- www.eca.redeya.com/tutoriales/radio/radio.html
- www.consulintel/es/html/tutoriales/lantronix/guia-et-p1.html
- www.acerlandslp.com.mx/podernet/arquitect.html y otras direcciones.

ANEXOS

ANEXO A

CONCEPTOS DE PROPAGACION, CELULARES Y MOVILIDAD.

A.1.-CONCEPTOS DE PROPAGACION

A.1.1.- Ruido e interferencia.

La transmisión de la señal de radio es afectada por el ruido y la interferencia; el ruido es considerado como el resultado de los procesos aleatorios que producen energía de radiofrecuencia, como por ejemplo, el encendido de un auto, el ruido térmico de un receptor, entre otros. La relación entre el nivel de la señal y el nivel de ruido es la Relación Señal a Ruido, o RSR (Signal Noise Ratio, SNR) o la relación entre la Portadora y el Ruido, o P/R (Carrier-to-Noise, C/N). Esta última es la medida más básica de la calidad de la señal.

Por su lado la interferencia es una forma de degradación de la señal producida por otras emisiones de radio. Existen dos tipos de interferencia: la del canal adyacente que ocurre cuando la energía de una portadora está presente en un canal adyacente, y la de los canales adyacentes la cual ocurre cuando dos transmisiones en la misma frecuencia de portadora llegan a un receptor. El interés de la radio digital es la reducción y simplificación de todas las fuentes de degradación de las características de la señal de radio digital, dicho de otra forma, la disminución de la ocurrencia de errores durante la transmisión de las señales digitales, lo cual es definido como el Rango de Error de los Bits (Bits Error Rate, BER); este último utilizado comúnmente en lugar de muchas otras medidas excepto en el caso de la medida de la relación C/I.

A.1.2.- Perdidas en el espacio.

Otro concepto básico de la propagación de la onda de radio es la predicción (budget) de las pérdidas del enlace de radio, el cual determina la calidad de la transmisión. Una predicción será diseñada para asegurar que una señal de nivel suficiente sobrevivirá al proceso de transmisión y alcanzará un SNR o un BER requerido y aceptable para la operación del sistema. La predicción del enlace es medida en términos de decibeles (dB).

A lo largo de su trayectoria, la señal estará expuesta a una serie de obstáculos que pueden impedir que alcance su receptor probable, una falla del enlace de radio durante algunos milisegundos puede producir una degradación notable del canal de comunicaciones. Estos obstáculos son de tres tipos principalmente:

A.1.2.1-. Perdidas en el espacio libre.

En el caso más simple *transmisor omnidireccional* la potencia recibida de la señal disminuye cuando el receptor se aleja del transmisor. En el vacío, "el espacio libre", la intensidad de la señal disminuirá en forma inversa y proporcional al cuadrado de la distancia. En otras palabras, si la señal recibida a un kilómetro de distancia del transmisor es de 1 Watt, esta misma señal será de un cuarto de Watt a 2 kilómetros. En la práctica, debido a que las telecomunicaciones móviles no se realizan en el espacio libre, las pérdidas de la trayectoria serán más severas de lo que prevé este teorema.

Este tipo de sistema puede ser modelado de forma más precisa por medio del inverso cúbico de la distancia y hasta de una potencia más elevada. El establecimiento de este teorema refleja los efectos del terreno, la atmósfera y otros elementos del mundo real. Estas pérdidas también son altamente dependientes de la frecuencia. Hay que notar que el análisis de la propagación de las ondas de radio es todavía un campo empírico, especialmente en el caso de las nuevas aplicaciones, los servicios móviles y las nuevas frecuencias elevadas.

A.1.2.2-. Atenuación.

Debido a los efectos de la atenuación, las ondas de radio pueden ser parcial o totalmente bloqueadas cuando su energía es absorbida o bloqueada por obstáculos físicos del medio ambiente. El elemento de absorción puede ser la lluvia, el follaje de los árboles, una montaña, entre otros. La causa específica de la severidad de la atenuación depende principalmente de la frecuencia, por ejemplo, las ondas electromagnéticas de 1 Ghz no son generalmente afectadas por la lluvia, por el contrario, las ondas de frecuencias superiores a 10 Ghz son normalmente afectadas. Entre más elevada sea la frecuencia mayor será la atenuación, por esta razón, para obtener el mismo nivel de calidad de una señal recibida, será necesaria una potencia de

transmisión más elevada a frecuencias más elevadas; por ejemplo la FCC permite una potencia máxima de transmisión de 100 Kw para las radiodifusoras de señales de televisión en la parte baja de la banda de 50 a 90 Mhz, en el caso de la banda 500 - 800 Mhz la máxima potencia de transmisión permitida es de 5.000 Kw. Históricamente, el desarrollo de la tecnología de la radio ha procedido desde las frecuencias bajas hacia las frecuencias elevadas debido a que la mayoría de las aplicaciones actuales requieren más ancho de banda. Otros efectos importantes de la atenuación de las ondas de radio, sobre todo en las zonas urbanas, son las múltiples reflexiones y la atenuación debido al follaje de los árboles, lo que lleva a la creación del efecto fantasma.

A.1.2.3-. Desvanecimiento.

Una onda de radio también puede ser reflejada por cualquier objeto en la atmósfera; una montaña, un edificio, un aeroplano, entre otros. Estas reflexiones producirán necesariamente diferentes trayectorias creando uno de los problemas más difíciles en la transmisión de la radio. La dispersión por retardo (propagación de la señal por diferentes trayectorias), producirá que la señal viaje por múltiples trayectorias las cuales llegarán con una diferencia en el tiempo, produciendo una deformación por retardo. En la práctica este retraso provocará una dispersión de las señales produciendo una interferencia de intersímbolos (ISI) en el caso de los bits (digitales). Otro efecto importante es el desvanecimiento de Raleygh; dado que la fase de las múltiples trayectorias será modificada por las reflexiones, en el caso de una señal directa y una señal reflejada con una diferencia de fase de 180° producirá la cancelación de la señal a la entrada del receptor. El tercer efecto importante, presente sólo en las aplicaciones móviles, es el desfaseamiento Doppler (el movimiento de un receptor con respecto a un transmisor producirá un desfaseamiento Doppler), conocido como efecto Doppler); Cuando un transmisor móvil envía una frecuencia a un receptor inmóvil, el receptor observará una señal ligeramente superior a la transmitida, en el caso contrario será una frecuencia ligeramente inferior.

A.1.2.3.1. Desvanecimiento de Rayleigh.

Como se ha mencionado anteriormente, en este tipo de desvanecimiento la señal que llega al receptor es eliminada por una señal reflejada con diferencias de fase de 180° que llegan

al mismo transmisor. Este tipo de desvanecimiento se debe a los trayectos múltiples que sigue la señal cuando no existe visibilidad directa entre las antenas emisora y receptora y los objetos que obstruyen dicha visibilidad actúan como reflectores; la señal resultante tendrá una envolvente que variará con el punto en que se mida y puede variar hasta 30 dB entre alturas y valles.

A.1.3.-. Decibeles (db).

El decibelio es una unidad que sirve para la comparación de niveles de potencia o tensión en acústica y electricidad. La sensación de nuestros oídos debida a las ondas sonoras es aproximadamente proporcional al logaritmo de la energía de la onda sonora y no es proporcional a la magnitud de dicha energía. Por esta razón, se emplea una unidad logarítmica para aproximarse a la respuesta del oído.

El decibelio representa una relación de dos niveles de potencia que suelen referirse a las ganancias o pérdidas debidas a un amplificador o a otro dispositivo.

El decibelio se define por:

$$Ndb = 10 \log P_o / P_i$$

Donde P_o es la potencia de salida, P_i la potencia de entrada y Ndb el número de decibelios. Cuando Ndb es positivo hay una ganancia, de lo contrario hay una pérdida.

La conversión de relaciones de potencia en decibelios o viceversa se realiza fácilmente utilizando la siguiente tabla.

Db	Relación de potencia	db	Relación de potencia
0	1.00	9	7.94
1	1.26	10	10.00
2	1.58	20	100
3	2.00	30	1K
4	2.51	40	10K
5	3.16	50	100K
6	3.98	60	1M
7	5.01	70	10M

8	6.31	80	100M
----------	------	-----------	------

Tabla 1-. Ganancia en decibelios en función de la relación de potencia

En todo caso puede utilizarse una tabla de logaritmos ordinaria. Hallando el logaritmo de la relación de potencia y multiplicándolo por 10 se obtienen los decibelios.

A veces conviene expresar en db relaciones de tensiones o relaciones de corriente en vez de referirse a relaciones de potencia.

A.2.-.CONCEPTOS CELULARES.

Los sistemas de telefonía móvil, también llamados sistemas celulares, permiten que un terminal móvil pueda efectuar y recibir llamadas telefónicas normales, manteniéndose la comunicación aunque el móvil se desplace, siempre que lo haga dentro del área de cobertura del servicio.

Un sistema celular divide la zona a la que se quiere dar servicio en áreas más pequeñas, llamadas células (celdas), normalmente hexagonales, cada una de las cuales es atendida por una estación de radio, que restringe su zona de coberturas a la misma; las células se agrupan en cluster o racimos, y el número de canales de radio disponibles se distribuye en el grupo de células, de manera que esta distribución se repite en toda la zona de cobertura. Así el espectro de frecuencias puede volver a ser reutilizado, reutilización de frecuencias en cada nueva célula, siempre teniendo cuidado de evitar las interferencias entre las células próximas.

Las estructuras o modelos que permiten, de forma ininterrumpida la cobertura de una determinada área, son configuraciones a modo de panal de miel, basadas en 4, 7, 12 o 21 células, siendo la de 7 la más común. El número total de canales por célula, directamente ligado a la capacidad de manejo de tráfico, depende de número total de canales disponibles y del tipo del cluster, según la fórmula:

$$\mathbf{N' \text{ de canales por célula} = N' \text{ total de canales} / \text{Cluster (4, 7, 12, 21)}}$$

Cuanto más pequeñas sean las células, mayor serán el número de canales que soporte el sistema, al poder asignar conjuntos de frecuencias diferentes para áreas o células distintas.

Las principales características de un sistema celular son:

- Gran capacidad de usuarios.
- Utilización eficiente del espectro.
- Amplia cobertura.

El enlace entre el terminal y la red debe mantenerse cuando éste pasa de una célula a otra (Handover), y cuando la red identifica la posición del móvil, realizando su seguimiento (roaming).

A.2.1.- Reutilización de frecuencias.

Los sistemas de radio celulares, se basan en la colocación inteligente de la reutilización de los canales a través de una región de cobertura. Al proceso de diseño de seleccionar y colocar grupos de canales en todas las estaciones base dentro de un sistema se le llama reutilización de frecuencias o planificación de frecuencias. En este sistema los usuarios pueden usar simultáneamente el mismo canal de frecuencias en diferentes locaciones geográficas (distintas celdas), como se ve e la siguiente figura.



Fig. Celdas con reutilización de frecuencia, K= 7

En la figura se ilustra el concepto de reutilización de frecuencia, donde las celdas con la misma letra utilizan el mismo grupo de canales. La forma hexagonal de la celda es conceptual y es un modelo simple de la cobertura de radio para la estación base, pero ha sido universalmente

aceptado, dado que el hexágono permite un análisis fácil y totalmente manejable del sistema celular. Cuando se usan los hexágonos para modelar las áreas de cobertura, los transmisores de las estaciones base pueden estar bien en el centro de las celdas o las tres esquinas de las celdas vecinas.

Las celdas conformantes de cada grupo se ubican bajo una norma determinada, y su número determina el valor de un parámetro conocido como factor de reuso de frecuencia (k) y se conoce como cluster, en la figura 112321 el factor $k=7$.

La distancia mínima para reusar la misma frecuencia dependerá de muchos factores, tal como el número de celdas co-canales en la vecindad de la celda central, la forma del contorno terrestre, la altura de la antena y la potencia transmitida en cada estación base.

A.2.2.- Interferencia co-canal.

La reutilización de frecuencias implica que en un área de cobertura dada haya varias celdas que usen el mismo conjunto de frecuencias. Estas celdas son llamadas celdas co-canales, y la interferencia entre las señales de estas celdas se llama interferencia co-canal.

Al contrario del ruido térmico, que se puede superar aumentando la relación señal a ruido (SNR), la interferencia co-canal no se puede combatir simplemente aumentando la potencia de la portadora de un transmisor. Esto es debido a que un incremento en la potencia de la portadora de transmisión en una celda, incrementa la interferencia hacia las celdas co-canales vecinas. Para reducir la interferencia co-canal las celdas co-canales deben estar físicamente separadas por una distancia mínima que proporcione el suficiente aislamiento debido a las pérdidas en la propagación.

A.2.3.- Interferencia entre canales adyacentes.

Son interferencias procedentes de señales que están adyacentes en frecuencia a la señal deseada. Estas interferencias están producidas por la imperfección de los filtros en los receptores que Permiten a las frecuencias cercanas dentro de la banda pasante. El problema puede ser particularmente serio si un usuario de un canal adyacente está transmitiendo en un rango muy próximo un receptor de un abonado, mientras que el receptor está intentando recibir una estación

base sobre el canal deseado. A esto se le suele llamar efecto "Nearfar", donde un transmisor cercano (que puede ser o no del mismo tipo que el usado en el sistema celular) captura al receptor del abonado. Otra forma de producir el mismo efecto es cuando un móvil cercano a una estación base transmite sobre un canal cercano a otro que esta usando un móvil débil. La estación base puede tener dificultad para discriminar al usuario móvil deseado del otro debido a la proximidad entre los canales.

Este tipo de interferencias se puede eliminar filtrando cuidadosamente, y con una correcta asignación de frecuencias. Dado que cada celda maneja sólo un conjunto del total de canales, los canales a asignar no deben estar próximos en frecuencias.

A.3.-. ASPECTOS DE MOVILIDAD.

A.3.1.- Gestión de localización.

La movilidad de los usuarios en un sistema celular es la fuente de mayores diferencias con la telefonía fija, en particular con las llamadas recibidas. Una red puede encaminar una llamada hacia un usuario fijo simplemente sabiendo su dirección de red (por ejemplo, su número telefónico), dado que el conmutador local, al cual se conecta directamente la línea del abonado, no cambia. Sin embargo en un sistema celular la celda en la que se debe establecer el contacto con el usuario cambia cuando este se mueve. Para recibir llamadas, primero se debe localizar al usuario móvil, y después el sistema puede determinar en que celda esta actualmente.

En la práctica se usan tres métodos diferentes para obtener este conocimiento. El primero es, la estación móvil indica cada cambio de celda a la red. Se le llama actualización sistemática de localización al nivel de celda. Cuando llega una llamada, se necesita enviar un mensaje de búsqueda sólo a la celda donde está el móvil, ya que ésta es conocida. El segundo, sería enviar un mensaje de voceo (paging) a todas las celdas de la red cuando llega una llamada, evitándose la necesidad de que el móvil este continuamente avisando a la red su posición. El tercero, es un compromiso entre los dos primeros introduciendo el concepto de área de localización. Un área de localización es un grupo de celdas. La identidad del área de localización a la que una celda pertenece, se les envía a través de un canal de difusión, permitiendo a las estaciones móviles saber el área de localización donde están en cada momento. Cuando una estación móvil cambia

de celda se pueden dar dos casos: ambas celdas están en la misma área de localización; la estación móvil no envía ninguna información a la red. Las celdas pertenecen a distintas áreas de localización; la estación informa a la red de su cambio de área de localización. Cuando llega una llamada, solamente se necesita enviar un mensaje a aquellas celdas que pertenecen al área de localización en la que se actualizó la última vez. GSM utiliza este método.

A.3.2. Handover.

Hasta aquí se han visto los aspectos de movilidad en el modo desocupado (idle). En el modo dedicado, y en particular cuando la llamada esta en progreso, la movilidad del usuario puede inducir a la necesidad de cambiar de celda servidora. Mediante la función del handover el sistema celular permite mantener continuidad de las llamadas en curso, mientras los usuarios cambian de célula al desplazarse en la región de cobertura.

Al proceso de la transferencia automática de una comunicación (de voz o datos) en progreso de una celda a otra para evitar los efectos adversos de los movimientos del usuario se le llama handover. Este proceso requiere primero de algunos medios para detectar la necesidad de cambiar de celda mientras sé esta en el modo dedicado (preparación del handover), y después se requieren los medios para conmutar una comunicación de un canal en una celda dada a otro canal en otra celda, de una forma que no sea apreciable por el usuario.

A.3.3-. Roaming.

Para un terminal móvil, el roaming es necesario si se quiere recibir llamadas. La función de roaming permite que los abonados/usuarios se desplacen libremente por toda la región de cobertura celular sin tener que informar manualmente al sistema de su situación, es decir, que permite localizar al abonado con independencia de su posición dentro de la región de cobertura, ya sea dentro de un país o fuera.

El roaming se puede proporcionar sólo si se dan una serie de acuerdos administrativos y técnicos. Desde el punto de vista administrativo, se debe resolver entre los diferentes operadores cosas tales como; tarifas, acuerdos de abonados, etc. La libre circulación de las estaciones

móviles también requiere de cuerpos reguladores que convengan el reconocimiento mutuo de los tipos de convenios.

Desde el punto de vista técnico, algunas cosas son situaciones con una consecuencia de los problemas administrativos, como tarifas de la transferencia de llamadas o la información de los abonados entre las redes. Otra necesidad para poder realizar el roaming, es la transferencia de los datos de localización entre las redes, o la existencia de una interfaz de acceso común.

Este último punto es probablemente el más importante. Este hace que el abonado deba tener un accesorio simple del equipo que lo habilite para acceder a las diferentes redes. Para hacer esto posible, se ha especificado una interfaz de radio común de forma que el usuario pueda acceder a todas las redes con la misma estación móvil.

ANEXO B

B.1.- REDES INFRARROJAS

Las redes de luz infrarrojas están limitadas por el espacio y casi generalmente la utilizan redes en las que las estaciones se encuentren en un solo piso o cuarto, algunas compañías que tienen sus oficinas en varios edificios realizan la comunicación colocando los emisores/receptores en las ventanas de los edificios. La transmisión de luz infrarroja es una alternativa muy interesante para las redes inalámbricas, ya que no necesita que haya una normalización para la utilización de bandas de frecuencias.

El principio que se usa para la comunicación de datos en este tipo de redes es semejante a cualquier transmisión inalámbrica. Se utiliza un transreceptor que envía una luz infrarroja, hacia otra estación que la recibe. La transmisión de luz se codifica y decodifica en el envío y se recibe en un protocolo de red existente. Uno de los pioneros en esta área es Richard Allen, que fundó Photonic Corp. en 1985 y desarrolló un transreceptor infrarrojo. Los primeros transreceptores dirigían el haz de luz a una superficie pasiva, generalmente el techo, en donde otro transreceptor recibía la señal y la procesaba para su utilización.

Las estaciones con tecnología infrarroja pueden usar tres modos diferentes de radiación para intercambiar la energía óptica entre transmisores- receptores, estos son:

- **Punto a punto:** En este modo los patrones de radiación del emisor y del receptor deben de estar lo mas cerca posible, para que su alineación sea correcta. Como resultado, el modo punto a punto requiere un camino sin obstáculo (line-of-sight) entre las dos estaciones a comunicarse. Este método es usado para la implementación de redes inalámbricas infrarrojas Token-Ring. El Ring físico es construido por el enlace inalámbrico individual punto a punto conectado a cada estación.

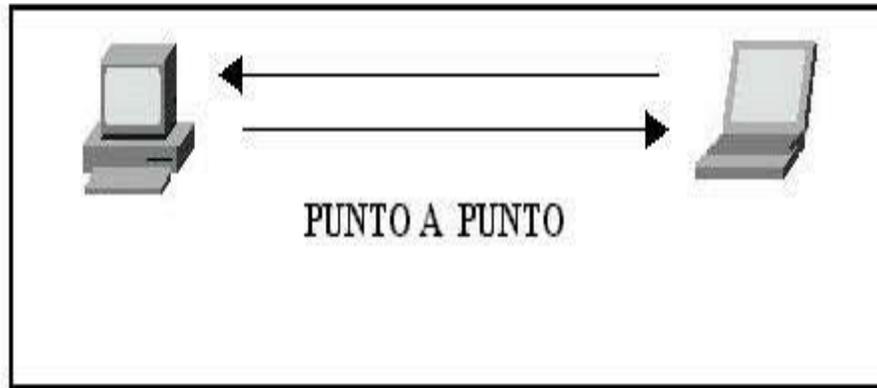


Fig.1-. Modo de radiación Punto a Punto

- **Cuasi difuso:** Este modo al igual que el difuso es de emisión radial, es decir, que cuando una estación emite una señal óptica, esta puede ser recibida por todas las estaciones al mismo tiempo en la célula. Sin embargo en este método las estaciones se comunican entre si, por medio de superficies reflejantes. No es necesario que exista un camino sin obstáculo (line-of-sight) entre dos estaciones, pero si deben de estarlo con la superficie de reflexión. Además es recomendable que las estaciones estén cerca de la superficie de reflexión, esta puede ser pasiva o activa. En las células basadas en reflexión pasiva, el reflector debe de tener altas propiedades reflectivas y dispersivas, mientras que en las basadas en reflexión activa se requiere de un dispositivo de salida reflexivo que amplifique la señal óptica. Así la reflexión pasiva requiere mas energía, por parte de las estaciones, pero es más flexible de usar.

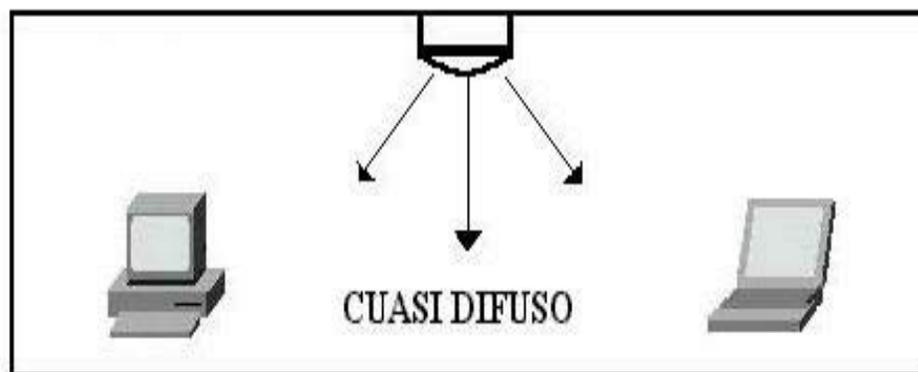


Fig.2-. Modo de radiación Cuasi difuso

- **Difuso:** En este modo el poder de salida de la señal óptica de una estación, debe ser suficiente para llenar completamente el total del cuarto. Por lo tanto el camino sin obstáculo no es

requerido y la estación se puede orientar hacia cualquier lado. El modo difuso es el mas flexible, en términos de localización y posición de la estación, sin embargo esta flexibilidad esta a costa de excesivas emisiones ópticas.

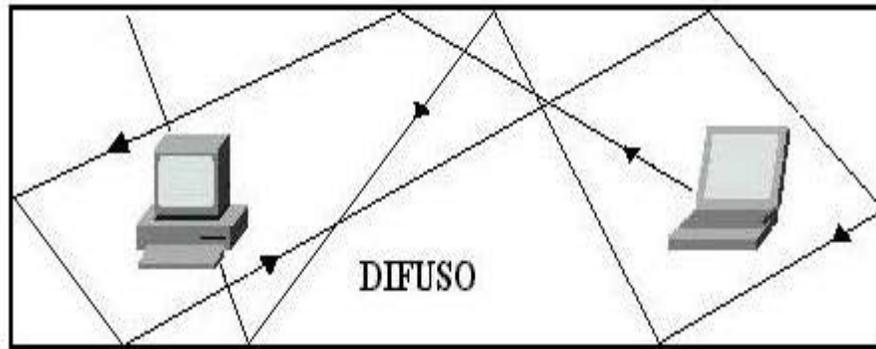


Fig.3-. Modo de radiación Difuso

ANEXO C

C.1.- PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN (OSI)

Existen variados protocolos de comunicación, de los cuales se mencionan y describen los más relevantes para el desarrollo del diseño de red inalámbrica. Este modelo nos sirve como un marco de referencia para el desarrollo de protocolos y estándares, así como lo son el TCP/IP para el caso de interconexión entre redes y el estándar IEEE 802.11 como norma de comunicación inalámbrica.

C.2.-MODELO DE REFERENCIA OSI

Este modelo se desarrolla como una arquitectura para comunicaciones entre computadoras, con el objetivo de ser el marco de referencia en el desarrollo de protocolos y estándares. OSI considera siete capas como se muestra en la siguiente figura.

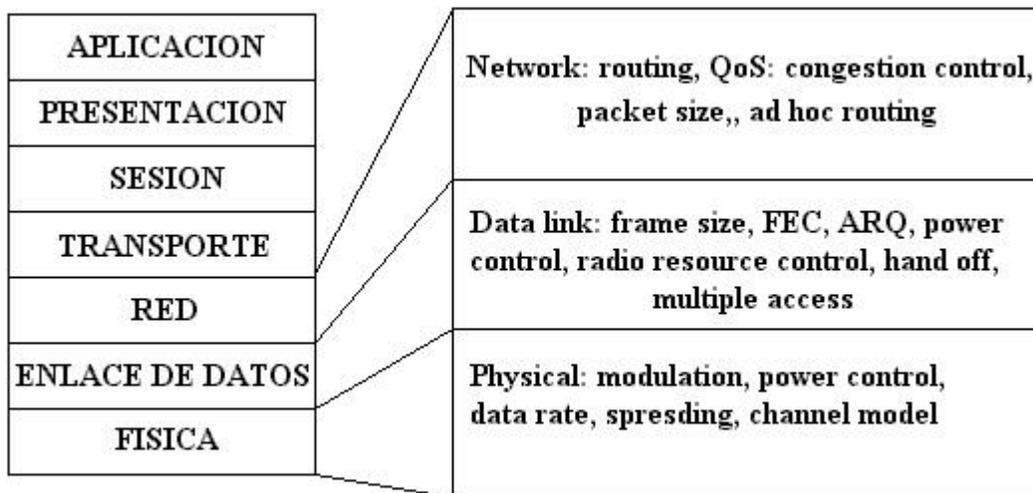


Fig. 1.-Capas del modelo de referencia OSI

C.2.1.- Primera capa o capa física

Se preocupa de la transmisión física de las SEÑALES DIGITALES permitiendo una transferencia transparente del flujo de bits entre entidades de enlace de datos, a través de las conexiones físicas.

C.2.2.- Segunda capa o capa de enlace de datos

Su objetivo principal consiste en asegurar la integridad de datos, formando bloques o PAQUETES. Además esta dividida en dos subcapas que son Control de Acceso al Medio (MAC) y Control de enlace de Datos (HDLC)

C.2.3.- Tercera capa o capa de red

Esta capa permite transferir los datos en forma transparente, seleccionando un ENCAMINAMIENTO o ruteo a través de la red.

C.2.4.- Cuarta capa o capa de transporte

Esta capa asegura los servicios de transferencia de datos EXTREMO A EXTREMO, OPTIMIZA RECURSOS EMPLEADOS desligando al usuario de los detalles de la transferencia.

C.2.5.- Quinta capa o capa de sesión

Esta capa es responsable por el control de la COMUNICACIÓN entre PROCESO DE APLICACIÓN en cuanto a su inicio, realización y terminación.

C.2.6-. Sexta capa o capa de presentación

Esta capa INTERPRETA los datos para la capa de aplicación, hace TRANSFORMACION SINTACTICA, para que estos puedan ser transferidos reconocibles por los procesos de aplicación.

C.2.7-. Séptima capa o capa de aplicación

Esta capa especifica la naturaleza de la comunicación para satisfacer las necesidades del usuario, tales como: Transferencia de archivos, acceso remoto, jobs remotos, terminal virtual, correo,.....etc.

ANEXO D

D.1.- NORMA DE LAN INALÁMBRICAS IEEE 802.11a

En la actualidad la tecnología propietaria, IEEE 802.11 proporciona una norma internacionalmente aceptada para WLANs con tasas de datos hasta 2 Mb/s. Una extensión de la alta proporción a esta norma es la, 802.11b, la que logra las proporciones de datos hasta 11 Mb/s, y que también opera en la banda ISM de 2.4 Ghz. Sin embargo, la demanda siempre ha sido creciente para las proporciones de bits más altas y la necesidad para el espectro especializado ha llevado al desarrollo de nuevas normas y la asignación de nuevo espectro. En la actualidad, WLANs de banda ancha en apoyo a las comunicaciones multimedia están siendo desarrolladas y regularizadas alrededor del mundo. Entre las normas se incluyen HIPERLAN/2, definido por el ETSI BRAN, 802.11a, definidos por la IEEE, e HiSWANa definidos por MMAC. Estos sistemas proporcionan canales adaptables de datos a tasas de hasta 54 Mb/s (en un canal de 20 MHz de espacio) en la banda de radio de 5 GHz.

De esta forma el IEEE 802.11 ha desarrollado otra extensión a la capa física (PHY) conocido como 802.11a. Las capas PHY de estas nuevas normas apoyarán los modos de transmisión múltiples, proporcionando tasas de datos crudos de hasta 54 Mb/s, y donde el throughput real logrado es dependiente del control de acceso al medio (MAC). Esta norma define de forma independientes las capas PHY y MAC (con el MAC común para múltiples PHYs dentro de la norma 802.11). De hecho, un acceso similar para un protocolo de red se espera para la convergencia de estándares.

D.2.- CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (MAC) IEEE 802.11 a

Como es mencionado anteriormente el estándar IEEE 802.11 ha desarrollado una extensión a la capa física la cual es descrita en los siguientes puntos y que esta basada en un procedimiento de convergencia de la capa PHY (PLCP) que figura dentro de un formato de trama MAC PDU. La figura siguiente muestra el formato de un paquete completo (PPDU) con 802.11a, el cual incluye el preámbulo, encabezamiento, y la capa PHY unidad de servicio datos (PSDU o carga útil).

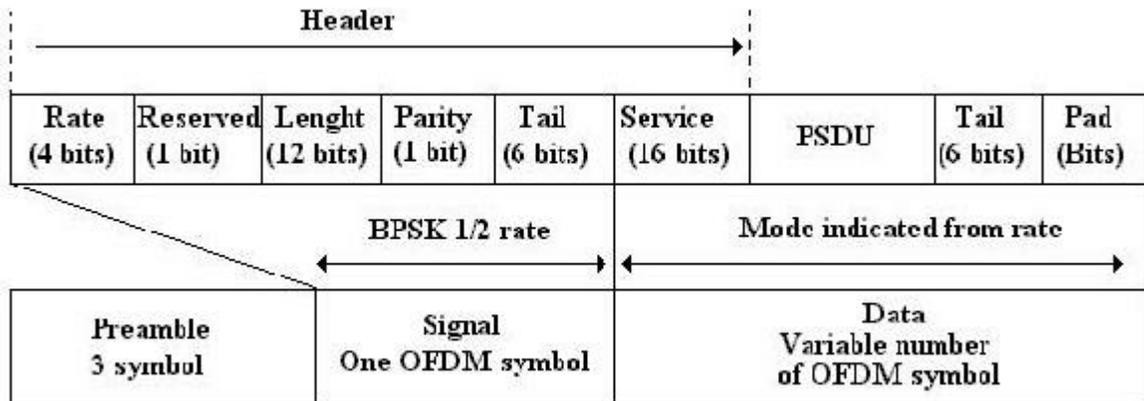


Fig. D-1-. Estructura MAC 802.11a, formato PPDU

- El encabezamiento contiene información acerca de la longitud de carga útil y la tasa de transmisión, un bit de paridad, y seis ceros de bits de cola. El encabezamiento es siempre transmitido usando un modo de baja proporción en la transmisión, en orden a asegurar la robusta recepción. Aquí, este es trazado (Mapping) sobre una única modulación (BPSK) y el símbolo es multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM).
- El campo de proporción lleva información sobre el tipo de modulación y la proporción de codificación usada en el resto del paquete.
- El campo de longitud toma un valor entre 1 y 4095, y especifica el número de bytes en el PSDU.
- Los bits de paridad es una paridad positiva para los primeros 17 bits del encabezamiento.
- Los 6 bits de cola son usados para restablecer la convolución del codificador y terminar el código detenido en el decodificador.
- Los primeros 7 bits de campo de servicio se ponen a ceros y es usado para iniciar la ausencia de competición. La permanencia de los 9 bits son reservados para uso futuro.

- Los bits de relleno son usados para asegurar que el número de bits en los mapas PPDU sea un número entero de símbolos de OFDM.

D.3-. LA CAPA FÍSICA DE IEEE 802.11a

La capa PHY de este estándar esta basado en el uso de OFDM, esta tecnología es usada para combatir las frecuencias selectivas de marchitamiento (**fading**) y aleatoriza los errores de ráfagas causada por una banda ancha (**wideband**) que se marchita en el canal.

Los modos de la capa PHY tabla D-1 con diferentes códigos y esquemas de modulación son seleccionados para un proyecto de adaptación de enlace, en donde el mecanismo exacto de este proceso no se especifica en el estándar.

Modo	Modulación	Codificación proporción R	Nominal bit Rate (Mb/s)	Código de bits Por subportadora	Códigos de bits por símbolo OFDM	Datos de bits por símbolo OFDM
1	BPSK	1/2	6	1	48	24
2	BPSK	3/4	9	1	48	36
3	QPSK	1/2	12	2	96	48
4	QPSK	3/4	18	2	96	72
5	16-QAM (H/2)	9/16	27	4	192	108
5	16-QAM (IEEE)	1/2	24	4	192	96
6	16QAM	3/4	36	4	192	144
7	64QAM	3/4	54	6	288	216
8	64QAM (IEEE)	2/3	48	6	288	192

Tabla D-1-. Modo dependiente de parámetros

Ahora se procede a analizar e interpretar la configuración de referencia del transmisor de la capa PHY.



Fig.D-2-. Transmisor de la capa PHY de IEEE802.11a

Los datos para la transmisión son proporcionados por la capa PHY en la forma de una tren de entrada PDU o trama PPDU, como es explicado antes. Esto entran en una lucha que evitan largas carreras de 1s y 0s en los datos de entrada siendo el resto de la entrada el proceso de modulación. 802.11a compite los datos con una longitud de 127 secuencia pseudoaleatoria.

La Competición de datos ingresan a una convolución codificada. El codificador consiste en un 1/2 proporción de código madre y puntualizados subsecuente. El facilitar los esquemas puntualizados el uso de código de proporciones 1/2, 3/4, 9/16 (sólo HIPERLAN/2), y 2/3 (sólo 802.11a). La proporción 2/3 sólo se usa para el caso de 64-QAM en 802.11a.

Los datos codificado son entrelazados con el objeto de prevenir el error de ráfaga desde el estado de entrada al proceso convolucional de decodificación del receptor.

Los datos entrelazado subsecuentemente mapeados para símbolos de datos de acuerdo a cualquier constelación BPSK, PSK en cuadratura (QPSK), 16-QAM, o 64-QAM. La modulación OFDM se lleva a cabo por medio de una rápida transformada inversa de Fourier (FFT). 48 símbolos de datos y 4 pilotos se transmiten en paralelo en la forma de un símbolo de OFDM.

Se dan valores numéricos para los parámetros de OFDM en la tabla D-2. De acuerdo a prevenir la interferencia intersimbólica (ISI) e interferencia de la interportadora (ICI) debido a retraso extendido, un intervalo de guardia se lleva a cabo por medio de una extensión cíclica. Así, cada símbolo de OFDM es precedido por una extensión periódica del propio símbolo. El símbolo total OFDM dura un total de $T_{total} = T_g + T$, donde T_g , representa el intervalo de guardia y T el símbolo útil OFDM de duración. Cuando el intervalo del guardia es más largo que el retraso del exceso del canal de radio, el ISI es eliminado.

Parámetros	Valores
Sampling rate (f_s)	20 MHz
Useful Symbol duration (T_U)	3.2 μ s
Guard Interval duration (T_g)	0.8 μ s
Total Symbol duration (T_{TOTAL})	4.0 μ s
Number of data subcarrier (N_D)	48
Number de pilot Subcarrier (N_p)	4
FFT size	64
Subcarrier Spacing (Δf)	0.3125 MHz
Total bandwidth (B)	16.875 MHz

Tabla D-2 -. Parámetros OFDM

El receptor OFDM básicamente realiza el funcionamiento inverso del transmisor. Sin embargo, el receptor también es requerido para emprender AGC, tiempo y sincronización de frecuencia, y estimación del canal. La preparación de secuencias es suministrada en el preámbulo para el propósito específico de apoyar estas funciones. Dos símbolos OFDM son suministrados en el preámbulo de acuerdo a apoyar el proceso de estimación de canal. Un conocimiento a priori del preámbulo transmitido facilita la señal de generación de un vector que define la estimación del canal, comúnmente referido a la información del estado del canal (CSI).

El preámbulo de estimación de canal es formado tal que los dos símbolos proporcionan eficazmente un solo intervalo de guardia de longitud $1.6 \mu\text{s}$. Este formato hace particularmente robusto el ISI. Promediando sobre los dos símbolos de OFDM, los efectos distorsionados de ruido en el proceso de estimación de canal pueden ser reducidos también.

Finalmente la decodificación del código convolucional se lleva a cabo típicamente por medio de un decodificador de Viterbi.

D-4-. Espectro de 5 Ghz utilizados en Europa y Usa.

En las siguientes figuras se muestra como esta dividido el espectro de frecuencias de 5 Ghz, para las actuales tecnologías, de las cuales algunas ya están reguladas para algunas tecnologías inalámbricas.

Europa por ejemplo, utiliza bandas para hiperLAN a 200 mW (Indoors) y 1W (Indoors y Outdoors), además de las bandas de 5.725 y 5.825 para ISM con apenas 25mW.

En cambio USA, utiliza las bandas menores con 50 y 250 mW de potencia, las cuales no tienen una tecnología especificada. La banda mayor de 5.725 y 5.825 utiliza una potencia de 1W, para utilizarla en tecnologías inalámbricas (bandas ISM).

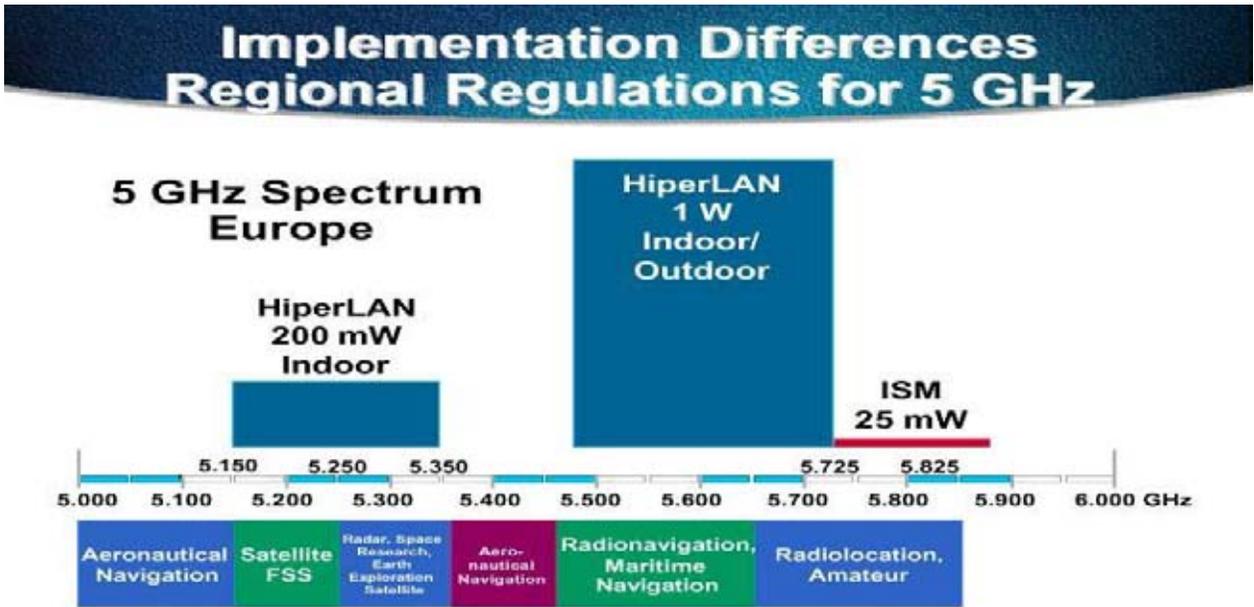


Fig D-3.- Designación de espectro para Europa

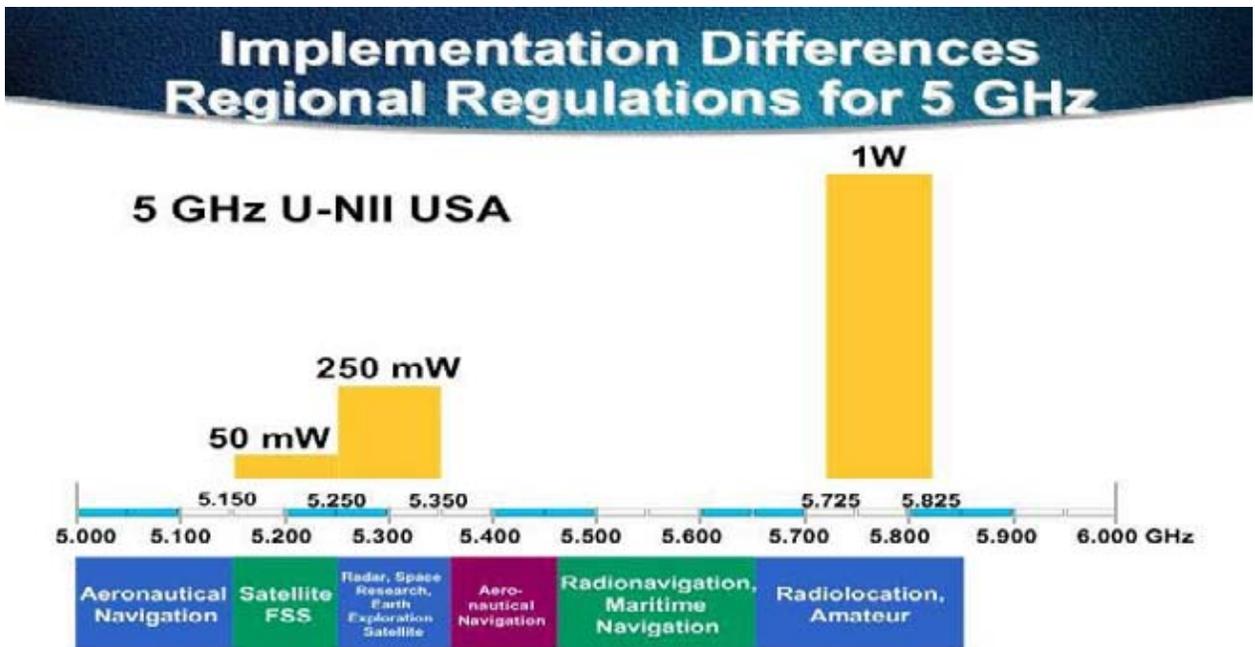


Fig. D-4.- Designación de espectro para USA

ANEXO E

E1-. DIRECCIONAMIENTO INTERNET O DIRECCIONES IP

En la pila de protocolos TCP/IP, el direccionamiento lo especifica el *protocolo de Internet (IP)*. La norma IP especifica que cada host recibe un número único de 32 bits conocido como *dirección de protocolo Internet* o simplemente dirección IP. Cada paquete enviado contiene la dirección IP de 32 bits del transmisor (fuente) y la del receptor (destino). Por lo tanto, para transmitir información por una red TCP/IP, el computador debe conocerla dirección IP de la computadora remota a la que se destinan los datos.

E2-. Jerarquía de direcciones IP

Conceptualmente, cada dirección IP de 32 bits se divide en dos partes: un prefijo y un sufijo; esta jerarquía de dos niveles se diseñó para hacer eficiente el enrutamiento. El prefijo de la dirección identifica la red física a la que está conectada la computadora y el sufijo identifica las computadoras de esa red, lo que significa que, a cada computadora de la red o interred se le asigna una cifra única conocida como *numero de red*, que aparece como prefijo en la dirección de cada computador conectada a la red. Además, a cada computador de la red se le asigna un sufijo de dirección único.

Aunque dos redes no pueden tener el mismo número y dos computadora de la misma red no pueden tener el mismo sufijo, puede usarse el número del sufijo en varias redes.

La jerarquía de direcciones IP garantiza dos propiedades interesantes:

- A cada computador se le asigna una dirección única (lo que significa que una dirección jamás se asigna a más de un computador).
- Aunque las asignaciones de número de red deben coordinarse globalmente, los sufijos pueden asignarse de manera local, sin coordinación global.

Lo anterior se cumple ya que, una dirección completa tiene un sufijo y un prefijo, que se asignan para garantizar la unicidad. Si dos computadoras se conectan a diferentes redes, sus direcciones tiene *prefijos* diferentes. Si se conectan a la misma red, sus direcciones tiene *sufijos* distintos.

E3-. Clases de direcciones

El direccionamiento INTERNET utiliza 32 bit agrupados en 4 octetos los que dependiendo de su agrupación permiten diferenciar 3 tipos de organización básicas de redes.

Las clases A, B,C se llaman clases primarias porque se usan para direcciones de host. El detalle se muestra en el siguiente cuadro con los octetos en decimal:

Organización	N° Red	Rango	N° Host
Clase A	1° octeto	0 – 127	2°, 3°, 4° octeto
Clase B	1°, 2° octeto	128.1 191.254	3° , 4° octeto
Clase C	1°, 2° ,3° octeto	192.1.1 223.254.254	4° octeto

Tabla 1-. Clases de direcciones

NOTA: Host, corresponde a un computador convencional que se conecta a una interred,

Una vez seleccionado un tamaño para las direcciones IP y decidida la división de cada dirección en dos partes, se debe determinar la cantidad de bit a poner en ambas partes. El prefijo necesita suficientes bits para permitir la asignación de una dirección de red única para cada red. El sufijo necesita la cantidad necesaria de bits para que cada computador conectado a una red tenga un sufijo único. Sin embargo, si se asigna un prefijo grande, lo que permite

direccionar muchas redes, pero limita el tamaño de cada red; a su vez un sufijo grande significa que cada red puede tener muchas computadoras, pero se reduce la cantidad total de redes.

Debido a que las redes pueden incluir varias tecnologías de red, es posible construir una interred a partir de unas cuantas redes grandes y otra que consten de muchas redes pequeñas. Además una interred puede contener tanto redes pequeñas como grandes.

Por lo anterior, se diseñó un sistema de direccionamiento que permita la combinación de redes grandes y pequeñas, es lo que muestra en la tabla anterior.

A continuación se ilustra las cinco clases de direcciones. En la figura, se sigue la convención de los protocolos TCP/IP de numerar los bits de izquierda a derecha y de numerar, como cero el primer bit.



Fig.-. 1- Las cinco clases de direcciones IP

Las clases A, B, C se llaman clases *primarias* debido a que se usan para direccionar los host. La clase D se utiliza para multitransmisión, lo que permite la entrega a un grupo de computadoras. Para usar multitransmisión IP, un grupo de host debe acordar compartir una dirección multitransmisión, una vez establecido el grupo multitransmisión, se entregan a los host copias de los paquetes enviados a esta dirección.

En la figura 1, las clases primarias usan límite de octeto para dividir la dirección en prefijo y sufijo. La clase A pone el límite entre el primer y segundo octetos. La clase B pone el límite entre el segundo y el tercero y a la clase C entre el tercero y el cuarto.

Sin embargo, es importante mencionar que la dirección con un prefijo 127 de clase A y cualquier sufijo define una dirección IP especial llamada *dirección de retrociclo*, que es ocupada para probar las aplicaciones de la red. Que, por ejemplo al diseñar una aplicación de red se hace una prueba de retrociclo para la detección preliminar de fallas. Durante las pruebas de retrociclo, ningún paquete sale del computador, ya que el software IP reenvía los paquetes de una aplicación a la otra. En consecuencia, a la dirección de retrociclo nunca aparece en los paquetes que viajan por una red.

E4.- El nivel TCP

TCP (Transmission Control Program) es el responsable de particionar los mensajes en unidades de información denominados datagramas los cuales deben posteriormente reensamblarse en la unidad de destino. Para ello TCP estructura un datagrama con un encabezamiento según se muestra en la figura siguiente:

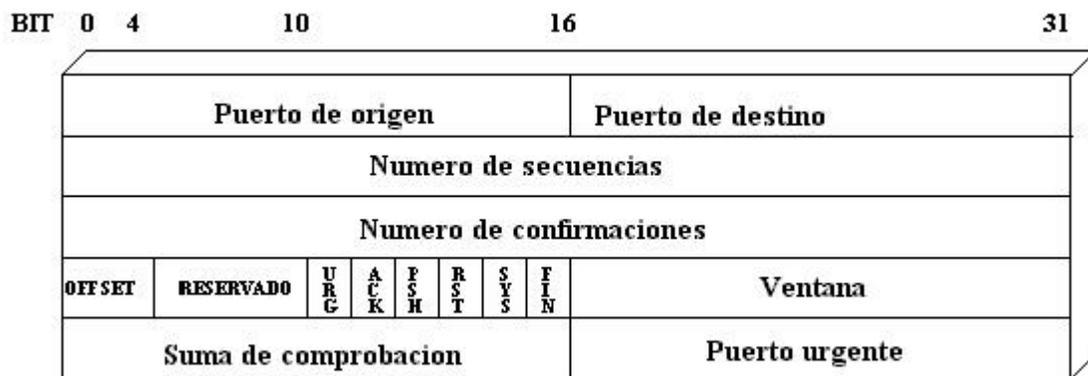


Figura 2.- Encabezamiento del datagrama TCP

Entre algunos de los campos dignos de citar tenemos:

- Puerta Origen y Puerta Destino: permiten conocer la conexión asignada a cada conversación, es decir, son el punto de acceso del servicio de origen y destino respectivamente.

- Número de Secuencia: Asegura el reensamblaje correcto en el receptor y permite identificar una posible pérdida en el datagrama.
- CHECKSUM o Suma de Verificación: Asegura la validez del datagrama, caso contrario debe enviarse ACK N
- Ventana: Permite un mejor uso del canal de comunicación al controlar la cantidad de data que pueda encontrarse en el canal sobre una misma unidad de tiempo (pipeline).
- Número de Confirmación: Contiene el número de secuencia del siguiente octeto que TCP espera recibir.
- Puerto Urgente : Señala el octeto que sigue a los datos urgentes, lo que permite al receptor conocer cuantos datos urgentes llegan.

E5-. Enrutamiento (IP)

La tarea de IP es el enrutamiento de los datagramas enviados por la capa superior (TCP), hacia su punto de destino, para ello adiciona un nuevo encabezamiento con los siguientes campos (ver figura 3)

- Dirección destino: Dirección Internet de la máquina con la cual se desea comunicación.
 - Dirección Fuente: Dirección Internet de la máquina que desea el contacto.
- Número de Protocolo: Permite conexión IP-TCP en el punto destino, ya que pueden existir otros protocolos montados sobre el mismo IP.
- CHECKSUM: Asegura la validez del header o encabezamiento.
 - Tiempo de vida: Es un número que es decrementado cada vez que el datagrama pasa a través del sistema. Cuando se hace cero el datagrama es descartado.
 - Flags Y Offset: Permite seguir la posible fragmentación de un datagrama cuando circula por redes diferentes con datagramas más pequeños.



Fig. 3-. Cabecera IP

Para comprender el esquema de enrutamiento seguido por IP, es importante consignar lo siguiente:

- Cada sistema posee una dirección Internet asignada.
- El sistema es parte integrante de una red.
- Diferentes redes se interconectan mediante gateways (pasarelas).
- Cada computador maneja tablas que asocian gateways con direcciones de redes.

De tal forma que cuando un computador desea enviar un datagrama, primero chequea si la dirección de destino se encuentra sobre su propia red local, si es así lo envía directamente, caso contrario utiliza una estrategia "por defecto", es decir lo envía al gateways el cual debe buscar la red de destino.

ANEXO F

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TECNOLOGIAS 802.11 B

F.1.- Soluciones para redes inalámbricas

En los siguientes paginas se presentan las especificaciones técnicas de las tecnologías **IEEE 802.11b y a** que pueden trabajar tanto en forma dual como individual. Aunque estas tecnologías aun no son implementadas con IEEE 802.11a, estas mantienen un camino de migración fácil a la tecnología 802.11a, que comenzara a hacer su aparición a fines del año 2002.

Solo se mencionaran los tipos de tarjetas y Puntos de acceso de tecnología Cisco

TARJETAS ADAPTABLES PARA PCs- 350 DE CISCO.

ESTÁNDAR DE RED	IEEE 802.11 b
INTERFACES DEL SISTEMA	AIR-PCM35x: PC Tarjeta (PCMCIA) Tipo II AIR-PCI351x: Buz (PCI)
ENLACE DE SUBIDA	Auto-detección 10/100 base T Ethernet
BANDAS DE FRECUENCIA	2.400 a 2.483 Mhz
TIPOS DE ARQUITECTURA DE RED	Infraestructura y redes ad hoc
MEDIO INALAMBRICO	Espectro expandido con secuencia directa
PROTOCOLO DE ACCESO AL MEDIO	CSMA / CA
MODULACION	DBPSK @ 1 Mbps DQPSK @ 2 Mbps CCK @ 5.5 y 11 Mbps
CANALES SIN SOLAPAMIENTO	TRES (3)
CANALES DE OPERACIÓN	Norte América: 11; ETSI: 13; Japón: 14
RETRASO EXPANDIDO	1 Mbps: 500 ns 2 Mbps: 400 ns 5.5 Mbps: 300 ns 11 Mbps: 140 ns
DISPONIBILIDAD DE TRANSMISION DE POTENCIA FIJA	100 mW (20 dBm) 50 mW (17 dBm) 30 mW (15 dBm) 20 mW (13 dBm) 5 mW (7 dBm) 1 mW (0 dBm) La potencia máxima variará según las regulaciones de País.

RANGO (TÍPICO)	INTERIOR • 130 ft (40 m) @ 11 Mbps • 350 ft (107 m) @ 1 Mbps EXTERIOR: • 800 ft (244 m) @ 11 Mbps • 2000 ft (610 m) @ 1 Mbps
SOPORTA LOS SIGUIENTES SISTEMAS OPERATIVOS	Windows 95, 98, NT 4.0, 2000, ME, XP, CE 2.11, CE 3.0, Mac OS 9.x, Mac OS X, y Linux
ANTENAS	AIR-PCM35x: Integrado con diversidad de dipolos AIR-LMC35x: Dos MMCX conectores (antenas opcionales, no administrado con la unidad) AIR-PCI35x: Externa, removible 2.2 dBi Dipolo con Conector TNC
PROLONGACION DE CLAVE ENCRIPCIÓN	128-bit
SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR	1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm
TIPO DE AUTENTICACION	EAP—Cisco Inalámbrico
INDICADORES DE ESTADO	Estado de enlace y enlace de actividad
DIMENSIONES	AIR-PCM35x: 2.13 in. (5.4 cm) ancho x 4.37 in. (11.1 cm) largo x 0.1 in. (0.3 cm) altura AIR-LMC35x: 2.13 in. (5.4 cm) ancho x 3.31 in. (8.4 cm) largo x 0.1 in. (0.3 cm) alto AIR-PCI35x: 6.6 in. (16.8 cm) ancho por 3.9 in. (9.8 cm) x .5 in. (1.3 cm) alto
PESO	AIR-PCM35x: 1.6 oz (45g) AIR-LMC35x: 1.4 oz (40g) AIR-PCI35x: 4.4 oz (125g)
SOPORTA AL MEDIO AMBIENTE	AIR-PCM35x y AIR-LMC35x: -22 a 158 F (-30 a 70 C) AIR-PCI35x: 32 a 131 F (0 a 55 C) 10 a 90% (sin condensación)
REQUERIMIENTOS DE ALIMENTACION	+5 VDC =/– 5%
CONSUMO TÍPICO DE ENERGIA (A 100 mw TRANSMITE POTENCIA FIJA)	Transmisión: 450 mA Recepción: 270 mA Modo dormido: 15 mA

PUNTOS DE ACCESO AIRONET-1200 DE CISCO

Características hacia IEEE 802.11 a

Table 1: Características y Beneficios	Beneficios
PLATAFORMA MODULAR PARA OPERAR EN UNA ÚNICA BANDA O EN FORMA DUAL	Es flexible, un plan en banda dual que protege las inversiones existentes en tecnología 802.11b y mantiene un camino de migración fácil a la tecnologías 802.11a. Las radios duales permiten funcionamiento simultáneo

	de 2.4 - y 5-GHz en redes inalámbricas que ofrecen un gran número de canales disponibles y, por consiguiente, una gran capacidad del sistema y escalabilidad
CAMPOS DE RADIO UPGRADABLE	La Plataforma aprovecha la existencia de la infraestructura inalámbrica 802.11b y clientes, y protege la inversión a través de campo-upgradable del bus de la tarjeta y mini-PCI de las radios. Pueden comprarse las 802.11b radios normales para satisfacer las necesidades actuales, y entonces un módulo 802.11a puede agregarse como requisitos para que el ancho de banda crezca.
8 MEGABYTES DE MEMORIA FLASH	El espacio de memoria para el firmware futuro actualiza los apoyos las nuevas 802.11 normas y los rasgos avanzados.
SOPORTA PROTOCOLOS DESCUBIERTOS POR CISCO Y SOFTWARE DE ADMINISTRACION DE IMAGEN (SWIM)	Este apoyo permite centralizado y actualización automática de firmware en los puntos de acceso remotos por la empresa.
RADIO STANDARD 802.11B CON 100-MW MAXIMOS DE POTENCIA DE TRANSMISION Y RECEPCIONA 85-DBM DE SENSIBILIDAD A UNA TASA DE DATOS DE 11-MBPS	La radio 2.4-GHz en el Cisco Aironet 1200 Serie ofrece performance de la radio superior que produce el rango principal en la industria. El mayor rango de los puntos de acceso, hacen que se necesiten menos puntos de acceso, produciendo un más bajo costo del sistema total.
SEGURIDAD CARGA-INDUSTRIAL, RED DE ADMINISTRACION, Y UN SET DE CARACTERISTICAS DEL SOFTWARE	La Serie Cisco Aironet 1200 software construido sobre ricas características al cliente manejado por software de Cisco Aironet, incluido soporte 802.1X with mutual autenticación y encriptación dinámica de llaves y administracion a través de SNMP, Telnet, y navegador Web. La serie Cisco Aironet 1200 son compatible con productos existentes Cisco Aironet 340 and 350 Series products.
DOS CONECTORES POLARIDAD- INVERSA (RP-TNC) PARA LA CONEXIÓN DE LA ANTENA EXTERNA	Estos conectores mantienen el apoyo de diversidad la radio 2.4-GHz para mejorar la fiabilidad en ambientes con altas-multitrayectorias. Los conectores de RP-TNC son compatibles con el Cisco Aironet las antenas son optativas, permitiéndoles a arquitecturas WLAN que personalizan la extensión de la radio para los escenarios de despliegue específicos.
SOPORTA AMBAS LINEAS DE ENERGIA SOBRE ETHERNET Y ENERGIA LOCAL	El Cisco Aironet que 1200 Serie puede impulsarse sobre del cable de Ethernet por la línea de energía Cisco habilitando los interruptores, los multipuertos midspan del impulsan los tableros, o inyectores de poder de un solo puerto. En casos dónde el poder de la AC está disponible en la situación de la instalación, el Cisco Aironet que 1200 Serie simplemente puede taparse en la toma de corriente eléctrica. Estas opciones impulsan flexibilidad y simplifican la instalación y disminución en el costo total de propiedad.
ESTÉTICAMENTE RECUBIRTO DE ALUMINIO, TIENE CERTIFICACIÓN DE LABORATORIOS ASEGURADOS (UL) 2043, Y LA TEMPERATURA OPERA EN FORMA EXTENDIDA A (-20 A 55°C O -4 A 131°F)	Cisco Aironet 1200 Serie mantiene la flexibilidad el despliegue en una variedad de escenarios. El recubrimiento de aluminio reúne los requisitos estéticos para las compañías de la empresa. El despliegue de apoyo de rasgos asperos en las fábricas, almacenes, y el campo. La temperatura opera en un rango ancho y UL 2043 certificación para plenum que tasa el juego de

	requisitos por la fuego códigos apoyos instalación local en los espacios de aire medioambientales como las áreas sobre los techos suspendidos
ES MULTIPROPOSITO SE PUEDE MONTAR EN REPISAS PARA LA PARED, TECHO, E INSTALACIONES DEL DESKTOP	La flexibilidad proporcionada por la montura en repisas asegura ES a los profesionales las numerosas opciones del despliegue para los requisitos en sitio específicos. La montura en repisas incluido puede instalarse en una variedad ancha de construcciones los materiales, incluso en drywall, cinderblock, y suspendido en el techo.
DOS MECANISMOS SEPARADOS CERRANDO CON LLAVE EL PUNTO DE ACCESO Y EL RADIO	La disuasión del robo se ha vuelto un requisito en LANs inalámbrico para que prolifere en las áreas públicas. Protección de la inversión adicional se proporciona cerrando con llave los mecanismos. La opción del cliente de candados del fuera del estante o los cables de seguridad portátiles asegura que el punto de acceso y radios esten seguras.

Especificaciones técnicas de Puntos de Acceso (AP)

Table 3: Productos Especificaciones	radio 802.11b con instalacion	Solo Plataforma
Número de Partes	Configurable: AIR-AP1200 y AIR-MP20B-x-K9 (x=Regulatorio Dominio) Pre-configurado: AIR-AP1220B-x-K9 A=FCC C=MII (China) E=ETSI I=Israel J= TELECOM (Japan) No todo los dominios regulador han sido aceptado. Como ellos es aceptado, los números de la parte estarán disponibles en la Lista del Precio Global.	AIR-AP1200
Factor de Forma	Mini-PCI	
Soporta tasa de datos	1, 2, 5.5, and 11 Mbps	
Estándar de red	802.11b	
Enlace de subida	Auto-sensing 802.3 10/100BaseT Ethernet	Autosensing 802.3 10/100BaseT Ethernet
Bandas de Frecuencia	2.412 to 2.462 Ghz (FCC) 2.412 to 2.472 Ghz (ETSI) 2.412 to 2.484 Ghz (TELECOM) 2.412 to 2.462 Ghz (MII) 2.422 to 2.452 Ghz (Israel)	
Tipo de red arquitectura	Infraestructura, topology estrella	Infraestructura, topology estrella
Medio Inalambrico	Direct sequence spread spectrum (DSSS)	

Protocolo de acceso al Medio	Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA)	
Modulacion	DBPSK @ 1 Mbps DQPSK @ 2 Mbps CCK @ 5.5 and 11 Mbps	
Canales de operacion	ETSI: 13; Israel: 7; North America: 11; TELECOM (Japan): 14; MII: 11	
Canales sin solapamiento	Tres (3)	
Sensibilidad del receptor	1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm	
Retraso Extendido	1 Mbps: 500 ns 2 Mbps: 400 ns 5.5 Mbps: 300 ns 11 Mbps: 140 ns	
Disponibilidad de transmision de potencia fija	100 mW (20 dBm) 50 mW (17 dBm) 30 mW (15 dBm) 20 mW (13 dBm) 5 mW (7 dBm) 1 mW (0 dBm) La potencia máxima variará según las regulaciones del País	
Rango tipico maxima transmicion de potencia fija, (2.2 dBi de ganancia diversidad de dipolo antena)	Interior: 130 ft (40m) @ 11 Mbps 350 ft (107m) @ 1 Mbps Exterior: 800 ft (244m) @ 11 Mbps 2000 ft (610m) @ 1 Mbps	
Conformidad	<ul style="list-style-type: none"> • Standards: <ul style="list-style-type: none"> • UL 1950; CSA 22.2 No. 950-95; IEC 60950; EN 60950 • Radio aprobadas: <ul style="list-style-type: none"> • FCC Part 15.247; Canada RSS-139-1 & RSS-210; Japan Telec 33B; Europe • EN-330.328; FCC Boletin OET-65C; E industria RSS-102 • EMI y susceptibilidad: • FCC Part 15.107 y 15.109 Clase B; ICES-003 Clase B (Canada); CISPR 22 Clase B • AS/NZS 3548 Clase B; VCCI Clase B; y EN 301.489-1 y -17 • Otros: <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11 y 802.11b 	<ul style="list-style-type: none"> • Standards: <ul style="list-style-type: none"> • UL 1950; CSA 22.2 No. 950-95; IEC 60950; EN 60950 • Operan con licencia libre bajo FCC Part 15 y conforme como Clase B dispositivo • DOC regulaciones • UL 2043 • EMI y susceptibilidad: <ul style="list-style-type: none"> • FCC Part 15.107 y 15.109 Clase B; ICES-003 Clase B (Canada); CISPR 22 Class B • AS/NZS 3548 Clase B; VCCI Class B; y EN 301.489-1 y -17

	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft WHQL 	
Conformidad SNMP	MIB ¹ I y MIB II	MIB I y MIB
Antena	Dos RP-TNC conectores (antenas opcionales, no aplicado con unidad)	Dos RP-TNC conectores (antenas opcionales, no aplicado con unidad)
Seguridad arquitectura cliente autenticacion	802.1X Soporta, incluyendo LEAP and EAP-TLS, a el campo mutuo autenticacion y dinamico, por-usuario, por-sesion WEP ² claves Autenticacion por direccion MAC ³ y por standard 802.11 autenticacion mecanismos de Encriptacion: Soporta parar estatica y dinamica IEEE 802.11 WEP llaves de 40 bits y 128 bits; soporta para WEP Perfeccionamiento como clave hashing (picadillo)(por-paquete desplazado) y MIC	
Estados de LED's	Tres indicadores sobre el panel que reporta el estado asociado, operacion, error/peligro, firmware upgrade, and configuracion, red/modem, y estado del radio.	Tres indicadores sobre el panel que reporta el estado asociado, operacion, error/peligro, firmware upgrade, and configuracion, red/modem, y estado del radio..
Support Configuracion automática	CiscoWorks RME ⁴ , CiscoWorks SWIM ⁵ , BOOTP, and DHCP ⁶	CiscoWorks RME, CiscoWorks SWIM, BOOTP, and DHCP
Soporta configuracion Remota	Telnet, HTTP, FTP, ⁷ TFTP, ⁸ and SNMP	Telnet, HTTP, FTP, TFTP, and SNMP
Configuration Local	Directa consola puerto (RJ-45 interface)	Directa consola puerto (RJ-45 interface)
Dimenciones	6.562 in. (16.67 cm) ancho; 7.232 in. (18.37 cm) largo; 1.660 in. (4.22 cm) alto Montaje en repisa agregada 0.517 in. (1.31 cm) Hasta 8	6.562 in. (16.67 cm) ancho; 7.232 in. (18.37 cm) largo; 1.660 in. (4.22 cm) alto Montaje en repisa agregada 0.517 in. (1.31 cm) Hasta 8
Peso	25.6 oz (724g) agregada 6.4 oz (181g) Montaje en repisa	24 oz (680g) agregada 6.4 oz (181g) Montaje en repisa
Rango de Temperatura ambiente	-4° to 131°F (-20° to 55°C), 10 to 90% humedad (sin condensacion)	-4° to 131°F (-20° to 55°C), 10 to 90% humedad (sin condensacion)
Requerimientos de energia	48 VDC +/- 10%; 6 watts RMS	48 VDC +/- 10%; 6 watts RMS A 110-220V power supply ships with the AIR-API200.

ANEXO G

LA SEGURIDAD EN REDES INALÁMBRICAS



G.1-. La seguridad en el pasado IEEE 802.11

La mayoría de las redes inalámbricas están basadas en la especificación IEEE 802.11 (especialmente 802.11b).

Hoy en día la única opción compatible con todo el hardware disponible es WEP (Wired Equivalent Privacy), sin embargo, WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) definió un mecanismo destinado a reemplazar a WEP sin requerir modificaciones al hardware existente. TKIP (Temporary Key Integrity Protocol) hace un tanto más complejo el trabajo de quien desee romper la seguridad adivinando las llaves, pero definitivamente no es suficiente, ya que sigue siendo vulnerable al mismo tipo de ataques. Cabe mencionar que TKIP fue diseñado desde el principio únicamente como una medida paliativa temporal a las debilidades de WEP, haciendo el máximo uso posible del hardware ya disponible en los miles de tarjetas inalámbricas ya disponibles. He aquí algunas de las limitaciones de IEEE 802.11:

- **La distribución de claves WEP estáticas**
 - No existe un manejo centralizado de las claves.
 - Pobre protección contra la variedad de ataques de seguridad
- **No existe una manera eficaz de tratar con adaptadores perdido o robado.**
 - El poseedor tiene el acceso para conectarse a una red de computadoras

- Se requiere de un re-tecleo de clave a los cliente de todos los dispositivos WLAN
- **Carece de administración el usuario que es integrado a la red.**
- Necesita bancos de datos separados el usuario; no usa el RADIUS
- Potencial para sólo identificar al usuario por el atributo del dispositivo tal como la dirección **MAC**.

G.2-. La seguridad actual IEEE 802.1X

Las actuales tecnologías de encriptación y desencriptación en seguridad y autenticación corresponden hoy a IEEE 802.1X, la cual ha adoptado una nueva norma para la autenticación sobre redes alambradas e inalámbricas. Esta norma proporciona una fuerte autenticación a WLANs, mutua entre cliente y punto de acceso, como entre usuario y servidor. Además, 802.1X pueden proporcionar WEP codificado dinámicos por usuario, por sesión, quitando la carga administrativa y problemas de seguridad en las llaves de WEP estáticas cercanas.

Existen varios tipos de autenticación 802.1X, de las cuales se mencionan: EAP y EAP-TLS:

802.1X tiene como beneficio para 802.11:

- Es más escalable
- Soporta una variedad de tipos de autenticación
 - EAP (Extensible Authentication Protocol) inalámbrica, o LEAP
 - EAP-TLS (EAP Transport Layer Security) con versiones en Windows y otros que son desarrollados
- Es una solución basada en el estándar
- Habilita una política de control centralizado.
- Existe la sesión de activación de interrupción de reautenticación y nueva clave WEP

En la siguiente figura se ilustra el proceso de encriptación / desencriptación para un usuario con punto de acceso y servidor.

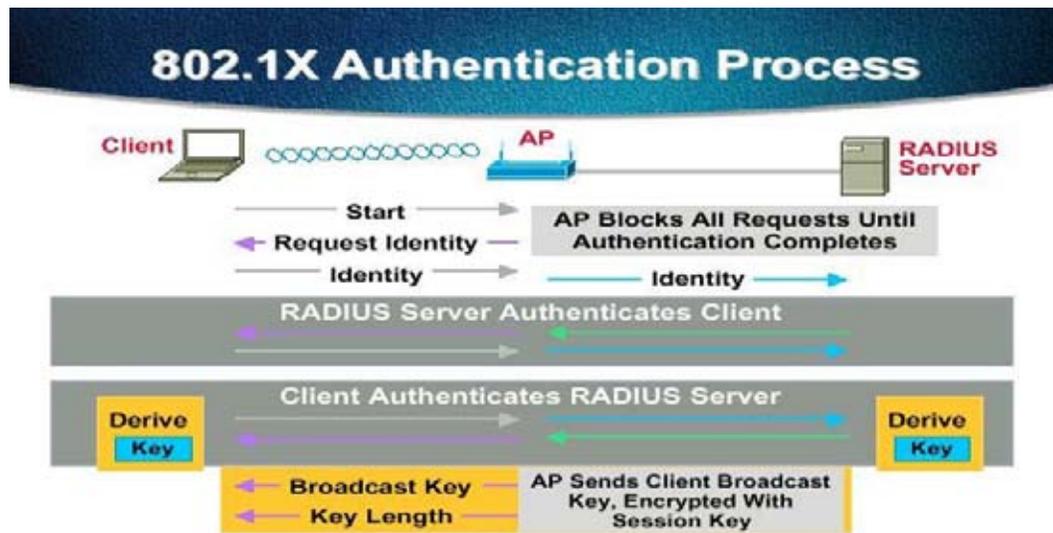


Fig. 1-. Proceso de autenticación 802.1X

La IEEE recomienda el uso de AES (Advanced Encryption Standard), que será pronto un estándar de cifrado en todo tipo de productos, pero actualmente este nivel de cifrado requiere mucho mayor trabajo matemático del que puede realizar un dispositivo tan simple como una tarjeta de red, y seguramente elevará el precio de venta del hardware que lo implemente, que se espera que aparezca a principios del 2003.

Una buena solución, es el uso de cifrado en capas superiores, específicamente en la capa de red (IP), requiriendo el uso del estándar IPsec para el uso de redes inalámbrica. Si bien este es el mejor mecanismo para implementar una verdadera seguridad, sigue teniendo la desventaja de significar una carga adicional al CPU. El cifrado que realiza IPsec es matemáticamente muy complejo. Sin embargo, de entre todas las opciones que existen, es sin duda la más completa y confiable. En esta solución de seguridad se incluyen las siguientes tareas a ejecutar:

- El chequeo de integridad de mensaje (Message Integrity Check) (MIC),
- La descomposicion de los paquete
- Rotación de llaves de WEP y otros

G.3-. Como tener una red segura

Finalmente se entrega un proceso de como asegurar una red, ya que no existe una receta simple para hacerlo. Sin embargo, los siguientes puntos básicos ayudan a tener una red segura:

- **Seguridad física:** El primer paso para considerar una red segura es asegurarla físicamente. Tanto para evitar intrusiones como para asegurar la conectividad. En una red inalámbrica es mucho más difícil asegurar físicamente una red. De todos modos, utilizando las capacidades de cifrado de las redes inalámbricas, como las que se mencionan en este anexo, sirven para ubicar nuestros puntos de acceso tan al centro de nuestras instalaciones como sea posible para evitar "derramar" señal, y en general utilizar el sentido común al instalar nuestra red, así se puede evitar exponerse de más.

Se debe recordar que una red inalámbrica puede ser muy conveniente y económica, pero si es instalada sin el cuidado necesario, puede tener una mayor vulnerabilidad. Se sugiere fuertemente no instalar redes inalámbricas sin antes haber hecho un estudio en el que concluyan que las ventajas son superiores a los riesgos.

- **Seguridad perimetral:** Una vez que se tiene confianza en la instalación de red, se tiene que definir los perímetros de seguridad, los cuales serán divididos por uno o varios firewalls. La configuración más simple consiste en solamente poner un firewall entre la red local y la salida a Internet, permitiendo únicamente la entrada y salida a las conexiones autorizadas. Sin embargo, esta configuración es muy simplista. Para una red importante y de complejidad mediana, se recomienda fuertemente tener delimitados cuando menos los siguientes perímetros:

- Servidores de uso interno
- Servidores de uso externo
- Red local
- Red inalámbrica

El poder controlar granularmente el acceso entre áreas les dará una gran flexibilidad para definir las reglas de filtrado de paquetes, incrementando fuertemente la seguridad de una red. Es importante recordar que la mayor parte de ataques, tanto intencionales como no intencionales, que sufre cualquier organización tienden a venir del interior de la misma.

- **Monitorear constantemente la red:** Parte importante de la seguridad en una red consiste en monitorearla activamente. Hay muchas condiciones que pueden llevar a fallas, y muy fáciles de corregir o por lo menos diagnosticar si se cuentan con herramientas de monitoreo. Se puede utilizar herramientas libres como MRTG, que entregan un reporte gráfico diario, semanal, mensual y anual de los datos que se configuren. Otro aspecto importante a monitorear es los intentos de ataque que se reciben, para saber de qué protegernos, cuáles son nuestros principales riesgos, quién está intentando atacarnos, por qué medios, y qué es lo que buscan. Para ello, podemos instalar sistemas de detección de intrusos (IDSs, por sus siglas en inglés). El IDS más poderoso y popular hoy en día es libre, y se llama Snort.
- **Mantener las computadoras al día:** La instalación de una red puede ser muy segura. Se puede tener firewalls delimitando cada área específica. Sin embargo, si no se mantienen actualizados los sistemas operativos, programas y herramientas, la red no podrá ser considerada segura. Es muy frecuente, un software tanto libre como propietario, que sean encontradas fallas de programación que pueden traducirse en agujeros de seguridad, un administrador de redes responsable debe mantener sus sistemas con los *parches* al día, para no sufrir ataques prevenibles.

ANEXO H-

SOLUCION INALAMBRICA EN EDIFICIOS CON WLAN

H.1-. DISEÑO DE RED GENERAL

Las redes WLAN se diseñan mucho como una red de telefonía celular. Cada dispositivo tiene una tarjeta 802.11 para la facilidad de aplicaciones para PCs. Muchos dispositivos portátiles y PCs portátiles vienen provistos con soporte 802.11. Una vez que los soportes están en el lugar, el administrador de la red instala los Puntos de Acceso / Estaciones Bases para recoger la señal 802.11, así los APs se unen para formar una red. Cada AP mantiene el apoyo en una área, llamada célula. Una variable importante cuando se diseña un 802.11 WLAN es el tamaño de la célula. El tamaño de una célula depende de la cantidad de uso y las características físicas de la localización. El más pesado uso de WLAN, es más pequeño el tamaño de la célula. Una vez que una WLAN ha sido construida, el diseñador de la red puede agregar los APs o Estaciones Bases adicionales.

H.2-. PROBLEMA

Se planea llevar a cabo una red 802.11 WLAN a una corporación con las siguientes características. El diseño empezará con los edificios 1 y 2, mostrado en Figura 1.

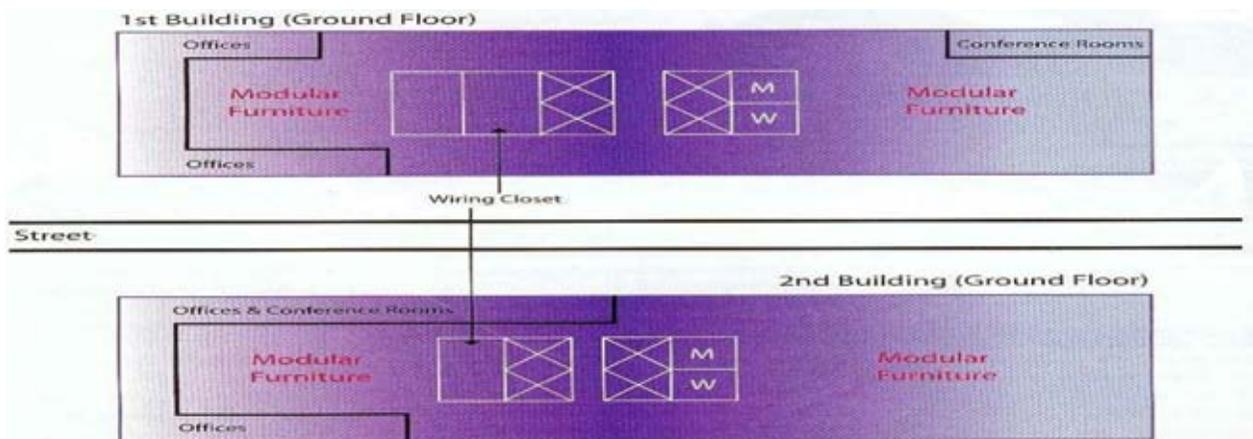


Fig. 1-. Edificios a diseñar

Estos dos edificios de oficina se localizan uno al lado del otro. Cada edificio es de 100 x 240 pies 30.5 x 73.2 m. El edificio 1 es una construcción de dos pisos, en donde la compañía sólo se localiza en el primer piso. El edificio 2 es un edificio de un piso que está habitado solamente por la compañía.

La mayoría de los empleados se localiza en modulo mobiliario. Hay 120 compartimentos en el edificio 1 y 100 compartimentos en el edificio 2. No todos los compartimentos están ocupados, entonces se requiere diseñar la WLAN como si todos los compartimentos estuvieran funcionando. Hay cuatro salas de conferencia en el edificio 1 y dos en el edificio 2, que también necesita ser parte del plan de WLAN. La meta del diseño de la red con 802.11 es mantener la movilidad dentro del edificio y entregarles conectividad a la red a los empleados que viajan a otras oficinas corporativas.

Adicionalmente, se está interesado en usar un 802.11 WLAN para unir los dos edificios. Actualmente hay un T1 caro que une las redes LAN de los dos edificios alambrados. Eliminando el costo mensual de la línea de T1 se justificarían la instalación de la red de WLAN. Finalmente cada edificio tiene un router. Es supuesto que la WLAN terminará en el router de cada edificio para conectarse a la red corporativa más grande.

H.3-.SOLUCION

El Punto de acceso RoamAbout R2 incluye el futuro de gestión de redes inalámbrica. Una plataforma de acceso inalámbrica muy personalizable, económica, y extensible, el R2 se diseña para proporcionar la gestión de redes avanzada ofrece una actualizable arquitectura, y soporta tecnologías de múltiples radios. Estas características superiores ofrecen una pareja migración tecnológica, eliminando la necesidad de actualizar una infraestructura entera o previamente descartar la adquisición de tarjetas de radio PC, asegurando una inversión en retorno más alta y un más bajo costo total de propiedad.

A diferencia de los muchos puntos de acceso, el RoamAbout R2 puede configurarse con un Adaptador que proporciona la habilidad de utilizar dos tarjeta de radio simultáneamente. En la solución propuesta, un R2 en cada edificio utiliza el Adaptador y dos tarjetas de radio. Se configura una de las tarjetas de radio para proporcionar el servicio inalámbrico a los empleados en el edificio mientras la segunda tarjeta de radio proporciona un enlace inalámbrico al edificio

vecino. Los puertos 10/100 en el RoamAbout R2 aseguran que no haya cuellos de botella. Utilizando el Adaptador, el RoamAbout R2 operará simultáneamente como un dispositivo de acceso 802.11b y " un 802.11a. El administrador de la red puede actualizar la nueva tarjeta de radio 802.11a, así este llega a ser disponible sin tener que reemplazar la plataforma de R2. La mirada hacia adelante del diseño proporciona lo último en protección de la inversión.

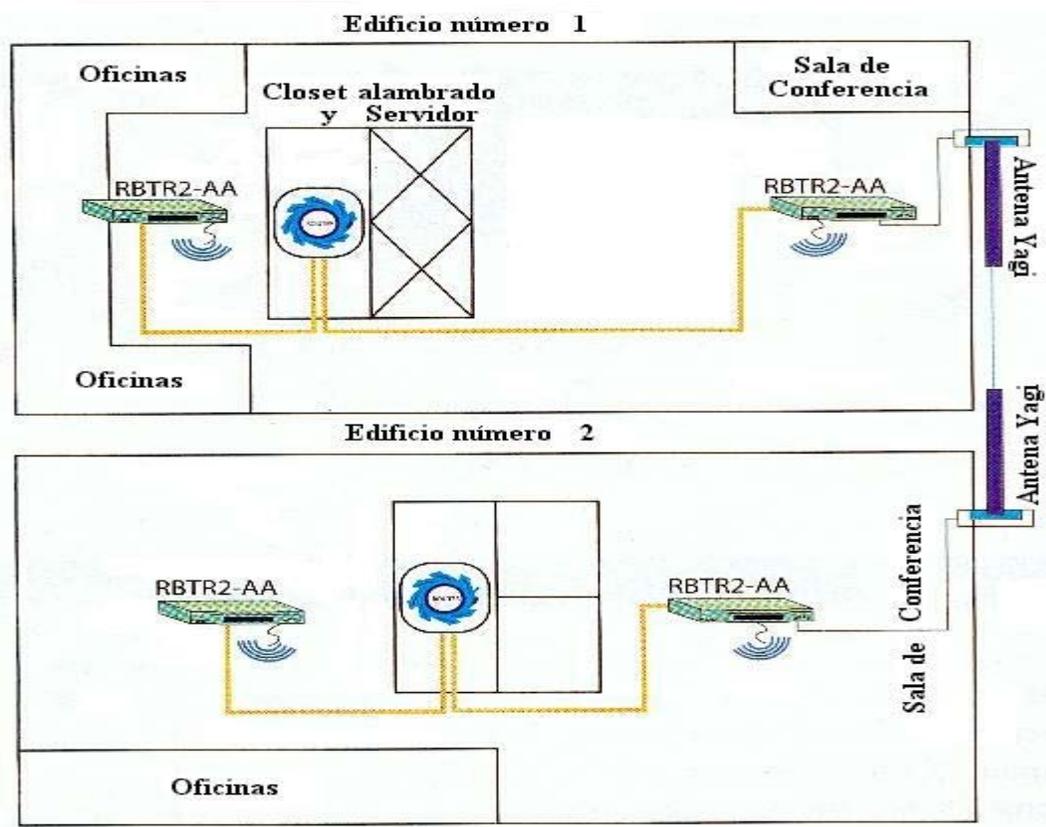


Fig. 2 Solución del diseño

Como es ilustrado en la figura 2, la solución propuesta requiere sólo cuatro Plataformas de Acceso RoamAbout R2. Cuatro tarjetas de radio 802.11b/a mantienen el acceso a todos los empleados WLAN. Las antenas que extienden los rangos internos han sido incluidas con estas tarjetas de radio para aumentar al máximo el rendimiento.

Un RoamAbout R2 en cada edificio utiliza el Adaptador y una segunda tarjeta de radio 802.11b/a que proporciona la conexión inalámbrica a las oficinas adyacentes. Una conexión alamburada de la tarjeta de radio a una antena direccional al aire libre montada verticalmente en el techo de cada edificio completa la conexión a 11/54Mbit/sec.

La factura detallada de los las partes de los equipos y precios para esta solución se muestran a continuación.

Nota: Solo se han detallado los equipos para una solución inalámbrica móvil (tecnología WLAN) para un edificio en particular.

Cantidad	Numero de Equipos	Descripción	Lista de precio	Total
2	RBTR@-AA	RoamAbout R2 Access Platform	\$ 1,349	\$2,698
2	RBTRC-MZ	Mezzanine Adaptor radio card add-on slot for RBTR2	\$ 299	\$598
4	CSIBB-IA	RoamAbout indoor range extending antenna	\$ 95	\$380
2	RBTED-AA	R2 Directional bundle for USA (includes RoamAbout R2, 128-bit encryption PC card, yagi directional y necessary equipment	\$2,229	\$4,598
5****	CSI40D-AA-128	40 pack of 128-bit encryption PC card	\$5,599	\$27,995
24****	CSIBD-AA-128	128-bit encryption PC card	\$ 149	\$3,576
				\$8,274

****** Opcional**

ACRÓNIMOS

AES	Advanced Encryption Standard
AP	Access Point
BWA	Broadband Wireless Access
CDMA	Code Division Multiple Access
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access / Collision avoidance
DBV-S	Digital Video Broadcast - Satellite
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
EAP	Extensible Authentication Protocol
EAP-TLS	EAP Transport Layer Security
EDFA	Erbium Doped Fiber Amplifier
ETSI	European Telecommunication Standard Institute
FCC	Federal Communications Commission
FFT	Fast Fourier Transform
FHSS	Frequency Hop Spread Spectrum
FIFO	First Input First Output
FSOW	Free Space Optical Wireless
GSM	Global System Mobile
HFR	Híbrido Fiber Radiofrecuencia
ICI	Intercarrier Interference
IEEE	The Institute of Electrical and Electronic Engineers
IF	Intermediate frequency
ISI	Intersymbol Interference
ISM	Industry Scientific Medicine
ISP	Internet Service Provider
IPSec	Internet Protocol Security
ITU - T	International Telecommunication Union - Telecommunication
LMDS	Local Multipoint Distribution Service
LO	Local Oscillator

LOS	Line of Sight
LLC	Logic Link Control
MAC	Media Access Control
MIC	Message Integrity Check
MMDS	Multichanel Multipoint Distribution Service
MMIC	Milimeter Microwave Integrated Circuit
MMW	Milimeter Microwave
MPEG	Motion Picture Expert Group
NIU	Network Interface Unit
NOC	Network Operation Center
OC-12	Link at 622 Mbps
OC-3	Link at 155 Mbps
OFDM	Orthogonal Frecuency Division Multiplexing
OSI	Open Systems interconexion
PCS	Personal Communication System
PDA	Personal Digital Aseessories
PLC	Power Line Communication
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
SCM	Subcarrier Modulation
TCP / IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol.
TKIP	Temporary Key Integrity Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
TDMA	Time Division Multiple Access
U-NII	Unlicenced- National Information Infraestructure
VLSI	Very Large Scale Integration
VSAT	Very Small Aperture Terminal
WDM	Wavelenght Division Multiplexing
WECA	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
WEP	Wired Equivalent Privacy

WIFI

Wireless Fidelity

WLAN

Wireless - Local Area Network

W-WLL

Wideband - Wireless Local Loop