



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.

CAMPUS ARAGÓN

COMUNICACIONES INALÁMBRICAS EN REDES DE DATOS.

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

ELECTRICISTA

(ÁREA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA)

P R E S E N T A N:

GABRIEL ENRIQUE ~~GARCÍA ROMERO~~

FELICIANO RAMÍREZ RAMÍREZ

ASESOR:

ING. ENRIQUE GARCÍA GUZMÁN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

MÉXICO,

2002.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

A mis Padres

GRACIAS

Por su gran amor y paciencia.

Por ese deseo adnegado de impulsarme a ser alguien en la vida.

Por su incondicional apoyo en mostrarme que el ejemplo es el camino ....

A DIOS

Por permitir este momento con ustedes y seguir soñando

ENRIQUE

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

---

**A mis Padres**

**Y familia**

**Gracias a la vida por permitirme este momento y así agradecerles este apoyo moral y la confianza que pusieron en mí, por ese gran afecto y comprensión**

**Con ustedes comparto esta muestra de felicidad y seguir adelante.....**

**FELIX**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

---

## **INDICE**

### **INTRODUCCION**

#### **CAPITULO I**

##### **INTRODUCCIÓN A LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.**

<b>1.1 Redes inalámbricas</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Redes públicas de radio</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Redes infrarrojas</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Redes de radio frecuencia</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Normalización y organismos</b>	<b>8</b>
<b>1.6 IEEE 802.11: Reglas (y libertades) para las W-LAN</b>	<b>13</b>

#### **CAPITULO II**

##### **EL USO DEL ESPACIO, DEL TIEMPO Y DEL ESPECTRO EN REDES DE RADIO FRECUENCIA.**

<b>2.1 Introducción</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Factor de reuso.</b>	<b>30</b>
<b>2.3 Factor de distancia</b>	<b>30</b>
<b>2.4 Puntos de acceso</b>	<b>31</b>
<b>2.5 Aislamiento en sistemas vecinos</b>	<b>32</b>
<b>2.6 Modulación de radio</b>	<b>32</b>
<b>2.7 Eficiencia del tiempo</b>	<b>34</b>
<b>2.8 Limite de la longitud del paquete y su tiempo</b>	<b>35</b>
<b>2.9 Descripción física de las antenas</b>	<b>37</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### **CAPITULO III**

#### **RED DE AREA LOCAL ETHERNET HIBRIDA (COAXIAL/INFRARROJO)**

<b>3.1 Introducción</b>	<b>44</b>
<b>3.2 Descripción de ethernet</b>	<b>45</b>
<b>3.3 Modos de radiación infrarrojos</b>	<b>46</b>
<b>3.4 Topología y componentes de una lan híbrida</b>	<b>48</b>
<b>3.4 Rango dinámico en redes ópticas csma/cd</b>	<b>49</b>
<b>3.5 Operación y características del irmau</b>	<b>50</b>
<b>3.6 Características y operación del MCU</b>	<b>51</b>
<b>3.7 Configuración de una red ethernet híbrida</b>	<b>53</b>
<b>3.8 Estándares</b>	<b>54</b>
<b>3.9 WAP: un nuevo estándar para las comunicaciones inalámbricas</b>	<b>58</b>
<b>3.10 Comparación de estándares inalámbricos</b>	<b>62</b>

### **CAPITULO IV**

#### **RUTEO SIMPLIFICADO PARA COMPUTADORAS MOVILES USANDO TCP/IP**

<b>4.1 Introducción</b>	<b>69</b>
<b>4.2 Solución: ruteando sobre una red lógica.</b>	<b>71</b>
<b>4.3 Encapsulación necesaria</b>	<b>72</b>
<b>4.4. La asociación entre mc's y estaciones base.</b>	<b>74</b>
<b>4.5 Ejemplo de operación</b>	<b>76</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS DE REDES INALAMBRICAS EXISTENTES EN EL MERCADO.**

<i>5.1 Introduccion</i>	<i>81</i>
<i>5.2 Wavelan de at&amp;t</i>	<i>83</i>
<i>5.3 Rangelan2 de proxim inc.</i>	<i>84</i>
<i>5.4 Airlan de soleteck.</i>	<i>85</i>
<i>5.5 Netwave de xircom inc.</i>	<i>86</i>
<i>5.6 Resumen de pruebas realizadas:</i>	<i>88</i>
<i>5.7 ¿Qué productos debería adquirir?</i>	<i>93</i>

### **CONCLUSIONES**

### **GLOSARIO**

### **BIBLIOGRAFIA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

---

## INTRODUCCION

No cabe duda que la cibernética es la ciencia que ha tenido el desarrollo y el crecimiento mas acelerado en los últimos años, pero aunado al fortalecimiento de la industria de la computadora, otras ciencias han encontrado su aplicación dentro de la innovación de dispositivos que nos permitan sacarle mayor provecho a la OC nos estamos refiriéndonos particularmente a las comunicaciones. Ya no es extraño entrar a una empresa y encontrar que existe instalada una red de ara local LAN, la necesidad de compartir recursos para convertirnos en parte importante de un equipo, ha llevado a los creadores del Hardware a pensar en nuevas técnicas de conectividad.

Los enlaces a grandes distancias entre computadoras sin el uso de líneas telefónicas, redes sin cables que bajen y suban por las paredes como extraña decoración , han llevado tanto a la industria de la computación como las comunidades a la creación y rápido desarrollo de productos que permitan que la gente transfiera datos sin el uso de alambres,

No se puede hablar de un simple dispositivo que cubra el campo de la transmisión de datos de forma inalámbrica, ni que resuelve toda la variedad de problemas que involucren la conectividad entre las computadoras portátiles o de escritorio; pero la mayoría de las técnicas de transmisión basan su tecnología en radiación electromagnética, comúnmente llamada radio transmisión, un caso especial es que depende de la luz infrarroja.

Con el uso de ondas electromagnéticas para transmitir información, se puede desarrollar una variedad de formas distintas de difundir los datos, algunas de las mas comunes son las transmisión celular y la transmisión de banda ancha. Todos estos sistemas de comunicación siguen dos acciones básicas, codificar la información de tal forma que esta sea entendible tanto por el transmisor como por el receptor y transmitir la información ya decodificada desde la fuente hasta el destino algunos sistemas de comunicación por computadora agregan datos ala información para utilizar protocolo que nos permita métodos de corrección de error

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

Las ondas de radio son clasificadas de acuerdo a la frecuencia en la que son emitidas, estas frecuencias determinan las propiedades de las ondas la unidad de medida es el Hertz, un ciclo por segundo es el Hz y 3,000-30,000 Khz respectivamente son comúnmente utilizadas para la transmisión de mensajes de AM (amplitud modulada ) y FM (frecuencia modulada); las microondas son las que tienen frecuencias que están por encima de un Gigahertz, estas son muy útiles en los sistemas donde es importante evitar al máximo la interferencia con otras señales de radio que es el caso que nos interesa.

Los sistemas receptores son diseñados para recibir únicamente la información que viaje al ancho de banda, es decir el rango de frecuencia que ellos están esperando para de esta forma evitar la interferencia de otras señales.

De las mas recientes aplicaciones que se han dado a la transmisión de información de esta manera, es el desarrollo de redes inalámbricas y los dispositivos necesarios para esto. La instalación inalámbrica trae dos beneficios obvios, la flexibilidad de cambiar la configuración de la red y la anulación del costo por cableado

También nos ofrece la posibilidad de unir un grupo que trabaje de forma inalámbrica, con una red existente ya cableada actualmente los costos de estas están bajando y sus velocidades se incrementan pero aun se puede considerar altos tomando en cuenta que el equipo de comunicación para una red inalámbrica depende del numero de nodos.

Un dispositivo llamado LAWN (Local Area Wireless Network) nos permite armar una red simplemente conectándolo al puerto serial de cada una de las PC y correr un programa de instalación bajo el sistema operativo, hecho esto podemos transferir archivos y compartir impresoras, desafortunadamente la máxima velocidad de transmisión con LAWN 's es decir 19,200 bits por segundo y no soporta Windows tiene un costo aproximado de 400 dólares por nodo ; cada LAWN incluye cuatro canales, es decir trabaja en cuatro rangos de frecuencia diferentes por lo que se pueden crear cuatro redes separadas por la misma área

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

de trabajó, utiliza transmisión de banda ancha o la emisión simultanea de numerosas ondas de señal diferentes por la banda extensa de frecuencias

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*CAPITULO I*

*INTRODUCCIÓN A LAS COMUNICACIONES  
INALÁMBRICAS.*

---

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN A LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.

#### 1.1 - REDES INALÁMBRICAS.

##### INTRODUCCIÓN

La comunicación inalámbrica puede dividirse en dos categorías: La comunicación inalámbrica en una red de área local, que trataremos aquí, y la comunicación móvil inalámbrica. 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.

*Definición:* Una red de área local inalámbrica o WLAN (Wireless LAN) puede definirse como una red local (Red de comunicación con una cobertura geográfica limitada, relativamente alta velocidad de transmisión, baja tasa de errores y administrada de forma privada) que utiliza ondas electromagnéticas para enlazar los equipos conectados a la red en lugar de los cables coaxiales, de par trenzado o de fibra óptica que se utilizan en las LAN convencionales cableadas. Estos enlaces se implementan básicamente a través de tecnología de microondas y -en menor medida- de infrarrojos.

Las redes locales inalámbricas, (WLANs o Wireless LANs, en inglés), 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.

---

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

También es útil para hacer posibles sistemas basados en plumas. Pero la realidad es que esta tecnología está todavía en pañales y se deben de resolver varios obstáculos técnicos y de regulación antes de que las redes inalámbricas sean utilizadas de una manera general en los sistemas de cómputo de la actualidad.

No se espera que las redes inalámbricas lleguen a reemplazar a las redes cableadas. Estas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica. Mientras que las redes inalámbricas actuales ofrecen velocidades de 2 Mbps<sup>1</sup>, las redes cableadas ofrecen velocidades de 10 Mbps y se espera que alcancen velocidades de hasta 100 Mbps. Los sistemas de Cable de Fibra Óptica logran velocidades aún mayores, y pensando futurísticamente se espera que las redes inalámbricas alcancen velocidades de solo 10 Mbps.

---

<sup>1</sup>Mbps Millones de bits por segundo

---

Sin embargo se pueden mezclar las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una "Red Híbrida" y poder resolver los últimos metros hacia la estación. Se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo y el operador se pueda desplazar con facilidad dentro de un almacén o una oficina. Existen dos amplias categorías de Redes Inalámbricas:

1. De Larga Distancia.- Estas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos (mejor conocido como Redes de Área Metropolitana MAN); sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps.

2. De Corta Distancia.- Estas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre si, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps.

Existen dos tipos de redes de larga distancia: Redes de Conmutación de Paquetes (públicas y privadas) y Redes Telefónicas Celulares. Estas últimas son un medio para transmitir información de alto precio. Debido a que los módems celulares actualmente son más caros y delicados que los convencionales, ya que requieren circuitería especial, que permite mantener la pérdida de señal cuando el circuito se alterna entre una célula y otra. Esta pérdida de señal no es problema para la comunicación de voz debido a que el retraso en la conmutación dura unos cuantos cientos de milisegundos, lo cual no se nota, pero en la transmisión de información puede hacer estragos. Otras desventajas de la transmisión celular son:

La carga de los teléfonos se termina fácilmente. La transmisión celular se intercepta fácilmente (factor importante en lo relacionado con la seguridad).

Las velocidades de transmisión son bajas. Todas estas desventajas hacen que la comunicación celular se utilice poco, o únicamente para archivos muy pequeños como cartas, planos, etc.. Pero se espera que con los avances en la compresión de datos, seguridad y algoritmos de verificación de errores se permita que las redes celulares sean una opción redituable en algunas situaciones.

---

La otra opción que existe en redes de larga distancia son las denominadas: Red Pública De Conmutación De Paquetes Por Radio. Estas redes no tienen problemas de pérdida de señal debido a que su arquitectura está diseñada para soportar paquetes de datos en lugar de comunicaciones de voz. Las redes privadas de conmutación de paquetes utilizan la misma tecnología que las públicas, pero bajo bandas de radio frecuencia restringidas por la propia organización de sus sistemas de cómputo.

### *ANTECEDENTES HISTORICOS*

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, 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...
- Altos precios que reflejan los costes 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, video, etcétera, y además, velocidades de transmisión significativamente menores

## ***1.2.- REDES PUBLICAS DE RADIO.***

Las redes públicas tienen dos protagonistas principales: "ARDIS" (una asociación de Motorola e IBM) y "Ram Mobile Data" (desarrollado por Ericsson AB, denominado MOBITEX). Este último es el más utilizado en Europa. Estas Redes proporcionan canales de radio en áreas metropolitanas, las cuales permiten la transmisión a través del país y que mediante una tarifa pueden ser utilizadas como redes de larga distancia. La compañía proporciona la infraestructura de la red, se incluye controladores de áreas y Estaciones Base, sistemas de cómputo tolerantes a fallas, estos sistemas soportan el estándar de conmutación de paquetes X.25, así como su propia estructura de paquetes. Estas redes se encuentran de acuerdo al modelo de referencia OSI. ARDIS especifica las tres primeras capas de la red y proporciona flexibilidad en las capas de aplicación, permitiendo al cliente desarrollar aplicaciones de software (por ej. una compañía llamada RF Data, desarrollo una rutina de compresión de datos para utilizarla en estas redes públicas).

Los fabricantes de equipos de cómputo venden periféricos para estas redes (IBM desarrollo su "PCRadio" para utilizarla con ARDIS y otras redes, públicas y privadas). La PCRadio es un dispositivo manual con un microprocesador 80C186 que corre DOS, un

---

radio/fax/módem incluido y una ranura para una tarjeta de memoria y 640 Kb de RAM. Estas redes operan en un rango de 800 a 900 Mhz. ARDIS ofrece una velocidad de transmisión de 4.8 Kbps. Motorola Introdujo una versión de red pública en Estados Unidos que opera a 19.2 Kbps; y a 9.6 Kbps en Europa (debido a una banda de frecuencia más angosta). Las redes públicas de radio como ARDIS y MOBITEX jugaran un papel significativo en el mercado de redes de área local (LAN's) especialmente para corporaciones de gran tamaño. Por ejemplo, elevadores OTIS utiliza ARDIS para su organización de servicios.

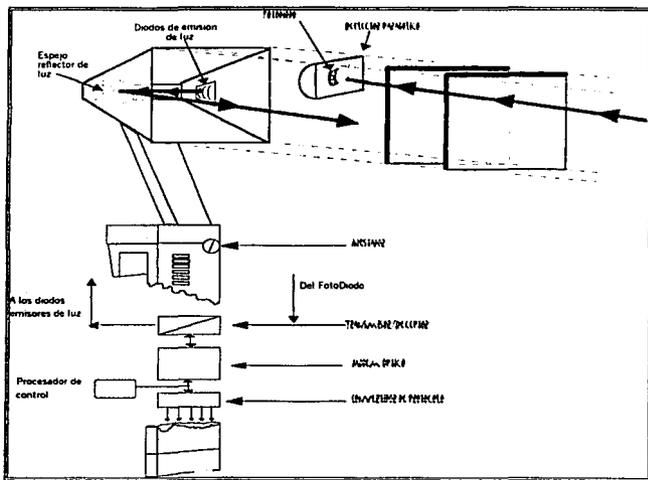
### ***1.3.- REDES INFRARROJAS***

Las redes de luz infrarroja están limitadas por el espacio y casi generalmente la utilizan redes en las que las estaciones se encuentran en un solo cuarto o piso, algunas compañías que tienen sus oficinas en varios edificios realizan la comunicación colocando los receptores/emisores en las ventanas de los edificios. Las transmisiones de radio frecuencia tienen una desventaja: que los países están tratando de ponerse de acuerdo en cuanto a las bandas que cada uno puede utilizar, al momento de realizar este trabajo ya se han reunido varios países para tratar de organizarse en cuanto a que frecuencias pueden utilizar cada uno.

La transmisión Infrarroja no tiene este inconveniente por lo tanto es actualmente una alternativa para las Redes Inalámbricas. El principio de la comunicación de datos es una tecnología que se ha estudiado desde los 70's, Hewlett-Packard desarrolló su calculadora HP-41 que utilizaba un transmisor infrarrojo para enviar la información a una impresora térmica portátil, actualmente esta tecnología es la que utilizan los controles remotos de las televisiones o aparatos eléctricos que se usan en el hogar.

El mismo principio se usa para la comunicación de Redes, se utiliza un "transreceptor" que envía un haz de Luz Infrarroja, hacia otro que la recibe. La transmisión de luz se codifica y decodifica en el envío y recepción en un protocolo de red existente. Uno de los pioneros en esta área es Richard Allen, que fundó Photonics Corp., en 1985 y desarrolló un "Transreceptor Infrarrojo". Los primeros transreceptores dirigían el haz infrarrojo de luz a

una superficie pasiva, generalmente el techo, donde otro transreceptor recibía la señal. Se pueden instalar varias estaciones en una sola habitación utilizando un área pasiva para cada transreceptor. La FIG 1.1 muestra un transreceptor. En la actualidad Photonics a desarrollado una versión AppleTalk/LocalTalk del transreceptor que opera a 230 Kbps. El sistema tiene un rango de 200 mts. Además la tecnología se ha mejorado utilizando un transreceptor que difunde el haz en todo el cuarto y es recogido mediante otros transreceptores. El grupo de trabajo de Red Inalámbrica IEEE 802.11 está trabajando en una capa estándar MAC para Redes Infrarrojas.



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

FIG 1.1

#### 1.4.- REDES DE RADIO FRECUENCIA

Por el otro lado para las Redes Inalámbricas de RadioFrecuencia , la FCC permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilizan 1 Watt de energía o menos, en tres bandas de frecuencia : 902 a 928 MHz, 2,400 a 2,483.5 MHz y 5,725 a 5,850 Mhz. Esta bandas de frecuencia, llamadas bandas ISM, estaban anteriormente limitadas a instrumentos

---

científicos, médicos e industriales. Esta banda, a diferencia de la ARDIS y MOBITEX, está abierta para cualquiera. Para minimizar la interferencia, las regulaciones de FCC estipulan que una técnica de señal de transmisión llamada spread-spectrum modulation, la cual tiene potencia de transmisión máxima de 1 Watt, deberá ser utilizada en la banda ISM. Esta técnica a sido utilizada en aplicaciones militares. La idea es tomar una señal de banda convencional y distribuir su energía en un dominio más amplio de frecuencia. Así, la densidad promedio de energía es menor en el espectro equivalente de la señal original. En aplicaciones militares el objetivo es reducir la densidad de energía abajo del nivel de ruido ambiental de tal manera que la señal no sea detectable. La idea en las redes es que la señal sea transmitida y recibida con un mínimo de interferencia. Existen dos técnicas para distribuir la señal convencional en un espectro de propagación equivalente :

- La secuencia directa: En este método el flujo de bits de entrada se multiplica por una señal de frecuencia mayor, basada en una función de propagación determinada. El flujo de datos original puede ser entonces recuperado en el extremo receptor correlacionándolo con la función de propagación conocida. Este método requiere un procesador de señal digital para correlacionar la señal de entrada.

- El salto de frecuencia: Este método es una técnica en la cual los dispositivos receptores y emisores se mueven sincrónicamente en un patrón determinado de una frecuencia a otra, brincando ambos al mismo tiempo y en la misma frecuencia predeterminada. Como en el método de secuencia directa, los datos deben ser reconstruidos en base del patrón de salto de frecuencia. Este método es viable para las redes inalámbricas, pero la asignación actual de las bandas ISM no es adecuada, debido a la competencia con otros dispositivos, como por ejemplo las bandas de 2.4 y 5.8 Mhz que son utilizadas por hornos de Microondas.

### ***1.5.- NORMALIZACIÓN Y ORGANISMOS***

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 habrá que esperar a junio de 1997 para dar 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.

Existen algunos organismos europeos que colaboran en la definición de normas y recomendaciones en materia de telecomunicaciones y radiofrecuencia. A continuación, una descripción rápida de los más destacados.

---

## **CEPT**

Acrónimo de European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, es la organización de referencia para Europa en materia de telecomunicaciones. Las diferentes Administraciones nacionales de correos y telecomunicaciones participan en la definición de Recomendaciones y Decisiones a nivel general acerca de problemáticas de telecomunicaciones que tendrían que facilitar la integración entre los Países miembros.

## **ERC y ERO**

El ERC (European Radiocommunications Committee) es el foro específico donde las Administraciones nacionales de correos y telecomunicaciones coordinan e implementan los procesos de normalización de las comunicaciones radio en Europa, dentro de la CEPT.

Además de las actividades diarias y los Grupos de Trabajo específicos, el ERC tiene también una oficina permanente, el ERO (European Radiocommunications Office), que representa el punto de referencia para los contactos y el intercambio de la información entre expertos.

Los objetivos principales del ERC son los de coordinar, con los demás órganos dentro de la CEPT, el tema de la comunicación radio en relación con el aspecto más general de las telecomunicaciones, además de desarrollar políticas comunes y coordinar normativas y directrices para las comunicaciones radio en los Países miembros.

## **ETSI**

El ETSI (European Telecommunications Standard Institute) desarrolla las normas europeas de telecomunicaciones y trabaja en colaboración estrecha con las demás organizaciones. El Instituto, merced a la autofinanciación de sus miembros, es autónomo y libre de decidir las políticas y las prioridades en materia de normas.

El ETSI produce documentos llamados ETS (European Telecommunication Standard) que contienen las especificaciones técnicas, las características de los productos para telecomunicaciones y la información técnica necesaria que describe los métodos de ensayo a efectuar para conseguir las homologaciones de los productos respecto de la normativa ETS específica.

---

Un documento ETS puede utilizarlo como base técnica la Unión Europea cuando aborda temas relacionados con las telecomunicaciones.

Otros documentos producidos por el ETSI son: I-ETS (ETS interino), que presentan soluciones provisionales que requieren estudios ulteriores; TBR (Technical Bases for Regulation) que forman el conjunto de las especificaciones que podría utilizar la Comisión Europea a objetos de normativa; ETR (ETSI Technical Report) que proporcionan comentarios y directrices acerca de temas no abordados por los ETS o los I-ETS; además, se producen otros documentos interiores de contenido básicamente técnico.

### **GESTIÓN INTERIOR**

El aspecto de la gestión de las frecuencias en el territorio, la normativa para los usuarios, las modalidades de autorización para el uso (homologación) de los productos son temas que corresponden a cada País europeo. El Gobierno Español, a través de la Secretaría General de Telecomunicaciones del Ministerio de Fomento, tiene el exclusivo derecho a decidir la aproximación relativa a estos aspectos a través de Decretos válidos en el territorio español.

A los diferentes Países europeos se les pide que acepten, dentro de lo posible, las recomendaciones y las Decisiones de la CEPT, con el objeto de facilitar la integración de las telecomunicaciones a nivel europeo. Como se ha visto, a través de su ERC y con el apoyo del ERO, la CEPT tiene por objetivo la armonización de los procedimientos de reglamentación y la adopción de las normas en todos los 43 Países miembros, que mantienen el derecho de decidir a nivel interior.

#### **Ets 300 328**

Otro ejemplo de como las Administraciones locales desempeñan un papel decisivo interno es Francia y España que adoptaron normas diferentes en tema de ensayos de autorización aplicables con arreglo a ETS 300 328.

Esta norma indica las características técnicas de los productos para transmisión de datos a 2,4 GHz con tecnologías Spread Spectrum y las condiciones de los ensayos de homologación correspondientes.

---

Para matizar la importancia internacional de la norma ETS 300 328 cabe recordar la reciente Decisión del ERC, llamada ERC/DEC(96)17, en la que la misma se indicó como referencia a nivel europeo para las telecomunicaciones en la banda 2,4 GHz de los sistemas Spread Spectrum.

A pesar de todo, Francia ha asignado sólo la banda 2,4465-2,4835 GHz para estos productos, mientras que España ha asignado la banda 2,445-2,475 GHz.

Cabe destacar que, a parte esta diferencia, España se ha ajustado completamente a la recomendación CEPT en materia de licencias. A parte la homologación de los equipos, que tiene que efectuarse en España (para ello, puede hacerse referencia a los ensayos realizados en otros países miembros de la Unión Europea), no es obligatorio tener una licencia para el uso de los equipos.

El IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) integra en el capítulo 802 las normas concernientes a las redes locales o Lan: la 802.3 marca los criterios para Ethernet, la .4 para Token ring, etc. En 1990 se constituyó una comisión con el objeto de definir las normas para las redes locales en radiofrecuencia o Wireless Lan, marcando el proyecto con el código 802.11, que contenía tan sólo la parte relacionada con la comunicación por aire. La intención era dar la oportunidad de conectar dos sistemas diferentes y de marcas diferentes de manera que pudieran intercambiar datos, sin preocuparse por definir otros elementos, como por ejemplo los protocolos de transmisión o de red.

Se ha trabajado, por consiguiente, tan sólo en las dos primeras de las siete capas del modelo de comunicación ISO/OSI (véase la tabla de referencia), haciendo hincapié, en cuanto a la segunda, en el Medium Access Control y no en el Logical Link Control.

Pero el tema es más complejo, porque las necesidades de una W-Lan van más allá de la mera conexión "estable" de un transmisor a un receptor: los terminales necesitan también conexiones múltiples al mismo punto de acceso y tienen que poder seguir transmitiendo, incluso pasando de una célula a otra (roaming).

---

## 1.6.- IEEE 802.11: reglas (y libertades) para las W-Lan

### OPCIONES DE CAPA FÍSICA.

Como en Ethernet 802.3 (IEEE) y en estándares del token ring (802.5), la especificación de IEEE 802.11 involucra tanto la capa física (PHY) y la de Media Access Control (MAC). En la capa de PHY, IEEE 802.11 define tres características físicas para las redes de área local inalámbricas: el infrarrojo difundido, amplio espectro de secuencia directa (DSSS), y amplio espectro de salto de frecuencia (FHSS).

Mientras que el PHY infrarrojo funciona en la banda base, los otros dos PHYs basadas en radio funcionan en la banda de 2,4 GHz. Esta última banda de frecuencia es parte de qué se conoce como la banda de ISM, una banda global primordialmente para el uso industrial, científico y médico, pero se puede utilizar para operar los dispositivos inalámbricos del LAN sin la necesidad de licencias de usuario final. Para que los dispositivos inalámbricos sean compatibles tienen que establecerse con el mismo estándar de PHY. Las tres PHYs especifican soporte para el data rate de 1 Mbps y 2 Mbps.

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-
- y luz infrarroja en banda base -o sea 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 costes 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.

#### **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, por lo cual nos limitaremos a indicar las líneas principales, que constituyen el estado de la controversia, en el proyecto de instalación.

---

En resumen para la capa física se define:

- Frecuencia de trabajo: 2,4 GHz Spread Spectrum con ancho de banda de 83 MHz (excepto en Francia que son 40 MHz y España que son 30 MHz);
- Velocidad de transmisión: 1 Mbit/s para FH (con 2 Mbit/s opcional) y 1 ó 2 Mbit/s para DS;
- Modalidad de transmisión: Direct Sequence y Frequency Hopping;
- Direct Sequence: 1 Mbit/s con modulación DBPSK (Differential Phase Shift Keying) y 2 Mbit/s con DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying). Utiliza 5 sub-bandas de 26 MHz centradas en las frecuencias: 2,412, 2,427, 2,442, 2,457 y 2,470. En España, dada la restricción de banda que existe de 30 MHz, sólo se puede usar una banda centrada en la frecuencia 2,460 GHz;
- Frequency Hopping: emplea la modulación GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) de 2 ó 4 niveles. La banda ancha está dividida en 79 bandas de 1 MHz excepto en Francia que son 35 bandas y España que está dividida en 27 bandas. Cada banda está sujeta a un mínimo de 2,5 saltos por segundo, utilizando uno cualquiera de los tres esquemas posibles (22 saltos por cada dato esquema). Ello asegura que cada paquete enviado pueda transmitirse en un sólo salto de manera que la información destruida pueda recuperarse en otro salto.

#### **OPCIONES DE LA CAPA DE ENLACE O CAPA MAC.**

La capa de MAC del 802.11, soportada por una capa subyacente de PHY, se refiere sobre todo a las reglas para tener acceso al medio inalámbrico. Se definen dos arquitecturas de red: la red de infraestructura y la red ad hoc. Una red de infraestructura es una configuración de red para proporcionar comunicación entre clientes inalámbricos y los recursos de la red alámbrica. La transición de datos del medio inalámbrico al alámbrico se hace mediante un Punto de Acceso. El área de cobertura está definida por el Punto de Acceso (AP) y sus clientes inalámbricos asociados, y juntos todos los dispositivos forman un Conjunto de Servicio Básico.

---

Una red Ad Hoc es una arquitectura que se utiliza para soportar la comunicación mutua entre clientes inalámbricos. Creada típicamente espontáneamente, una red Ad Hoc no soporta el acceso a redes alámbricas, y no necesita un AP para ser parte de la red.

**Los servicios primarios proporcionaron por la capa del MAC son como sigue:**

- **Transferencia de Datos**
- Los clientes inalámbricos utilizan un acceso múltiple con sensor de colisión con algoritmo para evitar colisión (CSMA/CA) como el esquema de acceso de medios.
- **Asociación**  
Este servicio permite el establecimiento de conexiones inalámbricas entre los clientes sin y AP's en redes de infraestructura.
- **Reasociación**  
Esto ocurre además de la asociación cuando un cliente inalámbrico se mueve de un Conjunto de Servicio Básico (BSS) a otro. Dos Conjuntos de Servicios Básicos adjuntos forman un Conjunto de Servicio Extendido (ESS) si son definidos por un ESSID común. Si se define un ESSID común, un cliente inalámbrico tendrá "roaming" de un área a otra. Aunque la reasociación se especifica en 802,11, el mecanismo que permite que la coordinación de AP-to-AP que maneja el "roaming" no se especifica.
- **Autenticación**  
La autenticación es el proceso de probar la identidad del cliente, y en IEEE 802.11 este proceso ocurre antes de que un cliente inalámbrico se asocie a un AP. Por defecto, los dispositivos IEEE 802.11 funcionan en un sistema abierto, donde esencialmente cualquier cliente inalámbrico puede asociarse a un AP sin control de permisos. La autenticación verdadera es posible con el uso de la opción 802,11 conocida como privacidad equivalente alámbrica o WEP, en donde una clave compartida se configura en el AP y sus clientes. Solamente esos dispositivos con clave compartida válida se podrán asociar al AP.

- **Privacidad**

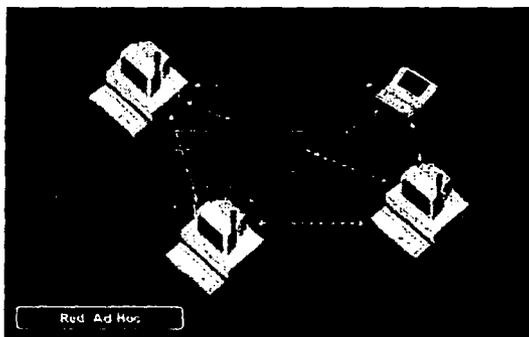
Por defecto, los datos se transmiten "al aire"; cualquier dispositivo que cumpla con la norma 802.11 puede, potencialmente "escuchar" como en el tráfico de PHY 802.11 que está dentro de rango. La opción WEP cifra los datos antes de que se envíe inalámbricamente, usando un algoritmo de cifrado de 40-bit conocido como RC4. La misma Clave Compartida usada en la autenticación se utiliza para cifrar o para descifrar los datos; así solamente los clientes inalámbricos con la Clave Compartida exacta pueden descifrar correctamente los datos.

- **Manejo de Potencia**

IEEE 802,11 define dos modos de potencia, un Modo Activo, donde un cliente inalámbrico es habilitado para transmitir y recibir y un modo Economizador, donde un cliente no es capaz de transmitir o de recibir, pero consume menos potencia. El consumo de energía real no se define y es dependiente sobre la puesta en práctica.

*El estándar establece dos 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

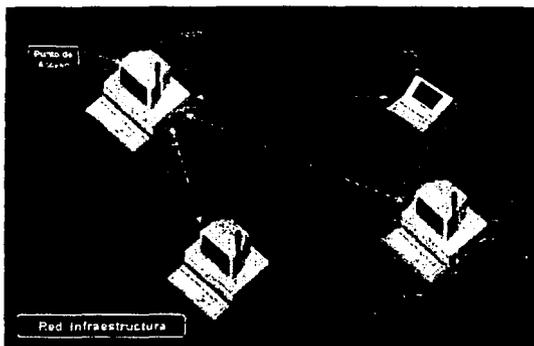


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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-.

Es aquella en la que todos los ordenadores (de sobremesa y/o portátiles) provistos de tarjetas de red inalámbrica trabajan en orden jerárquico, por el que uno de los



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ordenadores de la red es el punto de enlace entre todos los PCs de la misma red. Desde ese ordenador se lleva el control de acceso, como medida de seguridad del resto de los equipos que forman parte de la red.

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.

*Los diversos mecanismos de acceso que se han propuesto e implantado para WLANs caen en dos categorías:*

Protocolos con arbitraje (FDMA, TDMA)

Y protocolos por contención -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/CD) 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 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 evicción de colisión (CSMA/CA), introduce una variante en el algoritmo anterior: La mayor probabilidad de tener una colisión en CSMA/CD 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

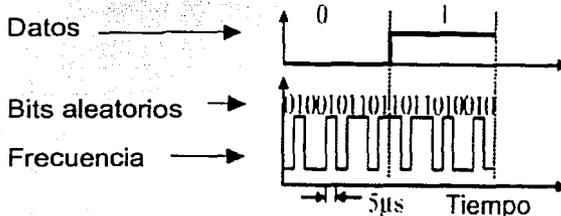
transmitan) y cuál va a ser la duración de la transmisión. Estos nodos dejarán de transmitir durante el tiempo indicado por el NAV más un intervalo extra de backoff (tiempo de retroceso) aleatorio. Si no encuentra problemas, responde con una autorización (CTS) que permite al solicitante enviar su trama (datos). Cuando el punto de acceso ha recibido correctamente la información, envía una trama de reconocimiento (ACK) notificando al transmisor.

### SEGURIDAD

Para evitar la detección de señales por personas no deseadas en redes inalámbricas se pueden utilizar varios métodos:

#### 1. Espectro expandido con secuencia directa(DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum).

Este método combina una cadena de dígitos con otra de bits pseudo-aleatorios mediante una XOR. Con esto conseguimos que la señal resultante tenga la misma frecuencia que la secuencia de bits.



Permite hasta 7 canales de 1 y 2Mbps.

Expandir la información de la señal sobre un ancho de banda mayor, para dificultar las interferencias.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

## **2. Espectro expandido con salto en frecuencias (FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum).**

Este método consiste en emitir la señal sobre una secuencia de radio frecuencias aparentemente aleatoria. En cada fracción de segundo se salta de frecuencia. El receptor capta el mensaje saltando de forma sincrónica sobre la misma secuencia de frecuencias.

Con esta técnica se transmite de forma segura, aunque depende el algoritmo de generación de números aleatorios y la semilla escogida. Este método prácticamente ya no se utiliza.

## *CAPITULO II*

# *EL USO DEL ESPACIO, DEL TIEMPO Y DEL ESPECTRO EN REDES DE RADIO FRECUENCIA.*

---

## CAPITULO II

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

#### 2.1.- INTRODUCCION

##### SEÑALES DE RADIO

Existen dos técnicas de transmisión de radio, dependiendo del espectro utilizado:

➤ Espectro sencillo de radio

Es similar a transmitir desde una emisora de radio. El usuario sintoniza el emisor y el transmisor a una cierta frecuencia. Esto no requiere una línea de visión porque el rango de difusión es 5000. Sin embargo, debido a que la señal es de alta frecuencia, no puede traspasar acero o paredes gruesas. Además es relativamente lento, en un rango de 4,8 Mbps. Los clientes se suscriben a este método desde un servicio proporcionado por Motorola.

➤ Radio de amplio espectro.

La radio de amplio espectro emite señales en un rango de frecuencias. Esto ayuda a evitar los problemas de comunicación de espectro sencillo. Las frecuencias disponibles están divididas en canales. Los adaptadores de amplio espectro sintonizan en un canal específico por una determinada longitud de tiempo y entonces cambian a un canal diferente.

Una secuencia de saltos determina el timing, y los ordenadores en la red están todos sincronizados al salto de tiempo. Para evitar que usuarios no autorizados escuchen la transmisión, el emisor y el transmisor utilizan un código.

---

La típica velocidad de 250Kbps hace este método mucho más lento que los otros. Sin embargo, algunas implementaciones pueden ofrecer velocidades de hasta 2 Mbps sobre distancias de 2 millas al exterior y 400 pies en interior.

Esta es un área donde la tecnología actualmente proporciona una verdadera red sin hilos. Por ejemplo, 2 más ordenadores equipados con tarjetas Xircom Credit Card Netware y un sistema operativo como Windows 95 o Windows NT pueden actuar como una red peer-to-peer sin cables que los conecten. Sin embargo, si tienes una red existente basada en servidor NT puede enlazar la red de más arriba en ésta añadiendo un punto de acceso (Netware Access Point) a uno de los ordenadores en la red de NT.

### *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-

#### *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 EUA) 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 m<sup>2</sup> 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.

### *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 Comission), 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 por lo 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:*

*Modulación - Proceso por el que se transforma una señal digital en una señal analógica que pueda ser enviada a través del canal hasta el receptor, que realizara 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.
- C. 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.
- D. 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.

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.

---

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:

- 1.- Es necesaria una relación señal-interferencia, para una comunicación correcta.
- 2.- Se requiere de un margen expresado en estadísticas para generar esta relación, aún en niveles de señal variables

---

3.- 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.

4.- 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.

## **2.2.- 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.

## **2.3.- 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.

---

#### 2.4.- 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 :

- 1.- La antena del repetidor debe de estar a la altura del techo, esto producirá una mejor cobertura que si la antena estuviera a la altura de la mesa.
- 2.- La antena receptora debe de ser más compleja que la repetidora, así aunque la señal de 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  $0^\circ$  y los  $30^\circ$  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.

### **2.5.- 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:

- 1.- El tamaño del grupo de Reuso puede ser pequeño ( 4 es el valor usado, y 2 es el deseado).
- 2.- 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.

### **2.6.-MODULACION DE RADIO.**

El espectro disponible es de 40 MHz, según el resultado de APPLE y 802.11 La frecuencia es "Desvanecida" cuando en una segunda o tercera trayectoria, es incrementada o decrementada la amplitud de la señal. La distribución de probabilidad de este tipo de "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  $\mu$ 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, proporcionaran 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.

---

## 2.7.-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.
  - a.- No debe de haber tiempos fijos entre la transmisión-recepción.
  - b.- 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.
  - a.- Un factor de Reuso, es más eficiente por un uso secuencial del tiempo que por una división geográfica del área.
  - b.- Para la comunicación en una área, se debe de considerar la posibilidad de que en áreas cercanas existan otras comunicaciones.
  - c.- 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.

### ***2.8.- LIMITE 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.  $\mu\text{seg}$ . y un factor de Reuso de 4, utiliza menos de 600  $\mu\text{seg}$ . Un mensaje de 600 octetos utiliza 400  $\mu\text{seg}$ . a una velocidad de transmisión de 12 Mbs, los 200  $\mu\text{seg}$ . que sobran pueden ser usados para solicitar requerimiento pendientes. El tiempo marcado para un grupo de Reuso de 4 puede ser de 2,400  $\mu\text{seg}$ . 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 video y voz de voz, etc. La opción es, si:

1.- El medio físico puede multiplexar de tal manera que un paquete sea un conjunto de servicios.

2.- 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.

## 2.9.- DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LAS ANTENAS

### ANTENA MODELO ANT0008

#### Características

Antena directiva de 8 dBi ganancia

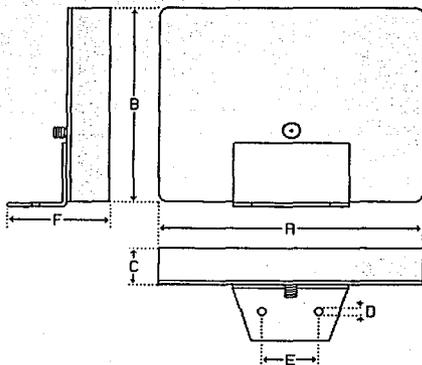
Frecuencia de trabajo 2.400 - 2.485  
MHz

Ángulo de apertura 60°  
horizontal

Ángulo de apertura 65°  
vertical

Relación D/A 20 dB

Peso 460 grs.

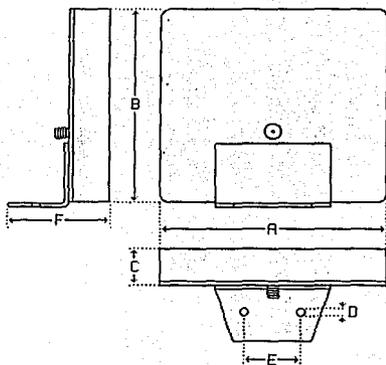


#### Dimensiones

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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Antena modelo ANT0014



### Características

Antena directiva de 8 dBi ganancia

Frecuencia de trabajo 2.400 - 2.485  
MHz

Ángulo de apertura 45°  
horizontal

Ángulo de apertura 33°  
vertical

Relación D/A 28 dB

Peso 175 grs.

### Dimensiones

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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### INSTRUCCIONES PARA EL MONTAJE DEL CABLE EN LAS ANTENAS

**Modelo ANT0008 de 8 dBi de ganancia Y Modelo ANT0014 de 14 dBi de ganancia**

1. Las antenas modelos ANT0008 y ANT0014 disponen en su parte posterior, de un conector estándar tipo "F" hembra.
2. Ambos modelos se suministran con :
  - Cable adaptador de 30 cms., terminado en un extremo con un conector tipo "SMA" macho (para el lado de la tarjeta inalámbrica) y en el otro extremo con un conector tipo "BNC" hembra.
  - Una funda protectora para conector tipo "F" macho aéreo.

---

3. Los cables recomendados, para la conexión entre la antena y el cable adaptador, por su muy baja atenuación (entre 0,2 y 0,4 dB/metro en la banda de 2,4 GHz), son los del siguiente cuadro.

MARCA	TIPO	Ref. Fabricante
TELEVES	T-100	2147
NORDIX	CM-305/AG	-
IKUSI	CCT-170	2502

4. Los conectores que se requieren, para el cable de conexión entre la antena y el cable adaptador, son:

- Para el lado de la antena, conector tipo "F" macho aéreo.
- Para el lado del cable adaptador, conector tipo "BNC" macho aéreo. (En caso de no disponer de este conector, sustituirlo por uno tipo "F" macho aéreo y utilizar un adaptador "F-BNC" aéreo).

5. Cuando realice el montaje de los conectores - indicados en el ítem. 4 - en el cable de conexión entre la antena y el cable adaptador, **NO OLVIDE** introducir la funda protectora del conector tipo "F" macho aéreo, antes de cerrar uno de los extremos del cable con el conector.

- La funda protectora debe quedar completamente ajustada sobre el aluminio de la parte trasera de la antena, a fin de que evite la entrada de agua y el deterioro de los conectores de la antena y del cable.
- Se recomienda utilizar silicona para sellar el contacto entre la funda protectora y el aluminio.

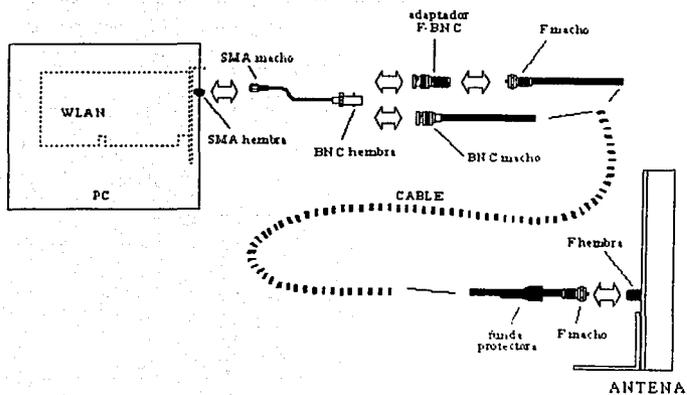


DIAGRAMA DE CONEXIONADO

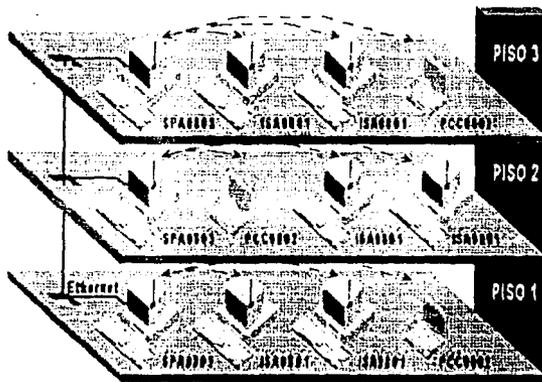
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

## APLICACIONES TÍPICAS

### 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



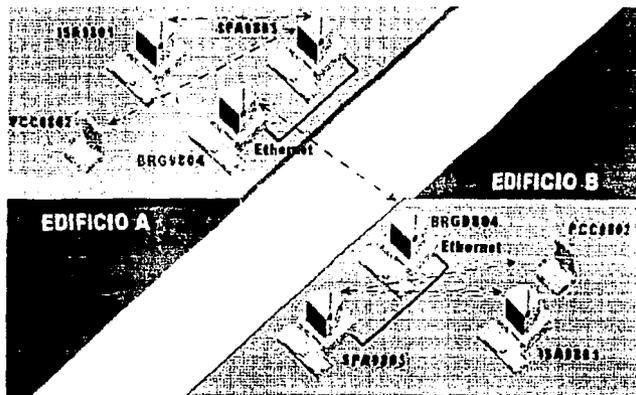
inalámbricas independientes, mediante un mínimo cableado Ethernet, en aquellas situaciones de cobertura límite de las antenas debido a obstáculos importantes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

### 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.



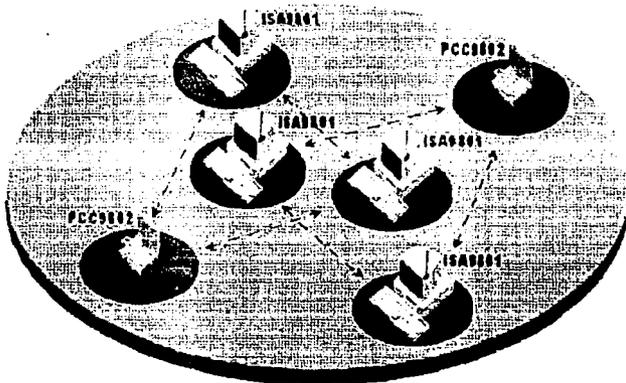
Para una situación similar entre dos redes Ethernet existentes, el *Puente BRG9804* permite enlazar ambas inalámbricamente salvando vía radio los obstáculos que impedían su unión mediante un cable.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

### Redes inalámbricas en el mismo 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.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*CAPITULO III*  
*RED DE AREA LOCAL ETHERNET HIBRIDA*  
*(COAXIAL/INFRARROJO)*

---

## *CAPITULO III*

### *RED DE AREA LOCAL ETHERNET HIBRIDA (COAXIAL/INFRARROJO)*

#### *3.1.- INTRODUCCION*

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 acceder 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:

- 1.- El rango de requerimientos de usuario impiden el soporte simultáneo de estaciones fijas, móviles y estaciones vehiculares.
- 2.- 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. 3.1.

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

FIG 3.1

### 3.2.- DESCRIPCION 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.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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

### 3.3.- MODOS DE RADIACION 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. 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3).

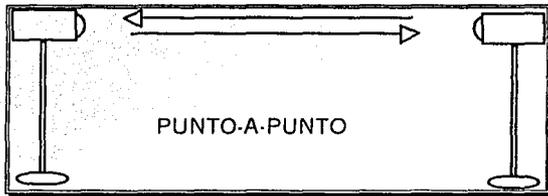


FIG 3.2.1

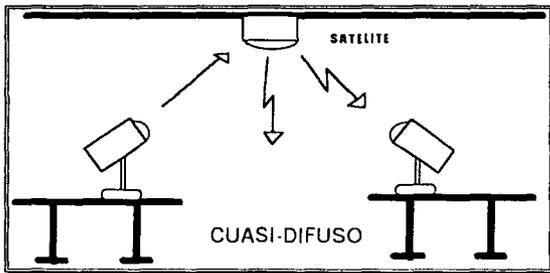


FIG 3.2.2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

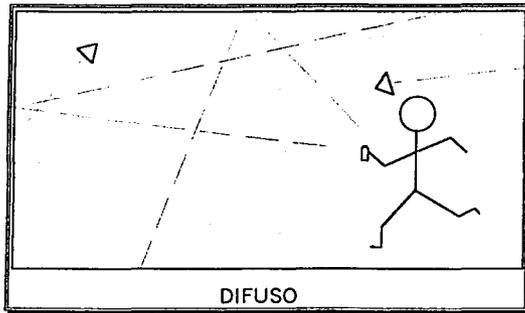


FIG 3.2.3

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 sí, 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).

### ***3.4.- TOPOLOGIA Y COMPONENTES DE UNA LAN HIBRIDA***

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. 3.3 donde se incluyen células basadas en ambas reflexiones pasiva y de satélite.

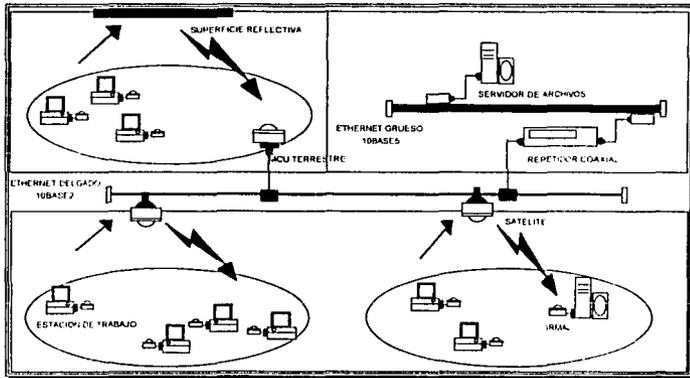


FIG 3.3.

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.

### 3.5.- RANGO DINAMICO EN REDES OPTICAS 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 tienda a cero, se tenderá al protocolo de CSMA.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

---

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.

### **3.6.- OPERACION Y CARACTERISTICAS DEL IRMAU**

La operación de IRMAU es muy similar al MAU coaxial. Unicamente el PMA (Conexión al Medio Físico ),y el MDI (Interfase Dependiente del Medio) son diferentes FIG 3.4. El IRMAU debe de tener las siguientes funciones :

Recepción con Convertidor Optico-a-Eléctrico.

Transmisión con Convertidor Eléctrico-a-Óptico

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.

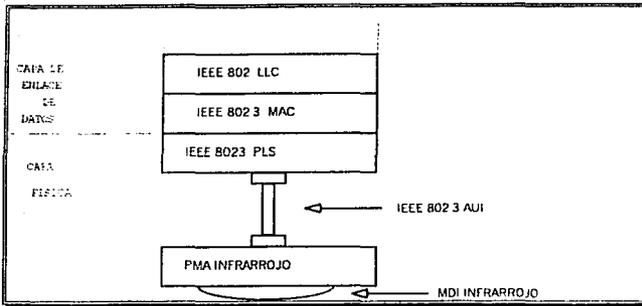


FIG 3.4

### 3.7.- CARACTERISTICAS Y OPERACION 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. 3.5 representa el modelo del MCU.

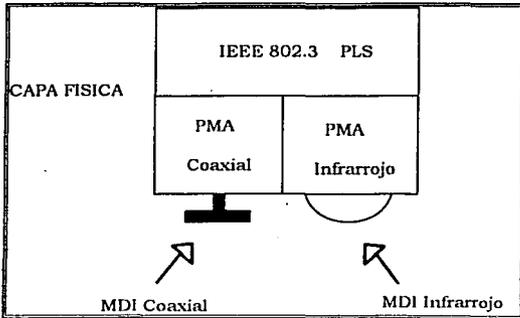


FIG 3.5

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

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 :

Conversión óptica-a-eléctrica

Conversión eléctrica-a-óptica

Reflexión óptica-a-óptica

Regulación, regeneración y reformato de la señal

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:

Conversión óptica-a-eléctrica

Conversión eléctrica-a-óptica

Regulación, regeneración y formateo de la señal

Detección de colisión y generación de la señal JAM.

### ***3.8.- CONFIGURACION DE UNA RED ETHERNET HIBRIDA.***

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.

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. 3.6 se muestra 1 segmento híbrido + 2 enlaces punto-a-punto + 1 segmento no híbrido, conectados por 3 repetidores coaxiales.

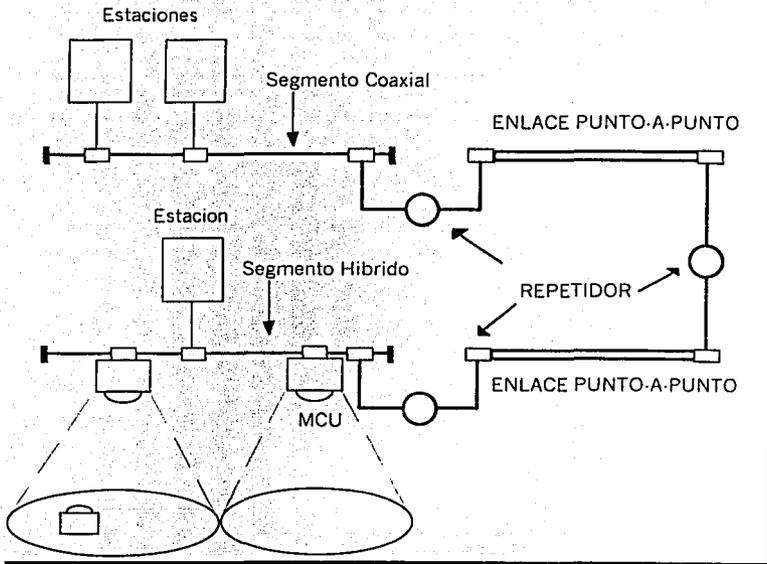


FIG. 3.6

### 3.9.- ESTANDARES

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

Hay que hacer notar que diseñar un protocolo de acceso para WLAN resulta mucho más complejo que hacerlo para redes locales basadas en cable. En el caso que nos ocupa, se deben considerar otros factores que influyen enormemente en el funcionamiento de este sistema, tales como perturbaciones ambientales, interferencias y variaciones en la potencia de la señal, que introducen importantes variaciones en el tiempo de acceso y en la tasa de errores de transmisión. Igualmente, al contar con equipos móviles se pueden presentar conexiones y desconexiones repentinas en la red, como también deben tenerse en cuenta

---

mecanismos de relevo entre puntos de acceso para atender a nodos móviles que pasan de un área a otra de cobertura.

## **ESTÁNDAR IEEE 802.11**

El 802.11 es el estándar proporcionado por IEEE para la utilización de redes inalámbricas, 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). Utiliza un modelo de referencia multicapas, en el que las capas más bajas corresponden a las especificaciones de capa física y aspectos dependientes del medio particular utilizado. La siguiente capa corresponde al protocolo de acceso al medio y es común a todas las redes independientemente del medio físico utilizado, presentando así una visión unificada a las capas superiores.

## **BLUETOOTH**

Bluetooth, tecnología inalámbrica de corto alcance, usa una radiofrecuencia de bajo poder para conectar una gama de dispositivos con objeto de compartir archivos y conectarse en situaciones específicas a distancias de hasta 10 metros (90 m con un amplificador).

Bluetooth, una norma abierta que tiene el respaldo de un consorcio cuyos 2.000 miembros incluyen a Ericsson, IBM, Intel, Motorola y Nokia, ha sido durante varios años la más anunciada tecnología "inminente" para posibilitar la conexión instantánea inalámbrica a una red. Pero aparte de un par de portátiles con puertos de Bluetooth, los productos han tardado en aparecer. Examinamos un par de tarjetas de redes para PC de Toshiba. Nuestra conclusión: Bluetooth trabaja, pero tiene sus defectos.

Los protocolos inalámbricos para redes como HomeRF y 802.11B se usan ampliamente para conectar las PCs de escritorio con las portátiles, pero Bluetooth ofrece algunos beneficios adicionales. Como su consumo de energía de la batería es mínimo, puede utilizarse en dispositivos pequeños. Por ejemplo, puede conectar un teléfono móvil a un PDA o a una portátil para que el teléfono pueda actuar como un módem inalámbrico.

---

Los auriculares con Bluetooth permiten hacer llamadas sin tener que usar las manos y sin las limitaciones de un receptor con alambres. En una portátil, Bluetooth permite el intercambio inalámbrico de archivos y el acceso a redes.

Bluetooth paga un precio en el desempeño por su ahorro de energía. Con una velocidad subyacente de sólo 1 Mbps, el rendimiento real de Bluetooth es de 725 Kbps. Que es suficientemente rápido para voz y datos, pero no para el vídeo de movimiento completo que la próxima revisión del 802.11 admite. La versión 802.11A tiene una velocidad de 54 Mbps pero no estará disponible antes de mediados del 2001. Se espera que el HomeRF, que actualmente tiene un límite de 2 Mbps, llegue a 10 Mbps casi al mismo tiempo.

Es improbable que Bluetooth suplante al 802.11B, pero si debe tornar obsoletos los puertos infrarrojos, ya que elimina el requisito de mantener la línea visual que es típico de esa tecnología. Como funciona en la misma frecuencia de 2,4 GHz que el 802.11B, HomeRF y algunas microondas, puede encontrar interferencias en lugares donde se usen otras tecnologías inalámbricas.

## LA TECNOLOGÍA HOMERF

Con una finalidad muy similar, la tecnología HomeRF, basada en el protocolo de acceso compartido (Shared Wireless Access Protocol - SWAP), encamina sus pasos hacia la colectividad sin cables dentro del hogar. Los principales valedores de estos sistemas, se agrupan en torno al Consorcio que lleva su mismo nombre HomeRF, teniendo Próxima (una filial de Intel) como el miembro que más empeño esta realizando en la implantación de dicho estándar. Además de la sombra de Intel, Compaq es otra de las firmas relevantes que apoya el desarrollo de producto HomeRF. El soporte a esta tecnología se materializa en que actualmente ambas significativas firmas poseen cada una de ellas un producto bajo esta novedosa configuración.

Al igual que Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group), el HomeRF Working Group (HRFWG) es un grupo de compañías encargadas de proporcionar y establecer un cierto orden en este océano tecnológico, obligando que los productos fabricados por las empresas integrantes de este grupo tengan una plena interoperatividad.

---

Por si toda esta competitividad no fuera suficiente, el Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo (ETSI) es otra de las reconocidas organizaciones de estandarización, culpable, entre otros, de haber desarrollado el estándar GSM para la telefonía celular digital. También son responsables de haber llevado a cabo durante los años 1991 y 1996 el proyecto HyperLAN, en el cual su objetivo primordial este conseguir una tasa de transferencia mayor que la ofrecida por la especificación IEEE 802.11. Según los estudios realizados, HyperLAN incluía cuatro estándares diferentes, de los cuales el denominado Tipo 1, es el que verdaderamente se ajusta a las necesidades futuras de las WLAN, estimándose una velocidad de transmisión de 23,5 Mbps, notablemente superior a los 12 Mbps de la normativa IEEE 802.11b. Actualmente, el ETSI dispone de la especificación HyperLAN2, que mejora notablemente las características de sus antecesoras, ofreciendo una mayor velocidad de transmisión en la capa física de 54Mbps para lo cual emplea el método de modulación OFDM (Orthogonal Frequency Digital Multiplexing) y ofrece soporte QoS. Bajo esta especificación se ha formado un grupo de reconocidas firmas el HiperLAN2 Global Forum (H2GF), con la intención de sacar al mercado productos basados en ese competitivo estándar. Pero volviendo a la realidad más cercana, tanto las WLAN basadas en el protocolo 802.11b, como los dispositivos BlueTooth y HomeRF, competirán por la misma franja del espectro, los famosos 2,4 GHz, con lo cual, y a pesar de la utilización de diversas técnicas para la disminución de las posibles interferencias, como espectro disperso en sus variantes de salto de frecuencia (FHSS - Frequency-Hopping Spread Spectrum) y secuencia directa (DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum), o la limitación de la potencia de emisión, la paulatina profusión de dispositivos inalámbricos irá incrementando las interferencias entre unos y otros.

Además, hay otro abundante conjunto de aparatos y electrodomésticos que también hacen uso de esta banda de frecuencias, como pueden ser los microondas o los teléfonos móviles, entre los más notables, agravando todavía más si cabe el problema de las interferencias que, a la postre, se traduce en la funcionalidad o no de esta clase de conexión sin hilos.

No obstante, la realidad de los productos IEEE 802.11b y la prometedora e inminente llegada de los equipos BlueTooth, son dos importantes hitos que marcarán un antes y

---

después en el sector de las redes inalámbricas. Asimismo, y viendo las deficiencias de la actual normativa IEEE 802.11, ya se está trabajando en una futura especificación que trabaja realmente a 10 Mbps en un rango de 20 MHz dentro de la franja de 8,2 GHz, pero este estudio está todavía en una fase muy temprana.

### *3.10.- WAP: un nuevo estándar para las comunicaciones inalámbricas*

Protocolo abierto para aplicaciones interactivas e inalámbricas

WAP: opción de estandarizar los dispositivos inalámbricos

Servicios de Valor agregado en puerta

#### **Introducción**

Las telecomunicaciones son el principal factor para determinar la globalización de un país. De manera que su infraestructura se convierte en el indicador del desarrollo tecnológico, económico y político de éste.

Algunas de las nuevas tecnologías que más se han visto desarrolladas son sin duda alguna, la telefonía celular e Internet.

Internet, hoy por hoy, es una de las herramientas principales para muchas empresas y hogares. Por su parte el correo electrónico cada día es más indispensable, hasta podría decirse que aquellas empresas que no cuentan con estos medios están en desventaja competitiva ante las que sí lo tienen. En general Internet es uno de los medios más completos, y de fácil acceso al mundo de la información global.

Asimismo, la telefonía celular en los últimos cinco años ha creado no solo una nueva forma de comunicación, sino se ha convertido en una necesidad. Los servicios celulares se encuentran hasta en los lugares más alejados de la civilización, y al mismo tiempo los beneficios que éstos ofrecen son diversos y económicos.

Por ejemplo, actualmente en un solo teléfono celular digital se puede tener, además del servicio telefónico, el servicio de radiolocalización, envío de correo electrónico, y el servicio de roaming global, entre otros.

---

Algunas compañías de telecomunicaciones como Ericsson, Motorola, Nokia y Unwired Planet han definido un nuevo protocolo para la comunicación de datos inalámbricos. Este protocolo de aplicación inalámbrica (WAP) provee a los usuarios nuevos servicios en un amplio rango de aplicaciones, tales como acceso a la información de Internet, comercio electrónico y aplicaciones telefónicas. Al mismo tiempo está diseñado para economizar la utilización de los recursos disponibles de las redes de telecomunicaciones.

### **¿Qué es WAP?**

WAP (Wireless Application Protocol; Protocolo de aplicaciones inalámbricas) es una especificación para un ambiente de aplicación y un conjunto de protocolos de comunicación para estandarizar la forma en que los dispositivos inalámbricos, tales como teléfonos portátiles y asistentes digitales personales (PDAs), se puedan utilizar para el acceso a Internet, incluyendo correo electrónico, World Wide Web (WWW), los newsgroup, y el Internet Relay Chat (IRC).

En el futuro, los dispositivos y los sistemas del servicio que utilizarán WAP podrán funcionar sin importar el fabricante, el estándar de la red, el operador o la tecnología que es utilizada, es decir, con WAP se supera el problema de la compatibilidad.

WAP hace posible una amplia gama de servicios inalámbricos que son independientes de la tecnología de red inalámbrica digital subyacente. De igual forma permite a los usuarios de los teléfonos móviles tener acceso a la información de hoteles y restaurantes, servicios bancarios, servicios de directorio, tarifas de cambio, horario del vuelos, trenes y camiones, entre otros.

### **Propósito y objetivo de WAP**

El propósito de WAP es proveer un ambiente común que permita desarrollar servicios de valor agregado a la telefonía móvil. Mientras que su objetivo es brindar servicios avanzados de contenidos de Internet a teléfonos celulares digitales y otras terminales.

---

## **Algunas aplicaciones de WAP**

**Acceso de información de Internet.** El WAP puede ser utilizado para acceder información en Internet. Sin embargo, los motores de búsqueda WAP no pueden ser utilizados de la misma forma que alguna “herramienta para navegar”, por las limitaciones de entrada y salida que presenta un teléfono móvil como el tamaño de memoria.

**Comercio electrónico móvil.** Los usuarios pueden tener acceso a pagos de servicios de boletos de transportes, así como también a los sistemas de bolsa de valores, etcétera.

**Aplicaciones telefónicas.** Un usuario puede tener acceso a servicios de llamadas, en combinación con otros servicios que otorgan las operadoras de servicios inalámbricos. Un ejemplo típico sería un menú definido por el usuario, que es desplegado cada vez que entra una llamada. Este menú permite al usuario decidir a contestar o rechazar la llamada, o bien retransmitirla a otra extensión o al servicio de correo de voz.

Con WAP los usuarios pueden tener acceso a los siguientes servicios:

- Servicios de la banca
- Noticias
- Deportes
- Clima
- Balance de inventarios
- Tele-servicios
- Juegos
- Información geográfica, etcétera.

## **Beneficios del operador**

- Los operadores de las redes pueden ofrecer categorías de servicios a los usuarios.
- Pueden crear nuevos y únicos servicios y proveer accesos a servicios disponibles en Internet.

---

- Los operadores pueden reducir costos de servicios al cliente y Help Desk proporcionando acceso a información residente en su red.

Asimismo con la introducción de WAP, los operadores pueden remotamente ser capaces de personalizar los menús y las interfases de los teléfonos de los clientes para posteriormente diferenciar sus servicios.

Se estima que el incremento de los usuarios de WAP será parecido al que se tiene pronosticado para Internet, debido a que el WAP está orientado hacia éste.

La siguiente figura nos muestra el incremento estimado de suscriptores de servicios inalámbricos en los siguientes años.

Como se puede observar WAP motiva a los operadores de redes, a alcanzar un mercado masivo. En el caso de México, gracias a la privatización de Telmex y con la nueva competencia de empresas internacionales en el ramo de las telecomunicaciones, es muy probable que este tipo de tecnologías se adopten en un futuro no muy lejano, ya que esto creará competencia en los servicios que ofrecen las compañías telefónicas.

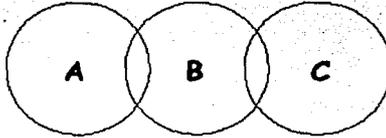
### 3.11.- COMPARACION DE ESTANDARES INALAMBRICOS

	IEEE 802.11b	HomeRF	Bluetooth
Velocidad	11 Mbps	1,2,10 Mbps	30-400Kbps
Uso	LAN de oficina o campus	Oficina casera, casa, patio	Red de área personal
Tipo de Terminales	Agregadas a notebook, PC de escritorio, dispositivos de bolsillo, compuerta de internet	Agregadas a notebook, PC de escritorio, modem, teléfono, dispositivo portátil, compuerta de internet	Integradas en notebook, teléfono celular, dispositivo de bolsillo, localizador, aparatos, automóvil
Configuración Típica	Múltiples clientes por punto de acceso.	Punto a punto o múltiples dispositivos por punto de acceso.	Punto a punto o múltiples dispositivos por punto de acceso
Alcance	50 a 300 pies	150 pies	30 pies
Uso compartido de frecuencia	Espectro de expansión de secuencia directa	Salto de frecuencia de banda ancha.	Salto de frecuencia de banda angosta
Compañías y grupos que lo respaldan	Cisco, Lucent, 3Com, WECA consorcio	Apple, compaq, Dell, Home RF working group, Intel, Motorola, Proxim	Bluetooth Special Interest Group, ericson, Motorola, Nokia
Estado	En distribución	En desarrollo	En desarrollo

---

## COLISIONES

Al igual que en las redes cableadas, en las redes inalámbricas también se producen colisiones en el flujo normal de los datos (las primeras por cable y las segundas por medios inalámbricos).



### ➤ Nodos ocultos :

La estación C no escucha a la estación A entonces C puede empezar a transmitir mientras A está transmitiendo, en este caso A y C no pueden detectar la colisión y solamente el receptor puede detectar la colisión. La solución a estos problemas, al igual que en las redes cableadas, pasa por la utilización del protocolo CSMA/CA

### ➤ Nodos expuestos:

Si el Nodo B transmite a A y el nodo C quiere transmitir al D se tiene que esperar a que termine A (No muy deseable por la variabilidad del tiempo de espera que ello conlleva). En este caso la solución consiste en que los terminales expuestos escuchen el RTS (petición de envío) pero no el CTS (podemos enviar) y ante esta situación se les da permiso de enviar paquetes.

## EL PROTOCOLO CSMA/CA

Este protocolo se encarga de evitar las colisiones durante las transmisiones inalámbricas en vez de descubrir una colisión debido a que es difícil descubrir colisiones en una red de transmisión RF.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

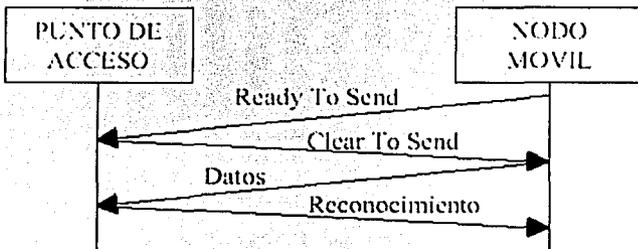
El funcionamiento es el siguiente:

La estación fuente envía el mensaje Ready To Send (RTS), el cual contiene la estación destino y la duración del mensaje. Después de esto, las estaciones esperan a recibir un mensaje Clear To Send (CTS) o el temporizador.

En caso de recibir CTS, todas las estaciones esperarán la duración indicada.

En caso de que la estación destino esté lista para recibir, lo que hace es enviar un mensaje CTS.

Cada paquete enviado necesita ser reconocido, lo cual permite una recuperación eficiente ante las colisiones y también el envío continuo de paquetes multitrama.



## MAC

La capa de Mac del 802.11, se refiere sobre todo a las reglas para tener acceso al medio inalámbrico.

La capa de acceso al medio se divide en dos subcapas. En el nivel más bajo se define la llamada Función de Coordinación Distribuida (DCF), que proporciona una comunicación asincrónica entre estaciones que utilizan el protocolo CSMA/CA. Los servicios de transferencia de datos sin restricciones de tiempo, utilizan directamente este protocolo para intercambiar información.

Para aquellas aplicaciones con restricciones de tiempo, como conversaciones de voz o control de procesos, se propone el uso opcional de la Función de Coordinación en el Punto (PCF), que se utiliza para otorgar prioridades en el acceso al canal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

## Reconocimiento

También, se define el concepto de superara, un periodo de tiempo en el que durante cierto intervalo la estación puede transmitir información crítica con restricciones de tiempo en base a las reglas de PCF, y tras el cual queda un intervalo donde participa DCF para acceder al canal por contención.

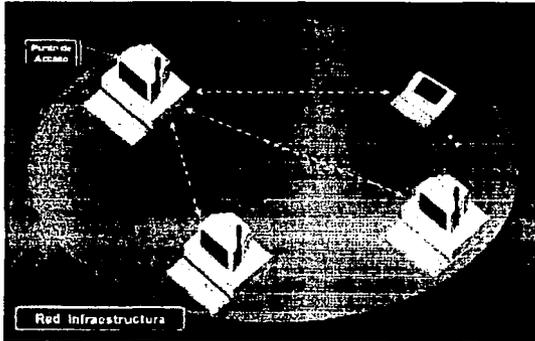
Se definen dos arquitecturas de red: la red de infraestructura (cliente /servidor) y la ad hoc.

Las redes **cliente / servidor** utilizan un punto de acceso (estaciones base) que controla la asignación del tiempo de transmisión para todas la 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 movil hasta las redes C / S 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.

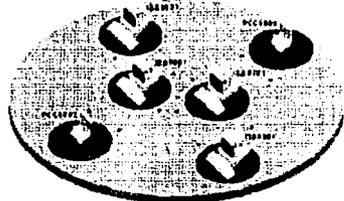
---

Utilizan el Protocolo de acceso centralizado que es especialmente útil cuando se quieren transmitir datos sensibles al tiempo y prioritarios también.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

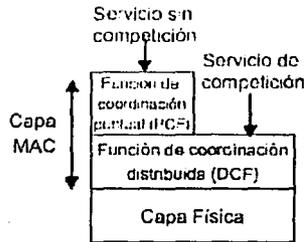
Una red Ad-hoc es una red simple donde se establecen comunicaciones entre las múltiples estaciones en un área dada sin el uso de un punto de acceso o servidor. La norma especifica la etiqueta que cada estación debe observar para que todas ellas tengan un acceso justo a los medios de comunicación inalámbricos por eso el protocolo empleado es el protocolo de acceso distribuido el cual posee mecanismos de detección de portadora tales como CSMA. 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.



RED AD-HOC

El MAC, del 802.11 proporciona un mecanismo (en consonancia con los protocolos comentados anteriormente) de acceso distribuido con un control centralizado implementado sobre el anterior.

Para el acceso se tienen dos tipos de funciones de coordinación

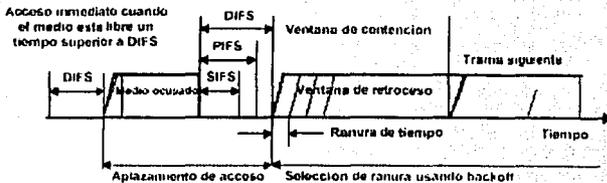


- **Función de coordinación distribuida (DCF)**
- **Reglas de acceso CSMA**

Utiliza un servicio de competición. Si una estación desea transmitir, escucha el medio. Si éste se encuentra libre, espera un tiempo igual a IFS, para ver si el medio continúa libre, y si es así la estación transmite.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En caso que el canal se encuentre ocupado, ya sea inicialmente o tras esperar el IFS se actúa de la siguiente forma:



1. Se sigue escuchando el canal hasta que finalice la transmisión en curso.
2. Se espera a PIFS.
3. Si el canal está libre, se espera según el algoritmo de backoff especificado en el estándar IEEE 802.3
4. Si el canal está libre se transmite.

#### ➤ Esquema de prioridades. Tres valores de IFS

- SIFS ⇒ Es el IFS más corto, utilizado por todas las acciones de respuesta inmediata. Además es el más prioritario.
- PIFS ⇒ Es empleado por el controlador centralizado cuando realiza sondeos.
- DIFS ⇒ Es el IFS mayor, utilizado como retardo mínimo para tramas asincrónicas que compiten por el medio.

#### ➤ Función de coordinación puntual (PCF)

- Utiliza un servicio sin competición.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## *CAPITULO IV*

# *RUTEO SIMPLIFICADO PARA COMPUTADORAS MOVILES USANDO TCP/IP*

---

## CAPITULO IV

### RUTEO SIMPLIFICADO PARA COMPUTADORAS MOVILES USANDO TCP/IP

#### 4.1.- INTRODUCCION

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 Host) 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 tratará de explicar 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 Móviles (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 móviles y las redes existentes.

El modelo básico es, que las Computadoras Móviles (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. 4.1 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”.

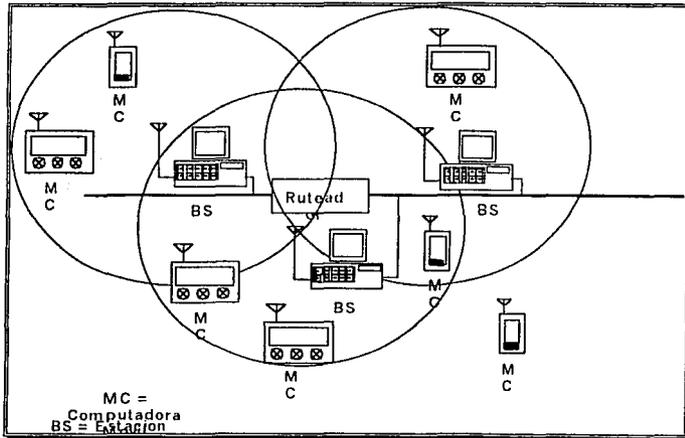


FIG 4.1

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. 4.2.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

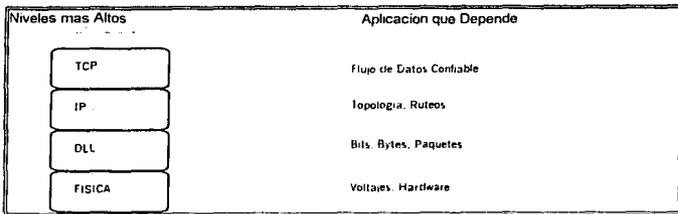


FIG 4.2

El modelo le permite a la MC, pasarse en una red que es "Lógicamente" distinta de otras, podríamos realizar nuestro objetivo modificando la 2<sup>da</sup> 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.

#### 4.2.- SOLUCION: RUTEANDO SOBRE UNA RED LOGICA.

El ruteo de Ip es el proceso de mandar paquetes de una red a otra a través de routers. En terminología de Ip. Al router se le refiere como un gateway. 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 Móviles (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 móviles y las redes existentes.

El modelo es tan natural en la medida en que propongamos 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 .

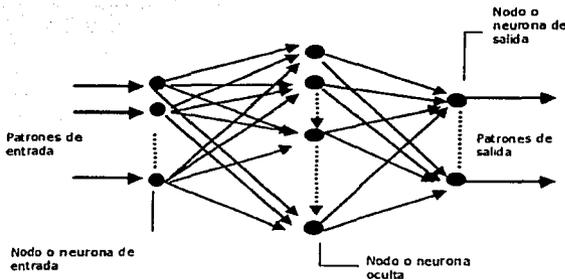
#### **4.3.- ENCAPSULACION NECESARIA**

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.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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. 2.

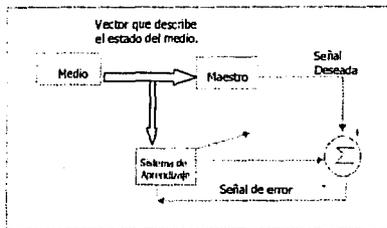


figura No. 2

#### 4.4.- 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 estás 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

---

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:

1.- 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.

2.- 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..

3.- 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, usara información topológica anterior del MR, y se modificará cuando se determine 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.

---

#### 4.5. 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; (FIG 4.3a), si la MC no está dentro de la célula de la Estación Base, entonces la transmisión no servirá.

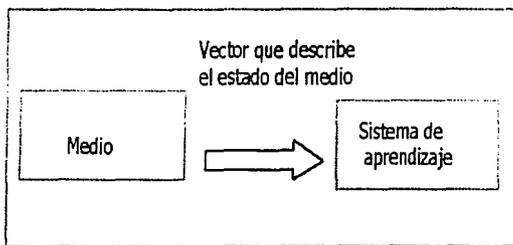


Fig. 4.3a

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 (Fig 4.3). Si la MC de momento, no está en servicio de alguna Estación Base, se realizarán 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. 4.4 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 4.5 se indica que se tiene que hacer para entregar el paquete en caso de que la MC se haya cambiado a otra célula.

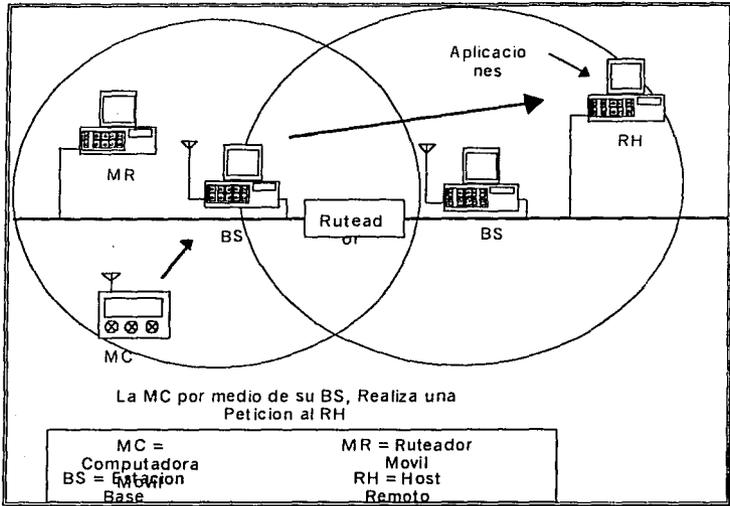


FIG 4.3

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 4.4.

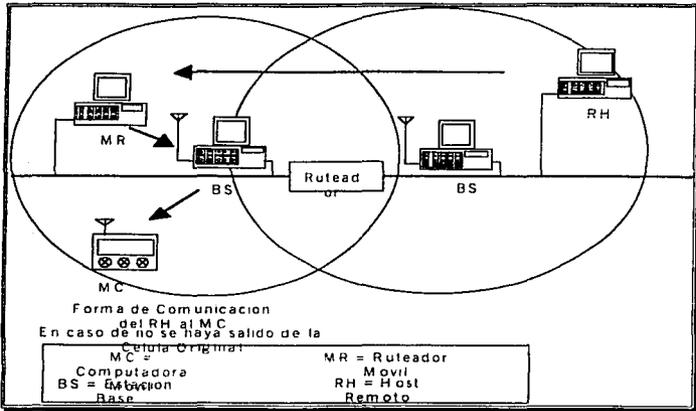


FIG 4.4

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. 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 4.5

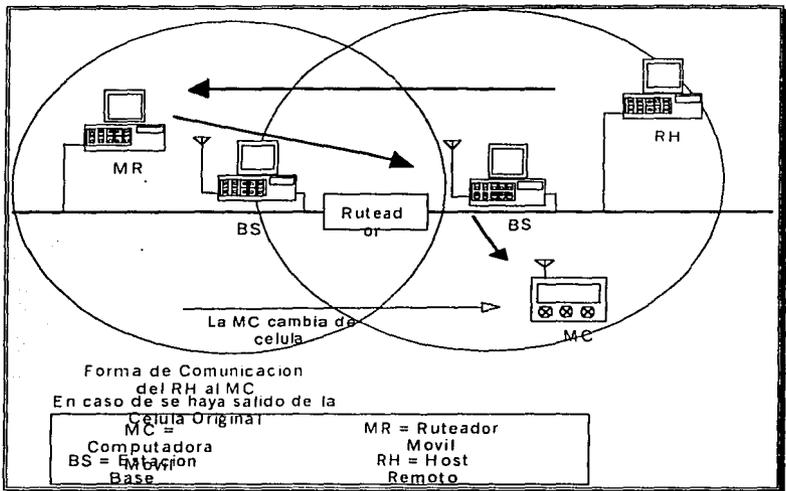


FIG 4.5

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.4.4 y 4.5).

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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

---

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

- 1.- 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.
- 2.- 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.
- 3.- Desde que la información Ruteada es almacenada en el Ruteador, el sistema es protegido contra fallas, en la operación de la Estación Base.
- 4.- Los Clientes remotos pueden fácilmente iniciar una conexión de red a cualquier MC en particular, sin buscar en cada Estación Base o rutas locales.
- 5.- No se requiere cambio al protocolo TCP.

## *CAPITULO V*

# *ANALISIS DE REDES INALAMBRICAS EXISTENTES EN EL MERCADO.*

---

## CAPITULO V

### ANALISIS DE REDES INALAMBRICAS EXISTENTES EN EL MERCADO.

#### 5.1 - INTRODUCCION

Debemos de recordar que el término "Inalámbrico" que ya de por si es nuevo, puede usarse para incentivar a un usuario, que al saber que no depende de cables para trabajar, puede incrementar su productividad. Con los últimos productos de LAN que operan con ondas de Radio esto es más sencillo.

Se analizaron adaptadores inalámbricos de AT&T, Proxim, Solectek y Xircom para conectar una MC a una LAN. Los cuatro ofrecen adaptadores inalámbricos PCMCIA, orientados a usuarios de MCs tipo portátil. Solectek también ofrece una versión de puerto paralelo, para que pueda conectar cualquier sistema de escritorio o portátil. La segunda parte de una solución inalámbrica en una LAN es el punto de acceso, el dispositivo que establece la conexión entre los adaptadores inalámbricos y el red alamburada. Se revisaron puntos de acceso de los mismos fabricantes.

Dejando aparte la conveniencia, se deben de considerar ciertos detalles como: el costo, el rendimiento y la facilidad de uso. Comparados con los adaptadores de LAN basados en cable, estos productos pueden parecer caros. Hoy en día, se pueden conseguir adaptadores de Ethernet por mucho menos de US\$100.00 por nodo. Pero el costo de instalar el cable de red puede ser caro y a veces poco práctico, particularmente en los casos en que la red es sólo para uso temporal.

Hace tiempo, los puntos de acceso de radio costaban un promedio de US\$2,500.00 y los adaptadores costaban unos US\$1.000, con velocidades máximas 1.5 Mbps. Hoy, los puntos de acceso cuestan unos US\$1.800 y los adaptadores están alrededor de US\$600, con velocidades potenciales de hasta 2 Mbps. La velocidad es probablemente el cambio más dramático. Las redes inalámbricas que se evaluaron resultaron casi tolerables cuando se carga los programas de la red. Todos los fabricantes clasificaron sus velocidades como de 1 a 2 Mbps.

---

Aunque los sistemas inalámbricos no son tan veloces si son fáciles de instalar. Usando los puntos de acceso o los adaptadores inalámbricos que se instalan en un servidor, los usuarios pueden comunicarse con las redes alambreadas existentes. Todos los productos mostraron buenos resultados, de 400 pies (122 m) a más de 1.000 pies (305 m) sin perder conexión en la prueba de distancia en exteriores.

Los productos analizados utilizan las dos técnicas para la distribución de la señal en el espectro:

Salto de Frecuencias : utilizado por RangeLAN2 de Proxim y el Netwave de Xircom.

Secuencia Directa : Utilizada por El WaveLAN de AT&T y AirLAN de Solectek.

Como ya se menciona, ambos enfoques ofrecen seguridad, elemento importante en la conectividad inalámbrica. Según las pruebas realizadas se puede considerar que los productos que usan la secuencia directa resultaron mejores en rendimiento y distancia.

Según se mueve la computadora, la señal del adaptador se puede cambiar o otro Punto de acceso para continuar con la transmisión. Cuando una MC detecta que la señal se hace más débil y que se está alejando del alcance de un punto de acceso, el adaptador interroga a todos los otros puntos de acceso de la red para ver cuál está más cerca. Entonces, el adaptador, de forma transparente, se cambia de un punto de acceso a otro. Sólo el Proxim pudo moverse sin perder la conexión. El NetWare de Xircom, el WaveLAN de AT&T y el de AirLAN/Parallel de Solectek mostraron dificultad al moverse de un punto de acceso a otro.

Para conservar energía, AT&T, Proxim y Solectek tienen opciones de "sueño" que pueden configurarse para apagar el adaptador en el caso de que no haya transmisión o recepción de datos. Sin embargo, el adaptador, envía un paquete de aviso para evitar que lo desconecten de la red.

Si se usa NetWare de Novell, y se instala una red inalámbrica, se deben de aprovechar los VLM. Existe un VLM de tecnología de ráfaga de paquete y éste aumenta el rendimiento del adaptador. Además , al conectarse sin alambres se notará que los archivos ejecutables, como el LOGIN.EXE de NetWare o un producto de procesamiento de texto, se demoran en arrancar. Si es posible, se deberá evitar correr archivos ejecutables grandes en la red inalámbrica. Lo recomendable es copiar los archivos ejecutables al disco duro de la MC

---

para tener mejor rendimiento. De esta forma, solamente se transmitirán los archivos de datos.

Al diseñar la red inalámbrica que deba cubrir una área grande, se tienen que instalar tantos puntos de acceso, de tal forma que las áreas de cobertura se superpongan una con otra para eliminar cualquier zona muerta. Proxim y Solectek ofrecen ambos programas diagnósticos que le permiten probar la fortaleza y la calidad de la señal de radio entre una MC y un punto de acceso. Estas utilerías son buenas no solamente para la colocación de las antenas o puntos de acceso, sino que ayudan a diagnosticar los adaptadores que tengan problemas.

### *5.2.- WAVELAN DE AT&T*

El adaptador de PCMCIA AT&T, WaveLAN, junto con el puente WavePOINT tienen un buen rendimiento y fuertes opciones de administración. El cambiar las MCs de un punto de acceso a otro no es fácil. WaveLAN no permite la movilidad.

El WaveLAN PCMCIA, está dividido en dos partes: una tarjeta tipo II, que opera con un alcance de 902 a 928 Mhz que se desliza en la ranura PCMCIA, y una pequeña unidad de antena, que se agrega a la parte trasera del panel de video de la computadora. Hay un cable flexible de 50 cm. que une a los dos componentes inalámbricos. La unidad de antena está completamente cubierta y se retira fácilmente. El rendimiento compañero-a-compañero de WaveLAN fue mejor que los otros productos. Sin embargo, el pasar Clientes de WaveLAN de un punto de acceso a otro, no es fácil. La identificación de la red se escribe en la memoria no volátil del adaptador y no en un archivo de configuración al arranque. Así que para cambiar la identificación del adaptador se debe ejecutar un servicio dedicado. A WaveLAN resultó con un buen rendimiento en cuanto a distancia, fue aceptable de 100 a 1,000 pies. Se pudo realizar una conexión pasando a través de dos paredes y una puerta de cristal con sólo una pequeña degradación de la señal.

La configuración de los puentes WavePOINT es de conectar-y-usar, excepto que posiblemente se tenga que cambiar uno o dos interruptores DIP en el exterior para adecuarlo a su tipo de medios. El puente incluye conectores RJ-45, BNC y AUI. Las opciones de administración de WaveLAN incluyen: control de acceso de una LAN

---

alambrada, cumplimiento con SNMP, estadísticas sobre los paquetes, y mediciones de la señal. Las mediciones de la señal usan diagramas de barra para mostrar la fortaleza de la señal y la razón de señal-a-ruido. Para seguridad adicional en la red, hay opciones disponibles codificación de datos. WaveLAN también incluye administración de energía, que evita que el adaptador consuma más batería de la necesaria.

### *5.3.- RANGELAN2 DE PROXIM INC.*

Proxim tiene el adaptador RangeLAN2/PCMCIA y el RangeLAN/Access Point. Esta solución tiene fuertes capacidades de movilidad, herramientas para diseñar redes inalámbricas. El RangeLAN/PCMCIA también incluye servicios de administración de energía para aprovechar la batería de la PC. Este es un adaptador para Ethernet compatible con el PCMCIA Tipo II que opera con frecuencias de 2,4 a 2,484 Ghz. El RangeLAN2 tiene una antena y un transmisor que se adhieren al dorso de la MC. La antena es liviana y fácilmente desmontable, al contrario de la de la antena paralela de Solectek.

El adaptador viene con manejadores de ODI y de NDIS y apoya todos los sistemas operativos importantes de red, incluyendo NetWare y LAN Manager, así como también cualquier sistema compañero-compañero compatible con NDIS, incluyendo Windows for Workgroups y PowerLAN.

El rangeLAN2/Access Point, con un tamaño aproximadamente igual a la mitad de una computadora de escritorio, cubre la brecha entre la computadora móvil y un segmento alambreado de LAN. La antena del punto de acceso, que parece una palanca de juego, se conecta al dispositivo por un cable de 1.22 m de largo. No es tan pequeño o tan fácil de montar en la pared como la de solución de Xircom, que es de conectar-y-usar.

El RangeLAN2 realizó con satisfacción pruebas de rendimiento y fue el único producto en esta comparativa con capacidades completas de movilidad. Los usuarios pueden moverse libremente por los pasillos de las oficinas sin tener brechas de transmisión siempre que las células de los puntos de acceso se superpongan. Una vez que las células se superponen, el software del adaptador detecta que se está alejando del rango del punto de acceso e interroga a los otros puntos de acceso para ver cuál tiene la señal más fuerte. Esto trabaja

---

bien, dependiendo de la colocación de los puntos de acceso y las antenas a lo largo de la oficina.

RangeLAN2 requiere por lo menos que una estación de la red se configure como una Estación Base maestra, lo cual puede ser un problema en una red compañero-a-compañero. La Estación Base actúa como un mecanismo de sincronización de reloj para la frecuencia de salto de cada computadora móvil. Si la Estación Base deja de trabajar, entonces se necesita tener disponible una Estación Base alterna para controlar la dirección. Esto no es un gran problema cuando un servidor se configura como el amo, pero en un entorno compañero-a-compañero con usuarios móviles, se debe designar todas las computadoras fijas como Estaciones Bases alternas pero el rendimiento disminuye.

En general, las excelentes capacidades de movilidad de RangeLAN2, sus herramientas de diseño, y su ejecución adecuada en las pruebas de rendimiento lo hacen una de las mejores soluciones inalámbricas de operación en redes del mercado de hoy.

#### ***5.4.- AIRLAN DE SOLETECK.***

La única compañía que hoy ofrece soluciones de adaptador inalámbrico PCMCIA paralelo y de ISA, Solecetek Corp., le permite tener bajo un mismo techo inalámbrico todas las necesidades del sistema. Los dos adaptadores que se probaron, el AirLAN/PCMCIA y el AirLAN/Parallel, proveen alcance y rendimiento superiores al promedio, pero sin habilidades de movilidad. Estos productos operan en frecuencias de 902 a 928 Mhz. El AirLAN/PCMCIA es un adaptador del tipo II, compatible con PCMCIA, el AirLAN/Parallel es un adaptador paralelo que tiene una batería recargable. También se probó el Solecetek AirLAN/Hub, El centro (Hub) es para las MCs, que estén más allá de la distancia máxima que permite un servidor inalámbrico.

La antena del adaptador AirLAN/PCMCIA es liviana y fácil de quitar, y se monta en un soporte al dorso de la PC. El adaptador AirLAN/Parallel también se monta en la cubierta, pero su tamaño no es tan cómodo, esto se debe principalmente a su batería recargable de níquel cadmio (con una vida de 10 horas). Los adaptadores AirLAN vienen con software de administración de energía que le ayuda a conservar la vida de la batería.

---

El adaptador AirLAN/Parallel fue más lento que el AirLAN/PCMCIA. La diferencia mayor fue en la prueba de alcance. El AirLAN/PCMCIA mantuvo su rendimiento a más de 1,000pies, el AirLAN/Parallel no pudo alcanzar los 700 pies.

Ambos adaptadores de AirLAN vienen con una herramienta de diagnóstico de punto-a-punto que permiten evaluar el enlace de radio frecuencia del adaptador. El software de diagnóstico puede ayudar a diseñar la red, ya que evalúa la razón de señal-a-ruido, la calidad de la señal y el nivel de la señal. Se puede usar esta información para ubicar los AirLAN/Hub donde sean más efectivos. Sin embargo, no se pudo ejecutar la prueba de punto-a-punto entre los dos adaptadores. (Solectek está trabajando en una solución ).

La serie inalámbrica AirLAN de Solectek ofrece una solución para casi cualquier tipo de sistema: una PC de escritorio con un puerto paralelo, una PC tipo portátil paralelo, una PC tipo portátil con una ranura PCMCIA, o hasta un sistema basado en pluma con un puerto paralelo o una ranura PCMCIA.

#### **5.5.- NETWAVE DE XIRCOM INC.**

Xircom no sólo se libra del cable en esta solución inalámbrica de LAN sino que el adaptador CreditCard también elimina la antena, ya que la incorpora en la propia tarjeta PCMCIA, dejando sólo una pequeña protuberancia. Este diseño único tiene sus ventajas y desventajas.

Por una parte, hace a este adaptador aun más portátil y flexible que las otras soluciones. Como no tiene una antena que cuelgue de su MC, hace más fácil moverse, especialmente si el usuario usa la pluma de computación.

El tamaño pequeño de la antena y la relativamente baja potencia de transmisión del adaptador limitan el alcance y las capacidades de transmisión. Puede ser necesario tener múltiples puntos de acceso para cubrir completamente la oficina. Xircom planea tener una mejora de software con movilidad completa. Como el RangeLAN2 de Proxim, Netwave usa salto de frecuencia y opera en frecuencias de 2.4 hasta 2.484 Ghz para transmitir y recibir datos. El adaptador trabaja con el Netwave Access Point para conectar un cliente móvil o estacionario a la LAN alamburada, o directamente con otros adaptadores Netwave

---

---

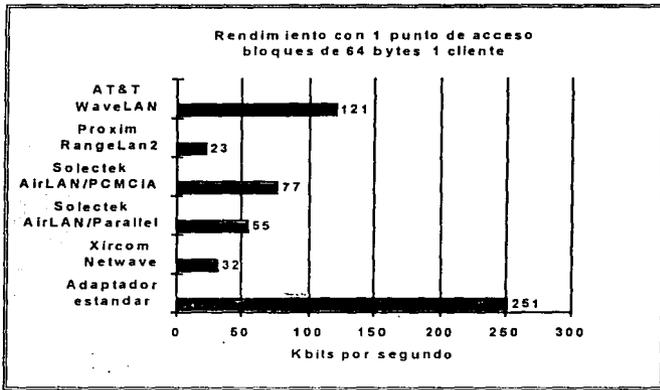
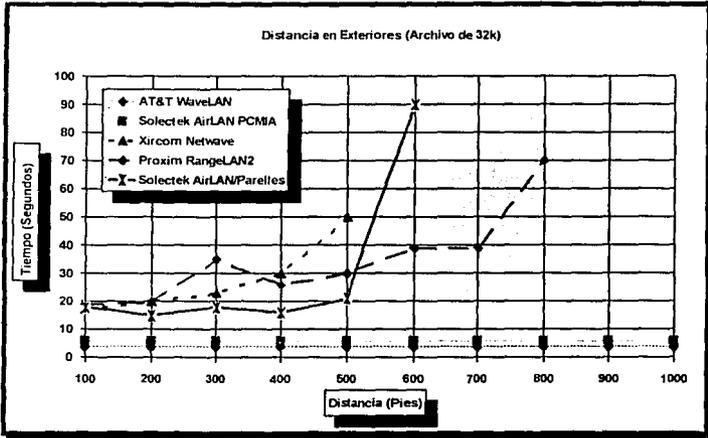
en PC clientes en una LAN compañero-a-compañero. Netwave apoya múltiples sistemas operativos de la red, incluyendo NetWare y LAN Manager, así como también productos compañero-a-compañero como Windows for Workgroups. Apoya tanto ODI como NDIS.

El Access Point crea una "zona de servicio" a su alrededor para proveer comunicaciones inalámbricas dentro de un radio de 50 m. Sin embargo, si la red excede el alcance del adaptador, se necesitara comprar por lo menos dos puntos de acceso y alambroslos juntos para lograr la cobertura adicional.

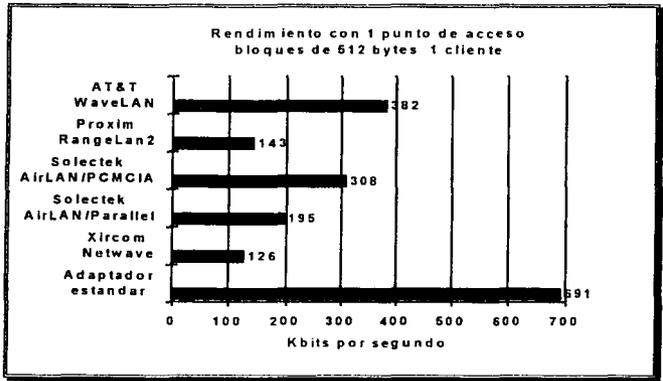
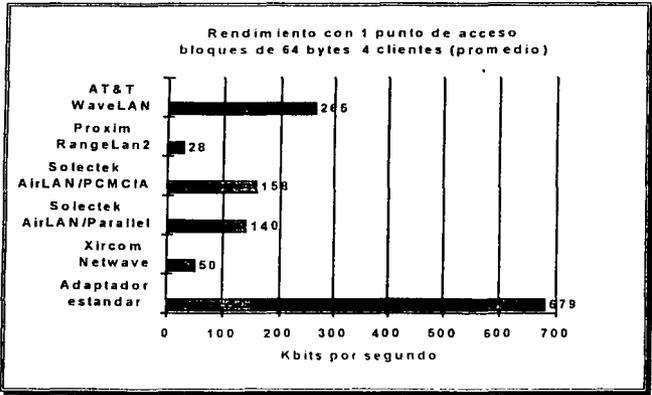
Para dejar que los usuarios se muevan, se deberán colocar estratégicamente varios puntos de acceso para constituir una serie de zonas de servicio que se superponen una con la otra, creando una zona mayor de servicio. El Access Point es un dispositivo compacto y liviano. Netwave permite organizar la seguridad de varias maneras. Se puede segmentar la red en dominios, que incluyen diferentes números de dirección, para que sólo las MCs de ese dominio puedan tener acceso a ese punto de acceso compañero-a-compañero.

La administración del punto de acceso es limitada: el software sólo se puede ejecutar en un sistema que ejecute IPX en un segmento alambrado de la red. El software de administración "Zona", le deja fijar contraseña, cambiar los números de dominio, agregar direcciones de usuario, mejorar el software, activar claves de codificación y dar un nombre a la unidad. Netwave ofrece flexibilidad, facilidad de uso, y buenas opciones de seguridad.

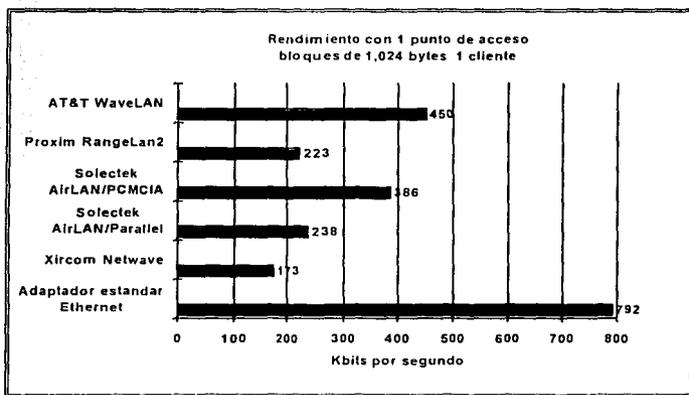
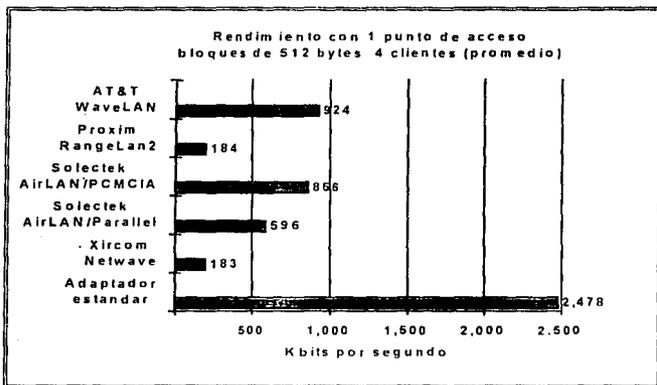
5.6.- RESUMEN DE PRUEBAS REALIZADAS:



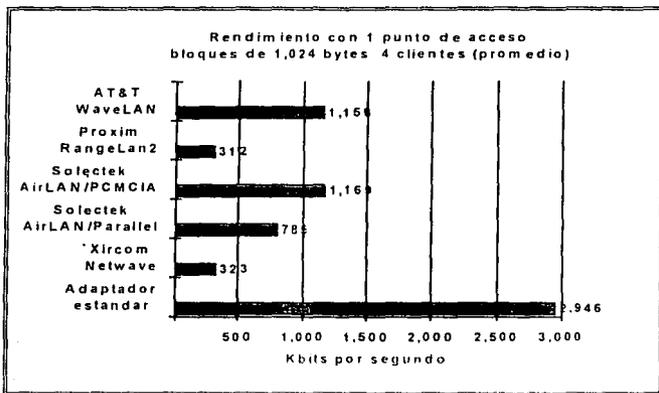
TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



### Resumen de características de adaptadores

<i>AT&amp;T</i>	<i>PROXIM</i>	<i>SOLECTECK</i>	<i>SOLETECK</i>	<i>XIRCOM</i>
<i>WaveLAN</i>	<i>RangeLAN2</i>	<i>AirLAN</i>	<i>AirLAN</i>	<i>Netwave</i>
<i>(PCMCIA)</i>	<i>(PCMCIA)</i>	<i>(PCMCIA)</i>	<i>(paralelo)</i>	<i>(PCMCIA)</i>

### PRECIOS

Adaptador de LAN	US\$ 695.00	US\$ 695.00	US\$ 699.00	US\$ 699.00	US\$ 599.00
Punto de Acceso	US\$1,995.00	US\$1,895.00	US\$4,799.00	US\$4,799.00	US\$1,499.00

### CARACTERISTICAS DE HARDWARE

Técnica de modulación	O. Directo	S. Frecuen	O. Directo	O. Directo	S. Frecuen
Frecuencia usada	902-928Mh	2,4-2,484 Gz	902-928 Mhz	902-928 Mhz	2,4-2,484 Gz
Canales usados	N.A.	79	N.A.	N.A.	78
Suspenc. y continuac.	SI	SI	SI	SI	NO
Admón. de energía	SI	SI	SI	SI	NO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

**CARACTERÍSTICAS PUNTO DE ACCION**

Movilidad	NO	SI	NO	NO	NO
Cable 10BaseT (UTP)	SI	SI	SI	SI	SI
Cable 10Bae2(COAXIAL)	SI	SI	SI	SI	SI

**CARACTERISTICAS DE SOFTWARE**

## Requisito de RAM

Manejador NDIS	18 k	59.3 k	4 k	4 k	10 k
Manejador ODIS	14 k	43.6 k	12 k	12 k	10 k

**SISTEMA OPERATIVO DE REDES:**

LAN Manager	SI	SI	SI	SI	SI
NetWare 3.x	SI	SI	SI	SI	SI
NetWare 4.x	SI	SI	SI	SI	SI
OS/2 LAN server	SI	SI	SI	SI	SI
UNÍS	SI	NO	NO	NO	NO
VINES	SI	SI	SI	SI	SI
Windows NT 3.1	SI	SI	SI	SI	SI
LANTASTIC	SI	SI	SI	SI	SI
Windows For Wroups	SI	SI	SI	SI	SI

**CARACTERÍSTICAS DE ADMINISTRACIÓN**

## Apoya Filtrado

Protocolos		Ether Talk,			
	Ninguno	IP/ARP,IPX,	Ninguno	Ninguno	Ninguno
		TCP/IP			
Direcciones de MAC	SI	NO	SI	SI	SI
Apoya SNMP	SI	SI	NO	NO	NO
Incl Soft de Admón.	SI	SI	SI	SI	SI

---

## 5.7.- ¿QUÉ PRODUCTOS DEBERÍA ADQUIRIR?

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:

### **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.

### **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 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.

---

### **Integridad y 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 testeadas 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.

### **Compatibilidad con redes existentes**

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.

### **Interoperatividad de los dispositivos inalámbricos dentro de la red.**

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 comunicar 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.

### **Interferencia y Coexistencia**

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.

### **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. 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.

### **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.

#### **Seguridad en la comunicación**

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.

#### **Coste**

La instalación de una Lan inalámbrica incluye los costes de infraestructura para los puntos de acceso y los costes de usuario por los adaptadores de la red inalámbrica. Los costes 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 coste de instalación y mantenimiento de una WLAN generalmente es más bajo que el coste de instalación y mantenimiento de una red cableada tradicional, por dos razones:

---

En primer lugar una red WLAN elimina directamente los costes 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 costes indirectos de los usuarios sin todo su equipo de trabajo y de administración.

### **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.

### **Alimentación en las plataformas móviles**

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.

### **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.

---

## CONCLUSIONES

Las redes inalámbricas pueden tener mucho auge en nuestro país debido a la necesidad de movimiento que se requiere en la industria, esta tecnología puede ser utilizada junto con los lectores ópticos en el área del calzado en nuestra localidad, para controlar la producción de calzado, para determinar exactamente en donde ha habido retrasos y de esa manera poder atacarlos inmediatamente y no detener la producción.

La tecnología óptica se puede considerar que es la más práctica y fácil de implementar pues para la tecnología de radio se deben de pedir licencias de uso del espacio a la S.C.T. o de lo contrario se puede infringir la Ley, con respecto a esto la S.C.T. debe de tener bastante trabajo pues en grandes ciudades, como el D.F., en donde el espacio de radio esta muy saturado por frecuencias de radio AM, FM, comunicación empresarial, etc., Debemos de tener cuidado si se desea comprar el hardware para realizar una red inalámbrica de tecnología de Radio, pues debemos de estar seguros que ya cuente con la aprobación de la S.C.T.

Como ya se dijo es relativamente fácil el crear una red híbrida, porque seguiríamos teniendo las ventajas de la velocidad que nos brinda la parte cableada y expandiríamos las posibilidades con la parte inalámbrica, en este trabajo se observo la implementación de una red híbrida Ethernet con infrarrojos y coaxial, que se puede considerar una de las redes de más uso en el mundo.

Para poder realizar una implementación, se debe de dejar lo que ya existe, para poderlo hacer compatible, y crear componentes nuevos o agregarles características a los que ya existen, para el caso de Ethernet se puede considerar mejor el modo cuasi-difuso con la reflexión activa (por satélites), debido a que el satélite se la coloca en la parte alta de la oficina y puede cubrirla toda, así cualquier computadora móvil siempre tendrá señal de comunicación a la red, siempre que no se salga de la habitación.

---

---

Para el caso de TCP/IP el uso de computadoras móviles es interesante pues, por ejemplo, una de las características y requisitos en Internet es que debe de tener una dirección de red fija y esta es almacenada en la tablas de ruteo, para poder encontrar la dirección de una estación cuando se requiere. La computación móvil rompería con este esquema básico de Internet, por eso el estudio del modelo presentado resulta interesante, pues es una propuesta para solucionar el problema ya descrito.

Este modelo en realidad es bastante sencillo y se adapta al modelo Internet existente, se presuponen 3 nuevas entidades para soportar el modelo. Lo interesante es que se debe de generar una nueva red lógica y un Ruteador móvil el cual es el punto más importante del modelo, pues este es el que siempre sabe en donde se encuentra la Estación Móvil, y se encarga de determinar por donde viajara el paquete y determinara que hacer en caso de que la Computadora Móvil no se encuentre en ninguna célula de la red.

Para lograr que este modelo funcione en Internet se realiza un doble encapsulamiento, el primero es el encapsulamiento normal de Internet en el cual se tiene la dirección de la computadora destino, el segundo encapsulamiento lo realiza el Ruteador Móvil y se tiene como dirección de destino la Estación Base correspondiente a donde se encuentre la Computadora Móvil.

Se integro al trabajo una comparación de características de equipo existente en el mercado con la finalidad de determinar si el equipo existente en el mercado satisface las necesidades de implementación de una red híbrida y se comprobó que si existen adaptadores y punto de acceso para la instalación de la red.

En el recién liberado Windows '95 se asegura que soporta equipos móviles y el software de Windows reconoce a la computadora móvil y se encarga de sincronizar archivos en transmisiones.

---

## **GLOSARIO**

**AUI** Unidad de acoplamiento de interfase. (attachment unit interfase.)

**BS** Estación base. (base station.)

**CSMA / CD** Sensor de medio de acceso múltiple / con detección de colisión. (carrier sense multiple access /collision detect.)

**CP** Señal de presencia de colisión. (collision presence.)

**DOS** Sistema operativo de disco. (disk operating system.)

**DATAGRAMA** Agrupamiento lógico de información enviada como unidad de la capa de red en un medio de transmisión, sin el establecimiento de un circuito virtual.

**DLL** Capa de enlace de datos. (data link layer.)

**IEEE** Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos. (institute of electrical and electronics engineers.)

**IRMAU** Unidad adaptadora al medio infrarrojo. (infrarroja medium adapter unit.)

**ISM** Bandas de aplicaciones industriales, científicas y médicas. (bands industrial, scientific and medical.)

**JAM** Señal de presencia de colisión.

**KBPS** Kilo bits por segundo.

---

**KILO** Un mil.

**LAN** Red de área local. (local area network.)

**LLC** Control de enlace lógico. (logic link control.)

**MAN** Red de área metropolitana. (metropolitan area network.)

**MAC** Control de acceso al medio. (medium access control.)

**MAU** Medium adapter unit. unidad adaptadora al medio.

**MBPS** Mega bits por segundo.

**MC** Computadora móvil. (mobil computer.)

**MCU** Unidad convertidora al medio. (medium converter unit.)

**MDI** Interfase dependiente del medio. (medium depend interface.)

**MEGA** Un millón.

**MR** Ruteador móvil (mobil router.)

**OSI** Interconexión de sistemas abiertos. (open system interconnection.)

**PMA** Conexión al medio físico. (physical medium attachment.)

**RAM** Memoria de acceso aleatorio. (random access memory.)

---

**S.C.T.** Secretaria de comunicaciones y transporte.

**TCP/IP** Protocolo de control de transmisión / protocolo Internet. (transmission control protocol / Internet protocolo.)

**UDP** Protocolo de datagrama de usuario. (user datagrama protocolo.)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

**BIBLIOGRAFIA**

DOCUMENTO IEEE "Redes Híbridas" pag 21-26 1992 universidad de Aveiro, Portugal  
Rui T. Valadas, Adriano C. Moreira, A.M. de Oliveira Duarte.

DOCUMENTO IEEE "Ruteando con TCP/IP" pag 7-12 1992 IBM T.J. Watson Reserach  
Center Charles E. Perkins.

DOCUMENTO IEEE "Características de una Radio LAN" pag 14-19 1992 LACE Inc.  
Chandos A. Rypinski.

Revista PC/Tips Byte pag 94-98 artículo: "Redes Inalámbricas" Abril 1992 Nicolas Baran.

Revista PC/Magazine pag 86-97 artículo: "Sin Conexión" Marzo 1995 Padriac Boyle.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN