

Instituto Nacional de Estadística e Informática
Sub - Jefatura de Informática

Redes Inalambricas ***Wireless***

Colección Informática Fácil

REDES INALAMBRICAS

WIRELESS

1. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día es clara la alta dependencia en las actividades empresariales e institucionales de la redes de comunicación. Por ello la posibilidad de compartir información sin que sea necesario buscar una conexión física permite mayor movilidad y comodidad.

Así mismo la red puede ser más extensa sin tener que mover o instalar cables. Respecto a la red tradicional la red sin cable ofrece ventajas, como:

- **Movilidad:** Información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa para todo usuario de la red. El que se obtenga en tiempo real supone mayor productividad y posibilidades de servicio.
- **Facilidad de instalación:** Evita obras para tirar cable por muros y techos.
- **Flexibilidad:** Permite llegar donde el cable no puede.
- **Reducción de costos:** Cuando se dan cambios frecuentes o el entorno es muy dinámico el coste inicialmente más alto de la red sin cable es significativamente más bajo, además de tener mayor tiempo de vida y menor gasto de instalación.
- **Escalabilidad:** El cambio de topología de red es sencillo y trata igual pequeñas y grandes redes.

Las redes inalámbricas puede dividirse en dos categorías:

- Redes inalámbricas de área local
- Redes inalámbricas para comunicación móvil.

La diferencia fundamental entre ambas radica en los modos de transmisión. Las LAN inalámbricas emplean transmisores y receptores que se encuentran en los edificios en que se usan mientras que las comunicaciones móviles inalámbricas usan las compañías de telecomunicaciones telefónicas u otros servicios públicos en la transmisión y recepción de las señales.

2. DEFINICIÓN

WLAN son las siglas en inglés de Wireless Local Area Network. Es un sistema de comunicación de datos flexible muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableada o como una extensión de ésta.

Utiliza tecnología de radio frecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizarse las conexiones cableadas. Las WLAN han adquirido importancia en muchos campos como en la industria, gobierno, incluido el de la medicina. Las redes inalámbricas se implementan a partir de enlaces basados en el uso de la tecnología de microondas y en menor medida de infrarrojos.

Ejemplos de uso: ventas al por menor, almacenes, manufacturación, etc, de modo que se transmite la información en tiempo real a un procesador central. Cada día se reconocen más este tipo de redes en un amplio número de negocios y se augura una gran extensión de las mismas y altas ganancias.

Las redes locales inalámbricas, (WLANs) han sido utilizadas tanto en la industria y la oficina como en centros de investigación desde hace más de 15 años. Su atractivo viene dado por las prestaciones en cuanto a la facilidad de instalación y renunciación (y el ahorro consiguiente) que pueden ofrecer una red sin hilos frente a una red de cable y que la convierten en una opción interesante no tanto para sustituirlas, pues sus prestaciones son menores, como para constituirse en su complemento ideal. Por otro lado permiten también implementar redes en situaciones en las que el cableado, o bien no es viable, o bien no es la solución óptima.

3. ANTECEDENTES

El origen de las LAN inalámbricas (WLAN) se remonta a la publicación en 1979 de los resultados de un experimento realizado por ingenieros de IBM en Suiza, consistente en utilizar enlaces infrarrojos para crear una red local en una fábrica. Estos resultados, publicados en el volumen 67 de los Proceedings del IEEE, puede considerarse como el punto de partida en la línea evolutiva de esta tecnología.

Las investigaciones siguieron adelante tanto con infrarrojos como con microondas, donde se utilizaba el esquema del spread spectrum (espectro extendido), siempre a nivel de laboratorio. En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudios, el FCC (Federal Communications Commission), la Agencia Federal del Gobierno de Estados

Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asignó las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2,400-2,4835 GHz, 5,725-5,850 GHz a las redes inalámbricas basadas en spread spectrum. (IMS es una banda para uso comercial sin licencia).

La asignación de una banda de frecuencias propició una mayor actividad en el seno de la industria: ese respaldo hizo que las WLAN empezaran a dejar ya el laboratorio para iniciar el camino hacia el mercado. Desde 1985 hasta 1990 se siguió trabajando ya más en la fase de desarrollo, hasta que en mayo de 1991 se publicaron varios trabajos referentes a WLAN operativas que superaban la velocidad de 1 Mbps, el mínimo establecido por el IEEE 802 para que la red sea considerada realmente una LAN.

Hasta entonces, estas redes habían tenido una aceptación marginal en el mercado. Las razones eran varias:

- Gran cantidad de técnicas, tecnologías y normas existentes en el ámbito de las comunicaciones móviles debido a que los diferentes fabricantes han ido desarrollando sus propias soluciones, utilizando frecuencias y tecnologías muy distintas y normalmente incompatibles. No existía una norma y menos un estándar.
- Altos precios que reflejan los costos de investigación para desarrollar soluciones tecnológicas propietarias.
- Reducidas prestaciones si las comparamos con sus homologas cableadas: las redes inalámbricas únicamente permiten el soporte de datos, mientras que por una red de cableado podemos llevar multitud de aplicaciones tanto de voz, como de datos, vídeo, etcétera, y además, velocidades de transmisión significativamente menores.



Fig.1 Cliente y punto de acceso

Sin embargo, se viene produciendo estos últimos años un crecimiento explosivo en este mercado (de hasta un 100% anual). Debido a distintas razones:

- El desarrollo del mercado de los laptops y los PDA (Personal Digital Assistant), y en general de sistemas y equipos de informática portátiles hacen posible que sus usuarios 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.
- La conclusión de la norma IEEE 802.11(2) para redes locales inalámbricas, que introduce varios factores positivos:
 - *Interoperatividad.* Esta norma aporta una plataforma estable para el desarrollo de nuevos productos, con la consiguiente confianza que este hecho genera en los usuarios. Esto posibilitará a su vez el que soluciones de distintos fabricantes puedan trabajar conjuntamente.
 - *Costos.* Lógicamente, se producirá también una notable reducción en los precios de este tipo de productos, en primer lugar porque una vez aprobado el estándar son más los fabricantes que desarrollen sus propias soluciones inalámbricas, y además porque esto va a suponer un empuje definitivo para el mercado masivo de componentes, con el consiguiente abaratamiento de los mismos.
- Finalmente, los grandes avances que se han logrado en tecnologías inalámbricas de interconexión y los que se tiene previsto alcanzar en proyectos varios. En este aspecto cabe destacar las mejoras de prestaciones propuestas por IEEE 802.11 en cuanto a velocidad, mejoras incrementales, y por otro lado la intención de implementar la tecnología de transmisión ATM por parte de HiperLAN y otras mejoras tecnológicas.

Normalización

En 1990, en el seno de IEEE 802, se forma el comité IEEE 802.11, que empieza a trabajar para tratar de generar una norma para las WLAN. Pero no es hasta 1994 cuando aparece el primer borrador, y en junio de 1997 que se da por finalizada la norma.

En 1992 se crea Winforum, consorcio liderado por Apple y formado por empresas del sector de las telecomunicaciones y de la informática para conseguir bandas de frecuencia para los sistemas PCS (Personal Communications Systems). En ese mismo

año, la ETSI (European Telecommunications Standards Institute), a través del comité ETSI-RES 10, inicia actuaciones para crear una norma a la que denomina HiperLAN (High Performance LAN) para, en 1993, asignar las bandas de 5,2 y 17,1 GHz.

En 1993 también se constituye la IRDA (Infrared Data Association) para promover el desarrollo de las WLAN basadas en enlaces por infrarrojos.

En 1996, finalmente, un grupo de empresas del sector de informática móvil y de servicios forman el Wireless LAN Interoperability Forum (WLI Forum) para potenciar este mercado mediante la creación de un amplio abanico de productos y servicios interoperativos. Entre los miembros fundadores de WLI Forum se encuentran empresas como ALPS Electronic, AMP, Data General, Contron, Seiko, Epson y Zenith Data Systems.

En un futuro no lejano, el previsible aumento del ancho de banda asociado a las redes inalámbricas y, consecuentemente, la posibilidad del multimedia móvil, permitirá atraer a mercados de carácter horizontal que surgirán en nuevos sectores, al mismo tiempo que se reforzarán los mercados verticales ya existentes. La aparición de estos nuevos mercados horizontales está fuertemente ligada a la evolución de los sistemas PCS (Personal Communications systems), en el sentido de que la base instalada de sistemas PCS ha creado una infraestructura de usuarios con una cultura tecnológica y hábito de utilización de equipos de comunicaciones móviles en prácticamente todos los sectores de la industria y de la sociedad.

Esa 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.

4. LAS REDES DE ÁREA LOCAL INALAMBRICAS O WIRELESS LANS.

Los dos estándares mas extendidos en la actualidad en el mundo de las redes inalámbricas en la banda de frecuencia 2.4 Ghz son el estándar IEEE 802.11 y el estándar de facto Openair 2.4. También existe una iniciativa europea promovida por el ETSI (European Telecommunications Standards Institute) y denominada HiperLAN(3), pero mucho menos desarrollada comercialmente.

4.1. Descripción.

Emplearemos la norma 802.11 para describir las WLans debido a su preponderancia en el mercado, ya que una gran cantidad de productos se habían anticipado a los trabajos normativos en cuanto a las especificaciones utilizadas. Pero también se indicará cuando sea necesario otras tecnologías utilizadas, o mejor desarrolladas, por ejemplo IrDA, en el campo de los infrarrojos.

4.1.1. Opciones de capa física.

IEEE 802.11 define tres posibles opciones para la elección de la capa física:

- Espectro expandido por secuencia directa o DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum),
- Espectro expandido por salto de frecuencias o FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) -ambas en la banda de frecuencia 2.4 GHz ISM.
- Luz infrarroja en banda base, es decir sin modular.

Para algunos, el hecho de que existan varias posibilidades en cuanto a elección de capa física proporciona una mayor flexibilidad de diseño. Para otros, sin embargo, la adopción de distintas capas físicas obligará a utilizar especificaciones adicionales para conseguir la necesaria interoperatividad.

En cualquier caso, la definición de tres capas físicas distintas se debe a las sugerencias realizadas por los distintos miembros del comité de normalización, que han manifestado la necesidad de dar a los usuarios la

posibilidad de elegir en función de la relación entre costos y complejidad de implementación, por un lado, y prestaciones y fiabilidad, por otra. No obstante, es previsible que, al cabo de un cierto tiempo, alguna de las opciones acabe obteniendo una clara preponderancia en el mercado. Entretanto, los usuarios se verán obligados a examinar de forma pormenorizada la capa física de cada producto hasta que sea el mercado el que actúe como árbitro final.

4.1.1.1. Tecnología de radiofrecuencia.

Las redes inalámbricas que utilizan radio frecuencia pueden clasificarse atendiendo a su capa física, en sistemas de banda estrecha (narrow band) o de frecuencia dedicada, no recogido por IEEE 802.11, y en sistemas basados en espectro disperso o extendido (spread spectrum), elegido por IEEE 802.11.

4.1.1.1.1 Frecuencia dedicada

Esta técnica trabaja de modo similar a la forma en que se difunden las ondas desde una estación de radio. Hay que sintonizar en una frecuencia muy precisa tanto el emisor como el receptor. La señal puede atravesar paredes y se expande sobre un área muy amplia, así que no se hace necesario enfocarla. Sin embargo, estas transmisiones tienen problemas debido a las reflexiones que experimentan las ondas de radio (fantasmas); para evitarlas en lo posible, estas transmisiones están reguladas, en Estados Unidos por la FCC. Hay que sintonizar muy precisamente para prevenir las posibles interferencias.

En octubre de 1990, Motorola introdujo un concepto de WLAN al que llamó WIN, Wireless In-building Network. Es la primera de únicamente dos WLANs que operan en una frecuencia dedicada y que requieren de autorización de las autoridades gubernamentales para operar (la otra es el sistema MR-23VX-LAN de Microwave Radio). El sistema de Motorola, llamado Altair, opera en la banda de 18 GHz del espectro radioeléctrico y para los Estados Unidos, le han sido asignados 5 canales con dos bandas de frecuencia de 10 MHz cada uno, con lo que Altair puede transmitir

información a velocidades de hasta 10 Mbps, aunque su media son los 5 Mbps.

Desde sus orígenes, Altair fue diseñado para coexistir y complementar la infraestructura de red basada en cable que muy probablemente ya se tiene en las organizaciones donde se piensa utilizar. La configuración de red está basada en áreas de 450 a 5,000 m² llamadas micro celdas y coordinadas por un módulo de control (CM). Los dispositivos inalámbricos en el área de la micro celda, llamados Módulo de Usuario (UM), no se comunican directamente entre sí, sino a través del CM. Cada UM puede además estar conectado a un segmento de red local no inalámbrica y controlar hasta 6 dispositivos. Además, diferentes micro celdas pueden interconectarse a través de sus CMs para así aumentar la cobertura total de la red inalámbrica.

4.1.1.1.2 Spread spectrum o espectro expandido.

Los productos comerciales que utilizan infrarrojo o frecuencias dedicadas, aportan únicamente un tercio del mercado de WLANs. Las otras dos terceras partes transmiten información en bandas del espectro que no requieren autorización para su uso. Estas son las llamadas bandas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM o IMS).

En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudios, el FCC (Federal Communications Commission), la agencia Federal del Gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asignó las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2,400-2,4835 GHz, 5,725-5,850 GHz a las redes inalámbricas basadas en spread spectrum. Entre ellas, el IEEE 802.11 incluyó en su especificación las frecuencias en torno a 2,4 GHz que se habían convertido ya en el punto de referencia a nivel mundial, la industria se había volcado en ella y está disponible a nivel mundial (debido a que distintas agencias reguladoras del mundo la asignaron para el uso de spread spectrum).

La banda IMS es "unlicensed", es decir, se asigna sin licencia en el sentido de que FCC simplemente asigna la banda y establece las directrices de utilización, pero no decide sobre quién debe transmitir en esa banda usando determinadas zonas de frecuencia. De hecho algunas de estas frecuencias están siendo extensamente utilizadas por otros dispositivos como teléfonos inalámbricos, puertas de garaje automáticas, sensores remotos, etc. Es por esto que las autoridades reguladoras exigen que los productos se desarrollen dentro de algún esquema que permita controlar las interferencias.

- Existe para esto una alternativa teórica que consiste en utilizar una potencia de salida muy baja, pero no resulta una alternativa práctica debido a que afecta a otros factores como, por ejemplo, la velocidad, que es crucial en este tipo de aplicaciones.
- Las técnicas tradicionales de modulación maximizan la potencia en el centro de la frecuencia asignada para solventar el problema del ruido, pero resulta fácil su detección e interceptación. Además existen limitaciones establecidas.
- Otras alternativas que han sido globalmente aceptadas por la industria y adoptadas por IEEE 802.11 se refieren a los esquemas DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) y FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), ambos dentro de la órbita de la tecnología conocida como "spread spectrum" o "espectro expandido". Esta tecnología se ha impuesto frente a las tecnologías tradicionales, por su excelencia y por sus mejoras en cuanto a complejidad y costes.

El ***spread spectrum***, que podría traducirse como espectro expandido, es una técnica que ha sido generada y ampliamente utilizada en el sector de la defensa por sus excelentes propiedades en cuanto a inmunidad a interferencias y a sus posibilidades de encriptación. Hace sólo unos diez años que se produjo el spin-off (la extensión de programas gubernamentales, orientados a una misión específica, sobre todo de defensa, al sector civil) hacia el sector civil comercial en lo que respecta a los esquemas de modulación DSSS y FHSS. Los otros dos esquemas de

spread spectrum siguen utilizándose en el sector de defensa, en particular en aspectos de radar y aplicaciones especiales.

Definición de Modulación - *Proceso por el que se transforma una señal digital en una señal analógica que pueda ser enviada a través del canal de comunicación hasta el receptor, que realizará el proceso inverso.*

Para ello se añade la información de la señal digital (en forma de función temporal) a alguno de los parámetros de la portadora (señal ideal, pura, sin información, y de alta frecuencia)

A grandes rasgos, spread spectrum consiste en un esquema de modulación que consiste en lo siguiente: como su nombre indica, la señal se expande (su espectro) a través de un ancho de banda mayor que el mínimo requerido para transmitir con éxito. Mediante un sistema de codificación se desplaza la frecuencia o la fase de la señal de forma que ésta quede expandida, con lo cual se consigue un efecto de camuflaje. Posteriormente, en el receptor la señal se recompone para obtener la información inicial que se deseaba transmitir. En definitiva, se esparce la señal a lo largo de un amplio margen del espectro evitando concentrar la potencia sobre una única y estrecha banda de frecuencia como ocurre con las técnicas convencionales de este modo puede usar un rango de frecuencias que este ocupado ya por otras señales.

Todos los elementos de cada red local inalámbrica basadas en espectro expandido utilizan el mismo código de expansión, lo cual permite la diferenciación y que esa red coexista con otras redes o con otros sistemas en la misma banda de frecuencias.

Los modos de implementación de DSSS y FHSS son sensiblemente diferentes a pesar de que comparten la misma filosofía.

- A. La técnica de espectro expandido por secuencia directa (DSSS), se basa en desplazar la fase de una portadora mediante una secuencia de bits muy rápida,

diseñada de forma que aparezcan aproximadamente el mismo número de ceros que de unos. Esta secuencia, un código Barker también llamado código de dispersión o PseudoNoise, se introduce sustituyendo a cada bit de datos; puede ser de dos tipos, según sustituya al cero o al uno lógico.

- B. Tan solo aquellos receptores a los que el emisor envíe dicho código podrán recomponer la señal original, filtrando señales indeseables, previa sincronización. Aquellos que no posean el código creerán que se trata de ruido. Por otro lado al sustituir cada bit de datos a transmitir, por una secuencia de 11 bits equivalente, aunque parte de la señal de transmisión se vea afectada por interferencias, el receptor aún puede reconstruir fácilmente la información a partir de la señal recibida.

A cada bit de código en PN se le denomina chip. Una mayor cantidad de chips indica una mayor resistencia a la interferencia. El IEEE 802.11 establece una secuencia de 11 chips, siendo 100 el óptimo.

- C. En la técnica de espectro expandido por salto de frecuencia o FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) la señal se mueve de una frecuencia a otra, es decir, la expansión de la señal se produce transmitiendo una ráfaga en una frecuencia, saltando luego a otra frecuencia para transmitir otra ráfaga, y así sucesivamente.



Fig. 2 Conexiones posibles actualmente usando tecnología de infrarrojos

Las frecuencias utilizadas para los saltos y el orden de utilización se denomina modelo de hopping (hopping pattern). El ser tiempo de permanencia en cada frecuencia es lo que se conoce como dwell time, que debe muy corto, pattern menor que milisegundos, para evitar interferencias; tanto el dwell time como el hopping están sujetos a restricciones por parte de los organismos de regulación.

4.1.1.1.3 Tecnología de Infrarrojos.

La norma IEEE 802.11 no ha desarrollado todavía en profundidad esta área y solo menciona las características principales de la misma, a saber:

- Transmisión infrarroja difusa,
- El receptor y el transmisor no tienen que ser dirigidos uno contra el otro y no necesitan una línea de vista (line-of-sight) limpia.
- Rango de unos 10 metros.
- Solo en edificios.
- 1 y 2 Mbps de transmisión, 16-PPM y 4-PPM.
- 850 a 950 nanómetros de rango. (Frente al 850 a 900 nm que establece el IrDA).

También indica que el IrDA ha estado desarrollando estándares para conexiones basadas en infrarrojo.

Por todo ello se toma como referencia de esta capa y de las siguientes que se explican en este mismo punto, las especificaciones de la tecnología del IrDA.

Las WLAN por infrarrojos son aquellas que usan el rango infrarrojo del espectro electromagnético para transmitir información mediante ondas por el espacio libre.

4.1.1.1.3.1 Clasificación

De acuerdo al ángulo de apertura con que se emite la información en el transmisor, los sistemas infrarrojo pueden clasificarse en sistemas de corta apertura, también llamados de rayo dirigido o de línea de vista (line of sight, LOS) y en sistemas de gran apertura, reflejados o difusos (diffused), recogidos por la norma 802.11.

- **Los sistemas infrarrojo de corta apertura**, están constituidos por un cono de haz infrarrojo altamente direccional y funcionan de manera similar a los controles remotos de los televisores y otros equipos de consumo: el emisor debe orientarse hacia el receptor antes de transferir información, lo que limita un tanto su funcionalidad. Por ejemplo, resulta muy complicado utilizar esta tecnología en dispositivos móviles, pues el emisor debe reorientarse constantemente. Resumiendo, este mecanismo solo es operativo en enlaces punto a punto exclusivamente. Por ello se considera que es un sistema inalámbrico pero no móvil, o sea que esta mas orientado a la portabilidad que a la movilidad.
- **Los sistemas de gran apertura** permiten la información en ángulo mucho más amplio por lo que el transmisor no tiene que estar alineado con el receptor. Una topología muy común para redes locales inalámbricas basadas en esta tecnología,

consiste en colocar en el techo de la oficina un nodo central llamado punto de acceso, hacia el cual dirigen los dispositivos inalámbricos su información, y desde el cual ésta es difundida hacia esos mismos dispositivos.

Desgraciadamente la dispersión utilizada en este tipo de red hace que la señal transmitida rebote en techos y paredes, introduciendo un efecto de interferencia en el receptor, que limita la velocidad de transmisión (la trayectoria reflejada llega con un retraso al receptor). Esta es una de las dificultades que han retrasado el desarrollo de el sistema infrarrojo en la norma 802.11.

La tecnología infrarrojo cuenta con muchas características sumamente atractivas para utilizarse en WLANs: el infrarrojo ofrece un amplio ancho de banda que transmite señales a velocidades muy altas (alcanza los 10 Mbps); tiene una longitud de onda cercana a la de la luz y se comporta como ésta (no puede atravesar objetos sólidos como paredes, por lo que es inherentemente seguro contra receptores no deseados); debido a su alta frecuencia, presenta una fuerte resistencia a las interferencias electromagnéticas artificiales radiadas por dispositivos hechos por el hombre (motores, luces ambientales, etc.); la transmisión infrarrojo con láser o con diodos no requiere autorización especial en ningún país (excepto por los organismos de salud que limitan la potencia de la señal transmitida); utiliza un protocolo simple y componentes sumamente económicos y de bajo consumo de potencia, una característica importante en dispositivos móviles portátiles (laptops, pdas).

Entre las limitaciones principales que se encuentran en esta tecnología se pueden señalar las siguientes: es sumamente sensible a objetos móviles que interfieren y perturban la comunicación entre emisor y receptor; las restricciones en la potencia de transmisión limitan la cobertura de estas redes a unas cuantas decenas de metros; la luz solar directa, las

lámparas incandescentes y otras fuentes de luz brillante pueden interferir seriamente la señal.



Figura 3 Conexiones posibles actualmente usando tecnología de infrarrojos

Las velocidades de transmisión de datos no son suficientemente elevadas y solo se han conseguido en enlaces punto a punto. Por ello, lejos de poder competir globalmente con las LAN de microondas, su uso está indicado más bien como apoyo y complemento a las LAN ya instaladas, cableadas o por radio (microondas), cuando en la aplicación sea suficiente un enlace de corta longitud punto a punto que, mediante la tecnología de infrarrojos, se consigue con mucho menor coste y potencia que con las tecnologías convencionales de microondas.

4.1.1.1.3.2 Capas y protocolos.

El principio de funcionamiento en la capa física es muy simple y proviene del ámbito de las comunicaciones ópticas por cable: un LED (Light Emitting Diode), que constituye el dispositivo emisor, emite luz que se propaga en el espacio libre en lugar de hacerlo en una fibra óptica, como ocurre en una red cableada. En el

otro extremo, el receptor, un fotodiodo PIN recibe los pulsos de luz y los convierte en señales eléctricas que, tras su manipulación (amplificación, conversión a formato bit, mediante un comparador, y retemporización) pasan a la UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) de la computadora, de forma que para la CPU todo el proceso luminoso es absolutamente transparente. En el proceso de transmisión los bits viajan mediante haces de pulsos, donde el cero lógico se representa por existencia de luz y el uno lógico por su ausencia (figura 2). Debido a que el enlace es punto a punto, el cono de apertura visual es de 30° y la transmisión es half dúplex, esto es, cada extremo del enlace emite por separado.

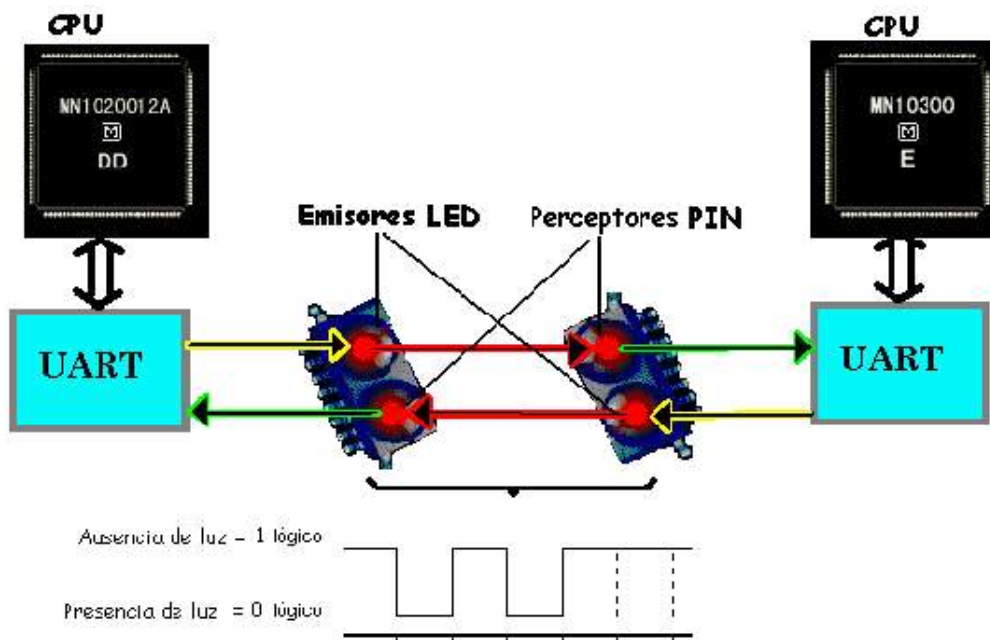


Fig 4. Diagrama esquemático de una comunicación por infrarrojos

- Tras la capa física se encuentra la capa de enlace, conocida como IrLAP, (Infrared Link Access Protocol) que se encarga de gestionar las tareas relacionadas con el establecimiento, mantenimiento y finalización del enlace entre los dos dispositivos que se comunican. IrLAP constituye una variante del protocolo de transmisiones asíncronas HDLC (Half Duplex Line Control) adaptada para resolver los problemas que plantea el entorno radio. El enlace establece dos tipos de estaciones participantes, una actúa como maestro y otra como esclavo. El enlace puede ser punto a punto o punto a multipunto, pero en cualquier caso la responsabilidad del enlace recae en el maestro, todas las transmisiones van a o desde ella.
- La capa de red está definida por el protocolo IrLMP (Infrared Link Management Protocol), la capa inmediatamente superior a IrLAP, se encarga del seguimiento de los servicios (como impresión, fax y módem), así como de los recursos disponibles por otros equipos, es decir, disponibles para el enlace.
- Finalmente, la capa de transporte, IrTP (Infrared Transport Protocol) se ocupa de permitir que un dispositivo pueda establecer múltiples haces de datos en un solo enlace, cada uno con su propio flujo de control. Se trata, pues, de multiplexar el flujo de datos, lo cual permite, por ejemplo, el spool de un documento a la impresora mientras se carga el correo electrónico del servidor. Este software, de carácter opcional -dado que no es necesario para la transferencia básica de ficheros- resulta útil cuando se ha de establecer un enlace, por ejemplo, entre un PDA (Personal Digital Assistant) y la LAN.

Definiciones

HiperLAN. Es un sistema de radiocomunicación de corto alcance al margen de IEEE 802.11, pero que utiliza esta norma como borrador y la tecnología spread spectrum en el rango de frecuencias de los 2.4Ghz. Sus orígenes se remontan a 1991, año en que empezó el proceso de especificación pero sin el bagaje de productos ya existentes del que disponía desde un principio IEEE 802.11. Se encuentra actualmente en el Proyecto BRAN (Broadband Radio Access Networks), el cual esta en desarrollo por el ETSI, que no facilita el acceso a su documentación, salvo a los miembros. Entre los objetivos del proyecto están los siguientes: producir especificaciones para accesos por radio de alta calidad a redes fijas, también para accesos de negocios, residenciales, o públicos. Para ello se ha implementado ATM, lo que permite un ancho de banda de 20Mbps, y soporte para multimedia.

IrDA. Organización internacional no lucrativa que tiene como objetivo la creación y promoción de estándares de interconexión mediante infrarrojos interoperativos, de bajo costo y que soporten modelos punto a punto de corto alcance. Constituida en 1993 y con sede en Walnut Creek (California), IrDA representa el punto de referencia en comunicaciones ópticas por infrarrojos inalámbricas. En la actualidad cuenta con más de 160 miembros que pertenecen a la industria de comunicaciones, componentes, ordenadores y periféricos, cable y telefonía, software, hardware y proveedores de servicios.

De sus actividades cabe destacar la especificación en septiembre de 1993 de las bases para las normas de enlace de datos SIR (Serial InfraRed) y el establecimiento, en junio de 1994, de los protocolos SIR (Serial infrared Link), IrLAP (protocol stack Link Access Protocol), y IrLMP (InfraRed Link Management Protocol).

Más tarde, en octubre de 1995, lanza una serie de extensiones de la norma SIR incluyendo los 4 Mbps.

Un mes después, Microsoft anuncia su apoyo a IrDA respecto a las conexiones a Windows 95 mediante un sistema de conexión infrarrojo inalámbrico entre PC basados en su sistema operativo y los periféricos.

Posteriormente, en octubre de 1996 se establece la iniciativa bidireccional para cámaras de vídeo, y en abril de 1997 se anuncia la propuesta de unas especificaciones de telecomunicaciones basadas en infrarrojos para soluciones en la transmisión de información.

En julio de 1997, se establece una iniciativa de estandarización para infrarrojo bidireccional. En octubre de ese mismo año surgen las especificaciones del estándar para el intercambio de imágenes capturadas mediante dispositivos/cámaras (IrTran-P o Infrared Picture Transfer). En ese mismo mes surge otra iniciativa para establecer un estándar para la conectividad inalámbrica por infrarrojos entre ordenadores de mesa y dispositivos periféricos como cámaras, teléfonos celulares y pcs portátiles. En noviembre establece un nuevo estándar para interoperabilidad entre dispositivos de comunicación móviles.

Finalmente, en febrero de este año publica IrDa Control, un nuevo estándar para dispositivos inalámbricos de entrada (por ejemplo, ratones, teclados, joysticks).

El trabajo actual se centra en introducción de puertos infrarrojos para sustituir los cables serie/paralelo punto a punto que conectan los ordenadores a los periféricos, para continuar próximamente con desarrollos en el área de los protocolos multipunto que se utilizan en los sistemas LAN.

4.1.1.2 Elección de la capa física.

La norma IEEE 802.11, la norma de las WLAN, contempla tres capas físicas: infrarroja, DSSS y FHSS. La elección entre infrarrojos y microondas aparece realmente clara en base a la aplicación.

Sin embargo, en lo que respecta a la elección entre DSSS y FHSS existe cierta controversia. La filosofía de los miembros del comité de IEEE al permitir la elección entre dos capas ha sido la de posibilitar que los usuarios exploten las ventajas/características de cada una en determinados aspectos para tratar de optimizar cada solución. Esto añade un factor más de complicación al tema general de interoperatividad de productos, al mismo tiempo que impone la necesidad de evaluar cuidadosamente cada tecnología, dado que se plantea la necesidad de escoger la tecnología. Este problema de elección entre las dos tecnologías requiere un análisis pormenorizado que, por razones de tiempo fundamentalmente, no se ha podido llevar a cabo.

4.1.2. La capa de enlace o capa MAC.

4.1.2.1. Topologías o configuraciones básicas:

- En la primera red ad-hoc, también llamadas redes entre pares, varios equipos conforman una red para intercambiar información sin contar con el apoyo de elementos auxiliares. Este tipo de red es muy conveniente para conformar grupos de trabajo (work groups) temporales en reuniones, conferencias, etc.
- En la segunda configuración, red basada en infraestructura (mucho más popular en la actualidad), las WLANs se constituyen como una extensión a la infraestructura de red preexistente basada en cable. En este modelo los nodos inalámbricos se encuentran conectados a la red alámbrica a través de un PC bridge o a través de un punto de acceso, un transceptor. Los puntos de acceso controlan el tráfico de las transmisiones entre las estaciones inalámbricas, que

constituyen la célula o BSS, o de ellas hacia la red alámbrica y viceversa.

Diseñar un protocolo de acceso para WLANs resulta mucho más complejo que hacerlo para redes locales basadas en cable por varias razones: se deben considerar distintas configuraciones como redes ad-hoc y aquellas basadas en infraestructura; perturbaciones ambientales como interferencias y variaciones en la potencia de la señal, introducen variaciones severas en el tiempo de acceso y en la tasa de errores de transmisión; al contar con equipos móviles se pueden presentar conexiones y desconexiones repentinas en la red; debe contarse con un mecanismo de relevo entre celdas para atender a nodos móviles que pasan del área de cobertura de una celda a otra (roaming), etc.

A pesar de todo esto, la norma IEEE 802.11 define una única capa MAC -dividida en dos subcapas- para todas las capas físicas, a fin de conseguir importantes volúmenes de producción de chips con la consiguiente reducción en precios.

4.1.2.2. Mecanismos de Acceso para WLANs

Existen dos categorías:

- Protocolos con arbitraje (FDMA, TDMA)
- y protocolos por contención ó por detección de portadora (CDMA/CD, CDMA/CA, usado por 802.11), aunque también se han diseñado protocolos que son una combinación de estas dos categorías.

La multiplexación en frecuencia (FDM) divide todo el ancho de banda asignado en distintos canales individuales. Es un mecanismo simple que permite el acceso inmediato al canal, pero muy ineficiente para utilizarse en sistemas informáticos, los cuales presentan un comportamiento típico de transmisión de información por breves períodos de tiempo (ráfagas).

Una alternativa sería asignar todo el ancho de banda disponible a cada nodo en la red durante un breve intervalo de tiempo de manera cíclica. Este mecanismo, llamado multiplexación en el tiempo (TDM), requiere mecanismos muy precisos de sincronización entre los nodos participantes para evitar interferencias. Este esquema ha sido utilizado con cierto éxito

sobre todo en las redes inalámbricas basadas en infraestructura, donde el punto de acceso puede realizar las funciones de coordinación entre los nodos remotos.

El protocolo de acceso múltiple por división de código (CDMA), es el mecanismo de acceso por excelencia para que puedan coexistir diferentes redes basadas en espectro disperso.

Las WLANs que emplean mecanismos de contención como acceso al medio, están basadas en el modelo de detección de "portadora" utilizado por la tecnología de red local más difundida en la actualidad, Ethernet / IEEE 802.3.

Varias de las primeras redes utilizaban exactamente el mismo algoritmo de acceso al medio, (CSMA/CA) detección de portadora con detección de colisiones: Cuando una estación desea transmitir, primero verifica que el medio de comunicación esté libre (es decir, detecta la portadora). Si éste está libre, transmite su información y si no, espera a que se libere el medio y transmite. Como existe la posibilidad de que dos estaciones transmitan información simultáneamente, este mecanismo exige que al transmitir se siga evaluando el canal, y si se detecta alguna perturbación en la transmisión (detección de colisión), se supone que ha ocurrido un conflicto, por lo que la transmisión se suspende y las estaciones involucradas en el conflicto esperan un tiempo aleatorio antes de repetir nuevamente el algoritmo.

El modelo de acceso por contención (una ligera variante del usado en redes ethernet con cable) que más se utiliza en la actualidad, y que ha sido incorporado al standard 802.11 como 1ª subcapa MAC es el llamado de detección de portadora con detección de colisión CSMA/CA, introduce una variante en el algoritmo anterior: La mayor probabilidad de tener una colisión en CSMA/CA se da precisamente al terminar una transmisión pues puede haber más de una estación esperando que la transmisión termine, tras lo cual estas estaciones comenzarán a enviar información provocando una colisión en el medio. En CSMA/CA, cuando una estación identifica el fin de una transmisión, espera un tiempo aleatorio antes de transmitir, disminuyendo así la probabilidad de colisión.

En comunicaciones inalámbricas, este modelo presenta todavía una deficiencia debida al problema conocido como de la terminal oculta (o nodo escondido): Un dispositivo inalámbrico puede

transmitir con la potencia suficiente para que sea escuchado por un nodo receptor, pero no por otra estación que también desea transmitir y que por tanto no detecta la transmisión. Para resolver este problema, la norma 802.11 ha añadido al protocolo de acceso CSMA/CA un mecanismo de intercambio de mensajes con reconocimiento positivo, al que denomina Reservation-Based Protocol, que es la 2ª subcapa MAC. Cuando una estación está lista para transmitir, primero envía una solicitud al punto de acceso (RTS) quien difunde el NAV (Network Allocation Vector) -un tiempo de retardo basado en el tamaño de la trama contenido en la trama RTS de solicitud- a todos los demás nodos para que queden informados de que se va a transmitir (y que por lo tanto no transmitan) y cuál va a ser la duración de la transmisión. Estos nodos dejarán de transmitir durante el tiempo indicado por el NAV más un intervalo extra de backoff (tiempo de retroceso) aleatorio. Si no encuentra problemas, responde con una autorización (CTS) que permite al solicitante enviar su trama (datos). Cuando el punto de acceso ha recibido correctamente la información, envía una trama de reconocimiento (ACK) notificando al transmisor.

4.1.2.3. Servicios

La capa de enlace establecida por el IEEE 802.11 ofrece los siguientes servicios:

- **Transferencia de datos.** Los clientes inalámbricos usan el algoritmo de Acceso múltiple por detección de portadora y sin colisión (CSMA/CA).
- **Asociación.** Este servicio posibilita el establecimiento de enlaces entre estaciones clientes y puntos de acceso en una WLAN basada en infraestructura.
- **Reasociación.** Se añade a la asociación cuando una estación cliente se mueve de un BSS (célula) a otro.
El componente primario de una LAN 802.11 es el BSA (Basic Service Area) o área de servicio básico, que contiene varios nodos radio y, que, a su vez, puede agruparse con otras BSA mediante un punto de acceso que enlaza el segmento de LAN radio a la LAN cableada. La interconexión de varias BSA forman un ESA (Extended Service Area). Los nodos asociados al mismo punto de acceso dentro de un BSA conforman un conjunto de servicio básico o BSS (Basic Service Set), y varios BSS conectados a un segmento de

LAN cableada forman un conjunto de servicios extendido o ESS (Extended Service Set).

Aunque la reasociación esta recogida por 802.11, el mecanismo que permite la coordinación punto a punto del desplazamiento de las estaciones clientes, no esta especificado.

- **Seguridad.** Incluye dos aspectos básicos: autenticación y privacidad.
 - El 1º consiste en proporcionar y verificar la identidad de una estación o cliente. Los dispositivos IEEE 802.11 operan en un sistema abierto, donde cualquier cliente inalámbrico puede asociarse a un punto de acceso sin ningún tipo de comprobación por parte de éste. La autenticación se hace posible por el uso de la opción WEP (Wired Equivalent Privacy), que configura una clave en el punto de acceso y sus estaciones o clientes wireless. Solo aquellos dispositivos con una clave válida pueden estar asociados a un determinado punto de acceso.
 - En cuanto a la privacidad, los datos son enviados por defecto sin ninguna encriptación, pero con la opción WEP los datos son encriptados antes de ser enviados inalámbricamente, usando un algoritmo de encriptación de 40 bits conocido como RC4, desarrollado por RSA Data Security Inc. La misma clave usada para la autenticación es usada para encriptar o desencriptar los datos, de este modo solo los clientes inalámbricos con la clave exacta pueden desencriptar correctamente los datos.
 - Power management-IEEE 802.11 define dos modos, uno activo, donde un cliente inalámbrico tiene poder para transmitir y recibir, y otro de seguridad, donde un cliente no puede transmitir ni recibir, pero consume menos recursos. Actualmente el consumo de potencia no esta definido y depende de la implementación.

5. PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA

A continuación veremos los pasos a seguir para instalar una red a partir de unas especificaciones surgidas de un análisis de necesidades. Los pasos están comentados con un fin didáctico, no sería así en la realidad.

En cualquier proyecto de este tipo y debido a las inversiones a realizar, es de gran importancia un profundo estudio de la viabilidad del proyecto, tanto operativa, como económica.

5.1 Análisis de necesidades

El primer paso será conocer el punto de partida para realizar un análisis de las necesidades que pretendemos cubrir.

Hay empresas que en determinados periodos ven ampliamente superados sus niveles normales de trabajo. Por ejemplo: mayoristas en época de rebajas o líneas aéreas u otros servicios de transporte en época de vacaciones (de carácter temporal).

Las instalaciones preexistentes suelen ser subredes de mediano tamaño de PCs o TPVs conectadas a uno o varios servidores NT, no dedicado, Novell-dedicado, o incluso AS/400, un miniordenador de IBM que gestionan potentes bases de datos. El esquema usado generalmente es ETHERNET con topología de estrella y par trenzado (o Token Bus, si hay gran cantidad de equipos accediendo al medio). Las transmisiones suelen realizarse en rápidas ráfagas de petición de información y recepción de la misma, por lo que el ancho de banda de las tarjetas muchas veces no es aprovechado y podría ser soportado por las inalámbricas.

Con la instalación de la red inalámbrica se pretende ampliar, en los períodos de necesidad, la cantidad de equipos PCs o TPVs para poder hacer frente a los temporales incrementos de demanda; pero de forma que se eviten los gastos de cableado, los costes de instalación, y que nos permita reubicaciones y redimensionamientos ágiles para adecuarse a las necesidades de la empresa.

El incremento de las unidades operativas podría realizarse mediante una reubicación de los existentes.

5.2 Diseño de la red

Una vez determinadas las necesidades, hay que dar una respuesta que intente resolver los problemas de modo asequible. Esta respuesta se dará en forma de proyecto de instalación. Los puntos a tener en cuenta son: hardware, software, servicios, interconexión con el exterior, tiempo de instalación. Sin embargo, debido a la imposibilidad de instalar una verdadera red inalámbrica nos centraremos en el Hardware de la red.

Son varias las elecciones críticas que deberemos llevar a cabo y que afectarán el futuro crecimiento y posibilidades de la red. Para un estudio detallado del tema es recomendable acceder a información del propio estándar del IEEE.

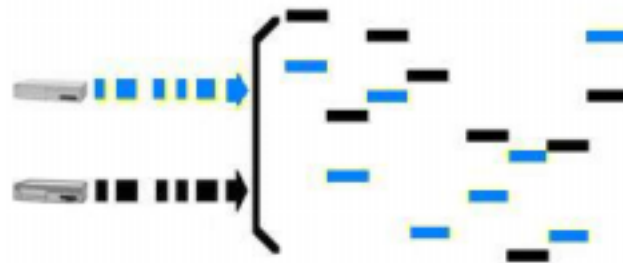
5.3 Elección de la tecnología de modulación: FHSS o DSSS.

Tendremos en cuenta estos puntos básicos:

1. El aprovechamiento o rendimiento (relación entre bits informativos y n^0 total de bits enviados) del canal es mejor con DSSS que con FHSS. Esto se debe a que FHSS utiliza un protocolo mas complejo que DSSS, esto implica un mayor número de bits informativos. Este protocolo permite mayores capacidades en cuanto a movilidad y robustez que el que usa DSSS que es mas sencillo y proporciona velocidades de transferencia de datos más elevadas en conexiones punto a punto (entre salto y salto FHSS necesita un tiempo para chequear la banda, identificar la secuencia de salto y asentarse en la misma).

2. Capacidad total de la red. En la capacidad de proceso o throughput efectivo total de la red puede definirse como la capacidad de proceso agregada máxima. En este aspecto la superioridad de FHSS aparece debida a que puede ofrecer un mayor número de canales sin solapamiento en base otra vez a la propia filosofía de FHSS (frequency-hopping patterns), concretamente DSSS puede llegar hasta un máximo de 3 canales de 2 Mbps en la banda de 2,4 GHz, con lo que puede alcanzar hasta un máximo de 10 Mbps de capacidad frente a los 24 Mbps que se obtienen con FHSS a base de 15 canales de 1,6 Mbps.

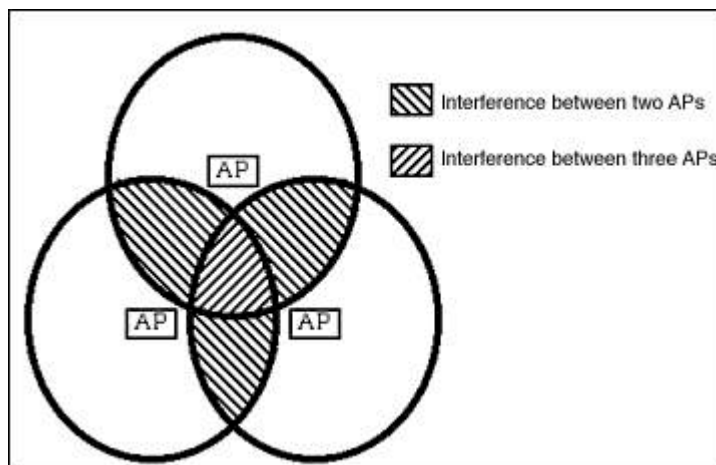
(Este punto no esta claro, ya que no pude tener acceso al texto del estándar).



Dos canales no solapados usando FHSS

3. Los solapamientos en la acción de los puntos de acceso pueden darse por varias razones:

- En grandes redes WLANs donde las distancias son muy grandes para los radios de acción existentes, se solapan varios puntos de acceso para asegurar una cobertura continua,
- Cercanía entre distintas WLANs que comparten un área,



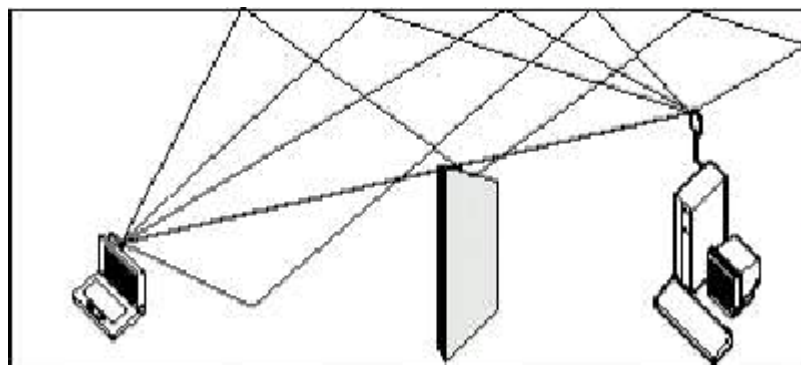
[Esquema de interferencias](#)

En ambos casos el solapamiento implica que las estaciones afectadas recibirán señales de distintos puntos de acceso, DSSS soporta un máximo de tres canales solapados sin interferencias, en el mejor de los casos, a

partir de los cuales las interferencias producirán rendimiento significativamente menor.

Sin embargo, FHSS debido a su modelo de sincronización puede proporcionar mas canales sin solapamiento o sea con solapamiento pero usando distintos canales en distintas frecuencias y con distintas frecuencias de sincronización. De hecho se podría incluso doblar el ancho de banda en un área añadiendo un segundo punto de acceso y configurándolo para un nuevo canal.

4. Fiabilidad. La norma IEEE 802.11 describe el FHSS LAN siguiendo un esquema de modulación en frecuencia (FSK, Frecuency Shift Keying) y a una velocidad estándar de 1 Mbps, pudiendo llegar a 2 Mbps en condiciones óptimas. DSSS queda descrito en un esquema de modulación en fase (DPSK, Bynary Phase-Shift Keying) a velocidades de 1 Mbps en condiciones de ruido y QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying) a velocidades de 2 Mbps en condiciones de calidad.



[El fenómeno de la interferencia multipath](#)

5. Un aspecto en el que existen grandes diferencias de enfoque es el de la interferencia multipath. La interferencia multipath, asociada estrechamente a las comunicaciones por radio, consiste en una distorsión de la señal originada por la reflexión múltiple de las ondas de radio en estructuras como paredes, puertas y otros. Esto hace que la señal que se disperse en el tiempo, con lo cual llega a la antena receptora como una serie de múltiples señales en instantes

ligeramente diferentes, lo que genera una atenuación de la señal conocida como fading.

En este contexto, FHSS es inmune debido a su propia filosofía estructural, ya que al estar basado en el salto a diferentes frecuencias, el multipath queda automáticamente contrarrestado. Sin embargo, DSSS puede solucionar este problema aumentando la capacidad de la antena, lo que genera costes y complejidad añadidos.

6. Seguridad y encriptación. Otro tema candente es el de la seguridad, la excelencia en el nivel de encriptación: los detractores de DSSS aducen que utiliza un código de spreading extremadamente simple y que, consecuentemente, es fácil relativamente interceptar la información mediante un algoritmo bien definido que permita convertir la señal a su estado inicial, una vez captada a lo largo del camino de transmisión. Sin embargo, FHSS utiliza un número muy elevado de combinaciones de dwell times y secuencias de hopping para encriptar la señal, lo cual dificulta considerablemente la interceptación de la información. En este sentido, para superar esa superioridad DSSS tiene que utilizar técnicas adicionales de criptografía que añaden costos y complejidad.
7. Cobertura y costos. Cuanto mayor es la cobertura menor es la cantidad de elementos necesarios. Sin embargo, esto varía según las antenas utilizadas.
8. Una de las razones que aducen los que se inclinan por DSSS es que existe una importante base instalada de productos, aproximadamente el 75 por ciento de los productos spread spectrum en el mercado. Sin embargo, la mayor parte de esa base se refiere a productos en la banda de 902 MHz utilizada inicialmente por un gran número de fabricantes, con lo cual no se puede hablar de una base instalada realmente importante si nos referimos a productos en la banda de 2,4 GHz, que es realmente la banda en torno a la cual se prevén los próximos desarrollos.

Realmente, puede considerarse probada la superioridad de la tecnología FHSS desde un punto de vista que podríamos llamar científico. Sin embargo, el grupo de trabajo 802.11 de IEEE, dividido actualmente en dos grupos, trabaja en su grupo B para definir un estándar para redes inalámbricas en la frecuencia 2.4 GHz que soporten al menos 3 Mbps con FHSS y al menos 8 Mbps con DSSS. Además han limitado posteriormente sus tareas a DSSS únicamente para lograr mayores ratios de velocidad,

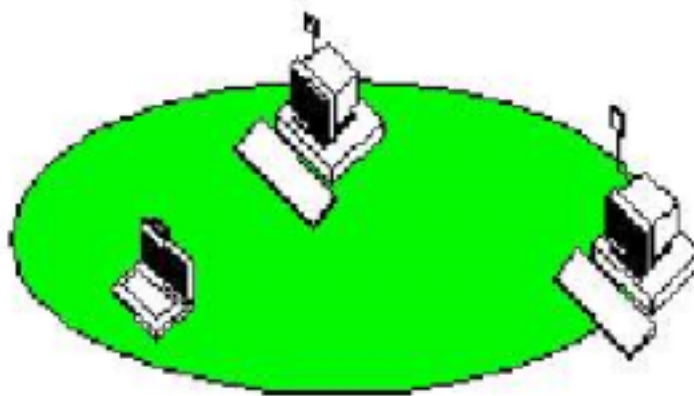
considerando que las ventajas de FHSS no son tan significativas como para justificar los mayores costes que supone. Esto nos hace pensar que los desarrollos futuros se decantarán por la tecnología DSSS...

Debido a que en este proyecto pensamos en una extensión de la red mediana consistente en un par de puntos de acceso con no más de 10 estaciones clientes cada uno, y que no va a ser utilizada por equipos portátiles que requieran un especial control del solapamiento como se indica en 3 y 4. Las posibles interferencias por solapamiento entre los dos puntos de acceso pueden ser soportadas por DSSS, además se pondrá especial cuidado en la ubicación de los puntos de acceso para minimizar este solapamiento.

La seguridad puede ser mejorada y la interferencia multipath reducida mediante el aumento de la capacidad de la antena. Tenemos en cuenta especialmente la interoperatividad presente y futura que DSSS nos ofrece mediante IEEE 802.11.

5.4 Elección de la topología a implantar.

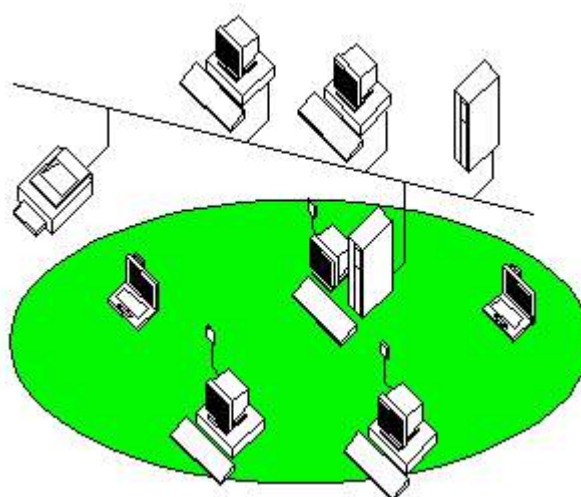
802.11 establece que las redes inalámbricas tendrán una estructura celular. Una célula será el área donde las estaciones inalámbricas puedan comunicarse entre si o con un punto de acceso. Solo puede haber un punto de acceso por célula. Con una única célula podemos crear una red independiente o una extensión de una alámbrica. Los dos modelos básicos recogidos por el estándar son:



Red inalámbrica autónoma o ad-hoc

1. Grupo de trabajo independiente o red inalámbrica ad-hoc. Se trata de una red inalámbrica no conectada a otra cableada. Requiere la instalación de tarjetas ISA 16 bits o PC-CARD inalámbricos, según se trate de un PC (o TPV) o de un portátil respectivamente, en los correspondientes slots de expansión de los distintos equipos que constituyan la red.

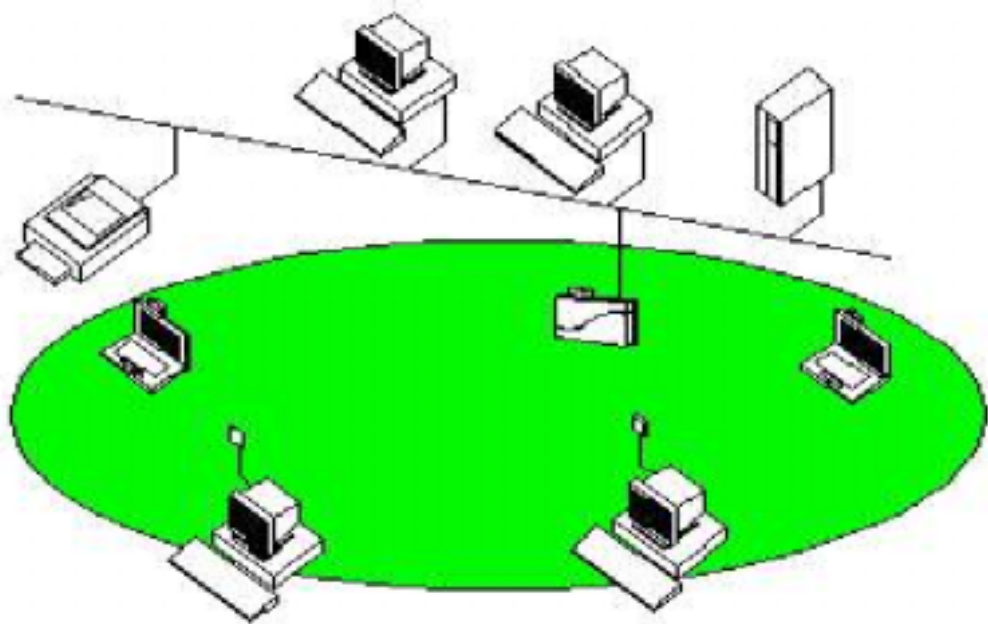
2. Grupo de trabajo extendido o red de infraestructura. Se trata de una red inalámbrica conectada a una red cableada, para complementarla. Puede implementarse de dos maneras:



Extensión inalámbrica de una red cableada con PC actuando como bridge

Puente constituido por PC dedicado o un servidor. Requiere la instalación de tarjetas ISA 16 bits o PC-CARD inalámbricos -según se trate de un PC (o TPV) o de un portátil respectivamente-, en los correspondientes slot de expansión de los distintos equipos que constituyan la red. Los adaptadores necesarios son los mismos que en la opción anterior pero el punto de acceso debe poseer además una tarjeta normal –para red cableada-. Las características de las tarjetas inalámbricas son idénticas, salvo la configuración del NIC que actuara como puente o bridge, esta será especificada mediante software.

Resulta de especial importancia en las topología de infraestructura un adecuado estudio de la ubicación de los puntos de acceso respecto de las estaciones clientes y respecto de la red cableada para optimizar la instalación, o sea el acceso de los clientes inalámbricos y la no redundancia de dichos puntos de acceso.

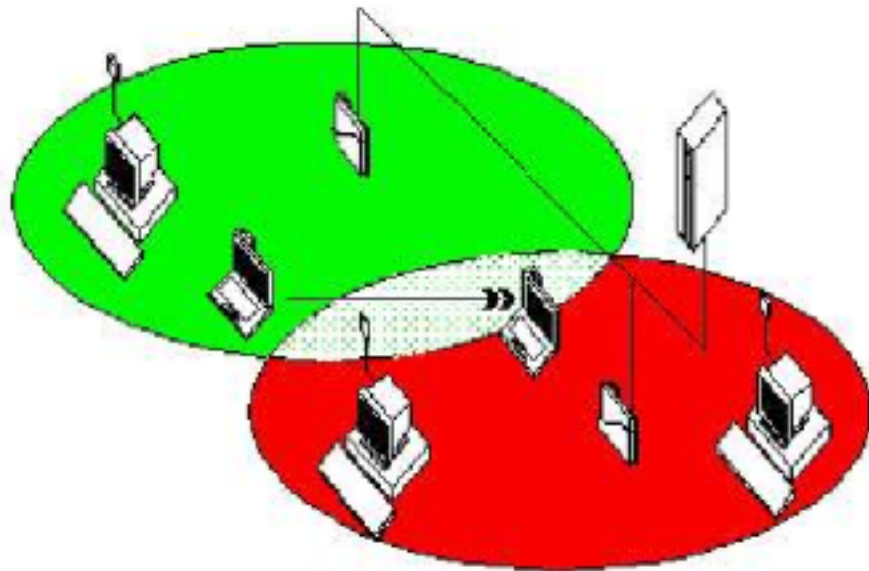


Extensión inalámbrica de una red cableada con punto de acceso actuando como bridge

Puente constituido por un Punto de Acceso. Requiere la instalación de un Punto de Acceso y de las tarjetas ISA o PC-CARD inalámbricas necesarias según el número de equipos que constituyan la red. El Punto de Acceso es mas caro pero mas fácilmente instalable como bridge que el de la opción anterior. Esta configuración añade un elemento nuevo a los ya conocidos: el Punto de Acceso.

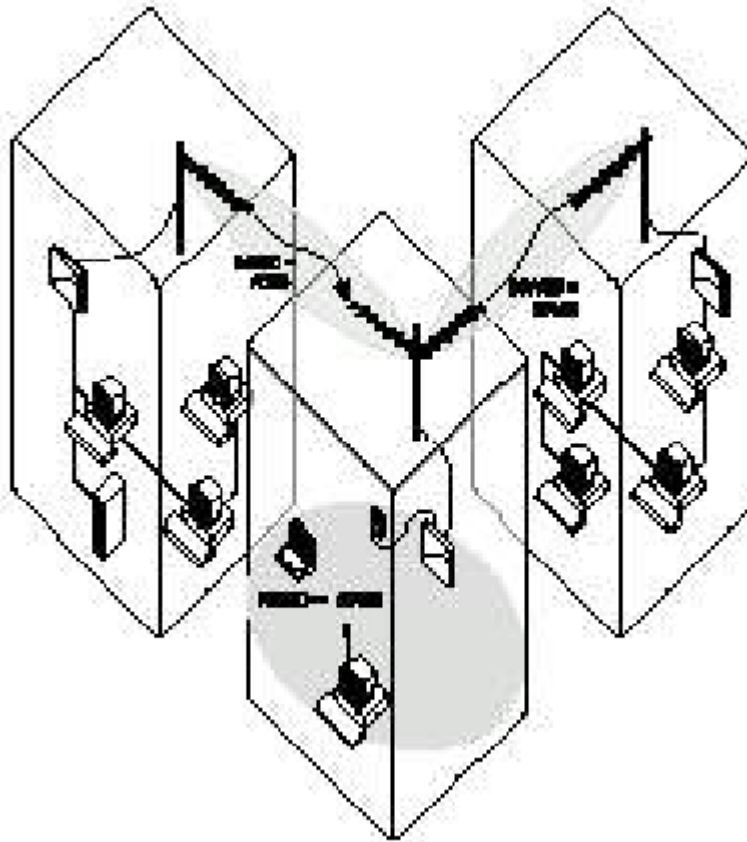
También podemos unir varias células para mediante la instalación de múltiples Puntos de Acceso o bridges basados en PCs que a su vez estarían unidos por un backbone. Además de la ampliación de

la zona de acción la subred inalámbrica proporciona la posibilidad de desplazarse dentro de ella por parte de los portátiles, que al perder contacto con su punto de acceso pasan a buscar otro, sin perder la comunicación. Esta última es nuestra elección para la solución del proyecto. Los elementos necesarios son los mismos que en la opción anterior.



Extensión inalámbrica de una red cableada con punto de acceso actuando como bridge

Fuera ya del estándar, aunque recogido por diversas empresas del sector, existen otras topologías y aplicaciones basadas en esta tecnología. Entre ellas podemos destacar la conexión entre dos edificios cercanos mediante antenas uni o multidireccionales que situaremos preferentemente en los tejados o azoteas de edificios.



Conexión entre tres edificios usando antenas unidireccionales

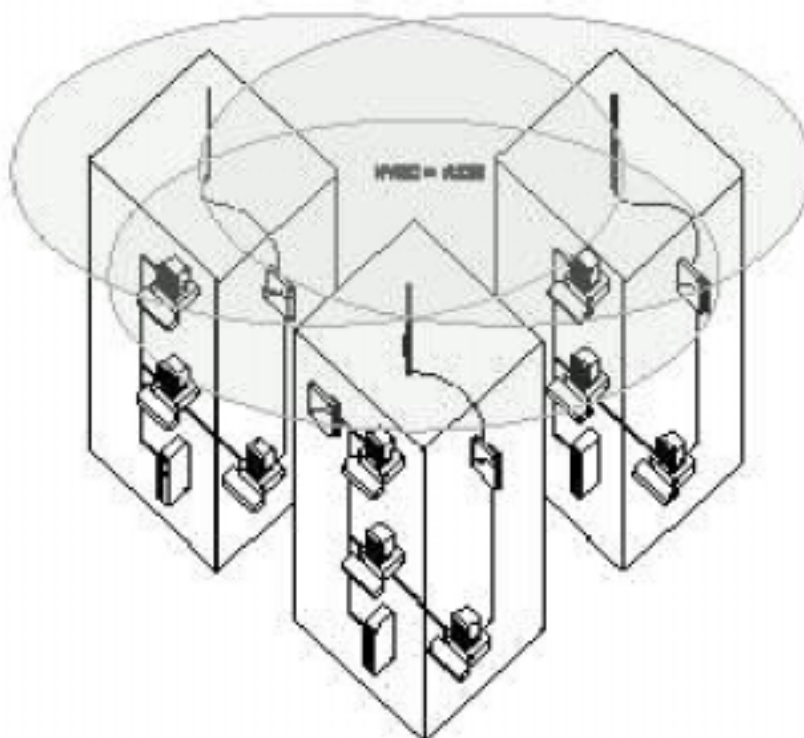


Fig. Conexión entre tres edificios usando antenas omnidireccionales

5.5 Elección del producto o sistema.

Existen distintos sistemas para distintas necesidades en el mundo de las redes inalámbricas. Debemos estudiar sus especificaciones técnicas, el tipo de tecnología por la que se decanta el estándar y el mercado, la seriedad de la empresa, garantías, servicio técnico de apoyo, su implantación en el mercado, entre otros puntos.

Por encontrarse entre las más representativas y competitivas hemos considerado las siguientes :

- Sistemas que cumplen (o en proceso de validación) el estándar 802.11 -Wavelan de Lucent Technologies -basado en DSSS- , RangeLAN802 de Proxim -basado en FHSS-, e Imasde WLAN -basado en DSSS-;

- Sistema basado en el estándar Openair- RangeLAN2 de Proxim -basado en FHSS-;

(De estos sistemas, Wavelan solo ofrece productos que permiten la conexión a una red Ethernet 802.3, mientras que Proxim ofrece productos para Ethernet o Token Ring).

Finalmente optamos por la tecnología DSSS, y por el producto de IMASDE, entre otras razones por el precio, por la facilidad de apoyo en caso de problemas –los propios ingenieros de desarrollo-. A continuación describiremos brevemente algunas características de los productos que necesitaríamos para nuestra instalación. Elementos :

- Adaptador de red ISA (Modelo ISA9801)
- Drivers disponibles para WINDOWS 3.XX, WINDOWS 95 y WINDOWS NT. Próximamente drivers para Novell, OS/2, Linux y SCO Unix.

Especificaciones generales

Régimen de datos	de 1 Mbps DBPSK 2 Mbps DQPSK
Alcance	50 metros en oficinas densas 150 metros en oficinas abiertas 800 metros en exterior
Potencia	+20 dBm típico (100 mW) P.I.R.E., bajo normas ETSI
Sensibilidad	-94 dBm (B.E.R. 8E-2)
Frecuencia intermedia	280 Mhz
Modo de transmisión	de Espectro Expandido por Secuencia Directa (DSSS)
Rango de frecuencias	de 2,4 GHz en la banda ICM (desde 2.412 Mhz hasta 2.484 MHz)
Canales	14 (Todos los especificados en el standard IEEE802.11 sobre DSSS)

Consumo	500 mA típico (TX) 350 mA típico (RX)
Antena	Externa omnidireccional con 3dBi de ganancia (incluye 60 cm. de cable y conector)

La Tarjeta ImasDé WLAN modelo ISA9801 está basada en el set de chips PRISM TM de HARRIS SEMICONDUCTORS (USA) y en el PCNet TM Mobile de ADVANCED MICRODEVICES (USA).

Cumple normas ETSI (Aceptación Radioelectrica ETS 300 328 y compatibilidad Electromagnética ETS 300 339).

Pendiente del número de homologación en España.
Planificadas pruebas FCC parte 15.

Su precio oscila entre las 50.000 ptas y las 60.000 ptas (330 a 400 dólares aprox.) . Aunque los precios suponen una inversión inicial mayor que el cableado, los costes de mantenimiento son menores y se van compensando con el paso del tiempo.

-Punto de Acceso. En realidad se trata de un punto de acceso basado en software. Su precio es ligeramente superior debido al software adicional que permite controlar los distintos parámetros especificados en el standard.

5.6 Ejecución del diseño.

En esta parte indicaremos los aspectos básicos sin entrar en detalles puesto que la instalación se realiza fácilmente. Los pasos de la instalación los resumiremos en:

1. Instalación física de las tarjetas y de los puntos de acceso. Material necesario :
2. Se realiza igual que con una tarjeta alámbrica. Salvo la antena, que constituida por un cable debe adherirse a una superficie y quedar en alto, para posibilitar en la medida de lo posible una línea de vista clara.



MATERIAL NECESARIO PARA LA INSTALACION DE UNA TARJETA DE RED INALAMBRICA

1. Instalación del driver.
2. Configuración de las tarjetas -irq, dirección E/S, y de los puntos de acceso, siguiendo las sencillas instrucciones dadas en los manuales.
3. Instalación del software adicional incluido perteneciente al punto de acceso (y al cliente si dispusiera de el).

5.7 Pruebas

Una vez realizada la instalación, la red debe ser probada para optimizar su funcionamiento, siendo de especial importancia la correcta ubicación de los puntos de acceso respecto de los clientes inalámbricos, así como la no existencia de posibles fuentes de interferencias, como las provocadas por los hornos microondas, que son uno de los pocos aparatos que usan la banda 2.4 Ghz IMS propia de este tipo de comunicaciones. También resulta muy importante saber que las superficies y estructuras metálicas (forjados, chapas, rejillas, ...) pueden dificultar y hasta impedir la transmisión de este tipo de ondas; de hecho cuando se pretende impedir la propagación de las microondas, se crea una "caja de Faraday", que es una estructura cerrada de la que no pueden escapar estas ondas (por ejemplo una habitación convenientemente tapizada de placas metálicas en paredes, suelo y techo).

6. PRODUCTOS

Son varios los factores a considerar a la hora de comprar un sistema inalámbrico para la instalación de una red LAN. Algunos de los aspectos a tener en cuenta son los siguientes:

6.1 COBERTURA

La distancia que pueden alcanzar las ondas de Radiofrecuencia (RF) o de Infrarrojos (IR) es función del diseño del producto y del camino de propagación, especialmente en lugares cerrados. Las interacciones con objetos, paredes, metales, e incluso la gente, afectan a la propagación de la energía. Los objetos sólidos bloquean las señales de infrarrojos, esto impone límites adicionales. La mayor parte de los sistemas de redes inalámbricas usan RF porque pueden penetrar la mayor parte de lugares cerrados y obstáculos. El rango de cobertura de una LAN inalámbrica típica va de 30m. a 100m. Puede extenderse y tener posibilidad de alto grado de libertad y movilidad utilizando puntos de acceso (microcélulas) que permiten "navegar" por la LAN, similar al sistema usado en telefonía celular.

6.2 RENDIMIENTO

Depende de la puesta a punto de los productos así como del nº de usuarios, de los factores de propagación (cobertura, diversos caminos de propagación), y del tipo de sistema inalámbrico utilizado. Igualmente depende del retardo y de los cuellos de botella de la parte cableada de la red. Para la red más comercial de las redes inalámbricas los datos que se tienen hablan de un rango de 1.6 Mbps. Los usuarios de Ethernet o Token Ring no experimentan generalmente gran diferencia en el funcionamiento cuando utilizan una red inalámbrica. Estas proporcionan suficiente rendimiento para las aplicaciones más comunes de una LAN en un puesto de trabajo, incluyendo correo electrónico, acceso a periféricos compartidos, acceso a Internet, y acceso a bases de datos y aplicaciones multiusuario.. Como punto de comparación una LAN inalámbrica operando a 1.6 Mbps es al menos 30 veces más rápida.

6.3 INTEGRIDAD, FIABILIDAD

Estas tecnologías para redes inalámbricas se han probado durante más de 50 años en sistemas comerciales y militares. Aunque las interferencias de radio pueden degradar el rendimiento éstas son raras en el lugar de trabajo. Los robustos diseños de las probadas tecnologías para LAN inalámbricas y la limitada distancia que recorren las señales, proporciona conexiones que son mucho más robustas que las conexiones de teléfonos móviles y proporcionan integridad de datos de igual manera o mejor que una red cableada.

6.4 COMPATIBILIDAD

La mayor parte de LANs inalámbricas proporcionan un standard de interconexión con redes cableadas como Ethernet o Token Ring. Los nodos de la red inalámbrica son soportados por el sistema de la red de la misma manera que cualquier otro nodo de una red LAN, aunque con los drivers apropiados. Una vez instalado, la red trata los nodos inalámbricos igual que cualquier otro componente de la red.

6.5 INTEROPERATIVIDAD

Los consumidores deben ser conscientes de que los sistemas inalámbricos de redes LAN de distintos vendedores pueden no ser compatibles para operar juntos. Tres razones:

- Diferentes tecnologías no interoperarán. Un sistema basado en la tecnología de Frecuencia esperada (FHSS), no comunicará con otro basado en la tecnología de Secuencia directa (DSSS).
- Sistemas que utilizan distinta banda de frecuencias no podrán comunicarse aunque utilicen la misma tecnología.
- Aún utilizando igual tecnología y banda de frecuencias ambos vendedores, los sistemas de cada uno no comunicarán debido a diferencias de implementación de cada fabricante.

6.6 INTERFERENCIAS

La naturaleza en que se basan las redes inalámbricas implica que cualquier otro producto que transmita energía a la misma frecuencia puede potencialmente dar cierto grado de interferencia en un sistema LAN inalámbrico. Por ejemplo los hornos de microondas, pero la mayor parte de fabricantes diseñan sus productos teniendo en cuenta las interferencias por microondas. Otro problema es la colocación de varias redes inalámbricas en lugares próximos. Mientras unas redes inalámbricas de unos fabricantes interfieren con otras redes inalámbricas, hay otras redes que coexisten sin interferencia. Este asunto debe tratarse directamente con los vendedores del producto.

6.7 LICENCIAS

En los Estados Unidos, La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), gobierna la radio-transmisión, incluida la empleada en las redes inalámbricas. Otras naciones tienen sus correspondientes agencias reguladoras o ministerios. Típicamente las redes inalámbricas se diseñan para operar en porciones del espectro de radio donde el usuario final no necesita una licencia FCC para utilizar las ondas de radio. En los Estados Unidos la mayor parte de las redes difunden en una de las bandas de ISM (de instrumentación, científicas o médicas). Estas incluyen 902-928 Mhz, 2.4-2.483 Ghz, 5.15-5.35 Ghz, y 5.725-5.875 Ghz. Para poder vender productos de sistemas de LAN inalámbricos en un país en

particular, el fabricante debe asegurar la certificación por la agencia encargada en ese país.

6.8 SIMPLICIDAD Y FACILIDAD DE USO

Los usuarios necesitan muy poca información a añadir a la que ya tienen sobre redes LAN en general, para utilizar una LAN inalámbrica. Esto es así porque la naturaleza inalámbrica de la red es transparente al usuario, las aplicaciones trabajan de igual manera que lo hacían en una red cableada, Los productos de una LAN inalámbrica incorporan herramientas de diagnóstico para dirigir los problemas asociados a los elementos inalámbricos del sistema. Sin embargo, los productos están diseñados para que los usuarios rara vez tengan que utilizarlos.

Las LAN inalámbricas simplifican muchos de los problemas de instalación y configuración que atormentan a los que dirigen la red. Ya que únicamente los puntos de acceso de las redes inalámbricas necesitan cable, ya no es necesario llevar cable hasta el usuario final. La falta de cable hace también que los cambios, extensiones y desplazamientos sean operaciones triviales en una red inalámbrica. Finalmente, la naturaleza portable de las redes inalámbricas permite a los encargados de la red preconfigurar ésta y resolver problemas antes de su instalación en un lugar remoto. Una vez configurada la red puede llevarse de un lugar a otro con muy poca o ninguna modificación.

6.9 SEGURIDAD

Puesto que la tecnología inalámbrica se ha desarrollado en aplicaciones militares, la seguridad ha sido uno de los criterios de diseño para los dispositivos inalámbricos. Normalmente se suministran elementos de seguridad dentro de la LAN inalámbrica, haciendo que estas sean más seguras que la mayor parte de redes cableadas. Es muy complicado que los receptores no sintonizados escuchen el tráfico que se da en la LAN. Complejas técnicas de encriptado hacen imposible para todos, incluso los más sofisticados, acceder de forma no autorizada al tráfico de la red. En general los nodos individuales deben tener habilitada la seguridad antes de poder participar en el tráfico de la red.

6.10 COSTOS

La instalación de una LAN inalámbrica incluye los costos de infraestructura para los puntos de acceso y los costos de usuario par los adaptadores de la red inalámbrica. Los costos de

infraestructura dependen fundamentalmente del número de puntos de acceso desplegados. El valor de los puntos de acceso oscila entre 1000 y 2000 dólares. El número de puntos de acceso depende de la cobertura requerida y del número y tipo de usuarios. El área de cobertura es proporcional al cuadrado del rango de productos adquirido. Los adaptadores son requeridos para las plataformas standard de ordenadores y su precio oscila entre 300 y 1000 dólares.

El costo de instalación y mantenimiento de una WLAN generalmente es más bajo que el costo de instalación y mantenimiento de una red cableada tradicional, por dos razones:

En primer lugar una red WLAN elimina directamente los costos de cableado y el trabajo asociado con la instalación y reparación.

En segundo lugar una red WLAN simplifica los cambios, desplazamientos y extensiones, por lo que se reducen los costos indirectos de los usuarios sin todo su equipo de trabajo y de administración.

6.11 ESCALABILIDAD

Las redes WLAN pueden ser diseñadas para ser extremadamente simples o bastante complejas. WLAN's pueden soportar un amplio número de nodos y/o extensas áreas físicas añadiendo puntos de acceso para dar energía a la señal o para extender la cobertura.

6.12 ALIMENTACION EN LAS PLATAFORMAS MOVILES

Los productos WLAN de los usuarios finales están diseñados para funcionar sin corriente alterna o batería de alimentación proveniente de sus portátiles, puesto que no tienen conexión propia cableada. Los fabricantes emplean técnicas especiales para maximizar el uso de la energía del computador y el tiempo de vida de su batería.

6.13 SEGURIDAD LABORAL

La potencia de salida de los sistemas WLAN es muy baja, mucho menor que la de un teléfono móvil. Puesto que las señales de radio se atenúan rápidamente con la distancia, la exposición a la energía de radio-frecuencia en el área de la WLAN es muy pequeña. Las WLAN's deben cumplir las estrictas normas de seguridad dictadas

por el gobierno y la industria. No se han atribuido nunca efectos secundarios en la salud a causa de una WLAN.

6.14 EJEMPLO DE PRODUCTOS

6.14.1 Tarjetas para PC de sobremesa ISA9801

La tarjeta modelo **ISA9801** de ImásDé (interfaz ISA Plug&Play) se instala en computadoras personales de sobremesa sin necesitar cables entre los PCs para su trabajo en red. Los ordenadores de la red inalámbrica pueden ser cambiados de ubicación física con facilidad, al no depender de los cables tradicionales que los interconectaban.

Las principales ventajas del uso de computadoras de sobremesa con tarjetas **ISA9801** son la facilidad de cambios de orientación y situación de las mesas de trabajo, la supresión de las averías por tirones en los cables de red (que no existen) y con ello la práctica desaparición del mantenimiento físico de la red de cables.

Todo esto hace que las redes inalámbricas sean de especial utilidad en museos, edificios históricos y artísticos, exposiciones, congresos, fábricas, sedes temporales y en general, donde se requiera modificar con cierta periodicidad la ubicación física de las instalaciones y allí donde el cable limita en mayor medida el campo de trabajo.

Especificaciones generales:

- La tarjeta **ImasDé WLAN** modelo **ISA9801** es la primera completamente desarrollada y fabricada en Europa, cumpliendo con el estándar **IEEE802.11** y basada en la interfaz ISA Plug&Play.
- La tarjeta **ImasDé WLAN** sustituye a las tarjetas de red usuales, eliminando la necesidad de cables entre PCs.
- Utilizando el modelo **ISA9801**, los PCs conectados en red pueden ser movidos libremente dentro del área de la red.
- Muy bajo costo de instalación. Sin mantenimiento.
- Admite varias redes inalámbricas en el mismo área física.
- Cumple con el nuevo estándar mundial IEEE 802.11 (Junio 1997)

- Drivers disponibles para WINDOWS 3.XX, WINDOWS 95 y WINDOWS NT.
- Drivers para Novell, OS/2, Linux y SCO Unix.

Régimen de datos	1 Mbps DBPSK 2 Mbps DQPSK
Alcance	50 metros en oficinas densas 100 metros en oficinas abiertas 800 metros en exterior
Potencia	+20 dBm típico (100 mW) P.I.R.E., bajo normas ETSI
Sensibilidad	-94 dBm (B.E.R. 8E-2)
Frecuencia intermedia	280 MHz
Modo de transmisión	Espectro Expandido de Secuencia Directa (DSSS)
Rango de frecuencias	2,4 GHz en la banda ICM (desde 2.412 MHz hasta 2.484 MHz)
Canales	14 (Todos los especificados en el estándar IEEE802.11 sobre DSSS)
Consumo	500 mA típico (TX) 350 mA típico (RX)
Antena	Externa omnidireccional con 3dBi de ganancia (incluye 60 cm. de cable y conector)

La Tarjeta ImasDéWLAN modelo **ISA9801** está basada en el set de chips **PRISM™** de **HARRIS SEMICONDUCTORS (USA)** y en el **PCNet™ Mobile** de **ADVANCED MICRO DEVICES (USA)**.

Cumple normas ETSI (Aceptación Radioeléctrica ETS 300 328 y Compatibilidad Electromagnética ETS 300 339)

6.14.2 Tarjeta para Computadora Portátil PCC9802 (PCMCIA)

El modelo de tarjeta **PCC9802** (PCMCIA) de la serie **ImasDé WLAN** permite a los usuarios de PCs portátiles (Lap-Top y Note-Book) estar en continuo movimiento y mantener la conexión con el servidor y otros PCs - de sobremesa o portátiles - de la red inalámbrica.

El uso de PCs portátiles con tarjetas **PCC9802** está especialmente indicado en todas aquellas aplicaciones donde los usuarios han de mantener comunicación continua mientras se desplazan (p.ej., hospitales, almacenes, bancos, restaurantes, etc.).

También es de uso generalizado por parte de ejecutivos, vendedores, etc., que quieran acceder a las redes de sus empresas sin necesidad de conectar sus portátiles a las estaciones de acogida (*docking stations*), desde salas de reuniones, conferencias, etc.

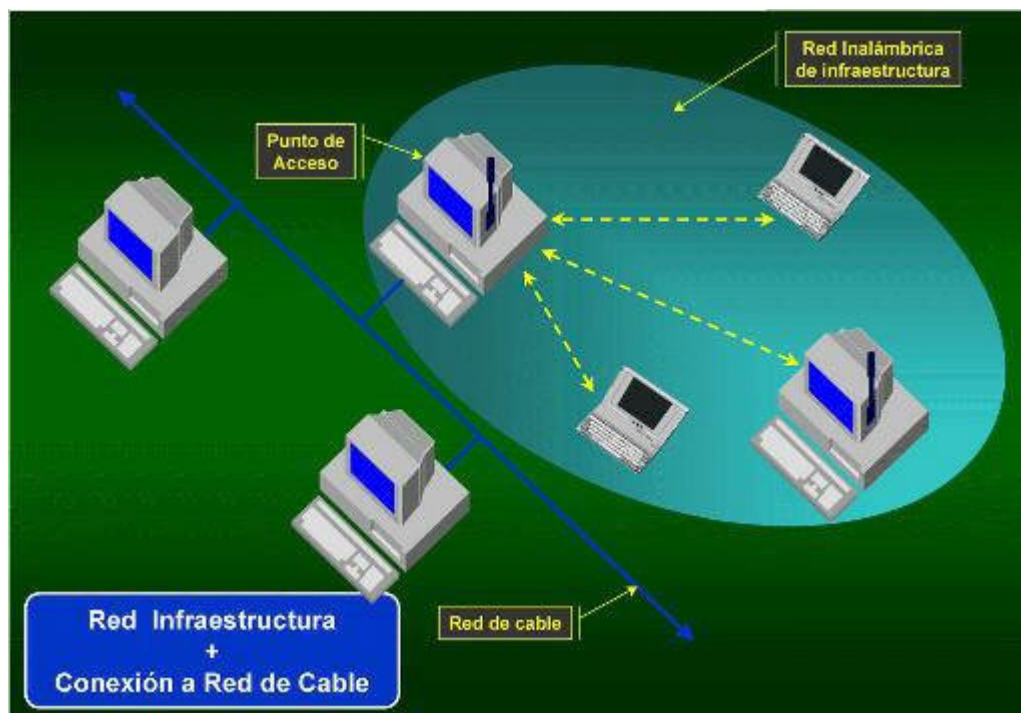
Los modelos **ISA9801** y **PCC9802** son totalmente compatibles entre sí, de forma que pueden usarse libremente en la misma red cualquier combinación de equipos portátiles y de sobremesa, de acuerdo a sus necesidades.

6.14.3 Punto de Acceso Modelo SPA803

La familia de productos **ImasDé WLAN** dispone de un *Punto de Acceso* modelo **SPA9803**, que cumple el estándar IEEE 802.11, compuesto por un software de protocolo ([© Neesus Datacom Inc.](#)) y una tarjeta modelo **ISA9801**. Con este producto se facilita la configuración de redes inalámbricas en modo **Infraestructura**, proporcionando una mayor seguridad en el control de acceso a la red por parte de los equipos inalámbricos.

Otra de las grandes ventajas que se deriva del empleo del *Punto de Acceso* modelo **SPA9803** es la posibilidad de enlazar una red inalámbrica con una red de cable Ethernet. Ambas redes,

inalámbrica y de cable, quedarían de este modo integradas en una única red global, de manera que cualquier PC de la red de cable pueda comunicar con cualquier PC de la red inalámbrica y viceversa.



Teniendo en cuenta que en la red de **Infraestructura** el PC que lleva el control de acceso puede ser cualquier equipo de la red, el uso del *Punto de Acceso* modelo **SPA9803** permite ampliar las actuales redes de cable Ethernet sólo en base a la instalación de nuevos puntos con dispositivos inalámbricos, sin necesidad de seguir instalando cables de red.

El uso del *Punto de Acceso* modelo **SPA9803**, en la ampliación de redes de cable Ethernet existentes está especialmente indicado en enlaces entre plantas de un mismo edificio, entre edificios cercanos y/o entre locales próximos pero sin continuidad.

El *Punto de Acceso* modelo SPA9803 está compuesto por:

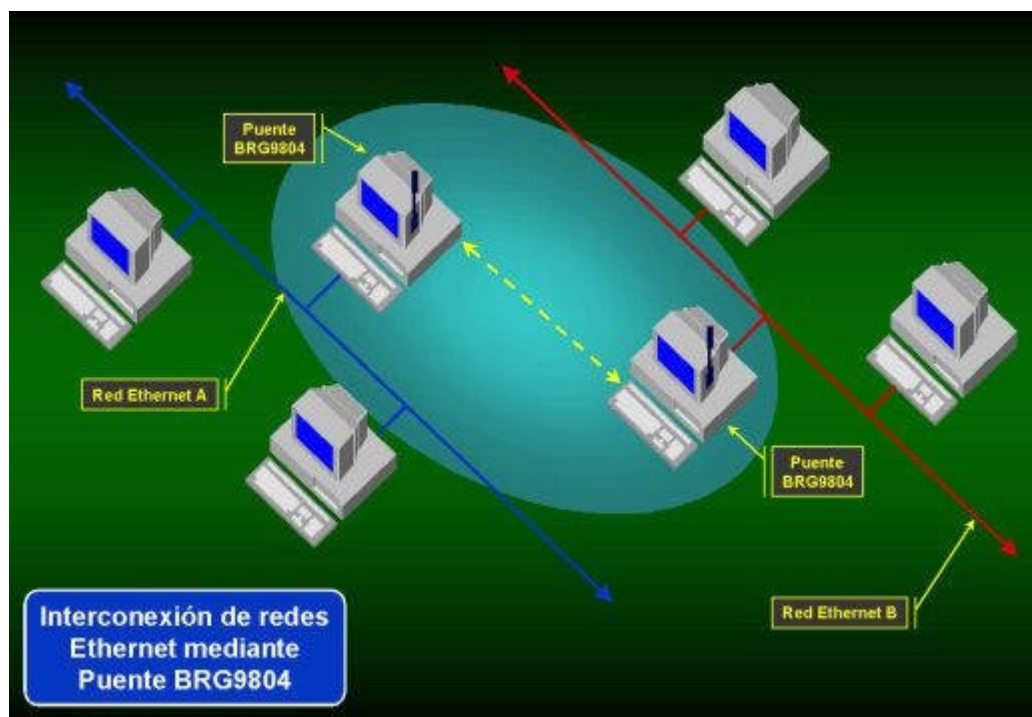
- Una tarjeta **ImasDé WLAN** modelo **ISA9801**.
- El [Software PC-AP](#) 802.11 de Neesus Datacom.

6.14.4 Puente modelo BRG9804.

El último producto de la familia **ImasDé WLAN** es el denominado *Puente* modelo **BRG9804**. El *Puente* o *Bridge* **BRG9804** cumple el estándar IEEE802.11 y está compuesto por el software PC-AP Bridge (© [Neesus Datacom Inc.](#)) y una tarjeta modelo **ISA9801**.

El **BRG9804** tiene como finalidad la unión (o puente) entre dos redes de cables tradicionales (Ethernet), separadas por un cierto espacio físico, que hagan imposible o dificultosa su unión por cable.

El uso del *Puente* **BRG9804** permite la fácil interconexión entre dos redes de cables situadas en locales cercanos, en pisos diferentes o hasta en edificios separados, ahorrando al usuario las costosas obras de infraestructura (zanjas, cableados, etc.,).

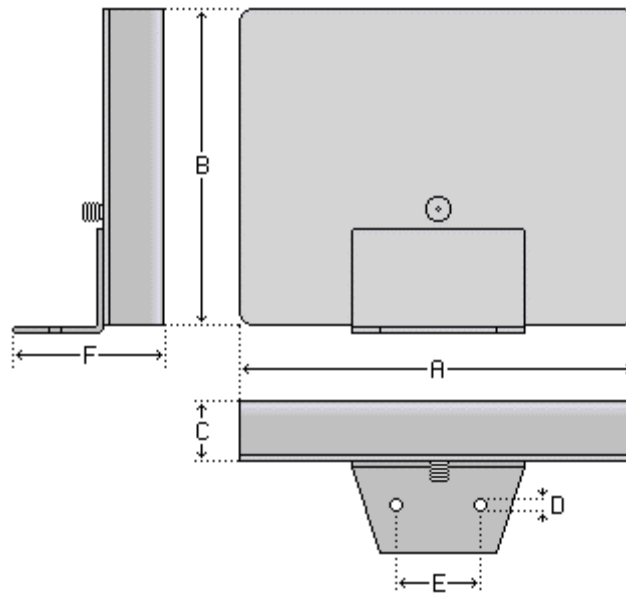


La solución que aporta la utilización del *Puente* **BRG9804** frente a enlaces punto a punto o temporales, vía red telefónica conmutada, proporciona una muy superior velocidad en la transferencia de datos (hasta 60 veces más), sin más costes que el uso del propio **BRG9804**.

El **Puente** modelo BRG9804 está compuesto por:

- Una tarjeta **ImasDé WLAN** modelo ISA9801.
- El software [PC-AP Bridge](#) 802.11 de Neesus Datacom.

6.14.5 Antenas



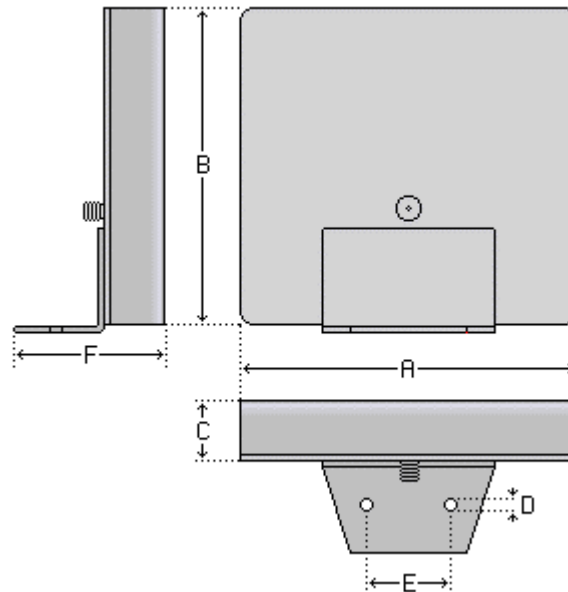
Antena modelo ANT0008

Características

Antena directiva de 8 dBi ganancia	
Frecuencia de trabajo	2.400 - 2.485 MHz
Ángulo de apertura horizontal	60°
Ángulo de apertura vertical	65°
Relación D/A	20 dB
Peso	460 grs.

Dimensiones	A	B	C	D	E	F
ANT0008	16.9 cm	14.4 cm	2.7 cm	6 mm	5 cm	7.9 cm

Antena modelo ANT0014



Características

Antena directiva de 14 dBi ganancia	
Frecuencia de trabajo	2.400 - 2.485 MHz
Ángulo de apertura horizontal	45°
Ángulo de apertura vertical	33°
Relación D/A	28 dB
Peso	1.750 grs.

Dimensiones	A	B	C	D	E	F
ANT0014	27 cm	27 cm	5 cm	6 mm	5 cm	13.6

6.14.6 Controladores (drivers)

Actualización 1/99 de controladores para Punto de Acceso modelo **SPA9803** y para Puente modelo **BRG9804**.

Controlador **ndcapdrv.sys** actualizado: en formato zip: [ndcapdrv.zip](#)
en formato autoextraíble: [ndcapdrv.exe](#)

Instrucciones.- Para realizar la actualización de este controlador siga los siguientes pasos:

- Si aún no ha instalado el SPA9803 ó el BRG9804, instálelo normalmente de acuerdo a las indicaciones de la *Guía de Instalación*.
- Si la instalación es bajo Windows 95, copie el fichero actualizado del controlador en el directorio SYSTEM de su instalación de Windows 95.
- Si la instalación es bajo Windows NT 4.0, copie el fichero actualizado del controlador en el directorio SYSTEM32\DRIVERS de su instalación de Windows NT.
- Reiniciar la PC para que el sistema cargue el nuevo controlador.

6.15 VENTAJAS

Utilizando una WLAN se puede acceder a información compartida sin necesidad de buscar un lugar para enchufar el computador, y los administradores de la red pueden poner a punto o aumentar la red sin instalar o mover cables.

Frente a las redes tradicionales se tienen las siguientes ventajas en cuanto a productividad, comodidad y costes:

- **Movilidad:** Información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa para todo usuario de la red. El que se obtenga en tiempo real supone mayor productividad y posibilidades de servicio.
- **Facilidad de instalación:** Evita obras para tirar cable por muros y techos.
- **Flexibilidad:** Permite llegar donde el cable no puede.

- **Reducción de costos:** Cuando se dan cambios frecuentes o el entorno es muy dinámico el coste inicialmente más alto de la red sin cable es significativamente más bajo, además de tener mayor tiempo de vida y menor gasto de instalación.
- **Escalabilidad:** El cambio de topología de red es sencillo y trata igual pequeñas y grandes redes.

Otras Ventajas:

- **Corporaciones:** Con WLAN los empleados pueden beneficiarse de una red móvil para el correo electrónico, compartición de ficheros, y visualización de web's, independientemente de dónde se encuentren en la oficina.
- **Educación:** Las instituciones académicas que soportan este tipo de conexión móvil permiten a los usuarios con consolas de ordenador conectarse a la red de la universidad para intercambio de opiniones en las clases, para acceso a internet, etc.
- **Finanzas:** Mediante un PC portable y un adaptador a la red WLAN, los representantes pueden recibir información desde una base de datos en tiempo real y mejorar la velocidad y calidad de los negocios. Los grupos de auditorías contables incrementan su productividad con una rápida puesta a punto de una red.
- **Cuidado de la salud:** WLAN permite obtener información en tiempo real, por lo que proporciona un incremento de la productividad y calidad del cuidado del paciente eliminando el retardo en el tratamiento del paciente, los papeles redundantes, los posibles errores de transcripción, etc.
- **Hostelería y venta al por menor:** Los servicios de hostelería pueden utilizar WLAN para directamente entrar y enviar los pedidos de comida a la mesa. En los almacenes de ventas al por menor una WLAN se puede usar para actualizar temporalmente registros para eventos especiales.
- **Manufacturación:** WLAN ayuda al enlace entre las estaciones de trabajo de los pisos de la fábrica con los dispositivos de adquisición de datos de la red de la compañía.
- **Almacenes:** En los almacenes, terminales de datos con lectores de código de barras y enlaces con redes WLAN, son usados para introducir datos y mantener la posición de las paletas y cajas. WLAN mejora el seguimiento del inventario y reduce los costos del escrutinio de un inventario físico

6.16 APLICACIONES WLAN's

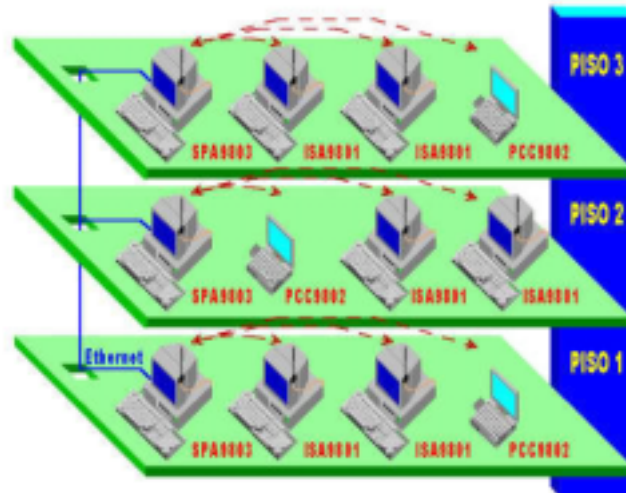
Entre las múltiples aplicaciones que en la actualidad se les está dando a este tipo de redes, destacan estas:

- Entornos de difícil cableado, como edificios históricos, instalaciones con asbesto.
- Entornos cambiantes, como los de algunos minoristas, fabricantes, bancos.
- Redes locales para situaciones de emergencia, como respaldo para reactivar partes críticas de una red en contingencias o siniestros.
- Para proporcionar acceso a la red a ordenadores portátiles, en algunos trabajos (enfermeras, médicos, minoristas, oficinistas ...) se requiere acceso a la información mientras se está en movimiento. Por ejemplo : un centro de salud donde los médicos pueden examinar la hoja clínica de un paciente mientras se desplazan de la sala de urgencias a la de recuperación.
- En lugares o sedes temporales donde podría no compensar la instalación de cableado. Por ejemplo para establecer reuniones " ad hoc" y grupos de trabajo de corto plazo.
- Para interconectar dispositivos en ambientes industriales con severas condiciones ambientales.
- Para interconectar redes locales entre dos edificios.

6.16.1 Aplicaciones Prácticas

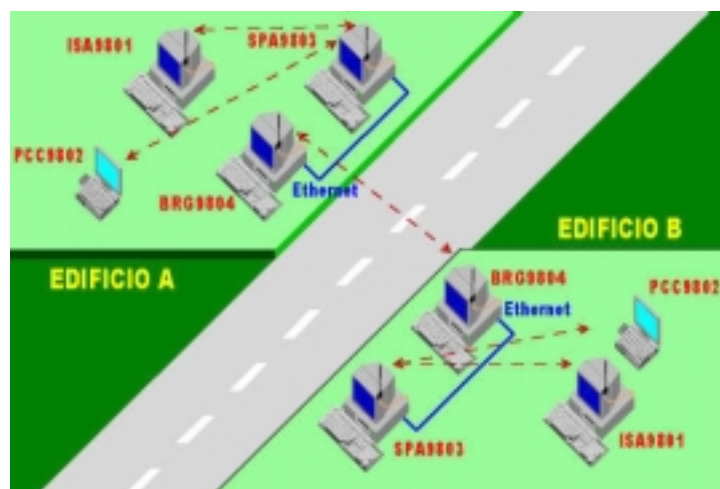
6.16.1.1 Enlace de áreas físicas independientes mediante Puntos de Acceso.

El enlace entre redes inalámbricas situadas en diferentes plantas de un mismo edificio es un perfecto ejemplo del uso del *Punto de Acceso* SPA9803 para realizar el enlace entre redes inalámbricas independientes, mediante un mínimo cableado Ethernet, en aquellas situaciones de cobertura límite de las antenas debido a obstáculos importantes.



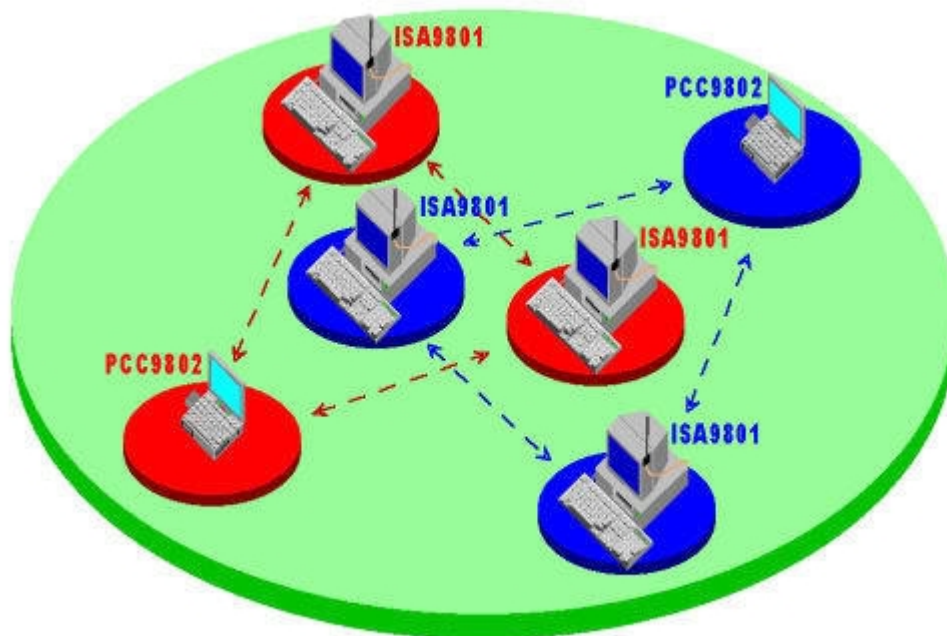
6.16.1.2 Enlaces entre redes de locales próximos.

La combinación del *Punto de Acceso SPA9803* y el *Puente BRG9804* permite llevar a cabo el enlace entre dos áreas inalámbricas, cuando resulta imposible o demasiado caro realizar esta unión mediante un cable. Para una situación similar entre dos redes Ethernet existentes, el *Puente BRG9804* permite enlazar ambas inalámbricamente salvando vía radio los obstáculos que impedían su unión mediante un cable.



6.16.1.3 Redes Inalámbricas en la misma área física.

Dos o más redes inalámbricas, tanto en modo Ad-Hoc como de Infraestructura, pueden coexistir simultáneamente en el mismo área física de cobertura de sus antenas, de forma totalmente transparente a los usuarios de cada una de las redes. Además, mediante una sencilla operación de asignación de canales en su configuración, ambas redes pueden operar a pleno rendimiento de su ancho de banda a 2 Mbps.



7. NORMA IEEE 802.11

7.1 Introducción

Este documento es una apreciación global general del Grupo de Funcionamiento Estándar IEEE 802.11. El IEEE 802.11 define opciones de la capa física para la transmisión inalámbrica y la capa de protocolos MAC.

7.1.1 Observaciones de WLANA

El IEEE 802.11 representa el primer estándar para los productos WLAN. El IEEE maneja la mayoría de las normas para LAN cableadas. Representa un hito importante en sistemas WLAN desde que los clientes pueden tener ahora múltiples fuentes para los componentes de sus sistemas WLAN. Hay todavía aplicaciones donde las comunicaciones de los datos propios existentes son muy adecuadas, porque ellos pueden perfeccionar algún aspecto de la actuación de la red. Sin embargo, los adaptables productos del 802.11 extienden las opciones de los usuarios.

7.1.1.2 La economía para las soluciones basadas en los Estándares :

La mayoría de los productos WLAN disponibles hoy en día en el mercado, son objeto de aplicaciones verticales que utilizan soluciones propietario, funcionando en bandas de frecuencia ISM de 900MHz y 2.4GHz. Estos productos incluyen adaptadores inalámbricos y puntos de acceso en PCMCIA, ISA y plataformas personalizadas para PC's. Las soluciones de propietario ("derecho de posesión") para algunas aplicaciones son beneficiosas, sobre todo para aquellos que requieren una diferenciación del mercado o el uso habitual de una red de LAN inalámbrica. Típicamente se personalizan soluciones propietario y fuerzan a los usuarios finales a adquirir los productos de un sólo proveedor de equipos. Sin embargo, como se introducen los productos dóciles a los estándares, los usuarios pueden escoger de varios proveedores, los cuales proporcionan productos compatibles. Esto aumenta la competencia y mantiene el potencial de los productos a costos más bajos. La interoperatividad, el bajo costo y el estímulo de la demanda del mercado son algunas de las ventajas que ofertan las soluciones basadas en los estándares.

7.2 ¿ Cómo se utilizará en las aplicaciones finales ?

El estándar IEEE 802.11 define el protocolo para dos tipos de redes :

1. Redes Ad-hoc.
2. Redes cliente / servidor.

Una red Ad-hoc es una red simple donde se establecen comunicaciones entre las múltiples estaciones en una área de cobertura dada sin el uso de un punto de acceso o servidor. La norma especifica la etiqueta que cada estación debe observar para que todas ellas tengan un acceso justo a los medios de comunicación inalámbricos. Proporciona métodos de petición de arbitraje para utilizar el medio para asegurarse de que el rendimiento se maximiza para todos los usuarios del conjunto de servicios base.

Las redes cliente/servidor utilizan un punto de acceso que controla la asignación del tiempo de transmisión para todas las estaciones y permite que estaciones móviles deambulen por la columna vertebral de la red cliente / servidor. El punto de acceso se usa para manejar el tráfico desde la radio móvil hasta las redes cliente / servidor cableadas o inalámbricas. Esta configuración permite coordinación puntual de todas las estaciones en el área de servicios base y asegura un manejo apropiado del tráfico de datos. El punto de acceso dirige datos entre las estaciones y otras estaciones inalámbricas y/o el servidor de la red. Típicamente las WLAN controladas por un punto de acceso central proporcionará un rendimiento mucho mayor

7.3 El Comité de Estándares

El Comité de Estándares IEEE 802 formó el Grupo de Trabajo de Estándares de Redes LAN inalámbricas 802.11 en 1990. El Grupo de trabajo 802.11 asumió la tarea de desarrollar una norma global para equipos de radio y redes que operaban en la banda de frecuencia ilícita de 2.4GHz, para tasas de datos de 1 y 2Mbps. El Grupo de Trabajo 802.11 ha completado el estándar recientemente. La norma no especifica tecnologías ni aplicaciones, sino simplemente las especificaciones para la capa física y la capa de control de acceso al medio (MAC). La norma permite a los fabricantes de equipos inalámbricos de radio LAN construir equipos interoperables de red.

Los socios del comité son individuos de varias compañías y universidades que investigan, fabrican, instalan y utilizan productos en aplicaciones de redes LAN inalámbricas. Fabricantes de semiconductores, computadoras, equipos de radio, proveedores de soluciones de sistemas WLAN, laboratorios universitarios de investigación y usuarios finales constituyen el grueso del grupo. El grupo es representado globalmente por compañías de los Estados Unidos, Canadá, Europa, Israel y algunos de la Margen del Pacífico.

7.4 Opciones de Implementación de las capas físicas

La Capa Física de cualquier red define la modulación y la señalización características de la transmisión de datos. En la capa física, se definen dos métodos de transmisión RF y un infrarrojo. El funcionamiento de la WLAN en bandas RF ilícitas, requiere la modulación en banda ancha para reunir los requisitos de funcionamiento en la mayoría de los países. Los estándares de transmisión RF en el estandar, son la Frecuencia de Saltos (FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum) y la Secuencia Directa (DSSS : Direct Séquense Spread Spectrum). Ambas arquitecturas se definen para operar en la banda de frecuencia de 2.4 GHz, ocupando típicamente los 83 MHz de banda desde los 2.400 GHz hasta 2.483 GHz. (DBPSK: Differential BPSK) y DQPSK es la modulación para la Secuencia Directa. La Frecuencia de Saltos utiliza los niveles 2-4 Gaussian FSK como el método de señalización de modulación.

La fuerza radiada RF en la antena se fija por las reglas controladas por el punto 15 de FCC para el funcionamiento en los Estados Unidos. También se limita el aumento de la antena a un máximo de 6 dBi. La fuerza radiada está limitada a 1 W para los Estados Unidos, 10 mW por 1Mhz en Europa y 10mW para Japón. Hay diferentes frecuencias aprobadas para el uso en Japón, Estados Unidos y Europa y cualquier producto de WLAN deben reunir los requisitos para el país donde se vende. Vea el apéndice para los detalles de las asignaciones de diferentes frecuencias para el funcionamiento no autorizado en EE.UU., Europa y Japón. La tasa de datos de la capa física para sistemas FHSS es de 1Mbps. Para DSSS se soportan tanto tasas de datos de 1 Mbps como de 2 Mbps. La elección entre FHSS y DSSS dependerá de diversos factores relacionados con la aplicación de los usuarios y el entorno en el que el sistema esté operando.

7.5 Capa Física Infrarroja

Se soporta un estandar infrarroja, que opera en la banda 850nm a 950nm, con un poder máximo de 2 W. La modulación para el infrarrojo se logra usando o 4 o 16 niveles de modulación "posicionamiento por pulsos". La capa física soporta dos tasas de datos: 1 y 2Mbps.

La Capa Física DSSS

La capa física DSSS utiliza una Secuencia Barker de 11 bits para extender los datos antes de que se transmitan. Cada bit transmitido se modula por la secuencia de 11 bits. Este proceso extiende la energía de RF por un ancho de banda más extenso que el que se requeriría para transmitir los datos en bruto. El aumento de proceso del sistema se define como 10 veces el ratio de tasa aumentada de los datos (también conocido como "chip rate"). El receptor agrupa la entrada del RF para recuperar los datos originales. La ventaja de esta técnica es que reduce el efecto de fuentes de interferencia de banda estrecha. Esta secuencia proporciona 10.4dB de aumento del proceso, el cual reúne los requisitos mínimos para las reglas fijadas por la FCC. La arquitectura de propagación usada en la capa física Secuencia Directa no debe confundirse con CDMA. Todos los productos 802.11 adaptables utilizan la misma codificación PN y por consiguiente no tienen un juego de códigos disponible como se requiere para el funcionamiento de CDMA.

La Capa Física FHSS

La capa física FHSS tiene 22 modelos de espera para escoger. La capa física Frecuencia de Saltos se exige para saltar por la banda ISM 2.4GHz cubriendo 79 canales. Cada canal ocupa un ancho de banda de 1Mhz y debe brincar a la tasa mínima especificada por los cuerpos reguladores del país pretendido. Para los Estados Unidos se define una tasa de salto mínima de 2.5 saltos por segundo.

Cada una de las capas físicas utiliza su propio encabezado único para sincronizar al receptor y determinar el formato de la señal de modulación y la longitud del paquete de datos. Los encabezamientos de las capas físicas siempre se transmiten a 1Mbps. Los campos predefinidos en los títulos proporcionan la opción para aumentar la tasa de datos a 2 Mbps para el paquete de los datos existente

7.6 La Capa MAC

La especificación de la capa MAC para la 802.11 tiene similitudes a la de Ethernet cableada de línea normal 802.3. El protocolo para 802.11 utiliza un tipo de protocolo conocido como CSMA/CA (Carrier-Sense, Múltiple Access, Collision Avoidance). Este protocolo evita colisiones en lugar de descubrir una colisión, como el algoritmo usado en la 802.3. Es difícil descubrir colisiones en una red de transmisión RF y es por esta razón por la que se usa la anulación de colisión.

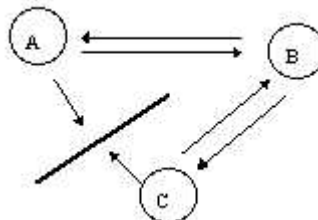
La capa MAC opera junto con la capa física probando la energía sobre el medio de transmisión de datos. La capa física utiliza un algoritmo de estimación de desocupación de canales (CCA) para determinar si el canal está vacío. Esto se cumple midiendo la energía RF de la antena y determinando la fuerza de la señal recibida. Esta señal medida es normalmente conocida como RSSI. Si la fuerza de la señal recibida está por debajo de un umbral especificado, el canal se considera vacío, y a la capa MAC se le da el estado del canal vacío para la transmisión de los datos. Si la energía RF está por debajo del umbral, las transmisiones de los datos son retrasadas de acuerdo con las reglas protocolares.

El Estandar proporciona otra opción CCA que puede estar sola o con la medida RSSI. El sentido de la portadora puede usarse para determinar si el canal está disponible. Esta técnica es más selectiva ya que verifica que la señal es del mismo tipo de portadora que los transmisores del 802.11. El mejor método a utilizar depende de los niveles de interferencia en el entorno operativo. El protocolo CSMA/CA permite opciones que pueden minimizar colisiones utilizando "peticiones de envío" (RTS), "listo para enviar" (CTS), datos y tramas de transmisión de reconocimientos (ACK), de una forma secuencial.

Las comunicaciones se establecen cuando uno de los nodos inalámbricos envía una trama RTS. La trama RTS incluye el destino y la longitud del mensaje. La duración del mensaje es conocida como el vector de asignación de red (NAV). El NAV alerta a todos los otros en el medio, para retirarse durante la duración de la transmisión. Las estaciones receptoras emiten una trama CTS, que hace eco a los remitentes y al vector NAV. Si no se recibe la trama CTS, se supone que ocurrió una colisión y los procesos RTS empiezan de nuevo. Después de que se recibe la trama de los datos, se devuelve una trama ACK, que verifica una transmisión de datos exitosa.

Una limitación común de los sistemas LAN inalámbricos es el problema del "nodo oculto". Esto puede romper un 40% o más de las

comunicaciones en un ambiente LAN muy cargado. Ocurre cuando hay una estación en un grupo de servicio que no puede detectar la transmisión de otra estación, y así descubrir que el medio está ocupado. En la figura n°1, las estaciones A y B se pueden comunicar. Sin embargo,



una obstrucción impide a la estación C recibir de la estación receptora A y no puede determinar cuándo está ocupado el canal. Por lo tanto, ambas estaciones A y C podrían intentar transmitir a la vez a la estación B. El uso de las secuencias RTS, CTS, .

Figura n°1

En el Estándar se dirigen suministros de seguridad como una característica optativa para aquellos afectados por la escucha secreta, es decir, por el "fisgoneo". La seguridad de los datos se realiza por una compleja técnica de codificación, conocida como WEP (Wired Equivalent Privacy Algorithm). WEP se basa en proteger los datos transmitidos en el medio RF, usando clave rigen de 64 bits y el algoritmo de encriptación RC4. WEP, cuando se habilita, sólo protege la información del paquete de datos y no protege el encabezamiento de la capa física para que otras estaciones en la red puedan escuchar el control de datos necesario para manejar la red. Sin embargo, las otras estaciones no pueden distinguir las partes de datos del paquete.

La gestión de la potencia se apoya en el nivel MAC para esas aplicaciones que requieren movilidad bajo el funcionamiento de la pila. Se hacen provisiones en el protocolo para que las estaciones portátiles pasen a "modo dormido" durante un intervalo de tiempo definido por la estación base.

7.7 Proyecciones

El estándar WLAN IEEE 802.11 será una de las primeras generaciones de regularización para las redes LAN inalámbricas. Este estándar sentará la base para la norma de la siguiente generación y dirigirá las demandas para una mayor actuación, una mayor tasa de datos y mayor bandas de

frecuencia. La interoperatividad entre los productos WLAN de fabricantes diferentes será importante para el éxito del estándar. Estos productos se implementarán en tarjetas ISA o PCMCIA para el uso en computadoras personales, PDA's, laptops o aplicaciones de escritorio. Las aplicaciones LAN inalámbricas están actualmente en su mayor parte en mercados verticales. Se espera que algunas aplicaciones horizontales seguirán como la infraestructura de la red 802.11 que hay instalada.

Con el tiempo se espera que el aumento de demanda para productos 802.11 incremente la competencia y hagan LAN inalámbricas más competitivas y baratas, para casi todas las aplicaciones que requieren conectividad inalámbrica. En el horizonte está la necesidad para tasas de datos más altas y para aplicaciones que requieren conectividad inalámbrica a 10Mbps y más alto. Esto les permitirá a las WLAN emparejar la tasa de datos de la mayoría de las LAN alámbricas. No hay ninguna definición actual de las características para la señal de tasa de datos más alta. Sin embargo, para muchas de las opciones disponibles para lograrlo hay una ampliación para mantener la interoperatividad con sistemas de 1 y 2 Mbps, proporcionando también las tasas de datos más alta.

7.8 Conformidad Internacional EMC

Los fabricantes y los usuarios mundiales de productos WLAN, necesitan ser conscientes que los requisitos de la Compatibilidad Electromagnética (EMC) varían de un país a otro. Se pretende que las regulaciones minimicen la interferencia entre los numerosos usuarios de equipos de radio en las bandas ilícitas. Las frecuencias de operación permitidas, los niveles de potencia y los falsos niveles son las principales diferencias entre los estándares. El estándar 802.11 define las especificaciones para los transmisores-receptores WLAN para las áreas principales del mercado.

Las LAN inalámbricas están sujetas a la certificación de equipo y los requisitos operativos establecidos por las administraciones reguladoras regionales y nacionales. El estándar 802.11 identifica los mínimos requisitos técnicos para la interoperatividad y conformidad basadas en las regulaciones establecidas para Europa, Japón, y América del Norte. Los fabricantes de WLAN necesitan ser conscientes de todos los requerimientos reguladores actuales para vender un producto en un país particular. En Perú lo tienen que gestionar ante el Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción.

Los documentos listados abajo especifican los requisitos reguladores actuales para varias áreas geográficas. Se reseñan como información, y están sujetos a cambios o revisiones en cualquier momento.

Europa:

Autorización de los Estándares : Instituto de Standards de Telecomunicaciones Europeo (ETS)

Documentos : ETS 300-328, ETS 300-339,

Control de Autorización : Autoridades de Aprobación Nacionales

Francia:

Autorización de los Estándares: La Reglementation en France por les Equipements fonctionnant dans la bande de frequences 2,4 GHz "RLAN-Radio Local Area Network"

Documentos: SP/DGPT/ATAS/23, ETS 300-328, ETS 300-339,

Control de Autorización: Direction Generale des Postes et Telecommunications

Japón:

Autorización de los Estándares: Research and Development Center for Radio Communications (RCR)

Documentos: RCR STD-33A

Control de Autorización: Ministerio de Telecomunicaciones (MKK)

América del Norte:

Autorización de los Estándares:

Industry Canada (IC), Canada

Documentos: GL36

Federal Communications Commision (FCC), EE.UU.

Documentos: CFR47, parta 15, Secciones 15.205, 15.209, 15.247.

Control de Autorización: Industry Canada (Canada), FCC (EE.UU.)

España:

Autorización de los Estándares: Suplemento del nº164 del Boletin Oficial del Estado (BOE)

(Publicado el 10 de Julio de 1991 , revisado el 25 de junio de 1993)

Documentos: ETS 300-328, ETS 300-339,

Control de Autorización: Cuadro Nacional de Atribución De Frecuencias

Nota: el funcionamiento en países dentro de Europa, o en otras regiones fuera de Japón o América del Norte, puede estar sujeto a las regulaciones nacionales adicionales o alternativas.

Perú:

Autorización de los Estándares: Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción – Dirección General de Telecomunicaciones

7.9 Tablas de complacencia

La Tabla A-0 lista los niveles de potencia permitidos en cada uno de las regiones.

Tabla A-0, Niveles de potencia de transmisión para diferentes regiones.

Máxima potencia de salida	Localización Geográfica	Documento de Complacencia
1000 mW	EE.UU.	FCC 15.247
100 mW (EIRP)	EUROPA	ETS 300-328
10 mW/MHz	JAPÓN	MPT ordinance 79

La Tabla A-1 lista las frecuencias centrales permitidas y el nº de canal correspondiente para las tres grandes áreas de mercado para la operación de implementación de la capa física Secuencia Directa.

Tabla A-1 Frecuencias DSSS para operar en diferentes regiones

Nº Canal	Frecuencias Norteamericanas	Frecuencias Europeas	Frecuencias Japonesas
1	2412 MHz	N/A	N/A
2	2417 MHz	N/A	N/A
3	2422 MHz	2422 MHz	N/A
4	2427 MHz	2427 MHz	N/A
5	2432 MHz	2432 MHz	N/A
6	2437 MHz	2437 MHz	N/A
7	2442 MHz	2442 MHz	N/A
8	2447 MHz	2447 MHz	N/A
9	2452 MHz	2452 MHz	N/A
10	2457 MHz	2457 MHz	N/A
11	2462 MHz	2462 MHz	N/A
12	N/A	N/A	2484 MHz

La Tabla A-2 lista el rango de frecuencias centrales a ser utilizadas en las implementaciones de la capa física FH. Dentro de estos rangos hay conjuntos de frecuencias de salto definidos para operar en redes FH. Dependiendo del país

en el que se utilice la WLAN, hay un número de canales definidos para ser utilizados en cada tipo de salto.

Tabla A-2, Rango de frecuencias de operación

Límite inferior	Límite superior	Rango regulatorio	Área geográfica
2.402 GHz	2.480 GHz	2.400-2.4835 GHz	América del Norte*
2.402 GHz	2.480 GHz	2.400-2.4835 GHz	Europa*
2.473 GHz	2.495 GHz	2.471-2.497 GHz	Japón*
2.447 GHz	2.473 GHz	2.445-2.475 GHz	España*
2.448 GHz	2.482 GHz	2.4465-2.4835 GHz	Francia*

- Los rangos de frecuencias reseñadas en esta tabla están sujetos a las autoridades reguladoras específicas de cada región.

La Tabla A-3 lista el mínimo requerido para cada país y el número definido para el funcionamiento del 802.11

Tabla A-3, Número de canales operativos.

Mínimo*	Tipo de salto	Área geográfica
75	79	América del Norte*
20	79	Europa*
No aplicable	23	Japón*
20	27	España*
20	35	France*

El número de canales de salto requeridos está sujeto a las autoridades reguladoras específicas de cada región.

Tabla A-4, Requisitos norteamericanos y europeos (Valores especificados en GHz)

Nº Canal	Valor	Nº Canal	Valor	Nº Canal	Valor
2	2.402	28	2.428	54	2.454
3	2.403	29	2.429	55	2.455
4	2.404	30	2.430	56	2.456
5	2.405	31	2.431	57	2.457
6	2.406	32	2.432	58	2.458
7	2.407	33	2.433	59	2.459
8	2.408	34	2.434	60	2.460
9	2.409	35	2.435	61	2.461
10	2.410	36	2.436	62	2.462

11	2.411	37	2.437	63	2.463
12	2.412	38	2.438	64	2.464
13	2.413	39	2.439	65	2.465
14	2.414	40	2.440	66	2.466
15	2.415	41	2.441	67	2.467
16	2.416	42	2.442	68	2.468
17	2.417	43	2.443	69	2.469
18	2.418	44	2.444	70	2.470
19	2.419	45	2.445	71	2.471
20	2.420	46	2.446	72	2.472
21	2.421	47	2.447	73	2.473
22	2.422	48	2.448	74	2.474
23	2.423	49	2.449	75	2.475
24	2.424	50	2.450	76	2.476
25	2.425	51	2.451	77	2.477
26	2.426	52	2.452	78	2.478
27	2.427	53	2.453	79	2.479
				80	2.480

Tabla A-5, Requisitos japoneses
(Valores especificados en GHz)

Nº Canal	Valor	Nº Canal	Valor	Nº Canal	Valor
73	2.473	81	2.481	89	2.489
74	2.474	82	2.482	90	2.490
75	2.475	83	2.483	91	2.491
76	2.476	84	2.484	92	2.492
77	2.477	85	2.485	93	2.493
78	2.478	86	2.486	94	2.494
79	2.479	87	2.487	95	2.495
80	2.480	88	2.488	-	-

Tabla A-6, Requisitos españoles
(Valores especificados en GHz)

Nº Canal	Valor	Nº Canal	Valor	Nº Canal	Valor
47	2.447	56	2.456	65	2.465
48	2.448	57	2.457	66	2.466
49	2.449	58	2.458	67	2.467
50	2.450	59	2.459	68	2.468
51	2.451	60	2.460	69	2.469
52	2.452	61	2.461	70	2.470
53	2.453	62	2.462	71	2.471
54	2.454	63	2.463	72	2.472
55	2.455	64	2.464	73	2.473

Tabla A-7, Requisitos franceses
(Valores especificados en GHz)

Nº Canal	Valor	Nº Canal	Valor	Nº Canal	Valor
48	2.448	60	2.460	72	2.472
49	2.449	61	2.461	73	2.473
50	2.450	62	2.462	74	2.474
51	2.451	63	2.463	75	2.475
52	2.452	64	2.464	76	2.476
53	2.453	65	2.465	77	2.477
54	2.454	66	2.466	78	2.478
55	2.455	67	2.467	79	2.479
56	2.456	68	2.468	80	2.480
57	2.457	69	2.469	81	2.481
58	2.458	70	2.470	82	2.482
59	2.459	71	2.471	-	-

8. USO DEL ESPACIO, DEL TIEMPO Y DEL ESPECTRO EN REDES DE RADIO FRECUENCIA

8.1 Introducción

El método de acceso, tal como la modulación de radio y el ancho de banda disponible, es importante para determinar la eficiencia y la capacidad de un sistema de radio,. Los factores que permiten optimizar la capacidad de comunicación dentro de una área geográfica y del espectro de ancho de banda, son considerados más importantes que la forma de como 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.

Los diseños de alta eficiencia han sido evitados en sistemas de radio y redes porque su utilización no es muy obvia en cuanto a rapidez y conveniencia. Uno de los aspectos más importantes de la eficiencia del tiempo es la asignación de frecuencia consolidada y el tráfico de cargas de usuarios no relacionados entre si. Por lo menos, el punto alto y el

promedio de circulación de cada grupo deben de tener diferentes patrones; esto es muy difícil porque los canales incompatibles pueden ser vistos como viables, aunque su capacidad sea insuficiente para las necesidades máximas.

Independientemente del rango, un conjunto de enlaces puede únicamente dar servicio 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 número de canales independientes o conjunto de enlaces para una cobertura total. Mientras la distancia incrementa, se origina que la señal de radio disminuya, debido a la curvatura de la Tierra o a obstáculos físicos naturales existentes .

Este diseño es muy utilizado en interferencia 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, aún en niveles de señal variables
- La posición de las antenas que realizan la transmisión. La cual puede ser limitada por las estaciones y perfectamente controlada por puntos de acceso fijos.
- La función de la distancia para el nivel de la señal. Esta dada por el valor promedio de la señal, considerando las diferencias en la altura de la antena de la terminales y los impedimentos naturales en la trayectoria.

8.2 Factor de Reuso.

El número 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 de 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 ó 4, ofreciendo menor captura y menor margen.

8.3 Factor de Distancia

El promedio de inclinación de curva es reconocido por tener un exponente correspondiente a 35-40 dB/Decena para una extensión lejana y de propagación no óptica. Para distancias cortas el exponente es más cerca al espacio libre o 20 dB/Decena. El aislamiento de estaciones simultáneamente activas con antenas omni-direccionales pueden 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.

8.4 Puntos de Acceso

La infraestructura de un punto de acceso es simple: "Guardar y Repetir", son dispositivos que validan y retransmiten los mensajes recibidos. Estos dispositivos pueden colocarse en un punto en el cual puedan abarcar toda el área donde se encuentren las estaciones. Las características a considerar son:

- 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.
- La antena receptora debe de ser más compleja que la repetidora, así aunque la señal de la transmisión sea baja, ésta 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 retransmisión. (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 algunas de las antenas puede ser considerable cuando existe en esta trayectoria un obstáculo o una obstrucción. En dos antenas iguales, el rango de una antena alta es 2x-4x, más que las antenas bajas, pero el nivel de interferencia es igual, por

esto es posible proyectar un sistema basado en coberturas de punto 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 a 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.

8.5 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 están 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:

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

Estos detalles incrementan materialmente el uso del tiempo.

8.6 Modulación de Radio

El espectro disponible es de 40 MHz, según el resultado de APPLE y el estándar 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 "Desvanecimientos" 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 1 bit/símbolo, 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. Por ejemplo, una señal a 10 Mbs, necesita de 0.1 μ seg. de tiempo para propagar la señal a 30 mts. Diferencias en distancias mayores de 5 mts. causan mayor interferencia entre símbolos que el causado por el "Desvanecimiento". Si el símbolo es dividido en 7 bits, el mecanismo ahora se aplicara a una séptima parte de 30 mts. (o sea, 4 metros aproximadamente), una distancia en la trayectoria mayor de 4 metros no es causa de "Desvanecimiento" o de interferencia entre símbolos.

El promedio de bits debe de ser constante, en el espacio localizado en el espectro y el tipo de modulación seleccionado. El uso de ciertos símbolos codificados, proporcionarán 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 10 a 2 Mbs 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 una área con infraestructura definida, puede reducir substancialmente la capacidad de organización del sistema.

8.7 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 está 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 limitada por los métodos que sean utilizados. Algunas de estas 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: "El primero en llegar, es el primero en salir", 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 más 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 seleccionar sea corta.

Para transacciones de tipo asíncrona, 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 del tráfico de datos en ambas direcciones, se realiza en el administrador de control.

8.8 Límite de la longitud del paquete y su tiempo.

Cuando el paquete es más pequeño, la proporción del tiempo usado al acceder el canal, es mayor, aunque la carga pueda ser pequeña para algunas funciones, la transferencia y descarga de archivos son mejor administrados cuando la longitud del paquete es de buen tamaño, para minimizar el tiempo de transferencia.

En paquetes grandes, se incrementa la posibilidad de que el paquete tenga errores en el envío, en sistemas de radio el tamaño aproximado ideal es de 512 octetos o menos, un paquete con una longitud de 100-600 octetos puede permitir la salida oportuna de respuestas y datagramas prioritarios junto con los datagramas normales.

Es necesario de proveer formas para dividir los paquetes en segmentos dentro de las redes inalámbricas. Para un protocolo propuesto, el promedio de mensajes transferidos, es mayor para el tráfico originado por el "saludo inicial", que el originado por el punto de acceso. En este promedio se incluyen campos de dirección de red y otras funciones que son agregadas por el protocolo usado y no por el sistema de radio.

El mensaje más largo permitido para superar un retardo de acceso de 1.8. μ seg. y un factor de Reuso de 4, utiliza menos de 600 μ seg. Un mensaje

de 600 octetos utiliza 400 μ seg. a una velocidad de transmisión de 12 Mbs, los 200 μ seg. que sobran pueden ser usados para solicitar requerimiento pendientes. El tiempo marcado para un grupo de Reuso de 4 puede ser de 2,400 μ seg. Este tiempo total puede ser uniforme, entre grupos comunes y juntos, con 4 puntos de acceso. sin embargo la repartición del tiempo entre ellos será según la demanda.

Las computadoras necesitan varios anchos de banda dependiendo del servicio a utilizar, transmisiones de datos, de vídeo y voz de voz, etc. La opción es, si:

- El medio físico puede multiplexar de tal manera que un paquete sea un conjunto de servicios.
- El tiempo y prioridad es reservado para el paquete y los paquetes relacionados con el, la parte alta de la capa MAC es multiplexada.

La capacidad de compartir el tiempo de estos dos tipos de servicios ha incrementado la ventaja de optimizar la frecuencia en el espacio y los requerimientos para armar un sistema.

9. RED DE AREA LOCAL ETHERNET HIBRIDA (coaxial/infrarrojo)

9.1 Introducción

Las ventajas de las Redes de Area Local Inalámbricas (LAN's) sobre las cableadas son: flexibilidad en la localización de la estación, fácil instalación y menores tiempos en la reconfiguración.

Las tecnologías para las LAN's inalámbricas son dos: Infrarrojas y Radio Frecuencia. El grupo IEEE 802.11 esta desarrollando normas para LAN's inalámbricas. Ellos planean introducir una nueva subcapa de Control De Acceso al Medio (MAC) que tenga capacidad de accesar varios medios de transmisión y que tenga un rango aceptable para los requerimientos del usuario. No es fácil para el grupo tratar de rehusar alguna de las subcapas MAC existentes. Por dos razones principales:

- El rango de requerimientos de usuario impiden el soporte simultáneo de estaciones fijas, móviles y estaciones vehiculares.
- El permitir múltiples medio de transmisión, especialmente en la tecnología de radio frecuencia, el cual requiere de complicadas estrategias para cubrir la variación del tiempo en el canal de transmisión.

Así las LAN's inalámbricas, únicamente son compatibles con las LAN's cableadas existentes (incluyendo Ethernet) en la Subcapa de Control de Enlaces Lógicos (LLC). Sin embargo por restricciones, el rango de aplicaciones de éstas requieren estaciones fijas y por reordenamiento, para la tecnología infrarroja, es posible rehusar cualquiera de las Subcapas MAC.

Se propondrán algunas soluciones para la introducción de células infrarrojas dentro de redes Ethernet existentes (10Base5 ó 10base2). Se incluirá la presentación de la topología de LAN híbrida y los nuevos componentes requeridos para soportarla. Las LANs híbridas permitirán una evolución de las redes LANs IEEE 802.11. La relación entre las LAN híbridas y sus parientes IEEE 802.3 se presenta en la Fig. 9.1.

FIG 9.1

IEEE 802.3		SUBCAPA LLC
IEEE 802.3		SUBCAPA MAC
INFRARROJOS CUASI-DIFUSO	IEEE 802.3 ANCHO DE BANDA COAXIAL	CAPA FISICA

9.2 Descripción de Ethernet

Ethernet es una topología de red que basa su operación en el protocolo MAC CSMA/CD. En una implementación "Ethernet CSMA/CD", una estación con un paquete listo para enviar, retarda la transmisión hasta que "sense" o verifique que el medio por el cual se va a transmitir, se encuentre libre o desocupado. Después de comenzar la transmisión existe un tiempo muy corto en el que una colisión puede ocurrir, este es el tiempo requerido por las estaciones de la red para "sensar" en el medio de transmisión el paquete enviado. En una colisión las estaciones dejan de transmitir, esperan un tiempo aleatorio y entonces vuelven a sensar el medio de transmisión para determinar si ya se encuentra desocupado.

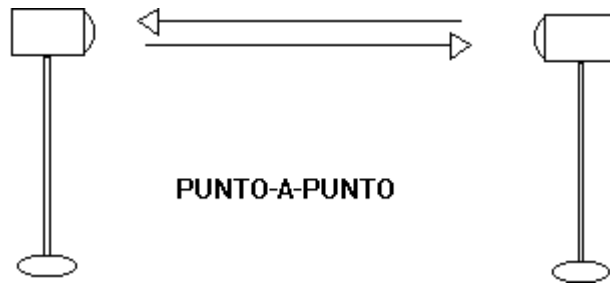
Una correcta operación, requiere que las colisiones sean detectadas antes de que la transmisión sea detenida y también que la longitud de un paquete colisionado no exceda la longitud del paquete. Estos requerimientos de coordinación son el factor limitante del espacio de la red. En un cableado Ethernet el medio coaxial es partido en segmentos, se permite un máximo de 5 segmentos entre 2 estaciones. De esos segmentos únicamente 3 pueden ser coaxiales, los otros 2 deben de tener un enlace punto-a-punto. Los segmentos coaxiales son conectados por medio de repetidores, un máximo de 4 repetidores pueden ser instalados entre 2 estaciones. La longitud máxima de cada segmento es:

- 1.- 500 mts para 10Base5
- 2.- 185 mts para 10Base2.

La función del repetidor es regenerar y retransmitir las señales que viajen entre diferentes segmentos, y detectar colisiones.

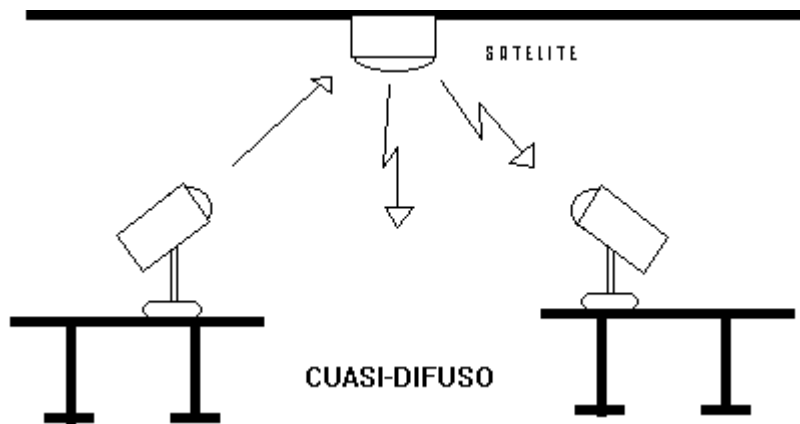
9.3 Modos de Radiación Infrarrojos

Las estaciones con tecnología infrarroja pueden usar tres modos diferentes de radiación para intercambiar la energía Óptica entre transmisores-receptores: punto-a-punto, cuasi-difuso y difuso (Fig. 9.2.1, 9.2.2, 9.2.3).



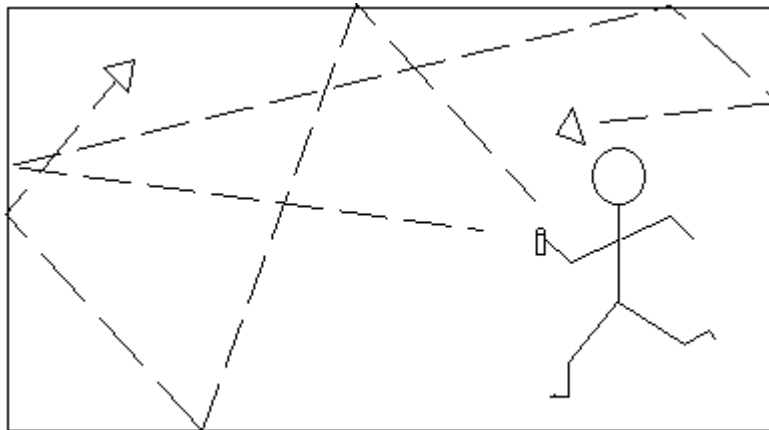
PUNTO-A-PUNTO

FIG 9.2.1



CUASI-DIFUSO

FIG 9.2.2



DIFUSO

FIG 9.2.3

En el modo punto-a-punto los patrones de radiación del emisor y del receptor deben de estar lo más cerca posible, para que su alineación sea correcta. Como resultado, el modo punto-a-punto requiere una línea de vista entre las dos estaciones a comunicarse. Este modo 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.

A diferencia del modo punto-a-punto, el modo cuasi-difuso y difuso son de emisión radial, o sea que cuando una estación emite una señal Óptica, ésta puede ser recibida por todas las estaciones al mismo tiempo en la célula. En el modo cuasi-difuso las estaciones se comunican entre si, por medio de superficies reflejantes . No es necesaria la línea-de-vista 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 ó 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, conocido como satélite, que amplifica la señal óptica. La reflexión pasiva requiere más energía, por parte de las estaciones, pero es más flexible de usar.

En el modo difuso, el poder de salida de la señal óptica de una estación, debe ser suficiente para llenar completamente el total del cuarto, mediante múltiples reflexiones, en paredes y obstáculos del cuarto. Por lo tanto la línea de vista no es necesaria y la estación se puede orientar hacia cualquier lado. El modo difuso

es el más flexible, en términos de localización y posición de la estación, sin embargo esta flexibilidad esta a costa de excesivas emisiones ópticas.

Por otro lado la transmisión punto-a-punto es el que menor poder óptico consume, pero no debe de haber obstáculos entre las dos estaciones. En la topología de *Ethernet* se puede usar el enlace punto-a-punto, pero el retardo producido por el acceso al punto óptico de cada estación es muy representativo en el rendimiento de la red. Es más recomendable y más fácil de implementar el modo de radiación cuasi-difuso. La tecnología infrarroja esta disponible para soportar el ancho de banda de Ethernet, ambas reflexiones son soportadas (por satélites y reflexiones pasivas).

9.4 Topología y Componentes de una LAN Híbrida

En el proceso de definición de una Red Inalámbrica *Ethernet* debe de olvidar la existencia del cable, debido a que los componentes y diseños son completamente nuevos. Respecto al CSMA/CD los procedimientos de la subcapa MAC usa valores ya definidos para garantizar la compatibilidad con la capa MAC. La máxima compatibilidad con las redes Ethernet cableadas es, que se mantiene la segmentación.

Además la células de infrarrojos requieren de conexiones cableadas para la comunicación entre sí. La radiación infrarroja no puede penetrar obstáculos opacos. Una LAN híbrida (Infrarrojos/Coaxial) no observa la estructura de segmentación de la Ethernet cableada pero toma ventaja de estos segmentos para interconectar diferentes células infrarrojas.

La convivencia de estaciones cableadas e inalámbricas en el mismo segmento es posible y células infrarrojas localizadas en diferentes segmentos pueden comunicarse por medio de un repetidor Ethernet tradicional. La LAN Ethernet híbrida es representada en la Fig. 9.3 donde se incluyen células basadas en ambas reflexiones pasiva y de satélite.

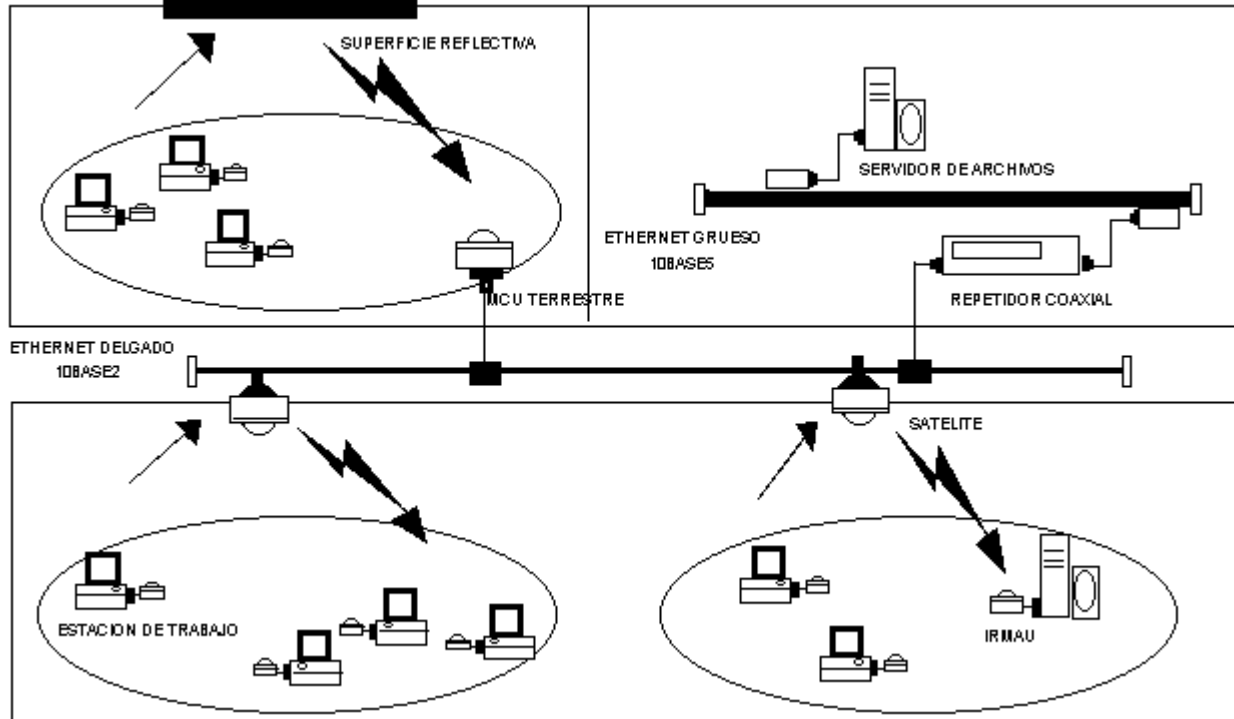


FIG 9.3

En comparación con los componentes de una Ethernet cableada (Por ejemplo MAU'S, Repetidores), 2 nuevos componentes son requeridos para soportar la Red híbrida. Un componente para adaptar la estación al medio óptico, la Unidad Adaptadora al Medio Infrarrojo (IRMAU), descendiente del MAU coaxial, y otro componente para el puente del nivel físico, del coaxial al óptico, la Unidad Convertidora al Medio (MCU), descendiente del repetidor Ethernet. La operación de estos componentes es diferente para las células basadas en reflexión activa (satélite) y las de reflexión pasiva.

9.5 Rango Dinámico en Redes Ópticas CSMA/CD

En las redes ópticas CSMA/CD el proceso de detección de colisión puede ser minimizado por el rango dinámico del medio óptico. El nivel del poder de recepción óptico en una estación puede variar con la posición de la estación; y existe la probabilidad de que una colisión sea considerada como una transmisión fuerte y consecuentemente no sea detectada como colisión. El confundir colisiones disminuye la efectividad de la red. Mientras el rango dinámico incrementa y el porcentaje de detección de colisión tiende a cero, se tenderá al protocolo de CSMA.

En las redes inalámbricas infrarrojas basadas en modos de radiación cuasi-difuso, el rango dinámico puede ser menor en las células basadas en satélites que en las basadas en reflexión pasiva. En las células basadas en satélites, el rango dinámico puede reducirse por la correcta orientación de receptores/emisores que forman la interface óptica del Satélite. En una célula basada en reflexión pasiva el rango dinámico es principalmente determinado por las propiedades de difusión de la superficie reflexiva.

9.6 Operación y Características del IRMAU

La operación de IRMAU es muy similar al MAU coaxial. Únicamente el PMA (Conexión al Medio Físico) y el MDI (Interfase Dependiente del Medio) son diferentes (fig 9.4). El IRMAU debe de tener las siguientes funciones :

- Recepción con Convertidor Optico-a-Eléctrico.
- Transmisión con Convertidor Eléctrico-a-Optico
- Detección y resolución de colisiones.

El IRMAU es compatible con las estaciones Ethernet en la Unidad de Acoplamiento de la Interfase (AUI). Esto permite utilizar tarjetas Ethernet ya existentes. Para las estaciones inalámbricas no es necesario permitir una longitud de cable de 50 mts., como en Ethernet. La longitud máxima del cable transreceptor debe estar a pocos metros (3 como máximo). Esto será suficiente para soportar las separaciones físicas entre estaciones e IRMAU con la ventaja de reducir considerablemente los niveles de distorsión y propagación que son generados por el cable transreceptor. Los IRMAUs basados en células de satélite ó reflexión pasiva difieren en el nivel de poder óptico de emisión y en la implementación del método de detección de colisiones.

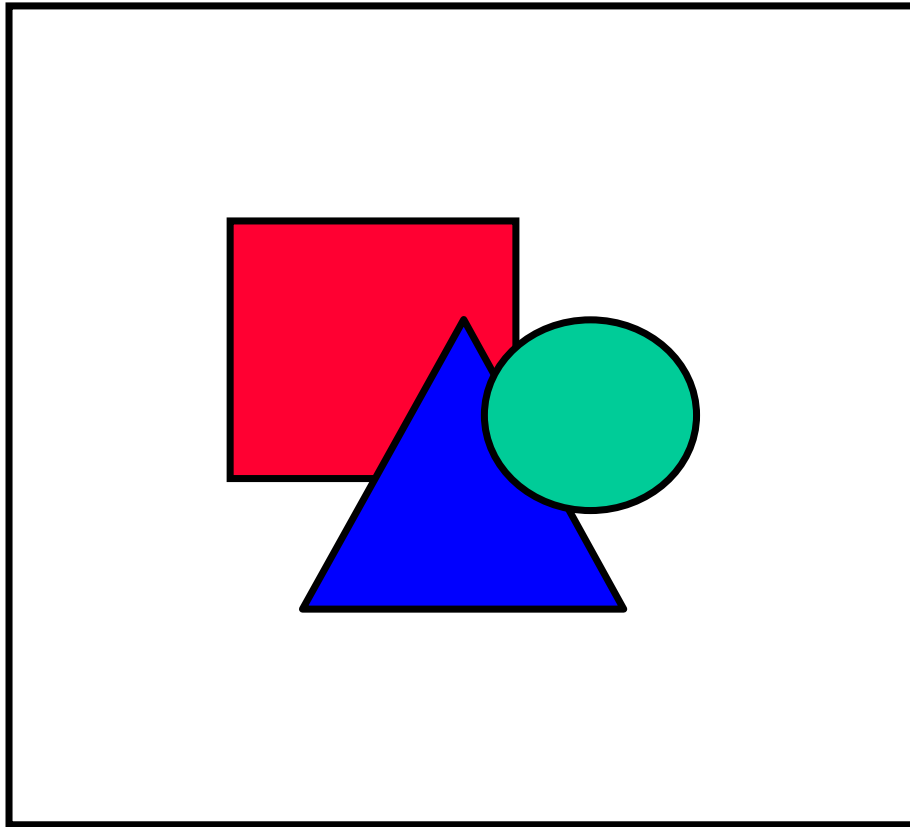


FIG 9.4

9.7 Características y Operación del MCU

La operación de MCU es similar a la del repetidor coaxial. Las funciones de detección de colisión, regeneración, regulación y reformato se siguen realizando, aunque algunos procedimientos han sido rediseñados. La Fig. 9.5 representa el modelo del MCU.

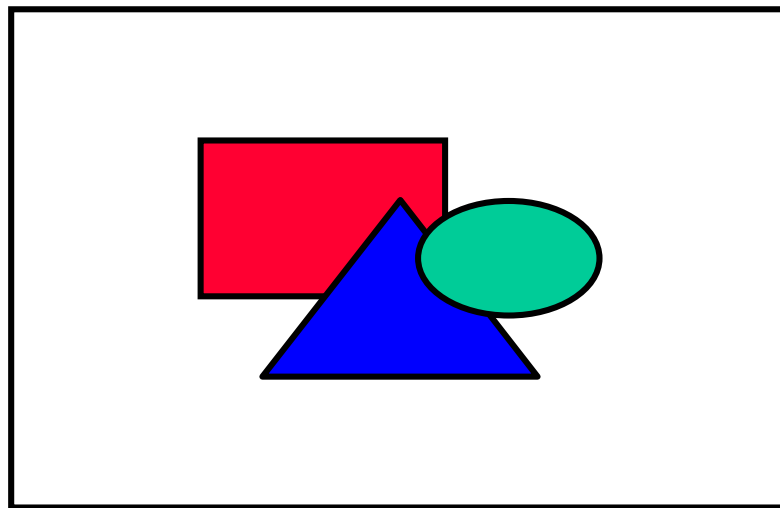


FIG 9.5

La operación de células basadas en reflexión activa o de satélites es:

- Cuando un paquete es recibido en la Interfase coaxial, el satélite lo repite únicamente en la interfase óptica.
- Cuando un paquete es recibido en la interfase óptica, el satélite lo repite en ambas interfaces, en la óptica y en la coaxial.
- Cuando la interfase óptica está recibiendo, y una colisión es detectada en alguna de las dos interfaces, la óptica o la coaxial, el satélite reemplaza la señal que debería de transmitir, por un patrón CP (Colisión Presente), el satélite continua enviando la señal CP hasta que no sense actividad en la interfase óptica. Ninguna acción es tomada en la interfase coaxial, y por lo tanto se continuará repitiendo el paquete recibido colisionado a la interfase óptica.
- El satélite no hace nada cuando la colisión detectada es de la interfase coaxial mientras la célula no está transmitiendo a las estaciones, el paquete colisionado puede ser descargado por la estación, en el conocimiento de que es muy pequeño.

- A diferencia del repetidor, el satélite no bloquea el segmento coaxial, cuando una colisión es detectada en la interfase coaxial. La colisión puede ser detectada por todos los satélites conectados al mismo segmento y una señal excesiva circulará por el cable.

Las funciones básicas de un satélite son :

1. Conversión óptica-a-eléctrica
2. Conversión eléctrica-a-óptica
3. Reflexión óptica-a-óptica
4. Regulación, regeneración y reformato de la señal
5. Detección de Colisión y generación de la señal CP.

El MCU de tierra opera como sigue:

- Cuando una señal es recibida en la interfase coaxial, a diferencia del satélite, la señal no es repetida en la interfase óptica (no hay reflexión óptica).
- Cuando la señal es recibida por la interfase coaxial del MCU terrestre, la repite a la interfase óptica. En este caso, un contador es activado para prevenir que la reflexión de la señal recibida en la interfase óptica sea enviada de nuevo a la interfase coaxial. Durante este periodo los circuitos de detección de colisión, en la interfase óptica, quedan activas, porque es en este momento en el que una colisión puede ocurrir.
- Cuando una colisión es detectada en la interfase óptica, el MCU terrestre envía una señal JAM para informar de la colisión.
- Como en el caso del satélite, el MCU terrestre nunca bloquea al segmento coaxial.

Las funciones básicas de un MCU terrestre son:

1. Conversión óptica-a-eléctrica
2. Conversión eléctrica-a-óptica
3. Regulación, regeneración y formateo de la señal
4. Detección de colisión y generación de la señal JAM.

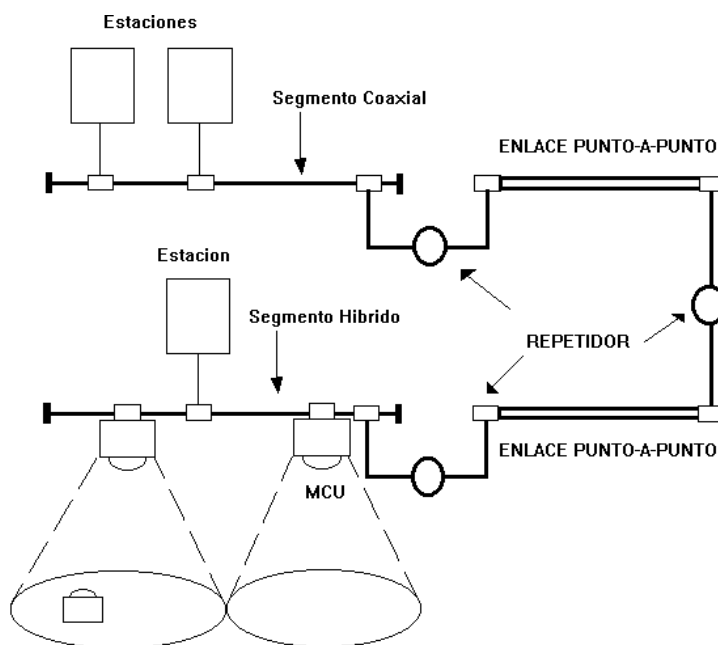
9.8 Configuración de una Red Ethernet Híbrida.

Los nuevos componentes imponen restricciones a la máxima extensión física de la red, como se mencionó un Ethernet coaxial puede tener un máximo de 5 segmentos (3 coaxiales) y 4 repetidores entre 2 estaciones. La Ethernet híbrida debe de respetar estas reglas. Similar situación ocurre en una topología en estrella.

Ahora un MCU será como un repetidor coaxial al momento de la definición de la red, con funciones similares. Algunas restricciones resultan de este factor, dado que la transformación de un paquete entre dos estaciones inalámbricas de diferentes células, se transportará a través de dos MCUs, por ejemplo, si se requiere que 3 segmentos deban de soportar células infrarrojas (segmentos híbridos), entonces el enlace punto-a-punto no puede ser utilizado entre estos segmentos.

La extensión máxima de una red híbrida se obtiene cuando un segmento es híbrido. En la Fig. 9.6 se muestra 1 segmento híbrido + 2 enlaces punto-a-punto + 1 segmento no híbrido, conectados por 3 repetidores coaxiales.

Fig. 9.6



10. RUTEO SIMPLIFICADO PARA COMPUTADORAS MOVILES USANDO TCP/IP

10.1 Introducción

Uno de los protocolos de red más populares es el protocolo de Internet el TCP/IP. Este protocolo es mucho más que el IP (el responsable de la conexión entre redes) y el TCP (el cual garantiza datos confiables). Podríamos en su lugar usar otros protocolos usados en Internet (protocolos de transferencia de correo, administradores de redes, de ruteo, de transferencia de archivos, y muchos más). Todos estos protocolos son especificados por Internet RFC. Todos los protocolos mencionados son de interés para la computación móvil. Sin embargo el protocolo IP fue diseñado usando el modelo implícito de Clientes de Internet (Internet Hosts) donde a cada estación de la red se asigna una dirección, por esto, en el pasado no era permitido que computadoras inalámbricas, se movieran entre redes IP diferentes sin que se perdiera la conexión.

Se explicará un marco dentro del cual las computadoras móviles puedan moverse libremente de un lugar a otro sin preocupación de las direcciones Internet de la red cableada existente. La computadora móvil se "Direcciona" en una nueva "Red Lógica", que no esta relacionada con ninguna otra red existente, entonces manejaremos la topología de esta nueva red, rastreando los movimientos de las computadoras móviles; este sistema opera con 3 tipos de entidades, que son:

- Las Computadoras Moviles (MC)
- El Ruteador Móvil (MR), el cual sirve como guía para la nueva "Red Lógica".
- La Estación Base (BS), la cual es un nodo de las redes existentes y realiza la conexión de datos entre las computadoras moviles y las redes existentes.

El modelo básico es, que las Computadoras Moviles (MC) se conectaran a la Estación Base que este más cerca ó a la que más le convenga, y que la comunicación entre sistemas existentes y computadoras móviles sea realizada por medio de un Ruteador Móvil (MR) que contendrá la dirección Internet de la computadora móvil. El MR realiza la conexión a la "Red Lógica" asociando implícitamente a la dirección IP de la computadora móvil. En la Fig. 10.1 se ilustra el modelo. Entonces el MR y la Estación Base controlan y mantienen la topología de la "Red Lógica". Los Clientes de otras redes pueden comunicarse con la nueva "Red

Lógica" de forma normal. Se intentará explicar el diseño y la implementación de como estas tres entidades cooperan entre sí para mantener la operación de la "Red Lógica".

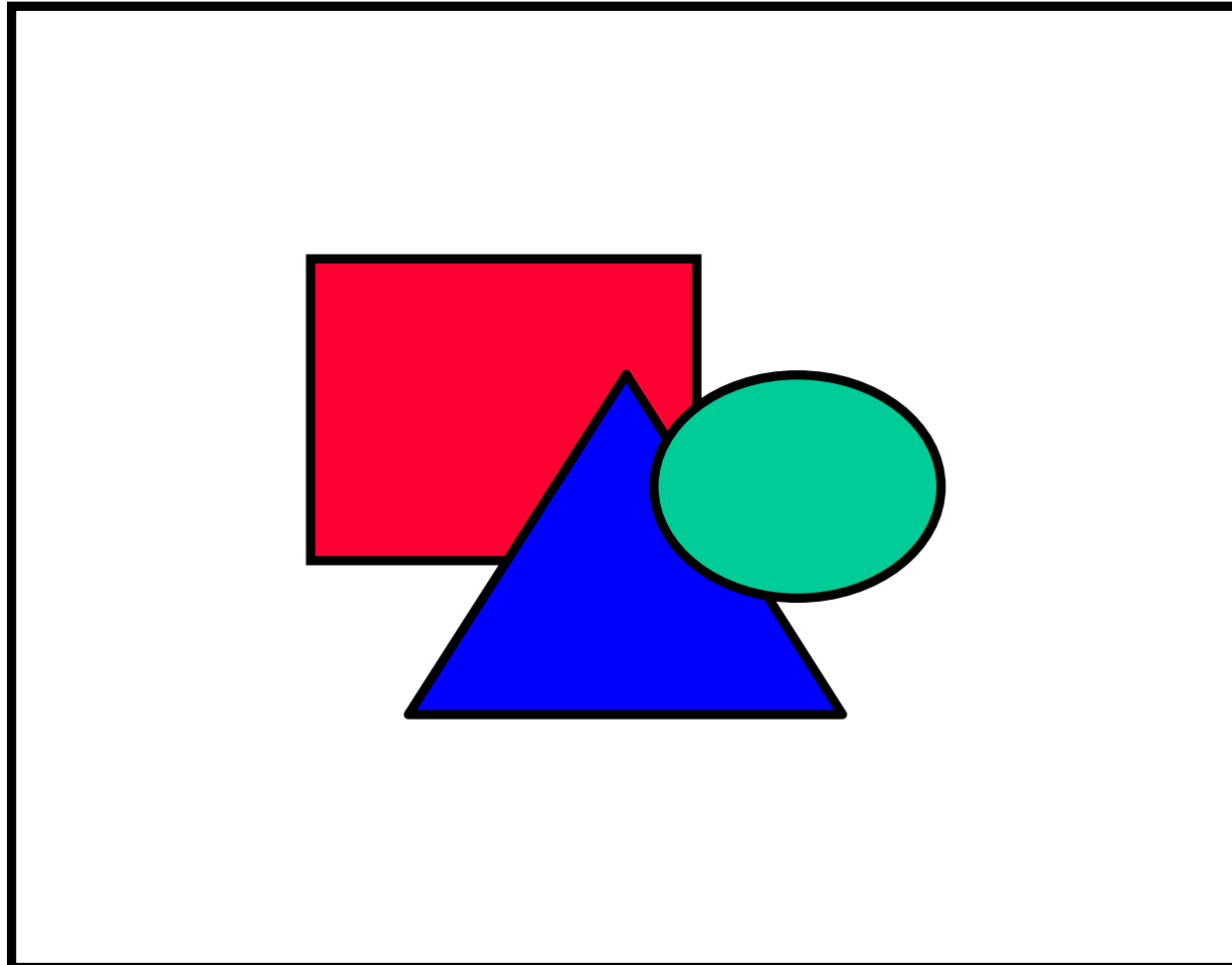


FIG 10.1

Para ver como la solución se adapta en el modelo de Internet de cooperación de redes, las capas de protocolos semejantes deberán ser descritas (estas capas son usadas por el protocolo Internet). El protocolo Internet se describe en la Fig. 10.2.

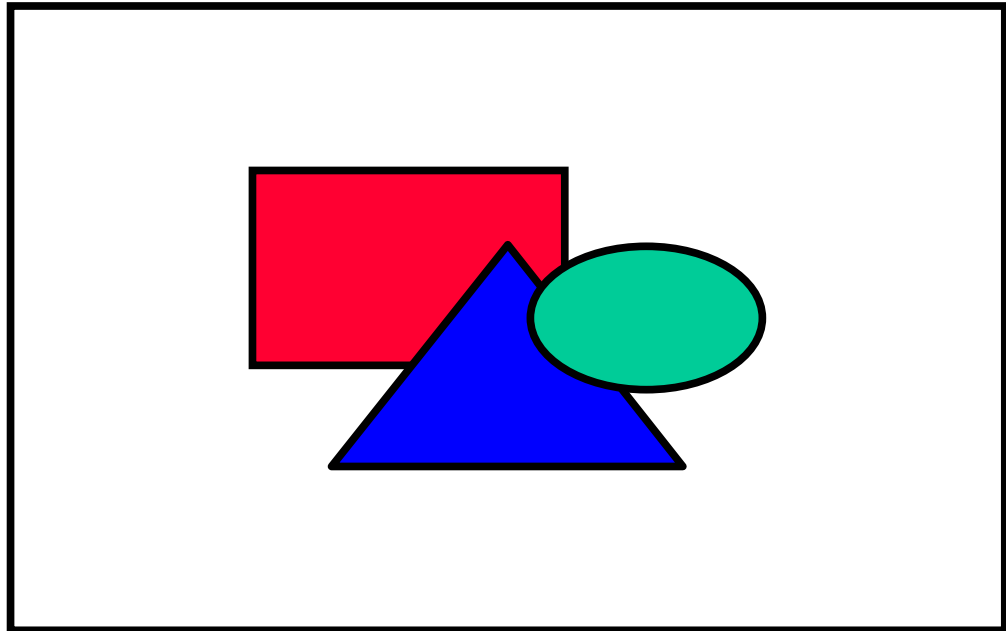


FIG 10.2

El modelo le permite a la MC, pasearse en una red que es "Lógicamente" distinta de otras, podríamos realizar nuestro objetivo modificando la 2^{da} capa del protocolo para que los paquetes sean enviados correctamente a y desde la Red Lógica. Se podría modificar la Capa de Enlace de Datos (DLL). También es posible modificar la capa de TCP, sin embargo en el modelo de "red lógica" debe de tener una implementación natural y que pueda ser utilizada por cualquier red actual. Se asume que es una conexión implementada, entre una computadora móvil y una Estación Base (BS). Por ejemplo la computadora móvil puede tener un enlace de radio frecuencia a la estación de base, también se asume que el problema de superposición de células es resuelto en la capa de Enlace de Datos.

10.2 Solución: Ruteando sobre una red Lógica

El modelo es tan natural en la medida en que proponemos la existencia de una ruta simple de las MCs a la nueva Red Lógica. En este modelo, en el caso de que el paquete enviado a la MC llegue primero al Ruteador Móvil (MR) por medio de la Red Lógica, el procedimiento de ruteo será tan largo como los procedimientos normales. Además, una vez que los paquetes que van a la MC, lleguen a la Estación Base (BS) serán enviados correctamente gracias a la DLL (Capa de Enlace de Datos).

Así, para la entrega de paquetes "Que-Entran" únicamente se requiere que se diseñe un mecanismo para la entrega correcta de paquetes desde el Ruteador Móvil (MR) a la Estación Base que está sirviendo actualmente al Cliente destino.

La entrega correcta de paquetes "que salen" en este modelo es fácil, cuando la Computadora Móvil (MC) transmite un paquete a un Cliente existente, el Ruteador Móvil no manda a todos el paquete, a menos que el destino sea otra computadora móvil dentro de la red lógica. Una vez que la Estación Base reciba el paquete de una MC a un Cliente en la red alamburada, éste será entregado por mecanismos ya existentes. Todas las Estaciones Base (BS) deben enviar paquetes de la MC a la ruta correcta tal y como lo harían para cualquier otro paquete que llegará de otra Estación Base. La transmisión de datos entre dos MCs puede ser manejada por una simple petición a la Estación Base de enviar paquetes a la ruta de la MC destino. Sin embargo, en este caso la optimización se diseñará para manejar transmisiones entre computadoras móviles en la misma célula ó células "vecinas" esta optimización será tratada por un código de casos especiales en la Estación Base .

10.3 ENCAPSULACION NECESARIA

Sin embargo, cuando un paquete llega al MR, no se puede confiar en el ruteo IP normal, porque todos los ruteadores existentes que no tengan información adicional devolverán el paquete de regreso al MR en lugar del BS correcto. Esto provocará un ruteo punto-a-punto entre otras rutas intermedias y será manejable, poco a poco, por las siguientes razones:

- Cada Ruteador Móvil necesitará un ruteo punto-a-punto para cada computadora móvil (para saber la dirección de la BS actual.
- Para actualizar esta información, deberá descartar cada ruta cuando una computadora móvil cambie de lugar.

Este requerimiento para un manejo de información rápido y global, parece llevarlo al fracaso. La solución es mantener la asociación entre las BSs y el MC por medio del MR. Se propone, para obtener paquetes del MR a una BS en particular, un esquema de encapsulación. El MR simplemente "envuelve" el paquete IP destinado a una computadora móvil.

El MR "envuelve" el paquete IP, destinado para la Estación Base. Una vez encapsulado el paquete puede ser entregado usando rutas existentes a la Estación Base, la cual desenvuelve el paquete y lo transfiere a la computadora móvil. La encapsulación no es más que un método por el cual el dato es mandado al Cliente destino, lo cual viola las pretensiones básicas del protocolo Internet por cambiar su localización, no obstante podremos entregarlo usando los mecanismos disponibles en acuerdo con el protocolo. Así la encapsulación protege la parte que viola el problema de direccionamiento de la entidad existente que opera dentro del dominio Internet, así se permite la operación con ellos sin requerir ningún cambio.

10.4 LA ASOCIACION ENTRE MC'S Y ESTACIONES BASE.

Para rastrear la posición de las MCs, cada Estación Base envía una notificación al MR cuando nota que una nueva MC a entrado en su célula. Cuando esto ocurre la responsabilidad de la entrega del paquete a la MC, dentro de una célula, es transferida de la Estación Base anterior a la Estación Base actual, en una transacción llamada "Handoff". En este diseño el "Handoff" es controlada por las Estaciones Bases.

Las Estaciones Base serán "notificadas" cuando una MC entre a su célula, Si éstas son células sobrepuestas, entonces normalmente serán los DLL's, de las Estación Bases las que determinen cual de las dos será la que otorgue el servicio a la MC dentro de la superposición. En los casos de superposición, en los que las DLL's no puedan hacer una elección, el MR esta equipado para determinar esta decisión. Si dos Estaciones Base notifican al MR que ellas desean dar servicio a la Computadora Móvil, el MR seleccionará únicamente una, usando un criterio de selección aprobado.

Otras características que se incluyen en el MR son: la validación de datos, poder en la recepción de señal de la Estación Base, factores de carga, promedios de fallas a la Estación Base y el promedio de paquetes retransmitidos por la MC. El MR del modelo esta equipado con un mecanismo para informar de Estaciones Base y MCs en competencia, para determinar cual Estación Base será la seleccionada para atender a la MC. Una vez selecciona, el DLL realizará transacciones extras tal como la localización del canal, podrán ser realizadas entre la Estación Base y la MC.

Cuando un paquete llega a la Estación Base para una computadora móvil, pero la computadora móvil no se encuentra, se origina un problema

interesante acerca de la correcta disposición del paquete recién llegado. Varias opciones son propuestas:

- El paquete se puede dejar. En muchos casos la fuente solo se olvida del paquete momentáneamente, los datagramas UDP no requieren entrega garantizada, cuando los datagramas llegan a su destino, un protocolo de más alto nivel retransmitirá y retrasará la aplicación destino. Esto no es tolerable en sistemas donde varios usuarios necesitan realimentarse de información.
- El paquete será regresado al MR para su entrega. Si la computadora es encontrada en algún lado, el modelo asume que es un método accesible para la computadora móvil. Pero si ésta se mueve a una nueva célula, entonces, el MR recibirá rápidamente una actualización topológica después de que el movimiento ocurre, y el paquete probablemente será enviado a la célula correcta.
- El paquete puede ser enviado directamente a la nueva célula por la Estación Base anterior. Esta opción ofrece el menor retardo posible, pero el costo es un procedimiento extra cuando una computadora móvil se mueve de una célula a otra. La anterior Estación Base deberá, de algún modo, recibir el nuevo paradero de la computadora móvil, desde la Estación Base actual. Sin embargo, se deberá de ayudar a los paquetes que no lleguen a la anterior Estación Base después de que la computadora móvil sea movida a otra célula nueva o si no los algoritmos de envío serán cada vez más complicados.

Cualquier opción que se tome, dependerá del número de paquetes esperados, usará la información de la topología anterior del MR, y se modificará cuando se determine que sea necesario para ello. Los algoritmos DLLs necesarios para validar las hipótesis de que la conexión de la Estación Base a la MC depende estrictamente de los enlaces físicos, quedan fuera de este trabajo.

10.5 EJEMPLO DE OPERACION

Para ilustrar como las técnicas descritas operan en la práctica, consideramos la secuencia de eventos cuando una computadora se mueve de una célula a otra después de haber iniciado una sección TCP con un Cliente correspondiente.

Para iniciar la sesión, la MC envía un paquete "Para Respuesta" a su Cliente correspondiente, tal y como se haría en una circunstancia normal; si la MC no está dentro de la célula de la Estación Base, entonces la transmisión no servirá. Si la MC está dentro de una célula, en la que ya había estado, será "Adoptada" por la Estación Base que sirve a la célula, y el paquete que se envió, se mandará a la ruta apropiada por el Cliente correspondiente, tal y como ocurre con los paquetes Internet.

Si la MC de momento, no está en servicio de alguna Estación Base, se realizaran instrucciones independientes para obtener este servicio, por algún protocolo, cuyo diseño no afectará la capa de transmisión IP del paquete saliente. En el caso de que la Estación Base mapee su dirección IP constantemente, la MC al momento de entrar a la nueva célula responderá con una petición de servicio a la Estación Base. Las acciones tomadas por la Estación Base y la MC, para establecer la conexión, no afectan al ruteo de paquetes salientes.

En la FIG. 10.3 se muestra como los paquetes serán entregados a una computadora móvil cuando ésta se encuentre todavía dentro de la célula original, y en la FIG 9.4 se indica que se tiene que hacer para entregar el paquete en caso de que la MC se haya cambiado a otra célula.

Cuando un Cliente recibe un paquete de un Cliente móvil, y desea responder, éste enviará los paquetes a la ruta Internet apropiada, configurada para entregar paquetes a la dirección de la MC. Es muy probable que el paquete navegue entre varias redes, antes de que se pueda encontrar entre el Cliente correspondiente y el MR; el MR que da servicio a la célula indicará la dirección de la computadora móvil FIG 9.3.

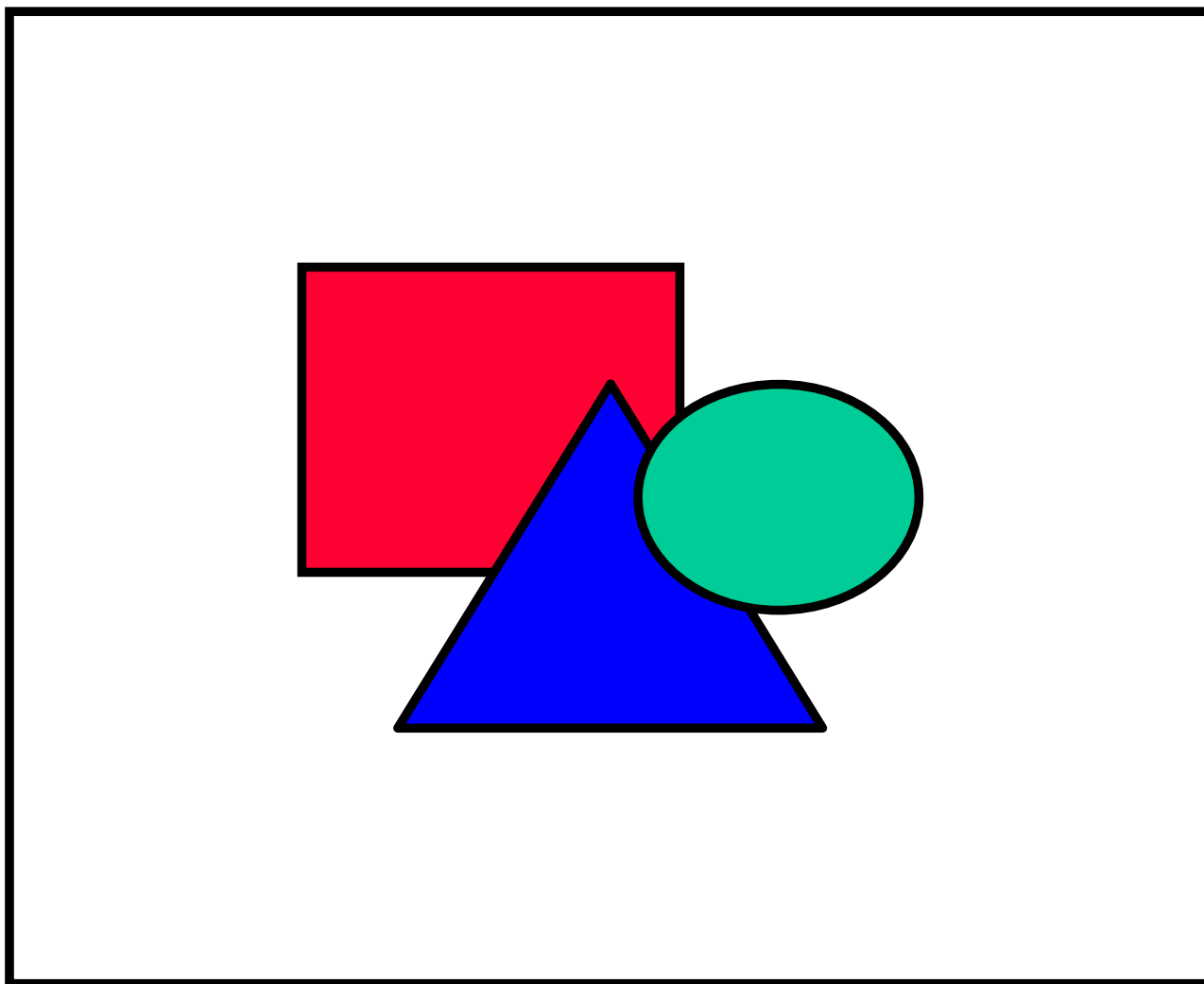
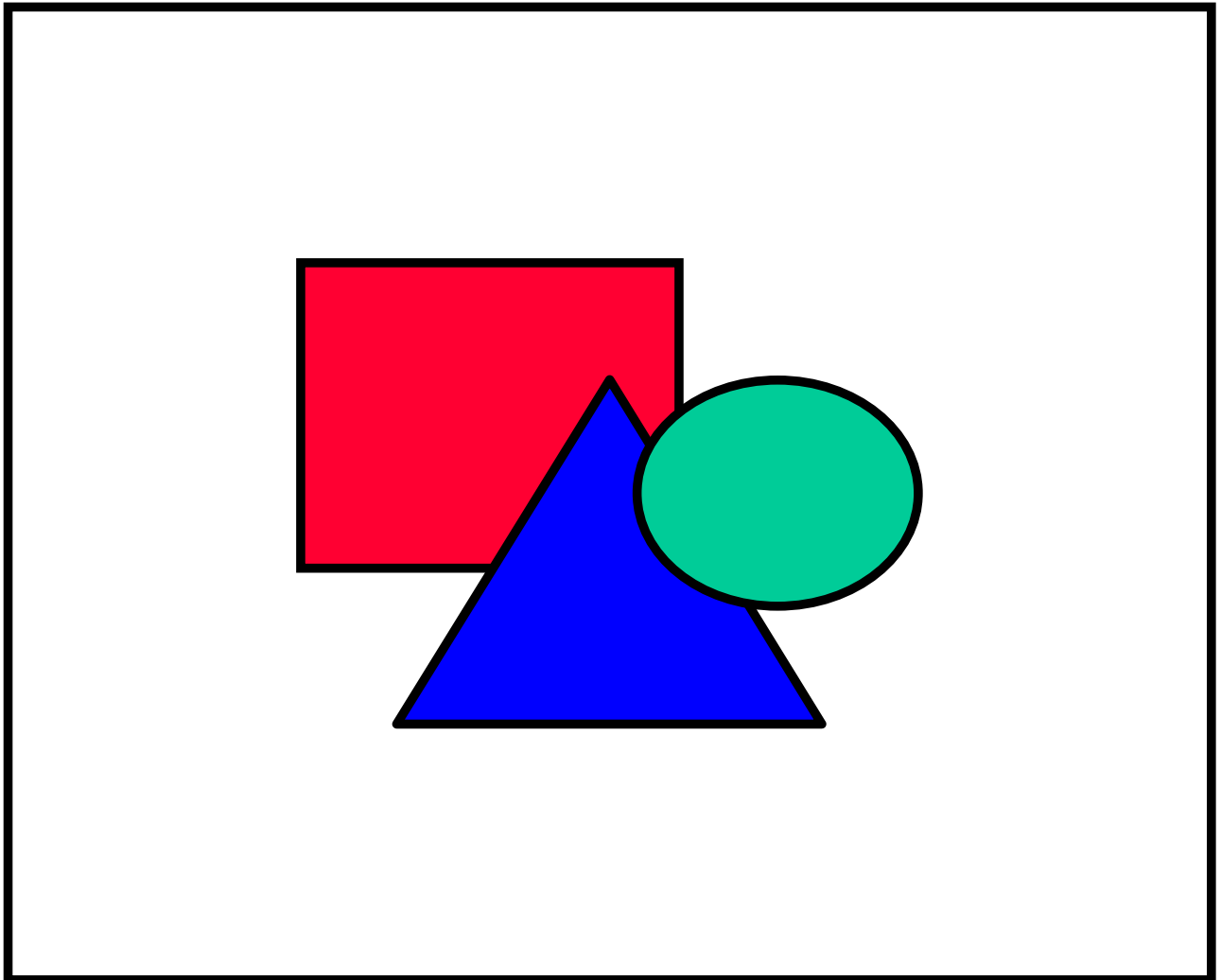


FIG. 10.3

Cuando una computadora móvil se mueve a otra célula, los datos asociados en el Ruteador Móvil (MR) serán actualizados para reflejarlos a la nueva Estación Base que está sirviendo a la MC (VIC). Por consecuencia, cuando el MR es requerido para rutear un paquete a una computadora móvil, presumiblemente tendrá información actualizada con respecto a cual estación base debe de recibir el siguiente paquete. FIG 10.4

**FIG. 10.4**

Para entregar el paquete a la Estación Base, el MR lo encapsula dentro de un nuevo paquete; conteniendo la dirección de la Estación Base, como la dirección IP de destino. Esta encapsulación puede realizarse con un protocolo existente; el IPIP (IP dentro de IP), el protocolo IP número 94, entonces el paquete encapsulado es entregado por técnicas de ruteo IP convencionales a la estación

base apropiada, la cual desenvolverá el paquete original y lo entregará a la computadora móvil (Fig.10.3 y 10.4).

Se debe de asumir que el MR ha sido propiamente notificado de cualquier cambio en la posición del MC. También cualquier contacto futuro del Cliente correspondiente con la MC, dependerá de la localización futura de la MC la cual de alguna manera se encargara de hacerle saber al MR su posición actual.

Así, se considera que la comunicación bidireccional de datos, puede ser mantenida entre MCs y cualquier Cliente cercano (móvil o no), debido a que el MR conoce todas partes de la "Red Lógica" y la dirección de la MC.

Existen varios contrastes entre el modelo presentado, y soluciones existentes para el mantenimiento de conexiones de redes IP para computadoras móviles:

- Los Clientes móviles pueden ser usados en cualquier parte de la red, sus direcciones han sido configuradas dentro de la tabla de rutas en el resto de la red local.
- Se ha utilizado un modelo existente de red con un Ruteo simple, en el diseño, esto permite que las funciones del Ruteador sean distribuidas entre varios sistemas.
- Desde que la información Ruteada es almacenada en el Ruteador, el sistema es protegido contra fallas, en la operación de la Estación Base.
- Los Clientes remotos pueden fácilmente iniciar una conexión de red a cualquier MC en particular, sin buscar en cada Estación Base o rutas locales.
- No se requiere cambio al protocolo TCP.

11. ATM Y LAS REDES INALAMBRICAS

Conceptos previos sobre ATM

La tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode) se basa en la transmisión asíncrona de paquetes de información de longitud fija, llamados células, a velocidades elevadas. El hecho de que las células sean de longitud fija permite que la red las intercale con independencia de su procedencia; es decir, permite intercalar células de distintas fuentes que emiten información de diferentes características cada una de ellas, como voz, datos o imágenes. Así, la información sensible a retardos, como la voz, se puede transmitir conjuntamente con información bursty (ráfagas esporádicas de información seguidas de períodos de muy baja o nula actividad) asociada a la transmisión de datos y con información relativa a imágenes, ya que en una red ATM estos distintos tipos de tráfico aparecen como un flujo de células que comparten un mismo canal físico.

La célula ATM está constituida por una serie de campos que conforman la llamada cabecera de 5 bytes que contiene la información necesaria para transmitir la célula ATM a través de la red, y donde uno de los campos, de 1 bit, está destinado a la corrección de errores. El resto de la célula ATM, de 48 bytes, está destinado a información de usuario, es decir, información generada por una fuente, y se denomina payload.

Una de las características más representativas de ATM es su gran flexibilidad en asignación de ancho de banda ya que, en lugar de reservar una determinada capacidad a cada conexión, el ancho de banda se asigna a petición a través de un proceso de negociación entre el usuario y el operador de red. El usuario que necesita más ancho de banda en un momento dado simplemente utiliza más células ATM, siempre dentro de los límites establecidos en el proceso de negociación. Si el usuario genera más células ATM que lo acordado, un mecanismo de control hace que el exceso de células se descarte o marque para evitar una reducción de la calidad de servicio a los demás usuarios.

Arquitecturas posibles

Existen diferentes posibilidades en cuanto a arquitectura para transportar células ATM sobre un enlace radio. Una de estas arquitecturas es la que emplea ATM encapsulado, que se basa en el envío de las células ATM en paquetes. Para ello, un nodo mantiene las células ATM hasta que consigue un número suficiente para enviarlas todas juntas. De esta forma se logra mejorar la eficacia del enlace pero se producen retardos indeseables. En el contexto de la norma IEEE 802.11, creada para proporcionar especificaciones para entornos LAN de radio, el turnaround del enlace es del orden de 100 microsegundos, considerablemente mayor que la duración de una célula ATM, lo que hace que el ATM encapsulado no resulte especialmente eficaz

en 802.11. Además, los protocolos existentes en la actualidad, como el citado 802.11 y el europeo HiperLAN, no soportan transferencia de información relativa a carga y velocidad desde los nodos a los puntos de acceso.

Otra arquitectura es la conocida como modo de acceso nativo según un enfoque de integración. En este caso, la unidad de información que se transfiere es la propia célula ATM. El punto de acceso trabaja como una extensión del conmutador que proporciona servicio a los nodos manteniendo una secuencia adaptable a las necesidades de tráfico. Mediante esta arquitectura, por su enfoque integrado, se simplifica la gestión de los recursos de red.

Consideraciones finales

La tecnología ATM por radio aparece como una consecuencia natural de la ya comentada convergencia entre el cable y la radio: la filosofía ATM, que se ha generado en torno a la fibra óptica como el medio natural que la sustenta, se extiende ahora al ámbito de la radio para satisfacer las necesidades de los usuarios que requieren una infraestructura de red de extremo a extremo, de altas prestaciones y unificada, todo ello unido a las necesidades, los requerimientos en movilidad y acceso global. Esta extensión de la tecnología ATM se produce tanto en el contexto de las LAN (LAN inalámbricas o wireless LANs) como de las redes troncales (backbones), incluyendo redes públicas. ATM por radio encuentra su campo de aplicación en infraestructuras sin hilos donde la mayor parte de la comunicación es de carácter multimedia, en particular en el ámbito de la telemedicina, la enseñanza a distancia y la telerobótica, entre otros. En resumen, ATM por radio se basa en transportar células ATM sobre un enlace radio en lugar de sobre una fibra óptica, como ocurre en el ATM tradicional. Se trata, pues, de adaptar la filosofía ATM al nuevo medio, de forma que se obtenga el mismo nivel de prestaciones que en la fibra.

12. WIRELESS EN EL PERU

En el Perú la empresa Comsat Perú brinda productos y servicios relacionados con Redes Inalámbricas LAN y WAN, incluyendo el acceso a Internet y sus servicios.

12.1 COMSAT Perú



12.1.1 Orígenes

COMSAT fue creada en 1962 por iniciativa del gobierno norteamericano para implementar sistemas globales de comunicaciones. Cotiza en la Bolsa de Nueva York. Conformó junto con otros países, el consorcio INTELSAT y consorcio Inmarsat, siendo el principal accionista de ambos.

Posee más de 30 años de experiencia en el diseño, desarrollo, implementación, operación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones satelitales, siendo una de las empresas líderes en el mundo dentro de este ámbito. COMSAT Corporation está integrado por: COMSAT World Systems; COMSAT Mobile Communications; COMSAT Laboratories; COMSAT International.

COMSAT Perú es subsidiaria de COMSAT International, existe también en Brasil, México, Colombia, Argentina entre otros. Su sede principal está en Maryland (EEUU).

12.1.2. Evolución

COMSAT International forma asociaciones fuera de los Estados Unidos para proveer Servicios de Comunicaciones Digitales en los ámbitos Doméstico e Internacional. Comienza sus primeras operaciones en Perú en el año 1999, en Argentina empezó en el año de 1991, con la desregulación de la transmisión de datos.

COMSAT Perú espera invertir en nuestro país para desarrollar una infraestructura única en todo el país en redes alternativas a la red de Telefonía Pública Nacional.

12.1.3 Comsat en el Perú

COMSAT Perú es una empresa de servicios de telecomunicaciones dedicada a la provisión e implementación de Redes Virtuales Privadas, interconectando las redes informáticas de los distintos establecimientos de sus Clientes Corporativos. También provee servicios de acceso a la Red Internet a sus clientes y a los ISP (Internet Service Providers).

Empezó sus operaciones en el año de 1999, se encuentra en proceso de expansión. Posee sistemas de comunicaciones propios, satelitales y terrestres.

12.1.4 Servicios

12.1.4.1 Provisión y Gerenciamiento de Redes Digitales Flexibles

Enlaces Satelitales con Tecnología Digital SCPC (Simple Channel Per Carrier). Para sus necesidades de alto tráfico en distancias importantes, como las requeridas para comunicar centros de datos alejados geográficamente con plantas de producción y/o centros regionales en el interior del país, la utilización de enlaces con la tecnología SCPC de COMSAT resulta de la solución óptima, más eficiente y confiable del mercado.

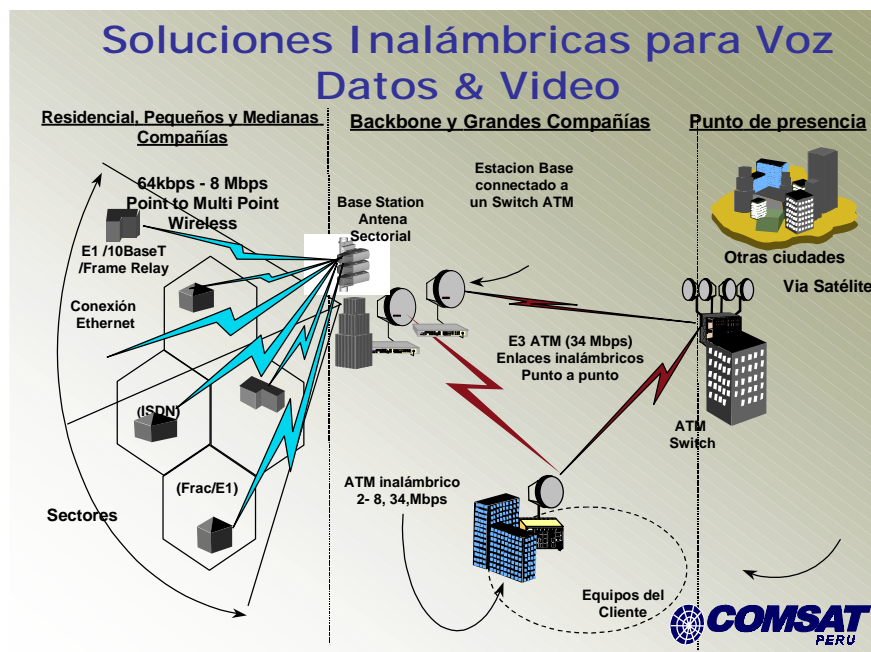
- Integración de gran volumen de datos (tecnología SCPC, Microondas, fibra óptica y ATM Wireless)
- Integración de sistemas de tráfico medio (redes satelitales VSAT, PAMA/DAMA y enlaces terrestres)
- Integración de sistemas de bajo tráfico (redes satelitales VSAT)
- Integración de sistemas por demanda (redes satelitales PAMA/DAMA)
- Redes digitales terrestres (tecnologías Microondas y fibra óptica, ATM inalámbricas)
- Integración de redes combinadas

- Frame Relay
- Up Link y Down de video

12.1.4.2. Soluciones Satelitales para Comunicaciones Móviles

Equipamiento y servicios INMARSAT en standard A, B, C M y Mini M.

Servicios de transporte de señales de teleradiodifusión



12.1.4.3. Soluciones de Transporte de Señales de Teleradiodifusión

Audio y video ocasional permanente

Capacitación interactiva a distancia (IDL),
Videoconferencia

Data broadcast

12.1.4.4. Soluciones de Valor Agregado

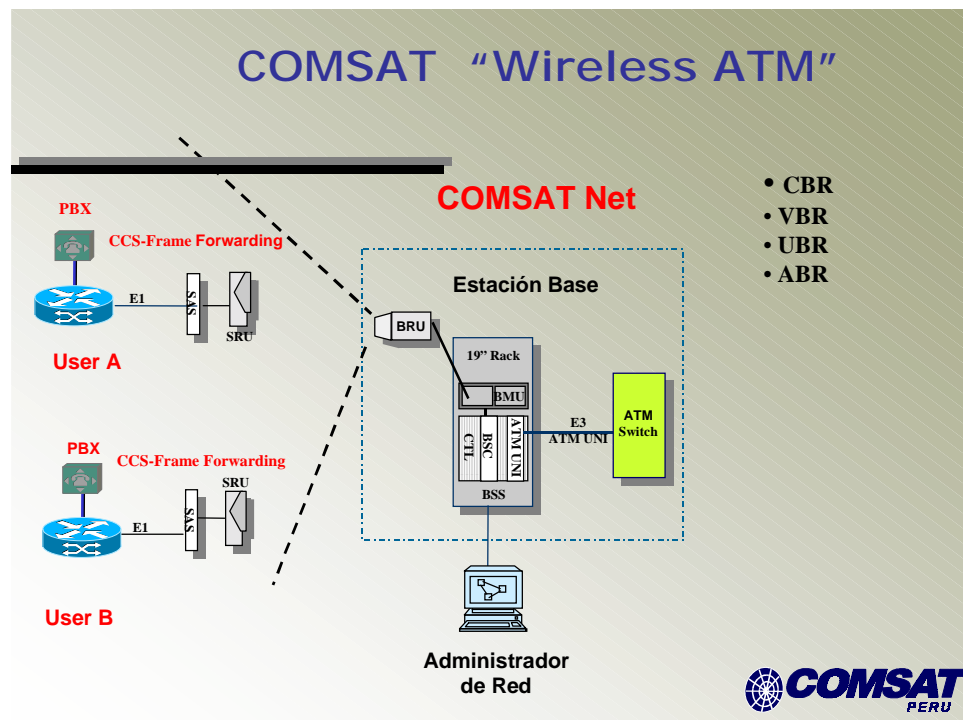
- Acceso a Internet exclusivo o compartido
- Acceso a Internet por cable módem
- Intranet/Extranets
- Web Farming

- Housing y Hosting
- Help Desk
- Videoconferencia nacional e internacional



- **Ventajas que Ofrece COMSAT PERU**

- Primera Compañía en Latinoamérica en ofrecer una Tecnología Wireless ATM inalámbrica de Banda Ancha para soluciones MAN (Metropolitan Area Network).
- Proveer una óptima relación Costo-Beneficio en alta Capacidad de Transmisión
- Soluciones basadas en una Red tipo Malla (Mesh), usando avanzada tecnología de Microondas Digitales Punto a Punto y Punto Multipunto.
- Red dedicada para las corporaciones



CBR: Constant Bit Rate = Velocidad de Bit Constante
 VBR: Variable Bit Rate = Velocidad de Bit Variable
 UBR: Uniform Bit Rate = Velocidad de Bit Uniforme
 ABR: Asymmetric Bit rate = Velocidad de Bit Asimétrico

En la figura de arriba se muestra un diagrama esquemático de una red inalámbrica ATM, en la que se aprecia la estación base, que administra la comunicación inalámbrica entre usuarios. El enlace se realiza a través de radios módems y routers.

12.2 TELEFONICA DEL PERU

Telefónica del Perú ofrece productos para implementar redes LAN inalámbricas. **Wavelan** ® consta de un bridge que permite enlazar un ambiente físico (10Base -T ó 10Base-2) con uno inalámbrico, en Ethernet. La parte inalámbrica actúa como un concentrador (HUB), con la ventaja de tener un ilimitado número de usuarios dentro de su radio de acción (hasta 400 metros en ambientes abiertos). Además Wavelan ® cuenta con opciones de tarjetas de red para computadoras portátiles y de escritorio.

12.2.1 Principales ventajas que ofrece:

Rapidez en la instalación, se integra a ambientes de red Ethernet/IEEE 802.3 existentes.

Versátil por su diseño ultracompacto. En versión mejorada que integra la antena en la misma tarjeta, lo que permite la interconexión a una Lap Top o computadora portátil.

Gran alcance con un rango de cobertura de hasta 400 mts en áreas abiertas y de 38 a 42 mts en ambientes cerrados, dependiendo de la distribución de ambientes.

Regulaciones de calidad en toda la familia de productos Wavelan ®, por estar diseñada de acuerdo a las especificaciones del estándar IEEE 802.11 para redes LAN inalámbricas, y está homologado ante la Dirección General de Telecomunicaciones de acuerdo a leyes peruanas.

Protección: cuenta con diferentes niveles de seguridad que hacen que su red inalámbrica sea totalmente segura ante intrusiones no deseadas.

Servicios simultáneos: se pueden crear diferentes celdas inalámbricas, reduciendo el riesgo de congestión en caso de exceso de usuarios en una misma zona de cobertura.

Total movilidad sin perder conexión en la red, se pueden mover de una celda a otra (Roaming).

Coexistencia con otros sistemas, ya que utiliza la tecnología de Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) o Espectro Disperso de Secuencia Directa a 2.4 GHz permitiendo su coexistencia con otros sistemas inalámbricos en la misma área geográfica.

Información sobre tráfico, por ser una solución administrable vía SNMP incorporado, que permite verificar la carga en el sistema.

Optimización de calidad de señal, por permitir configurar y administrar la red en cada ubicación, facilitando el estudio de campo necesario para el diseño de la red.

12.2.2 Componentes :

WavePOINT II o punto de acceso: es un bridge, que permite la comunicación entre los usuarios inalámbricos y los usuarios de una red cableada tipo Ethernet.

WaveLAN PC Card o tarjeta de red: para computadoras portátiles (Lap Top) que posean slot PCMCIA (estándar). Este producto cumple con el estándar de la IEEE 802.11 para redes LAN inalámbricas.

WaveLAN ISA Card: puede ser colocada en cualquier computadora (desktop) con bus ISA (estándar). Este producto está compuesto por una tarjeta ISA que brinda acceso a dispositivos PCMCIA y la tarjeta PCMCIA.

Antena externa para uso interior, mejora la recepción en un 15% respecto a la antena interna de las tarjetas de red.

Nota.- Todos estos productos son utilizados para transmisión en 2.4GHz.

12.2.3 Características Técnicas

WavePOINT II

- Punto de acceso para interconexión de red cableada a inalámbrica
- Cumple con estándar IEEE 802.11
- Bridge de nivel MAC
- Presentación pequeña y montable en pared
- Soporte 10Base-T, 10Base-2 y SNMP
- Seguridad
- Diseño de 2 slots

Tarjeta WaveLAN PC Card

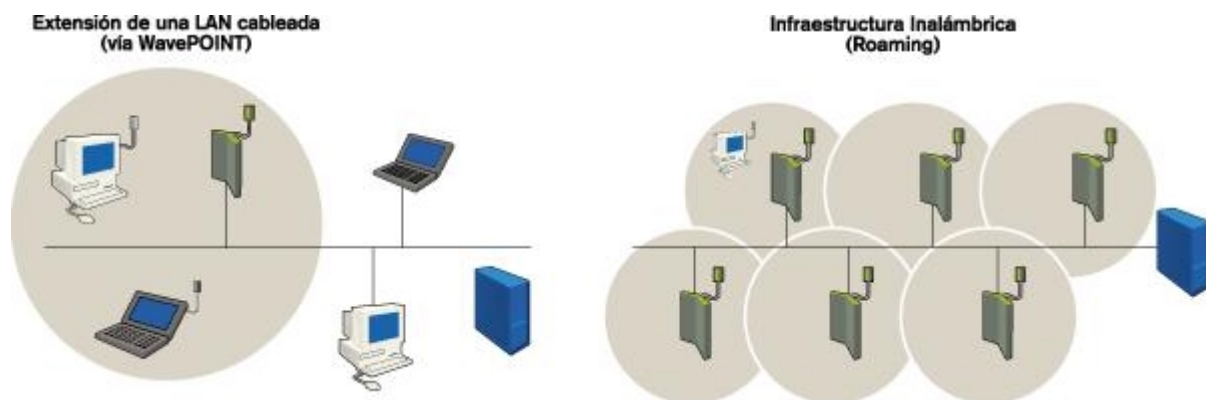
- Para uso en computadoras portátiles
- Interface PCMCIA
- Cumple con estándar IEEE 802.11
- 2 Mbps con tecnología DSSS
- Opera en la banda de 2.4 GHz espectro ensanchado
- Tiene 2 leds (energía y actividad)
- Conector para antena externa
- Operación a 3.3V y 5V

Tarjeta WaveLAN ISA Card

- Para uso en computadoras de escritorio
- Esta tarjeta cuenta con interface ISA para el slot de la computadora y presenta un slot PCMCIA. Gracias a este diseño, utiliza en su interior la misma tarjeta PC Card anterior

Antena externa para uso interior

Permite a las tarjetas de red, 15% adicional de rango de cobertura, utilizable en usuarios críticos.



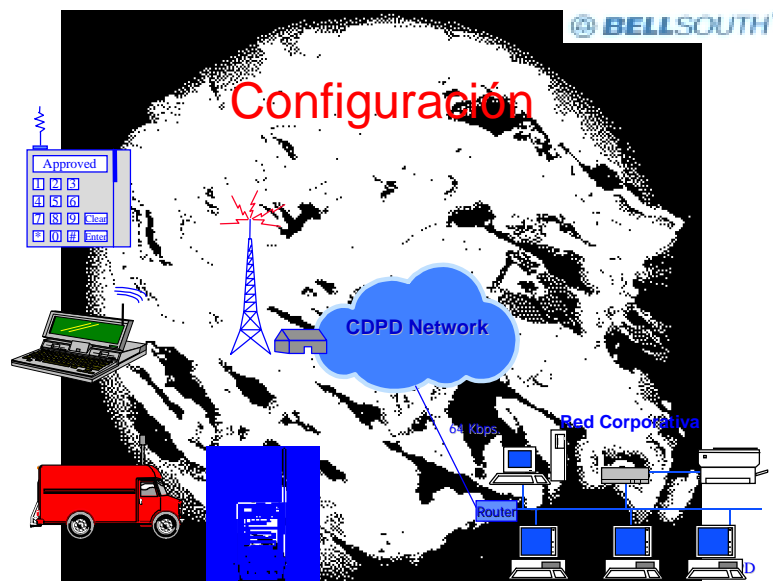
12.3 BELLSOUTH PERU

Ofrece el servicio de transmisión de datos por telefonía celular, denominada CDPD, es un acrónimo de Cellular Digital Packet Data. Es un sistema digital que se superpone a la red celular existente. Este permite a un usuario móvil enviar y recibir datos desde y hacia otras redes de datos, como aplicaciones de e-mail, o para acceder a una computadora central del sistema de información de una compañía.

CDPD es una red del tipo Packet Switch. Esto significa que los datos son enviados en discretos paquetes o pedazos en vez de un fluido continuo. Por consiguiente, CDPD no necesita un canal permanentemente abierto. Resulta económico desde el punto de vista de tiempo y también desde el punto de vista de costos.

Las transmisiones efectuadas a través de los canales celulares tienen tiempo sin utilizar. CDPD aprovecha este tiempo libre detectándolo y lo utiliza en lugar de desperdiciarlo. Empaqueta los datos en pequeños bloques y los envía en cortos paquetes durante estos vacíos. Esto permite al CDPD no sólo mejorar la eficiencia de la red celular si no que pasa completamente desapercibido.

La red CDPD consiste en una intranet basada en el protocolo TCP/IP que no es parte del sistema de voz.. La red CDPD comparte el mismo “espacio aéreo” que el sistema celular, no obstante siguen siendo dos redes separadas. La red CDPD detecta cuando un canal está siendo utilizado por tráfico NO-CDPD y “salta” a un canal no utilizado.



- **Aplicaciones:**

- Rastreo de vehículos.
- Soporte de ventas – transfiera los documentos modificados en línea para ahorrar dinero.
- Point of sale (POS) – verificación de tarjetas de crédito.
- Servicios de Courier – Notables mejoras en el control de distribución.
- Servicios de broadcast/multicast: bolsa, noticias, clima.
- Home Office - acceso a bases de datos, servidores de archivos, e-mail corporativo, etc.
- Control de inventario/operaciones de ventas

13. GLOSARIO DE TERMINOS

FCC:

Federal Communications Commission, Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos

IEEE802.X:

Conjunto de especificaciones de la redes LAN dictadas por el IEEE (the Institute of Electrical and Electronic Engineers). La mayor parte de las redes cableadas cumplen la norma 802.3, especificación para las redes ethernet basadas en CSMA/CD, o la norma 802.5, especificación para las redes Token Ring. Existe un comité 802.11 trabajando en una normativa para redes inalámbricas de 1 y 2 Mbps. La norma tendrá una única capa MAC para las siguientes tecnologías: Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) e infrarrojos. Se están desarrollando borradores de las normas.

Infraestructura de red:

Red inalámbrica centrada en un punto de acceso. En este entorno los puntos de acceso no solo proporcionan comunicación con la red cableada sino que también median el tráfico de red en la vecindad inmediata.

Nodo inalámbrico:

Ordenador de usuario con una tarjeta de red inalámbrica (adaptador).

Microcélula:

El espacio físico en el que un número de dispositivos de redes inalámbricas pueden comunicarse. Puesto que es posible tener células solapándose así como células aisladas los saltos entre células están establecidos por alguna regla.

Multipath:

La variación de la señal causada cuando las señales de radio toman varios caminos desde el transmisor al receptor.

Punto de acceso:

Dispositivo que transporta datos entre una red inalámbrica y una red cableada (infraestructura).

Red independiente:

Red que proporciona (normalmente temporalmente) conectividad de igual a igual sin depender de una infraestructura completa de red.

Roaming:

Movimiento de un nodo inalámbrico entre dos microcélulas. Roaming se da normalmente en infraestructuras de redes construidas con varios puntos de acceso.

Términos de radio frecuencia: GHz, MHz, Hz.

La unidad internacional de medida de frecuencia es el Hertzio (Hz) el cual es equivalente a la unidad antigua de ciclos por segundo. Un MHz es un millón de Hertzios y un GHz son mil MHz (mil millones de Hz). Como referencia: La frecuencia eléctrica utilizada en Europa son 50 Hz y en EEUU son 60 Hz. La banda de frecuencia de radiodifusión AM es 0.55 - 1.6 MHz. La banda de frecuencia de radiodifusión FM es 88 - 108 MHz. Los hornos microondas típicamente operan a 2.45 GHz.

14. BIBLIOGRAFIA

- **3 Com:**
 - <http://www.3com.com/ami/spanish/releases/99/aug0499a.html>
- **Comsat Perú**
 - www.comsat.com/cvi/dni/08672875.html
 - www.comsat.com.ar
- **Monografía sobre Redes inalámbricas**
 - http://www.um.es/~eutsum/escuela/Apuntes_Informatica/Divulgacion/Informatica/redesinalam.html
- **Morcom International**
 - http://www.morcom.com/spanish/wireless_units_spread_sp.htm
- **Universidad de Alcalá de Henares- Lab. de Redes de Computadores**
 - <http://www.arrakis.es/~sergilda/wlan/>
- **Wireless Networks International Inc.**
 - <http://www.wininc.com/>
- **Teléfono del Perú**
 - <http://www.ts.com.pe>