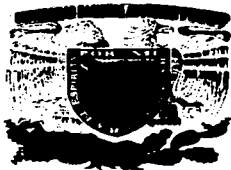


41132  
30a.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGÓN

## “REDES INALAMBRICAS”

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN COMPUTACIÓN  
P R E S E N T A :  
GABRIELA HENRIQUEZ CAMPOS.

ASESOR : M. EN C. DAVID MOISES TERAN PEREZ

MEXICO

2003

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

A



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.

TESIS CON FALLA  
DE  
ORIGEN

**PAGINACION  
DISCONTINUA**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES-ARAGÓN  
SECRETARÍA ACADÉMICA

M. en C. JESÚS DÍAZ BARRIGA ARCEO  
Jefe de la Carrera de Ingeniería en Computación,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 27 de octubre del año en curso, por la que se comunica que la alumna GABRIELA HENRIQUEZ CAMPOS, de la carrera de Ingeniero en Computación, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "REDES INALÁMBRICAS", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

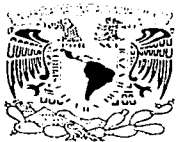
Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 28 de octubre del 2003  
EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

Cp Asesor de Tesis.  
Cp Interesado.

AIR

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN



ESCUELA NACIONAL DE  
ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN

JEFATURA DE CARRERA DE  
INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

OFICIO: ENAR/JACO/0713/03.

ASUNTO: Asignación de Jurado.

**LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS**  
**SECRETARIO ACADÉMICO**  
P r e s e n t e .

Por este conducto me permito presentar a usted el nombre de los profesores que sugiero integren el Sínoo del Examen Profesional de la alumna **GABRIELA HENRÍQUEZ CAMPOS**, que presenta el tema de tesis "REDES INALAMBRICAS".

<b>PRESIDENTE:</b>	<b>ING. JUAN GASTALDI PÉREZ</b>
<b>VOCAL:</b>	<b>ING. SILVIA VEGA MUYTOY</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>M. EN C. DAVID MOISÉS TERÁN PÉREZ</b>
<b>SUPLENTE :</b>	<b>ING. ENRIQUE GARCÍA GUZMÁN</b>
<b>SUPLENTE:</b>	<b>ING. JAVIER ALAIN MORONES CAMACHO</b>

Quiero subrayar que el director de tesis es el **M. en C. David Moisés Terán Pérez**, el cual está incluido con base en lo que reza el reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

Sin otro en particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
San Juan de Aragón, Edo. de México, octubre 24 del 2003.  
**EL JEFE DE CARRERA**

  
**M. EN C. JESÚS DÍAZ BARRIGA ARCEO**

c.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Departamento de Servicios Escolares.  
M. en C. David Moisés Terán Pérez. Asesor.  
Interesado.

JDA\*vjd

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

2

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi PADRE, por su amor y su paciencia, por enseñarme el valor del conocimiento.

A toda mi familia, por el cariño y apoyo que me han dado durante toda mi vida.

Al Ingeniero Javier Alain Morones Camacho, por su amistad y apoyo.

Al Ingeniero David Moisés Terán Pérez, por sus conocimientos y la ayuda que me presto en la realización de esta tesis.

A Margarita, por todo su apoyo y ayuda en realización de esta tesis.

A mis SINODALES, por todo lo que de ustedes aprendí y por el apoyo que me han brindado para concluir este trabajo.

Ing. Juan Gastaldi Pérez.

Ing. Silvia Vega Muytoy.

Ing. Enrique García Guzmán.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, y en particular a la ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGÓN", por la formación profesional que me han dado.

A todos **GRACIAS.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **JUSTIFICACIÓN.**

Vivimos en un mundo donde lo más valioso es la información, no importa dónde, no importa cuándo, el éxito depende de que tan rápido se pueda acceder a ella. Y en este mundo donde la información cambia segundo a segundo, y algunas veces aún más rápido, las redes tradicionales han dejado de ser la solución. Los cables atan, reducen el campo de acción a un área específica, y muy, muy pequeña. Por lo que, es importante hablar sobre las tecnologías de redes inalámbricas. Los Celulares, las micro ondas, los ordenadores portátiles con sus módems, las agendas electrónicas y PDA, ruteadores, etcétera, hacen del mundo entero un área de trabajo y convierten el sueño de comunicación continua en una realidad.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Ofrecer información sobre algunas de las principales tecnologías inalámbricas que emplean las redes de ordenadores.

### **OBJETIVOS PARTICULARES.**

- Exponer algunos de los conceptos básicos referentes a los tipos de redes de ordenador más comunes.
- Dar a conocer de forma general las bases de las tecnologías de las Redes Ópticas Inalámbricas, particularmente la tecnología de Infrarrojo.
- Dar a conocer los principios que rigen la Radiofrecuencia y la tecnología basada en Radiofrecuencia que se está dando a conocer: el Bluetooth®.
- Ofrecer información básica sobre las microondas, así como, las aplicaciones que tienen éstas en el campo de las Redes Inalámbricas.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INTRODUCCIÓN

*"Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas ... es la de poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. La conexión de computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, está siendo ampliamente investigado. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar..." [Aguirre, 2000]*

La tecnología inalámbrica es parte de nuestro presente, y lo seguirá haciendo hasta que, en un futuro no muy lejano, no sea posible imaginar cómo se ha podido vivir sin ella.

La tecnología inalámbrica ofrece una mayor comodidad y movilidad con total funcionalidad en cualquier lugar. Pero para que sea aceptada por los usuarios, esta funcionalidad debe garantizarse sin importar cuál sea la plataforma o la marca que se adquiera. Por lo tanto, los competidores en este mercado se están poniendo de acuerdo para establecer normas que aseguren a los usuarios finales la compatibilidad y/o el funcionamiento conjunto de sus distintos productos.

La tecnología inalámbrica ha estado a nuestro alrededor durante mucho tiempo. Las ondas de radio, infrarrojos, microondas y ondas de sonido influyen en nuestro mundo de muchas maneras distintas y no necesitan hilos ni cables. Ahora, la tecnología inalámbrica ha dado un paso más, proporcionando conexiones de datos entre dispositivos informáticos y redes, y entre diversos dispositivos informáticos.

Las redes de área local inalámbricas funcionan desde hace más de quince años en entornos industriales y de investigación.

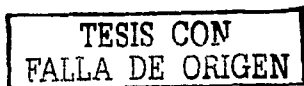
Este tipo de redes se implementó por primera vez en el año 1979. La casa IBM Suiza, utilizó enlaces infrarrojos creando una red de área local en una fábrica. Posteriormente, se utilizaron implementaciones basadas en tecnologías de microondas según los esquemas de transmisión de espectro ensanchado.

En marzo de 1985 la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), organismo encargado de la regulación de telecomunicaciones en Estados Unidos, asignó a los sistemas WLAN las bandas frecuenciales 902-928 Mhz, 2'400-2'4835 Ghz y 5'850 Ghz también conocidas como ISM (Industrial, Científica y Médica) ya que pueden utilizarse bajo licencia administrativa. Esta asignación de una localización frecuencial fija propició una mayor actividad industrial. En este punto las redes de área local inalámbricas dejaron de ser meramente experimentales para empezar a introducirse en el mercado.

Entre los años 1985 y 1990 se trabajó en el desarrollo de productos WLAN y finalmente, en mayo de 1991, se publicaron algunos trabajos que hablaban sobre redes inalámbricas que superaban la velocidad de transferencia de 1 Mbps velocidad mínima a partir de la cual el comité IEEE considera que una red es de área local.

Hasta este momento las WLAN habían tenido una aceptación marginal en el mercado por dos razones fundamentales: falta de un estándar y precios elevados de la solución inalámbrica.

En estos últimos años se ha producido un crecimiento en el mercado de hasta un 100% anual.



## PLAN PROPUESTO.

El capítulo I es una breve reseña de las redes en general, tipos, características, topologías, etcétera.

El capítulo II es sobre las Redes Ópticas Inalámbricas, más específicamente sobre las redes de Infrarrojo: sus características, sus ventajas, sus limitantes y un ejemplo que puede considerarse el más común para esta tecnología en particular, una Ethernet Coaxial — infrarrojo.

El capítulo III trata la que podría considerarse la más popular y prometedora de las tecnologías de redes inalámbrica, las redes de Radio Frecuencia y en particular del "Bluetooth"®, que parece ser el futuro de esta tecnología.

El capítulo IV es sobre la tecnología de micro ondas, incluyo una historia breve de las micro ondas y sus aplicaciones generales, además de las aplicaciones particulares en el área de redes inalámbricas.

Los Anexos contiene información importante, pero que es genérica para las tres tecnologías, como lo son Los protocolos (anexo I), algunos de los estándares para redes (anexo II) y un glosario (anexo III).

TESIS CON  
FALLA DE URGEN



# CAPÍTULO I. CONCEPTOS BÁSICOS.

## 1. Antecedentes.

### 1.1. Transmisión de Datos.

Comunicación es una palabra muy común para todos nosotros, encierra en esencia la posibilidad de transmitir un mensaje a una persona o a varias; actualmente la comunicación no solo es eso, sino que, además, engloba una serie de conceptos que nos permiten ya no solo enviar un mensaje a un ser vivo, si no ahora se entablan conversaciones entre ordenadores, circuitos, enrutadores, mainframes, entre otros.

Toda comunicación ya sea entre ordenadores o entre seres humanos, contiene los siguientes elementos:

- **Transmisor.-** Es aquel ente que no puede existir sin los otros integrantes del sistema al igual que los otros miembros, cuya tarea principal es la de enviar información.
- **Mensaje.-** Es la información que se quiere transmitir o la información que recibimos por el transmisor.
- **Canal de Transmisión.-** Es el medio por el cual se envía o se recibe la información.
- **Receptor.-** Es aquel que recibe la información.



FIG I.1 DIAGRAMA DE LA TRANSMISIÓN DE DATOS.

En la actualidad la forma en que nos comunicamos es tan diversa y tan amplia que parece increíble que alguien que se encuentra en otro país, pueda platicar con nosotros, ya sea por teléfono, que es lo más sencillo, o a través de un ordenador, que ya no es tan increíble. Gracias a los módems, los cuales son equipos que se encargan de cambiar las señales digitales en señales analógicas, ya que las primeras no pueden ser transferidas a largas distancias. [Halsall, 1998].

Para realizar una transmisión de datos exitosa se requiere dos factores principalmente:

- Calidad de las señales que está siendo transmitida.
- Características del medio de transmisión.

### 1.2. MODULACIÓN.

De una manera sencilla, la modulación es la conversión de señales digitales en señales analógicas.

La mayoría de los sistemas de comunicación que permiten la difusión de información y la intercomunicación de personas entre sí, a través de grandes distancias, se basan en la aplicación de la modulación. Las transmisiones moduladas en amplitud o en frecuencia permiten enviar las señales de radio, teléfono y televisión, entre otras, interpretando el mensaje en forma de audio y/o video. Lo anterior se realiza de la siguiente manera: la señal que viaja es analógica llamada portadora, a la cual, se le modifica una de sus características de acuerdo con la información digital que se pretende transmitir. La señal portadora -o carrier como se le conoce- es normalmente una onda senoidal, la cual está definida por tres características: amplitud, frecuencia y fase. [Raya, 2000].

De esta manera los sistemas básicos de modulación son:

- **Modulación en Amplitud.**- La modulación en amplitud pura se emplea muy poco para la transmisión de datos, y si se hace, se utiliza para muy bajas velocidades de transmisión, ya que es muy susceptible a las interferencias de la línea.
- **Modulación en frecuencia.**- La modulación de frecuencia se suele utilizar para velocidades de transmisión iguales o inferiores a 1200 bps.
- **Modulación de Fase.**- La modulación de fase es también conocida como PSK. La modulación PSK tiene una mayor sensibilidad al ruido que la DPSK por lo que generalmente se emplea el último sistema. La modulación de fase se utiliza para velocidades superiores a 1200 bps. Para conseguir velocidades superiores, se utiliza la modulación de fase combinada con la modulación de amplitud.

## 2. Redes de Ordenadores.

El vertiginoso avance tecnológico que han experimentado los campos de la electrónica y la computación en los últimos cincuenta años, permitieron incrementar la capacidad y velocidad de los sistemas de comunicación de datos. Por esta razón se considera importante conocer el desarrollo de los ordenadores en sus diversas etapas, así como los distintos mecanismos para su interconexión. [Raya, 1995].

Actualmente, existen varios tipos de redes de cómputo establecidas por las diferentes plataformas tecnológicas desarrolladas por los fabricantes.

### 2.1. EVOLUCIÓN DE LAS REDES DE CÓMPUTO.

El primer paso en la evolución de las redes de cómputo se inició con el empleo de "terminales tontas"; utilizadas únicamente para enviar información hacia un ordenador central llamada anfitrión o "Host".

Posteriormente, apareció el concepto de tiempo compartido, que consistía en la conexión de "terminales tontas" a un anfitrión el cual distribuía la atención a los usuarios conectados a él en diferentes tiempos. Este anfitrión se encontraba enlazado a un macroordenador (mainframe) que realizaba el procesamiento.

Con la introducción del procesamiento en tiempo real, el usuario podría ver el resultado del procesamiento de la información en cuanto la tecleaba. El incremento en el uso del tiempo compartido por más usuarios creó la necesidad de manejo de normas para lograr agilizar la comunicación con el ordenador anfitrión, ya que cada anfitrión manejaba distintas normas.

En 1964 se crea la norma para el intercambio de información ASCII (American Standard Code for Information Interchange), el cual consta de 128 caracteres formados con siete bits cada uno.

El nacimiento de los microordenadores u ordenadores personales marcó la pauta de lo que sería la revolución de la computación. El ordenador personal le permitió al usuario tener en su escritorio la capacidad de procesamiento de información y el acceso a bases de datos sin tener que depender de ninguna otra máquina.

Una vez desarrollados programas como hojas de cálculo y procesadores de texto, surge la necesidad de conectarse a otros sistemas de cómputo para lo que se diseñó un programa de comunicación con el ordenador central, haciendo que la recepción y envío de información "Host-PC" fuera más rápida y económica que "Host-terminal tonta".

Con las mejoras en el procesamiento y almacenamiento de información se redujeron cada vez más las diferencias entre los macroordenadores, los ordenadores personales y los miniordenadores.

La necesidad de interconexión entre ordenadores y el hecho de poder compartir recursos e información dio como resultado la aparición de las primeras redes de área local (**LAN**). [Roya, 1995].

Conforme se extendió la implementación de las LAN, la necesidad de comunicarlás se convirtió en un aspecto de gran importancia para las empresas apareciendo las redes de área amplia (**WAN**, **Wide Area Network**).

### 2.2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIONES.

Una red de ordenadores es una red interconectada de ordenadores autónomos. Las redes se usan para compartir recursos, en especial la información (datos), para proporcionar más de una fuente para los recursos, para optimizar estos mismos recursos y para comunicación. [Martín, 1994].

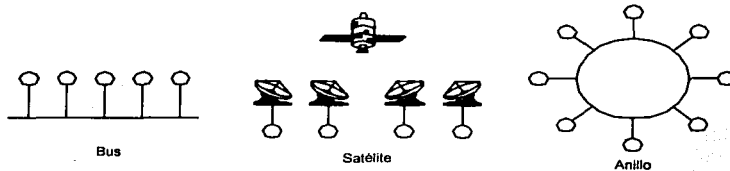
## REDES INALÁMBRICAS

También pueden definirse como "Un grupo de ordenadores (y terminales, en general) interconectados a través de uno o varios caminos o medios de transmisión". De lo cual se concluye que los elementos básicos de una red de cómputo son los ordenadores, los medios de transmisión y los dispositivos que permitan interconectarlos. [Halsall, 1998].

Es posible clasificar las redes, en dimensiones de la tecnología de transmisión, procesamiento y el tamaño.

### TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN:

- **Broadcast (REDES DE DIFUSIÓN).** Un solo canal de comunicación compartido por todas las máquinas. Un conjunto de datos mandado por alguna máquina es recibido por todas las otras.



Comunicación de subredes de difusión

FIG. I.2 TOPOLOGÍAS DE DIFUSIÓN

- **Point-to-point (REDES PUNTO A PUNTO).** Muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. Los paquetes de A a B pueden atravesar máquinas intermedias, entonces se necesita el ruteo (*routing*) para dirigirlos.

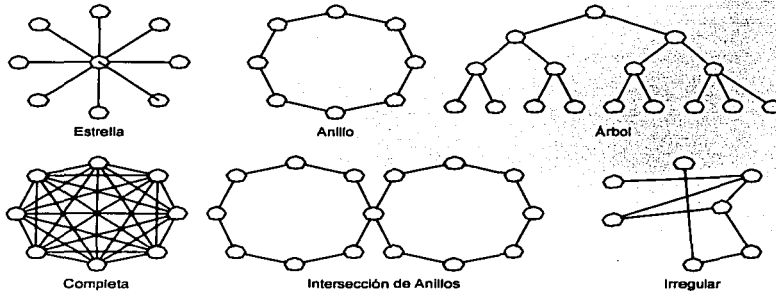


FIG. I.3 TOPOLOGÍAS PUNTO- A- PUNTO



### TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO DE LA RED.

Otro aspecto importante de una red de cómputo es el tipo de procesamiento que se efectúa en los sistemas que la integran. El tipo de procesamiento requerido por una organización en particular influye en la selección de la tecnología de red a utilizar, por lo que se clasificaran las redes de acuerdo al tipo de procesamiento soportado. [Raya, 1995].

- **Procesamiento Centralizado:** Es el utilizado en los "mainframes" y miniordenadores. Los usuarios se conectan a las máquinas mediante "terminales tontas" incapaces de procesar información. Las aplicaciones residen en el sistema de cómputo central, el cual se hace cargo de los requerimientos generados por las terminales y el proceso del programa.

Algunos de los problemas de este tipo de redes es la degradación del servicio al aumentar el número de terminales conectados al sistema.

- **Procesamiento Distribuido:** Se utiliza en las LAN donde los sistema de cómputo son ordenadores personales capaces de efectuar un procesamiento local. Básicamente, el procesamiento distribuido consiste en ejecutar partes de una aplicación en varios sistemas de cómputo de la red. Existen diversas maneras de manejarlo en las aplicaciones; la tendencia actual es la arquitectura cliente-servidor.

### POR TAMAÑO:

La cobertura máxima de algunos de los tipos de redes mencionados en esta clasificación está dada en metros (m.) y/o Kilómetros (Km.)

- **Multiordenadores:** 1m.
- **LAN (RED DE ÁREA LOCAL):** 10m. a 1 Km. Normalmente usan la tecnología de *Broadcast*: un solo cable para todas las máquinas conectadas. Se usan para conectar ordenadores personales o estaciones de trabajo, con objeto de compartir recursos e intercambiar información. El tamaño es restringido, así el tiempo de transmisión para el peor caso es conocido. La velocidad de transmisión de esta red varía de 10 a 100 Mbps.
- **MAN (RED DE ÁREA METROPOLITANA):** 10km. Son una versión mayor de la LAN y utilizan una tecnología muy similar. Actualmente esta clasificación ha caído en desuso.
- **WAN ( RED DE ÁREA AMPLIA):** 100 Km. a 1,000 Km. Son redes que se extienden sobre un área geográfica extensa. Contiene una colección de máquinas dedicadas a ejecutar los programas de usuarios (anfitriones). Estos están conectados por la red que lleva los mensajes de un anfitrión a otro. Estas LAN de anfitrión acceden a la subred de la WAN por un router ("encaminador" que son ordenadores dedicadas a cambiar de ruta). Suelen ser por tanto redes punto a punto. Cada anfitrión está después conectado a una LAN en la cual está el encaminador que se encarga de enviar la información por la subred.



Una WAN contiene numerosos cables conectados a un par de encaminadores. Si dos encaminadores que no comparten cable desean comunicarse, han de hacerlo a través de encaminadores intermedios. El paquete se recibe completo en cada uno de los intermedios y se almacena allí hasta que la línea de salida requerida esté libre.

- **Internet:** Una *internet* es una red de redes vinculadas por *gateways*, que son ordenadores que pueden traducir entre formatos incompatibles.
- **Redes inalámbricas:** Una red inalámbrica usa radio, microondas, satélites, infrarrojo, u otros mecanismos para comunicarse.

### 3. Redes de Área Local (LAN).

Es un sistema de transmisión de información con el objetivo de compartir recursos con los que trabaja un ordenador normalmente, es decir, archivos, directorios, impresoras, graficadores, digitalizadores, etcétera... entre ordenadores conectados entre sí o bien mediante redes conectadas entre sí. [Black, 1995].

La palabra local se refiere a que el conjunto de ordenadores se encuentra próximo geográficamente hablando, es decir, que se encuentra en el espacio físico de un mismo centro.

En general, una red local está caracterizada por una distancia corta entre ordenadores, un medio de comunicación entre éstos, una velocidad de conexión elevada, la utilización de cables de conexión simples (como los coaxiales o los telefónicos). [Black, 1995].

Cuentan con la facilidad de su instalación, de su administración y de su bajo precio.

En la mayoría de los casos, una red se usa para compartir entre varios ordenadores una unidad de almacenamiento enorme o en general cualquier dispositivo periférico del que hagan uso varias personas de un mismo grupo de trabajo, de esta forma no es necesario comprar ese periférico para cada ordenador, por ejemplo una impresora láser. [Martín, 1994].

Además, constituye un valor añadido a la hora de compartir la información y distribuir tareas

#### 3.1. ELEMENTOS DE UNA RED DE ÁREA LOCAL.

En una LAN existen elementos de hardware y programas entre los cuales se pueden destacar: el servidor, estaciones de trabajo, sistema operativo, protocolos de comunicación y tarjetas de interfase de red.

El servidor es el elemento principal de procesamiento, contiene el sistema operativo de red y se encarga de administrar todos los procesos dentro de ella, controla también el acceso a los recursos comunes como son las impresoras y las unidades de almacenamiento. [Raya, 2000].

Las estaciones de trabajo, en ocasiones llamadas nodos, pueden ser ordenadores personales o cualquier terminal conectada a la red.

De esta manera trabaja con sus propios programas o aprovecha las aplicaciones existentes en el servidor.

El sistema operativo de red es el programa (software) que permite el control de la red y reside en el servidor. Ejemplos de sistemas operativos de red son: NetWare™, LAN Manager™, OS/2™, LANtastic y Appletalk™.

Los protocolos de comunicación son un conjunto de normas que regulan la transmisión y recepción de datos dentro de la red, el modelo OSI es la base para entender los protocolos utilizados. [Raya, 1995].

La tarjeta de interfaz de red proporciona la conectividad de la terminal o usuario de la red física, ya que maneja los protocolos de comunicación de cada topología específica.

### 3.2. SERVIDOR DE UNA RED LOCAL.

Hemos visto que una red local interconecta ordenadores, comparte dispositivos, pero para compartir eficientemente periféricos tales como discos duros o impresoras, es necesario configurar una o más ordenadores como "gestores". Un gestor (también llamado servidor) es un ordenador que comparte sus periféricos con otros ordenadores. Un servidor de discos permite compartir zonas del disco. Un servidor de impresión es un ordenador que pueden utilizar todos los usuarios, y que se encarga de volcar el contenido de archivos en una impresora. [Raya, 2000].

#### 3.2.1. Servidores de Disco (Disk server) .

Al principio las redes utilizaban un servidor de disco donde se almacenaba la información que iban a compartir las distintas estaciones de trabajo de la red. Para ésta el servidor es simplemente otra unidad de disco duro donde almacenar archivos. En el caso de un ordenador personal funcionando bajo MS-DOS la unidad asignada del servidor de archivos es como un disco normal del que se mantiene una tabla de asignación de archivos (FAT o file allocation table) propia para poder saber exactamente donde se encuentra un determinado archivo.

Lo de "propia" significa que el servidor de archivos contiene varias particiones, cada una de ellas asignada a un usuario. Esto se hace para que cuando el ordenador necesite leer un archivo, lea la FAT de la partición que le ha sido asignada y busque en ella el archivo que necesita. Una vez modificado lo graba en el disco grabando la FAT en la partición asignada. De no ser así, podría darse el caso de que varios usuarios accediesen a grabar la FAT, que en cada caso sería distinta, produciéndose un complicado galimatías indescifrable y se perderían todos los datos.

Algunas particiones pueden definirse como públicas, pero normalmente suelen definirse como de sólo lectura de modo que no puedan modificarse. Todas las estaciones pueden acceder a esta información pero no pueden cambiarla. Un ejemplo de partición pública podría ser una base de datos de consulta. [Martín, 1994].

Hay dos tipos de servidores de disco: dedicados y no dedicados. Normalmente los servidores dedicados no disponen de monitor, ni teclado; para lo único que sirven es para dar servicio a las solicitudes de otros ordenadores de la red. [Raya, 2000].

Los servidores no dedicados son ordenadores normales que tienen conectado un disco duro o impresora, y que al igual que los dedicados dan servicio a la red, con la diferencia de que se puede utilizar como un ordenador normal mientras actúa de servidor.

### **3.2.2. Servidores de Archivos (File Server) .**

Un servidor de archivos es mucho más eficiente y complejo que un gestor de disco. Contiene un programa especial que procesa comandos antes de que el sistema operativo los reciba. El servidor de archivos contiene su propia FAT. Cuando una estación de trabajo pide un determinado archivo, el servidor de archivos ya sabe donde está el archivo y lo envía directamente a la memoria de la estación de trabajo. En este caso para la estación de trabajo el servidor de archivos no es otra unidad disco más, como sucede con el servidor de disco. Es mucho más eficiente porque no necesita enviar una copia de la FAT a la estación que pide un archivo, y además no es necesario particionar la unidad de disco.

El servidor de archivos se encarga de que en un momento dado, sólo hay un usuario utilizando un archivo determinado. Los usuarios pueden trabajar como si tuvieran un disco de gran capacidad conectado a su ordenador. Cualquiera puede tener acceso a los archivos, a no ser que se establezcan claves de acceso.

Los servidores de archivos pueden ser de cuatro tipos: centralizados, distribuidos, dedicados y no dedicados.

### **3.2.3. Servidores de Archivos Centralizados y Distribuidos.**

Para la mayoría de las redes un único servidor de archivos es más que suficiente. Este tipo de servidor se conoce con el nombre de servidor central. Funciona de manera muy similar como lo hace un miniordenador; una unidad se encarga de dar servicio a cada estación de trabajo.

Por razones de eficiencia, en ocasiones, es conveniente instalar más de un servidor para dar servicio a departamentos distintos. Estos servidores se conocen con el nombre de servidores distribuidos. Esta es una solución más eficiente porque se reducen los tiempos de acceso y además si uno de ellos queda fuera de servicio, la red puede seguir funcionando.

### **3.2.4. Servidores de Archivos Dedicados y no Dedicados.**

Un servidor de archivos dedicado es un microordenador con disco duro que se utiliza exclusivamente como servidor de archivos. Dedicando toda su capacidad de memoria, procesamiento y recursos a dar servicio a las estaciones de trabajo se consigue un aumento de la velocidad y eficiencia de la red. Un servidor no dedicado es aquél que se usa, además de para funciones de servicio de archivos, como estación de trabajo.

Esto implica que la RAM debe estar dividida de forma que puedan ejecutarse programas en la máquina. Cuanto más rápido sea el microprocesador, más rápido puede el servidor realizar sus tareas lo que a su vez implica un costo más elevado. [Ray, 2000].

### 3.2.5. Servidores de Archivos de una Red Punto a Punto.

En una red punto a punto los usuarios deciden qué recursos de su ordenador desean compartir con el resto de los usuarios de la red.

Un usuario puede utilizar su unidad de disco duro como servidor de archivos para otros usuarios de la red. Una red de este tipo puede constar de varias estaciones de trabajo que hacen funciones de servidor de archivos no dedicado cuyos propietarios han decidido compartir con el resto de los usuarios de la red. Esta filosofía es aplicable así mismo a las impresoras y otros dispositivos.

### 3.2.6. Servidor de Impresión.

Al igual que un servidor de archivos permite compartir un disco duro, un servidor de impresión hace lo mismo, sólo que en esta ocasión lo que se comparten son las impresoras.

Cada uno de los ordenadores tiene conectada una impresora. Estas impresoras son suficientes para la mayoría de los trabajos, pero cuando es necesario hacer copias de mayor calidad, los usuarios utilizan la impresora láser conectada al servidor de impresión. El servidor de impresión puede tener varios tipos de impresoras, según las necesidades.

Para poder compartir impresoras, el servidor de impresión debe disponer del programa adecuado y por lo general contiene lo que se conoce como un "spooler"<sup>1</sup> de impresión, que es un buffer donde se almacenan los trabajos que cada estación manda a imprimir. Los trabajos se van poniendo en cola y se imprimen de forma secuencial en orden de llegada. Hay "spoolers" de impresión con funciones para cambiar el orden de impresión de los trabajos y para indicar la hora en la que se quiere imprimir un determinado trabajo. Por ejemplo, los trabajos que requieren muchísimo tiempo de impresión se ponen en el "spooler" de impresión para que se impriman fuera de las horas de trabajo.

### 3.2.7. Servidor de Comunicaciones.

Los servidores de comunicaciones están diseñados para liberar a la red de las tareas relativas a la transmisión de información. El servidor de comunicaciones funciona igual que una centralita telefónica, haciendo las mismas funciones que un sistema PABX (centralita automática privada). Por medio del servidor de comunicaciones una estación puede llamar a una red externa o cualquier otro sistema, buscar cierta información y enviarla a la estación que la ha solicitado. El servidor de comunicaciones se puede utilizar también para conectar dispositivos incompatibles una red.

A pesar de que un servidor de comunicaciones efectúa las funciones de un módem, en particular proporcionando acceso a redes telefónicas de larga distancia, hay bastantes diferencias entre ellos. La mayoría de los módems están conectados a una sola estación y sólo los puede utilizar esa estación.

<sup>1</sup> SPOOLER: ES EL ÁREA DE MEMORIA DE TRABAJO, DONDE SE ALMACENA UNA SECUENCIA DE TRABAJOS.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los servidores de comunicaciones pueden responder a varias solicitudes a la vez. Además, el servidor de comunicaciones ofrece más funciones, tales como multiplexación y conmutación, detección de errores, y además es mucho más fiable.

Es de destacar que para redes de unos 12 equipos y con las nuevas tecnologías se puede perfectamente compartir un módem como un periférico más, usando un programa específico y diseñado para tal fin, algo muy común hoy día. De esta forma el servidor de comunicaciones no sería necesario, ya que el módem compartido haría todo el trabajo. [Halsall, 1998].

### 3.3. TOPOLOGÍA DE UNA RED.

Nuestro objetivo es conseguir que todos los componentes de la red formen un todo y trabajen sin ningún problema de incompatibilidad, por ello si se escogen componentes de arquitectura del mismo fabricante no habrá ningún problema. Sin embargo, eso no siempre es posible y por ello existen normas de programas o más conocidos como protocolos, ellos son los que permiten la comunicación entre las distintas redes. [Martín, 1994].

La red local está formada por cables que conectan los ordenadores entre sí y a la forma en que se distribuyen el cableado y los componentes de la red se le llama topología. Existen cuatro topologías básicas: estrella, bus, anillo y árbol jerárquico. [Black, 1995].

#### 3.3.1. TOPOLOGÍA BUS.

En esta topología las estaciones de trabajo se conectan a un medio de transmisión común consistente en una línea de cable (bus) que corre de un extremo a otro de la red, tal como se ve en la figura, su instalación es muy sencilla pues basta que una estación se conecte al bus para integrarse a la red, por lo cual su mantenimiento es relativamente sencillo.

Las estaciones de trabajo compiten por el acceso al medio, lo cual se convierte en una desventaja ya que sólo una estación puede transmitir a la vez sin que existan colisiones. Esta tecnología es utilizada principalmente en redes Ethernet. [Raya, 1995].

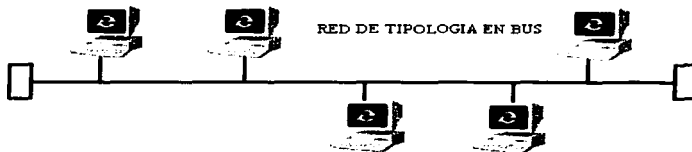


FIG. I.4 TOPOLOGÍA DE BUS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.3.2. TOPOLOGÍA DE ANILLO.

En la topología de anillo cada estación de trabajo se integra al medio de comunicación hasta formar un círculo.

Es también sencilla en su instalación, pero tiene el inconveniente de que si una estación falla puede interrumpir el funcionamiento de toda la red.

Puesto que la información viaja dentro del anillo en un sólo sentido no hay riesgo de colisiones. Siendo esta topología la utilizada en las redes Token Ring de IBM.



FIG. I.5 TOPOLOGÍA DE ANILLO

### 3.3.3. TOPOLOGÍA DE ESTRELLA.

La base de esta tecnología es un concentrador de red que se conecta hacia el procesador central. Su instalación es relativamente sencilla pues sólo se requiere que cada estación se conecte al concentrador de red, sin embargo, requiere mayor cantidad de cable.

Si una estación falla no interfiere en el funcionamiento del resto de la red, sin embargo, el número de usuarios de la red está limitado por la capacidad del concentrador utilizado.

Desde el punto de vista de su forma física, este tipo de topología es utilizada en redes Ethernet y Token Ring, aunque la topología lógica continua siendo bus y anillo, respectivamente.

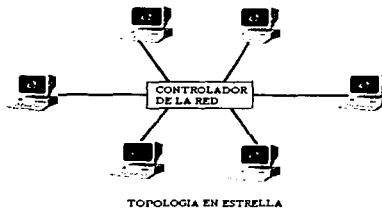


FIG. I.6 TOPOLOGÍA DE ESTRELLA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.3.4. TOPOLOGÍA DE ÁRBOL JERÁRQUICO.

Está formado por segmentos de red o subredes, las cuales dependen de un concentrador específico.

Cada estación de trabajo compite por el acceso a la red con otras estaciones dentro de su segmento y después con otros segmentos.

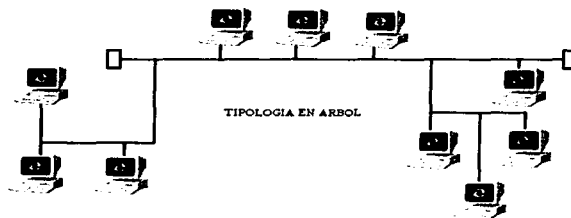


FIG. 1.7 TOPOLOGÍA DE ÁRBOL

### 3.4. SEÑALIZACIÓN EN Redes de Área Local (LAN).

Dentro de una Red de Área Local, es muy importante considerar la forma que los datos son codificados, así como el espectro de frecuencias utilizado en el medio de transmisión, el cual se define como señalización. Básicamente se estudian 2 tipos: Banda Base (**Baseband**) y Banda Ancha (**Broadband**).

- **Señalización Banda Ancha:** El medio se divide en frecuencias para formar 2 ó más canales para la transmisión. Esta señalización emplea la tecnología analógica en donde un módem establece una frecuencia portadora sobre el medio de transmisión, para ser modificada por alguno de los métodos de modulación conocidos: Modulación por Amplitud, Frecuencia o Fase. El método de modulación más usado en la señalización *Banda ancha* es **FSK**, en el cual se generan dos frecuencias, una para representar un "0" y otra para representar un "1" binarios.
- **Señalización Banda Base:** Solamente se transmite una señal sobre el medio a un mismo tiempo. A diferencia de la señalización *Banda ancha*, la *Banda base* utiliza codificación digital para la transmisión de datos. Dos de los métodos comúnmente usados para la señalización *Banda base* son el Unipolar con retomo a cero y el Manchester.

El primer método es muy sencillo y se basa en la representación de un "1" binario por un nivel de voltaje positivo, y un "0" por la ausencia de voltaje. Tiene el inconveniente de saber donde inicia y dónde termina un bit, para evitar esto sería necesario usar circuitos de sincronización lo cual resulta muy caro.



El otro método es el Manchester en el cual se produce una transición en la mitad de cada bit, siendo de +V a -V si el bit es un "0" y al contrario si es un "1".

### 3.5. MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

El medio de transmisión consiste en el elemento que conecta físicamente a las estaciones de trabajo con el servidor y los recursos de la red. Entre los diferentes medios utilizados en las LAN se puede mencionar: el cable de par trenzado, el cable coaxial, la fibra óptica y el espectro electromagnético (en transmisiones inalámbricas).

Su uso depende del tipo de aplicación particular ya que cada medio tiene sus propias características de costo, facilidad de instalación, ancho de banda soportado y velocidades de transmisión máxima permitidas.

#### 3.5.1. CABLE DE COBRE EN PAR TRENZADO.

Es el medio de transmisión más barato y fácil de instalar, aunque estas características lo hacen muy versátil para muchas aplicaciones tiene también sus inconvenientes.

El cable de par trenzado no blindado (UTP) es muy susceptible al ruido generado por inducción, además la longitud del mismo puede ocasionar que actúe como antena. El ruido inducido aumenta en forma considerable el porcentaje de error en la transmisión de datos.

Para reducir este porcentaje de error se emplea el cable de par trenzado blindado (STP), el cual proporciona cierta inmunidad al ruido y permite extender la longitud del cable a instalar.

#### 3.5.2. CABLE COAXIAL.

Consiste en un conductor central de cobre cubierto de un dieléctrico, una malla de alambre y por último, el forro aislante. Es más caro que el cable de par trenzado pero permite un ancho de banda más amplio de frecuencias para la transmisión de datos, normalmente se utilizan 2 tipos de cable coaxial: de 50  $\Omega$  para redes con señalización Banda base y 75  $\Omega$  para señalización Banda ancha.

Este tipo de cable no se considera dentro del estándar más reciente para cableado estructurado, el 568A.

#### 3.5.3. FIBRA ÓPTICA.

La fibra óptica es un medio de transmisión que consiste en un tubo de vidrio o plástico muy delgado a través del cual viaja información en forma de energía luminosa; es decir, la información es convertida de un formato digital a la luz para ser transmitida lo que permite manejar un ancho de banda muy alto. Es inmune al ruido por inducción y como desventaja se señala que es difícil de instalar; requiere muchos cuidados y herramientas especializadas y su costo es elevado.

### 3.6. MÉTODOS DE ACCESO.

Los métodos de acceso se refieren a las reglas que deben seguir las estaciones de trabajo para acceder al medio y transmitir su información en forma ordenada, evitando así colisiones con la consecuente pérdida de datos. Permiten también el direccionamiento de la comunicación entre estaciones. En esta sección solamente mencionaremos los métodos de acceso más utilizados en México, el CSMA/CD, CSMA/CA Y Token Passing. [Martín, 1994].

#### 3.6.1. ACCESO MÚLTIPLE CON SENSIBILIDAD DE PORTADORA, CON DETECCIÓN DE COLISIÓN (CSMA/CD).

Es un método en el que la estación de trabajo censa el medio antes de hacer una transmisión; si el medio está ocupado espera un tiempo determinado antes de volver a censar, cuando detecta que ninguna estación está transmitiendo comienza su envío. Es posible que 2 estaciones transmitan al mismo tiempo por hacer la detección simultáneamente, por lo tanto habrá una colisión. Cuando ocurre esto, ambas máquinas vuelven a esperar un tiempo aleatorio para iniciar el proceso. Se usa principalmente en redes con topología bus.

#### 3.6.2. ACCESO MÚLTIPLE CON SENSIBILIDAD DE PORTADORA EVITANDO COLISIONES (CSMA/CA).

Es una variante del CSMA/CD en el cual la característica principal es evitar las colisiones y no solo detectarlas.

#### 3.6.3. TOKEN PASSING.

Se basa en el envío de paquetes de información que contienen tanto la dirección del destino como la información a transmitir. Una vez liberada la información, el paquete está libre y disponible para que otra pueda utilizarlo. El paquete viaja en una dirección definida por lo que no existen problemas por colisión y permite a todos los usuarios la posibilidad de acceder la red con mas facilidad.

### 3.7. NORMAS EN REDES DE ÁREA LOCAL.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) emite las normas que definen las características, topología, medios de transmisión de los modelos más utilizados en las LAN dentro de su proyecto 802. A continuación se mencionan los estándares más difundidos en México, el 802.3 (Ethernet), el 802.5 (Token Ring) y uno emergente como el 802.12 (100VGAnyLAN).

#### 3.7.1. ETHERNET.

Como característica más importante destaca la utilización de CSMA/CD como método de acceso. Soporta velocidades de transmisión de datos de 10 a 100 Mbps. Aunque emplea una topología lógica de bus, puede utilizar topología física en bus o estrella.



## REDES INALÁMBRICAS

El medio de transmisión más empleado en las redes Ethernet es el cable coaxial grueso de 50  $\Omega$  (Ohms) con señalización Banda base, sin embargo, existen especificaciones para otros medios de transmisión, las cuales se mencionan a continuación. [Martín, 1994].

- **10 Base 5:** Emplea topología física de bus con cable coaxial grueso, las estaciones se conectan al medio a través de transceptores (transceivers), la distancia máxima cubierta del segmento es de 500 metros, aunque se puede añadir repetidores para aumentar el alcance.
- **10 Base 2:** Utiliza también topología de bus con cable coaxial delgado, más flexible y ligero (RG-58) y conectores BNC, soporta también velocidades de transmisión de datos de 10 Mbps y señalización Banda base.
- **10Broad36:** Emplea velocidades de 10 Mbps sobre una topología de bus con cable coaxial de 75  $\Omega$ , pero a diferencia de las anteriores utiliza señalización Banda ancha.
- **10 Base T:** Emplea topología en estrella con cable de par trenzado (UTP) con señalización Banda base y a 10 Mbps, es actualmente una de las topologías más utilizadas en el mercado.
- **10 Base F:** Es en sus características muy similar a 10 base T, aunque utiliza como medio la fibra óptica, lo que le da mayor inmunidad a la interferencia y mayor distancia de cobertura.

### 3.7.2. FAST ETHERNET

También conocido como 100 Base T, es la evolución de 10 Base T pero aumentando la velocidad de transmisión de datos a 100 Mbps. Conserva el método de acceso CSMA/CD y puede utilizar cable UTP niveles 3, 4 y 5.

### 3.7.3. TOKEN RING

En coordinación con el estándar IEEE 802.5 utiliza una topología lógica de anillo pero físicamente utiliza topología en estrella. La velocidad de transmisión de datos es de 4 Mbps ó 16 Mbps y método de acceso Token Passing. [Raya, 1995].

### 3.7.4. 100 VGANYLAN

Definida por el estándar IEEE 802.12 para soportar tanto a topologías Ethernet como Token Ring, también es una tecnología para alta velocidad (100 Mbps). Introduce un nuevo concepto en cuanto al método de acceso llamado Método de Acceso Prioritario por Demanda (DPAM).

TESIS CON  
FALLA DE URGEN

### 3.7.5. FDDI

Es una tecnología más de MAN que de LAN, utiliza topología lógica de anillo y método de acceso Token Passing, pero permite transmisión de datos a 100 Mbps y su medio de transmisión es la fibra óptica, por lo que accede a mayores distancias de operación. No está estandarizado por la IEEE sino por el Instituto Nacional de Normas Americanas (ANSI) como X3T9.5.

Se utiliza principalmente para implantar un "backbone" de alta velocidad entre redes LAN en un ambiente de Campus.

## 4. Redes de Área Metropolitana (MAN)

Entre las LAN y las WAN se encuentran las MAN (Red de Área Metropolitana). Esta es una red que cubre una ciudad completa, pero que utiliza la tecnología desarrollada para las LAN. Las redes de televisión por cable (CATV), son ejemplos de MAN análogicas para el caso de distribución de televisión.

El término "metropolitana" se utiliza en forma genérica para describir áreas hasta del tamaño de una ciudad; pero refiriéndose también a instalaciones grandes de multi-edificios (como universidades). Sin embargo, como utilidad general de comunicación de información de alta velocidad, una MAN pudiera tener amplio uso, en particular si el protocolo pudiera utilizar medios de transmisión existentes, como sistemas CATV y líneas telefónicas existentes de cable dúplex trenzado o fibras ópticas. [Black, 1995].

### ¿QUÉ ES UNA RED DE ÁREA METROPOLITANA?

Una red de área metropolitana es una red de alta velocidad (banda ancha) que dando cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado de cobre a velocidades que van desde los 2 Mbits/s hasta 155Mbits/s. [Martín, 1994].

El concepto de red de área metropolitana representa una evolución del concepto de red de área local a un ámbito más amplio, cubriendo áreas de una cobertura superior que en algunos casos no se limitan a un entorno metropolitano sino que pueden llegar a una cobertura regional e incluso nacional mediante la interconexión de diferentes redes de área metropolitana.

Las redes de área metropolitana tienen muchas aplicaciones, las principales son:

- Interconexión de redes de área local (LAN)
- Interconexión de centralitas telefónicas digitales (PBX y PABX)
- Interconexión ordenador a ordenador
- Transmisión de vídeo e imágenes
- Transmisión CAD/CAM

## REDES INALÁMBRICAS

- Pasarelas para redes de área extensa (WAN)

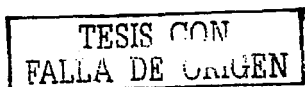
Una red de área metropolitana puede ser pública o privada. Un ejemplo de MAN privada sería un gran departamento o administración con edificios distribuidos por la ciudad, transportando todo el tráfico de voz y datos entre edificios por medio de su propia MAN y encaminando la información externa por medio de los operadores públicos.

Los datos podrían ser transportados entre los diferentes edificios, bien en forma de paquetes o sobre canales de ancho de banda fijos. Aplicaciones de vídeo pueden enlazar los edificios para reuniones, simulaciones o colaboración de proyectos.

Un ejemplo de MAN pública es la infraestructura que un operador de telecomunicaciones instala en una ciudad con el fin de ofrecer servicios de banda ancha a sus clientes localizados en este área geográfica. [Black, 1995].

Las razones por las cuales se hace necesaria la instalación de una red de área metropolitana a nivel corporativo o el acceso a una red pública de las mismas características se resumen a continuación:

- **Ancho de banda:** El elevado ancho de banda requerido por grandes ordenadores y aplicaciones compartidas en red es la principal razón para usar redes de área metropolitana en lugar de redes de área local.
- **Nodos de red:** Las redes de área metropolitana permiten superar los 500 nodos de acceso a la red, por lo que se hace muy eficaz para entornos públicos y privados con un gran número de puestos de trabajo.
- **Extensión de red:** Las redes de área metropolitana permiten alcanzar un diámetro entorno a los 50 kms, dependiendo el alcance entre nodos de red del tipo de cable utilizado, así como de la tecnología empleada. Este diámetro se considera suficiente para abarcar un área metropolitana.
- **Distancia entre nodos:** Las redes de área metropolitana permiten cubrir distancias entre nodos de acceso de varios kilómetros, dependiendo del tipo de cable. Esta distancias se consideran suficientes para conectar diferentes edificios en un área metropolitana o campus privado.
- **Tráfico en tiempo real:** Las redes de área metropolitana garantizan unos tiempos de acceso a la red mínimos, lo cual permite la inclusión de servicios síncronos necesarios para aplicaciones en tiempo real, donde es importante que ciertos mensajes atraviesen la red sin retraso incluso cuando la carga de red es elevada.
- **Integración voz/datos/vídeo:** Adicionalmente a los tiempos mínimos de acceso, los servicios síncronos requieren una reserva de ancho de banda; tal es el caso del tráfico de voz y vídeo. Por este motivo las redes de área metropolitana son redes óptimas para entornos de tráfico multimedia, si bien no todas las redes metropolitanas soportan tráficos isócronos (transmisión de información a intervalos constantes).



- **Alta disponibilidad:** Disponibilidad referida al porcentaje de tiempo en el cual la red trabaja sin fallos. Las redes de área metropolitana tienen mecanismos automáticos de recuperación frente a fallos, lo cual permite a la red recuperar la operación normal después de uno. Cualquier fallo en un nodo de acceso o cable es detectado rápidamente y aislado. Las redes MAN son apropiadas para entornos como control de tráfico aéreo, aprovisionamiento de almacenes, bancos y otras aplicaciones comerciales donde la indisponibilidad de la red tiene graves consecuencias.
- **Alta fiabilidad:** Fiabilidad referida a la tasa de error de la red mientras se encuentra en operación. Se entiende por tasa de error el número de bits erróneos que se transmiten por la red. En general la tasa de error para fibra óptica es menor que la del cable de cobre a igualdad de longitud. La tasa de error no detectada por los mecanismos de detección de errores es del orden de 10<sup>-20</sup>. Esta característica permite a la redes de área metropolitana trabajar en entornos donde los errores pueden resultar desastrosos como es el caso del control de tráfico aéreo.
- **Alta seguridad:** La fibra óptica ofrece un medio seguro porque no es posible leer o cambiar la señal óptica sin interrumpir físicamente el enlace. La rotura de un cable y la inserción de mecanismos ajenos a la red implica una caída del enlace de forma temporal.
- **Inmunidad al ruido:** En lugares críticos donde la red sufre interferencias electromagnéticas considerables la fibra óptica ofrece un medio de comunicación libre de ruidos.

El ámbito de aplicación más importante de las redes de área metropolitana es la interconexión de redes de área local sobre un área urbana, pero otros usos han sido identificados, como la interconexión de redes de área local sobre un complejo privado de múltiples edificios y redes de alta velocidad que eliminan las barreras tecnológicas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4.1 APLICACIÓN DE REDES DE ÁREA METROPOLITANA.

##### 4.1.1. INTERCONEXIÓN DE RED DE ÁREA LOCAL EN UN ÁREA URBANA.

La situación más extendida para el uso de una MAN describe un gran número de usuarios localizados en diferentes departamentos y administraciones dentro de un área urbana, requiriendo un sistema para interconectar las redes de área local ubicadas en estos lugares.

El objetivo de las redes de área metropolitana es ofrecer sobre el área urbana el nivel de ancho de banda requerido para tareas tales como: aplicaciones cliente-servidor, intercambio de documentos, transferencia de mensajes, acceso a base de datos y transferencia de imágenes.

Cuando las Redes de área local que han de ser conectadas están dispersas por un área urbana, la red de área metropolitana está bajo el control de un operador público mientras no se liberalicen las infraestructuras.

Por el contrario, por razones legales, el cliente no puede comprar, instalar y hacer propias las facilidades de transmisión (cableado entre edificios) necesarias para construir una red de área metropolitana.

No se está hablando en esta variante de una red privada, sino de una red de área metropolitana pública propiedad de un operador, el cual ofrece un servicio sobre toda la ciudad. Hay clientes que quiere conectar su equipo en diferentes lugares (Redes de Área Local, Ordenadores, Servidores) de la red de área metropolitana para obtener el nivel de ancho de banda requerido extendiendo el entorno típico de aplicaciones de una Red de Área Local a un área urbana.

En este caso, el cliente ha de tener en cuenta que diferentes instituciones podrían estar conectadas a la misma red de área metropolitana pública, en consecuencia ciertos requisitos adicionales de seguridad, privacidad y gestión de red que deben ser satisfechos por el operador público. Los usuarios finales son conectados a la red de área metropolitana a través de nodos de acceso públicos, con lo cual los datos de una organización llegan evitando pasar a través de dispositivos de otras empresas. Estos mecanismos permiten que las redes de área metropolitana públicas ofrezcan seguridad en la transmisión de datos desde el punto de vista de la privacidad.

Las redes de área metropolitana públicas en diferentes ciudades son usualmente interconectadas por elementos de conmutación para formar una red de área extensa y, por lo tanto, no es necesario que el cliente instale nodos de acceso independientes para Redes de Área Metropolitana y Redes de Área Ampliadas públicas de área metropolitana no pueden ser comparadas con redes de área local ya que éstas últimas están sujetas a limitaciones legales que sólo aplican a las redes privadas.

En contraste con una Red de Área Local, muchos tipos de Red de Área Metropolitana permiten la transmisión no sólo de datos, sino también de voz y vídeo. Una Red de Área Metropolitana será recomendada cuando haya una necesidad para transportar simultáneamente diferentes tipos de tráfico tales como datos, voz y vídeo sobre un área no mayor de 150 kms de diámetro para entornos públicos o privados.



Los objetivos son reducir el coste y al mismo tiempo mejorar el servicio al usuario. La reducción del coste se alcanza minimizando el coste de la transmisión, posible por la integración de voz y datos, por la reducción del papel y por la mejora en la eficiencia de los sistemas. El servicio al cliente se alcanza a través de facilidades de información disponibles para los clientes. Adicionalmente, el cliente puede investigar nuevas aplicaciones tales como transmisión de imágenes y videoconferencia. [Raya, 1995].

En este escenario las Redes de Área Local y ciertos tipos de Redes de Área Amplia (X.25 y *Frame Relay*) no son soluciones válidas porque tienen limitaciones de transmisión para voz y vídeo. El acceso a la Red Digital de Servicios Integrados a través de Redes de Área Metropolitana ofrece grandes capacidades necesarias para transferencia de tráfico multimedia. En este escenario la solución tecnológica es DQDB (*Dual Queue Distributed Bus*, Bus Dual con Colas Distribuidas).

### 4.1.2. INTERCONEXIÓN DE UNA RED DE ÁREA LOCAL EN UN ENTORNO PRIVADO DE MÚLTIPLES EDIFICIOS.

Este escenario describe una organización consistente en varios cientos de personas ubicadas en diferentes edificios en una gran zona privada (campus, administración, etc.), requiriendo un sistema para interconectar las redes de área local ubicadas en estos lugares.

El objetivo de la red es ofrecer sobre dicha área el nivel de ancho de banda requerido para tareas como: aplicaciones cliente-servidor, intercambio de documentos, transferencia de mensajes, acceso a base de datos y transferencia de imágenes. En resumen, poder extender las ventajas de las redes de área local a grandes redes privadas sobre entornos de múltiples edificios. [Martín, 1994].

En este escenario, una red de área metropolitana permite al comprador construir una estructura dorsal de una Red de Área Local en un área que cubre zonas privadas.

Las ventajas que ofrece una red privada de área metropolitana sobre redes WAN son:

- Una vez comprada, los gastos de explotación de una red privada de área metropolitana, así como el coste de una LAN, son inferiores que el de una WAN, debido a la técnica soportada y la independencia con respecto al tráfico demandado.
- Una Red de Área Metropolitana privada es más segura que una WAN.
- Una Red de Área Metropolitana es más adecuada para la transmisión de tráfico que no requiere asignación de ancho de banda fijo.
- Una Red de Área Metropolitana ofrece un ancho de banda superior que redes WAN tales como X.25 o Red Digital de Servicios Integrados de Banda Estrecha (RDSI-BE).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## REDES INALÁMBRICAS

Las posibles desventajas son:

- Limitaciones legales y políticas podrían desestimar al comprador la instalación de una red privada de área metropolitana. En esta situación, se podría usar una red pública de área metropolitana.
- La red de área metropolitana no puede cubrir grandes áreas superiores a los 50 kms de diámetro.
- La tecnología más extendida para la interconexión de redes privadas de múltiples edificios es FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*; Interface de Datos Distribuidos por Fibra). FDDI es una tecnología para LAN que es extensible a redes metropolitanas gracias a las características de la fibra óptica que ofrece el ancho de banda y las distancias necesarias en este entorno.

### 4.1.3. REDES DE ALTA VELOCIDAD.

Las redes de alta velocidad, en particular ATM (*Asynchronous Transfer Mode*, Modo de Transferencia Asíncrono) atraen gran interés de todo el mundo. ATM espera proveer capacidad técnica para manejar cualquier clase de información: voz, datos, imágenes, texto y video de manera integrada, y a cualquier distancia (área local, área metropolitana o área extensa).

Es reconocido que las redes públicas ATM podrán eventualmente contener todos los requisitos citados en los escenarios anteriores y podrán pronto reemplazar las presentes tecnologías LAN, MAN y WAN. De cualquier modo, la previsión de tiempo y el avance de nuevas tecnologías (especialmente para la conmutación) puede dificultar el completo desarrollo de ATM en una escala de tiempo aceptable para las urgentes necesidades de los operadores públicos. Un futuro módulo EPHOS en redes de alta velocidad proporcionará guía y consejo sobre esta nueva tecnología. Una red de tipo MAN puede ser usada con solución transitoria y permitir el uso simultáneo de diferentes tipos de tráfico: datos, voz y video. [Black, 1995].

El estándar DQDB para Red de Área Metropolitana ha sido diseñado en paralelo con el trabajo de la UIT-T sobre ATM. Este paralelismo permite a las redes DQDB estar tan avanzados como es posible en la línea de las especificaciones ATM y, por tanto, facilitando sus futuras interconexiones. DQDB constituye una red transitoria que hoy ofrece soluciones a problemas que serán resueltos en un futuro próximo por la RDSI-BA (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha). Cuando la RDSI-BA llegue a estar disponible, las redes DQDB estarán conectadas y los usuarios de estas redes accederán a la tecnología ATM beneficiándose de sus ventajas, sin tener que cambiar sus equipos. [Martín, 1994].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4.2. Componentes de una Red de Área Metropolitana.

Los componentes de una red de área metropolitana son:

- **Puestos de trabajo:** Son los sistemas desde los cuales el usuario demanda las aplicaciones y servicios proporcionados por la red.  
Dentro de los puestos de trabajo se incluyen:
  - Estaciones de trabajo.
  - Ordenadores centrales
  - Ordenadores Personales o compatibles.
- **Nodos de red:** Son dispositivos encargados de proporcionar servicio a los puestos de trabajo que forman parte de la red. Sus principales funciones son:
  - Almacenamiento temporal de información a transmitir hasta que el canal de transmisión se libere.
  - Filtrado de la información circulante por la red, aceptando sólo la propia.
  - Conversión de la información de la red, en serie, a información del puesto de trabajo, octetos.
  - Obtención de los derechos de acceso al medio de transmisión.
  - Sistema de cableado
  - Está constituido por el cable utilizado para conectar entre sí los nodos de red y los puestos de trabajo.
- **Protocolos de comunicación:** Son las reglas y procedimientos utilizados en una red para establecer la comunicación entre nodos. En los protocolos se definen distintos niveles de comunicación. Así, las redes de área metropolitana soportan el nivel 1 y parte del nivel 2, dando servicio a los protocolos de nivel superior que siguen la jerarquía OSI para sistemas abiertos.
- **Aplicaciones:** Como Sistemas de Tratamiento de Mensajes (MHS), Gestión, Acceso y Transferencia de Ficheros (FTAM) y EDI pueden ser posibles aplicaciones de la red.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 4.3 SERVICIOS DE UNA RED DE ÁREA METROPOLITANA

A continuación se presenta una clasificación de los posibles servicios que ofrecen las redes de área metropolitana:

#### SERVICIOS "NO ORIENTADOS A CONEXIÓN"

Permite el transporte de datos sin establecer conexión previa.

#### SERVICIOS "ORIENTADOS A CONEXIÓN"

Es necesario establecer una conexión previa al transporte de los datos del usuario. *Servicios Isócronos*<sup>2</sup>

Se utilizan cuando se tienen unos requisitos estrictos de ancho de banda como son los casos de transmisión de determinados servicios de audio y vídeo. Determinadas aplicaciones requieren la transferencia constante de información a intervalos definidos (isócronos). En este caso no todas las tecnologías soportan dichas aplicaciones, tal es el caso de FDDI, si bien existe una nueva norma FDDI-II que soporta el tráfico isócrono. [Martín, 1994].

### 4.4. GESTIÓN DE REDES.

La gestión se está convirtiendo en un elemento esencial para asegurar la disponibilidad tanto física como lógica de las redes metropolitanas. La complejidad de las actuales redes impone la necesidad de utilizar sistemas de gestión capaces de controlar, administrar y monitorizar redes locales, metropolitanas y extensas, a la vez que dispositivos de interconexión, servidores y clientes.

En la actualidad existen diferentes niveles en la concepción de las herramientas de ayuda a la gestión; cada uno de estos niveles permite acometer una problemática particular del entorno de redes y en general no están integrados en el único sistema capaz de proporcionar una visión completa de los subsistemas que conforman las redes.

La tendencia en la evolución de la tecnología de gestión de redes se encamina hacia el desarrollo de productos integrados capaces de gestionar conjuntamente subsistemas de voz, datos e imagen en sus diferentes niveles: medio físico de transmisión, redes, aplicaciones, etcétera. [Martín, 1994].

---

<sup>2</sup> **SERVICIOS ISÓCRONOS:** Se utilizan cuando se tienen unos requisitos estrictos de ancho de banda como son los casos de transmisión de determinados servicios de audio y vídeo. Determinadas aplicaciones requieren la transferencia constante de información a intervalos definidos (isócronos). En este caso no todas las tecnologías soportan dichas aplicaciones, tal es el caso de FDDI, si bien existe una nueva norma FDDI-II que soporta el tráfico isócrono.

### 4.5 ARQUITECTURA DE RED

A continuación se incluye una clasificación de las distintas configuraciones a nivel funcional que soportan las redes de área metropolitana basadas en el estándar FDDI:

- **REDES TERMINALES (BACK-END):**

Permiten la transferencia rápida de información entre la Unidad Central de Proceso (UCP) y dispositivos de almacenamiento masivo (discos ópticos, unidades de cintas) y periféricos de alta velocidad (impresoras, trazadores).

- **REDES DORSALES (BACKBONE):**

Conectan redes de área local de velocidades menores. La velocidad de transmisión de la red de área metropolitana permite manejar una carga agregada de múltiples redes conectadas sin establecer cuellos de botella ni degradar sus respectivas prestaciones. Las redes de área local compatibles IEEE 802.X (*Ethernet* 802.3, *Token Bus* 802.4 y *Token Ring* 802.5) se interconectan mediante puentes o encaminadores con salida al nodo de red MAN. La red dorsal permite establecer enlaces con las redes públicas de área extensa (X.25, *frame relay*) o con redes privadas del tipo SNA<sup>3</sup> mediante pasarelas específicas.

- **REDES FRONTALES (FRONT-END):**

Conectan grandes ordenadores, minis y ordenadores personales, estaciones de trabajo, terminales gráficos de alta resolución CAD/ CAM, impresoras láser, etcétera. Esta configuración se asemeja al entorno de red local, pero con unas prestaciones muy superiores comparada con ***Ethernet* o *Token Ring***.

Las redes metropolitanas basadas en el estándar IEEE 802.6 presentan una arquitectura jerárquica de 4 niveles, constituida por la interconexión de nodos DQDB (*Dual Queue Distributed Bus*). Los niveles jerárquicos que se pueden distinguir en las redes de área metropolitana 802.6 son los siguientes:

- **Nivel 0:** Es el conjunto de puestos de red situados en los locales del usuario (redes locales, estaciones de trabajo, ordenadores centrales).
- **Nivel 1:** Es el nodo de red al que accede el usuario. Su topología puede ser en bus dual con conexiones punto-a-punto o punto-a-multipunto o en bucle cerrado.
- **Nivel 2:** Sistema de Conmutación de Red de Área Metropolitana (MSS). Consiste en la interconexión de los distintos nodos siguiendo la estructura básica DQDB.

---

<sup>3</sup> **SNA:** ARQUITECTURA DE REDE DEL SISTEMA IBM. Conjunto de especificaciones de IBM para redes distribuidas de transmisión de datos. La Arquitectura (SNA), proporciona un modelo compuesto por niveles muy parecido al Modelo OSI, y el flujo de datos a través del SNA es virtualmente idéntico al del modelo OSI. Ver Anexo I.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- **Nivel 3:** Sistema de interconexión de distintos sistemas de conmutación de red y la interconexión con otras Redes (RDSI, Iberpac, RTC, etcétera).

### 5. Redes de Área Ampla (WAN).

Una WAN se extiende sobre un área geográfica amplia, a veces un país o un continente; contiene una colección de máquinas dedicadas a ejecutar programas de usuario (aplicaciones), estas máquinas se llaman Anfitriones. Los anfitriones están conectados por una subred de comunicación. El trabajo de una subred es conducir mensajes de un anfitrión a otro. La separación entre los aspectos exclusivamente de comunicación de la red ( la subred ) y los aspectos de aplicación ( anfitriones ), simplifica enormemente el diseño total de la red. [Martín, 1994].

En muchas redes de área amplia, la subred tiene dos componentes distintos: las líneas de transmisión y los elementos de conmutación. Las líneas de transmisión (también llamadas circuitos o canales) mueven los bits de una máquina a otra.

Los elementos de conmutación son ordenadores especializados que conectan dos o más líneas de transmisión.. Cuando los datos llegan por una línea de entrada, el elemento de conmutación debe escoger una línea de salida para enviarlos. Como término genérico para los ordenadores de conmutación, se les llama enrutadores. [Raya, 2000].

Cuando una organización se plantea el uso de una Red de Área Ampla, persigue una serie de objetivos:

- Servicios integrados a la medida de sus necesidades (integración de voz, datos e imagen, servicios de valor añadido...).
- Integración virtual de todos los entornos y dependencias, sin importar donde se encuentren geográficamente situados.
- Optimización de los costes de los servicios de telecomunicación.
- Flexibilidad en cuanto a disponibilidad de herramientas y métodos de explotación que le permitan ajustar la configuración de la red, así como variar el perfil y administración de sus servicios.
- Mínimo coste de la inversión en equipos, servicios y gestión de la red.
- Alta disponibilidad y calidad de la red soporte de los servicios.
- Garantía de evolución tecnológica.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 5.1. CONSTITUCIÓN DE UNA RED DE ÁREA AMPLIA .

La red consiste en ECD (ordenadores de conmutación) interconectados por canales alquilados de alta velocidad (por ejemplo, líneas de 56 kbit / s). Cada ECD utiliza un protocolo responsable de encaminar correctamente los datos y de proporcionar soporte a los ordenadores y terminales de los usuarios finales conectados a los mismos. La función de soporte ETD (Terminales / ordenadores de usuario). La función soporte del ETD se denomina a veces PAD ( Packet Assembly / Disassembly – ensamblador / desensamblador de paquetes ). Para los ETD, el ECD es un dispositivo que los aísla de la red. El centro de control de red (CCR) es el responsable de la eficiencia y fiabilidad de las operaciones de la red.

### 5.2. CARACTERÍSTICAS DE UNA RED DE ÁREA AMPLIA.

Los canales suelen proporcionarlos las compañías telefónicas (ejemplo: TELMEX) , con un determinado coste mensual si las líneas son alquiladas, y un coste proporcional a la utilización si son líneas normales conmutadas.

Los enlaces son relativamente lentos ( de 1200 Kbit / s a 1.55Mbit / s ).

Las conexiones de los ETD con los ECD son generalmente más lentas ( 150 bit / s a 19.2 kbit / s ).

Los ETD y los ECD están separados por distancias que varían desde algunos kilómetros hasta cientos de kilómetros.

Las líneas son relativamente propensas a errores ( si se utilizan circuitos telefónicos convencionales ).

Las redes de área local ( LAN ) son significativamente diferentes de las redes de cobertura amplia. El sector de las LAN es uno de los de más rápido crecimiento en la industria de las comunicaciones. Las redes de área local poseen las siguientes características.

- Generalmente, los canales son propiedad del usuario o empresa.
- Los enlaces son líneas (desde 1 Mbit / s hasta 400 Mbit / s). Los ETDs se conectan a la red vía canales de baja velocidad (desde 600 bit / s hasta 56 Kbit / s).
- Los ETD están cercanos entre sí, generalmente en un mismo edificio.
- Puede utilizarse un ECD para conmutar entre diferentes configuraciones, pero no tan frecuentemente como en las WAN.
- Las líneas son de mejor calidad que los canales en las WAN.

Debido a las diferencias entre las redes de área local y las redes de cobertura amplia, sus topologías pueden tomar formas muy diferentes. [Martín, 1994].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La estructura de las WAN tiende a ser más irregular, debido a la necesidad de conectar múltiples terminales, ordenadores y centros de conmutación. Como los canales están alquilados mensualmente ( a un precio considerable ), las empresas y organizaciones que los utilizan tienden a mantenerlos lo más ocupados posible. Para ello, a menudo los canales "serpentean" por una determinada zona geográfica para conectarse a los ETD allí donde estén. Debido a eso la topología de las WAN suele ser más irregular.

Por el contrario, el propietario de una LAN no tiene que preocuparse de utilizar al máximo los canales, ya que son baratos en comparación con su capacidad de transmisión ( los cuellos de botella en las LAN suelen estar en la paquetería ). Por tanto, no es tan crítica la necesidad de esquemas muy eficientes de multiplexado y multidistribución. Además, como las redes de área local que residen en un mismo edificio, la topología tiende a ser más ordenada y estructurada, con configuraciones en forma de bus, anillo o estrella. [Raya, 2000].

### 5.3. COMPONENTES FÍSICOS.

**Línea de Comunicación:** Medios físicos para conectar una posición con otra con el propósito de transmitir y recibir datos.

**Hilos de Transmisión:** En comunicaciones telefónicas se utiliza con frecuencia el termino "pares" para describir el circuito que compone un canal. Uno de los hilos del par sirve para transmitir o recibir los datos, y el otro es la línea de retorno eléctrico.

### 5.4 CLASIFICACIÓN DE LÍNEAS DE CONMUTACIÓN

**Líneas Conmutadas:** Líneas que requieren de marcar un código para establecer comunicación con el otro extremo de la conexión.

**Líneas Dedicadas:** Líneas de comunicación que mantienen una permanente conexión entre dos o más puntos. Estas pueden ser de dos o cuatro hilos.

**Líneas Punto a Punto:** Enlazan dos DTE

**Líneas Multipunto:** Enlazan tres o más DTE

**Líneas Digitales:** En este tipo de línea, los bits son transmitidos en forma de señales digitales. Cada bit se representa por una variación de voltaje y esta se realiza mediante codificación digital en la cual los códigos más empleados son:

- **NRZ (Non Return to Zero) Unipolar :** La forma de onda binaria que utilizan normalmente los ordenadores se llama *Unipolar*, es decir, que el voltaje que representa los bits varía entre 0 voltios y +5 voltios. Se denomina NRZ porque el voltaje no vuelve a cero entre bits consecutivos de valor uno. Este tipo de código es inadecuado en largas distancias debido a la presencia de niveles residuales de corriente continua y a la posible ausencia de suficientes números de transiciones de señal para permitir una recuperación fiable de una señal de temporización.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

- **Código NRZ Polar:** Este código desplaza el nivel de referencia de la señal al punto medio de la amplitud de la señal. De este modo se reduce a la mitad la potencia requerida para transmitir la señal en comparación con el Unipolar.
- **Transmisión Bipolar o AMI ( Alternate Marks Inverted ):** Es uno de los códigos más empleados en la transmisión digital a través de redes WAN. Este formato no tiene componente de corriente continua residual y su potencia a frecuencia cero es nula. Se verifican estos requisitos transmitiendo pulsos con un ciclo de trabajo del 50% e invirtiendo alternativamente la polaridad de los bits 1 que se transmiten. Dos valores positivos sin alternancia entre ellos serán interpretados como un error en la línea, los 0's son espacios sin presencia de voltaje. El formato Bipolar es en realidad una señal de tres estados ( +V, 0, -V ).

### 5.5. TIPOS DE REDES DE ÁREA AMPLIA.

**Conmutadas por Circuitos:** Redes en las cuales, para establecer comunicación se debe efectuar una llamada y cuando se establece la conexión, los usuarios disponen de un enlace directo a través de los distintos segmentos de la red.

- **SERVICIOS DE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS.**

En una conexión de conmutación de circuitos se establece un canal dedicado, denominado circuito, entre dos puntos por el tiempo que dura la llamada. El circuito proporciona una cantidad fija de ancho de banda durante la llamada y los usuarios sólo pagan por esa cantidad de ancho de banda el tiempo que dura la llamada.

Las conexiones de conmutación de circuitos tienen dos serios inconvenientes. El primero es que debido a que el ancho de banda en estas conexiones es fijo, no manejan adecuadamente las avalanchas de tráfico, requiriendo frecuentes retransmisiones. El segundo inconveniente es que estos circuitos virtuales sólo tienen una ruta, sin caminos alternativos definidos. Por esta razón cuando una línea se cae, es necesario que un usuario intervenga reencamine el tráfico manualmente o se detiene la transmisión.

**Conmutadas por Mensaje:** En este tipo de redes el conmutador suele ser un ordenador que se encarga de aceptar tráfico de los ordenadores y terminales conectados a él. El ordenador examina la dirección que aparece en la cabecera del mensaje hacia el DTE que debe recibirlo.

Esta tecnología permite grabar la información para atenderla después. El usuario puede borrar, almacenar, redirigir o contestar el mensaje de forma automática. [Martín, 1994].

**Conmutadas por Paquetes:** En este tipo de red los datos de los usuarios se descomponen en trozos más pequeños. Estos fragmentos o paquetes, están insertados dentro de informaciones del protocolo y recorren la red como entidades independientes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- **SERVICIOS DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES.**

Los servicios de conmutación de paquetes suprimen el concepto de circuito virtual fijo. Los datos se transmiten paquete a paquete a través del entramado de la red o nube, de manera que cada paquete puede tomar un camino diferente a través de la red. Como no existe un circuito virtual predefinido, la conmutación de paquetes puede aumentar o disminuir el ancho de banda según sea necesario, pudiendo manejar adecuadamente las avalanchas de paquetes de forma adecuada. Los servicios de conmutación de paquetes son capaces de enrutar los paquetes, evitando las líneas caídas o congestionadas, debido a los múltiples caminos en la red.

**Redes Orientadas a Conexión:** En estas redes existe el concepto de multiplexión de canales y puertos conocido como *circuito* o *canal virtual*, debido a que el usuario aparenta disponer de un recurso dedicado, cuando en realidad lo comparte con otros pues lo que ocurre es que atienden a ráfagas de tráfico de distintos usuarios. [Raya, 2000].

**Redes no orientadas a conexión:** Llamadas Datagramas, pasan directamente del estado libre al modo de transferencia de datos. Estas redes no ofrecen confirmaciones, control de flujo ni recuperación de errores aplicables a toda la red, aunque estas funciones si existen para cada enlace particular. Un ejemplo de este tipo de red es INTERNET.

**Red Pública de Conmutación Telefónica ( PSTN ):** Esta red fue diseñada originalmente para el uso de la voz y sistemas análogos. La conmutación consiste en el establecimiento de la conexión previo acuerdo de haber marcado un número que corresponde con la identificación numérica del punto de destino. [Martín, 1994].

### 5.6. REDES PÚBLICAS

Las redes públicas son los recursos de telecomunicación de área extensa pertenecientes a las operadoras y ofrecidos a los usuarios a través de suscripción.

Estas operadoras incluyen a:

- Compañías de servicios de comunicación local. Entre estas compañías se tiene a TELMEX.
- Compañías de servicios de comunicación a larga distancia. Una compañía de comunicación a larga distancia ( IXC: Interexchange carriers ) es un operador de telecomunicaciones que suministra servicios de larga distancia como AT&T, AVANTEL y TELMEX.
- Proveedores de servicios de valor añadido. Los proveedores de servicio de valor añadido ( VAC: Value-added carriers ) como CompuServe Information y GE Information Services, ofrecen con frecuencia, servicios de comunicación de área amplia como complemento a su verdadero negocio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 5.7. REDES PRIVADAS.

Una red privada es una red de comunicaciones privada construida, mantenida y controlada por la organización a la que sirve. Como mínimo una red privada requiere sus propios equipos de conmutación y de comunicaciones. Puede también, emplear sus propios servicios de comunicación o alquilar los servicios de una red pública o de otras redes privadas que hayan construido sus propias líneas de comunicaciones.

Aunque una red privada es extremadamente cara, en compañías donde la seguridad es imperante así como también lo es el control sobre el tráfico de datos, las líneas privadas constituyen la única garantía de un alto nivel de servicio. Además, en situaciones donde el tráfico de datos entre dos puntos remotos excede de seis horas al día, emplear una red privada puede ser más rentable que utilizar la red pública.

### 5.8. TECNOLOGÍAS.

Los protocolos de capa física WAN describen cómo proporcionar conexiones eléctricas, mecánicas, operacionales, y funcionales para los servicios de una red de área amplia. Estos servicios se obtienen en la mayoría de los casos de proveedores de servicio WAN tales como las compañías telefónicas, portadoras alternas, y agencias de Correo, Teléfono, y Telégrafo ( PTT: Post, Telephone and Telegraph ).

Los protocolos de enlace de datos WAN describen cómo los marcos se llevan entre los sistemas en un único enlace de datos. Incluyen los protocolos diseñados para operar sobre recursos punto a punto dedicados, recursos multipunto basados en recursos dedicados, y los servicios conmutados multiacceso tales como Frame Relay. [Martin, 1994].

Las normas WAN son definidas y manejadas por un número de autoridades reconocidas incluyendo las siguientes agencias:

- International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector (ITU-T ), antes el Consultative Committee for International Telegraph and Telephone (CCITT ).
- International Organization for Standardization ( ISO ).
- Internet Engineering Task Force ( IETF ).
- Electronic Industries Association ( ETA ).

Las normas WAN describen típicamente tanto los requisitos de la capa física como de la capa de enlace de datos.



### **CAPA FÍSICA: WAN .**

La capa física WAN describe la interfase entre el equipo terminal de datos (DTE) y el equipo de conexión de los datos ( DCE ). Típicamente, el DCE es el proveedor de servicio, y el DTE es el dispositivo asociado. En este modelo, los servicios ofrecidos al DTE se hacen disponibles a través de un módem o unidad de servicio del canal/Unidad de servicios de datos ( CSU / DSU ).

Algunas normas de la capa física que especifican esta interfaz son:

- EIA/TIA-232D: Esta norma fue definida como una interfaz estándar para conectar un DTE a un DCE.
- EIA/TIA-449: Junto a la 422 y 423 forman la norma para transmisión en serie que extienden las distancias y velocidades de transmisión más allá de la norma 232.
- V.35: Según su definición original, serviría para conectar un DTE a un DCE síncrono de banda ancha ( analógico ) que operara en el intervalo de 48 a 168 kbps.
- X.21: Estándar CCITT para redes de conmutación de circuitos. Conecta un DTE al DCE de una red de datos pública.
- G.703: Recomendaciones del ITU-T, antiguamente CCITT, relativas a los aspectos generales de una interfaz.
- EIA-530: Presenta el mismo conjunto de señales que la EIA-232D.
- High-Speed Serial Interface ( HSSI ): Estándar de red para las conexiones seriales de alta velocidad ( hasta 52 Mbps ) sobre conexiones WAN.

### **CAPA DE ENLACE DE DATOS: PROTOCOLOS WAN**

Las tramas más comunes en la capa de enlace de datos, asociadas con las líneas seriales sincrónicas se enumeran a continuación: [Martín, 1994].

- Synchronous Data Link Control ( SDLC ). Es un protocolo orientado a dígitos desarrollado por IBM. SDLC define un ambiente WAN multipunto que permite que varias estaciones se conecten a un recurso dedicado. SDLC define una estación primaria y una o más estaciones secundarias. La comunicación siempre es entre la estación primaria y una de sus estaciones secundarias. Las estaciones secundarias no pueden comunicarse entre sí directamente.
- High-Level Data Link Control ( HDLC ). Es un estándar ISO. HDLC no pudo ser compatible entre diversos vendedores por la forma en que cada vendedor ha elegido cómo implementarla. HDLC soporta tanto configuraciones punto a punto como multipunto.
- Link Access Procedure Balanced ( LAPB ). Utilizado sobre todo con X.25, puede también ser utilizado como transporte simple de enlace de datos. LAPB incluye capacidades para la detección de pérdida de secuencia o extravío de marcos así como también para intercambio, retransmisión, y reconocimiento de marcos.

- **Frame Relay.** Utiliza los recursos digitales de alta calidad donde sea innecesario verificar los errores LAPB. Al utilizar un marco simplificado sin mecanismos de corrección de errores, Frame Relay puede enviar la información de la capa 2 muy rápidamente, comparado con otros protocolos WAN.
- **Point-to-Point Protocol ( PPP ).** Descrito por el RFC 1661, dos normas desarrollados por el IETF. El PPP contiene un campo de protocolo para identificar el protocolo de la capa de red.
- **X.25.** Define la conexión entre una terminal y una red de conmutación de paquetes.
- **Integrated Services Digital Network ( ISDN ).** Un conjunto de servicios digitales que transmite voz y datos sobre las líneas de teléfono existentes.

### 6. Redes Inalámbricas.

Una de las tecnologías más prometedoras es la de poder comunicar ordenadores mediante tecnología inalámbrica. La conexión de ordenadores mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente está siendo ampliamente investigado. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde el ordenador no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos. [Aguirre, 2000].

También es útil para hacer posibles sistemas basados en plumas. Pero la realidad es que esta tecnología está todavía empezando se desarrollo 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 remplazar a las redes cableadas. Estas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica. 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. [Herrera, 2003].

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:

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

Existen dos tipos de redes de larga distancia: Redes de Conmutación de Paquetes

## REDES INALÁMBRICAS

(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 de circuitos especiales, que permiten 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, etcétera. 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 frecuencias restringidas por la propia organización de sus sistemas de cómputo. [Aguirre, 2000].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## CAPÍTULO II. REDES INFRARROJAS.

### 1. Introducción.

Las WLAN por infrarrojos son aquellas que usan el rango infrarrojo del espectro electromagnético para transmitir información mediante ondas por el espacio libre. Los sistemas de infrarrojos se sitúan en **altas frecuencias**, justo por debajo del rango de frecuencias de la luz visible. Las propiedades de los infrarrojos son, por tanto, las mismas que tiene la luz visible. De esta forma, los infrarrojos son susceptibles de ser interrumpidos por cuerpos opacos pero se pueden reflejar en determinadas superficies. [Pahlavan, 1995].

El principio de la comunicación de datos es una tecnología que se ha estudiado desde los 70, 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. [Martin, 1995].

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.

Los transmisores y receptores Infrarrojos (IR) pueden ser contruidos a un costo relativamente bajo, y con un tamaño pequeño y bajo consumo de energía conveniente para la operación con energía auxiliar. Los módems Ópticos pueden ser contruidos a menor costo que los equipos de Radiofrecuencia (RF), con costos comparables a las conexiones alámbricas. Las trasmisiones IR no interfieren con los sistemas RF existentes, y los sistemas IR no están bajo ninguna regulación de la FCC. Debido a que las señales IR no atraviesan muros, este sistema provee un grado considerable de privacidad por el simple confinamiento de la transmisión dentro de la oficina o el área de trabajo. [Penteo, 2001].

El único medio por donde las señales IR pueden ser detectadas fuera de su área de instalación son las ventanas, que pueden cubrirse fácilmente con cortinas o persianas. El aislamiento de las señales IR por las paredes también permite el uso simultaneo de sistemas similares en oficinas cercanas sin mutua interferencia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

En una arquitectura de red celular las unidades pueden ser idénticas — en contraste en un sistema de RF, en donde las frecuencias de operación de las células cercanas debe ser diferente. [Buet Santana, 1998].

En una red IR las terminales de una célula se comunican con un nodo o "satélite" instalado en el techo y estos nodos están interconectados al resto de la red con cables, radio o líneas de fibra óptica. La célula puede ser una pequeña oficina o sección entre varias oficinas dependiendo de la arquitectura del edificio. La figura II.1 muestra las configuraciones típicas de redes ópticas. La primera es un piso dividido en subáreas cubiertas por satélites. La siguiente configuración comprende tres áreas cubiertas por satélites separados. Los satélites en cada ejemplo están conectados a una estación central de control mediante una red alámbrica. Las redes ópticas inalámbricas son sensibles a las sombras y por tanto la cobertura sufrirá, generalmente, un cierto grado de interferencia en las esquinas o áreas oscuras. En estas circunstancias la cobertura puede mejorarse instalando reflectores pasivos o activos. [Pahlavan, 1995].

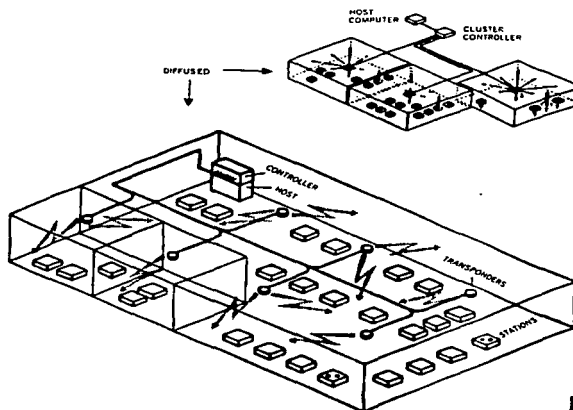


FIG II.1 CONFIGURACIONES TÍPICAS DE UNA RED IR

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La tecnología de IR domina el mercado del control remoto, y se encuentra aplicada también en algunos teléfonos inalámbricos, teclados inalámbricos para ordenador personal y redes de área local inalámbricas. Las mayores desventajas en el uso de tecnología IR en las redes inalámbricas son: las limitaciones en el flujo de datos, la intensa fluctuación de la energía y la susceptibilidad a interferencia por la luz ambiental. [Hermida, 2000].



En particular, no existe una tecnología simple y confiable de acceso múltiple para un sistema IR capaz de contrarrestar los efectos de la luz ambiental y del movimiento de los objetos próximos al receptor o trasmisor. [Buet Santana, 1998].

## 2. Tipos de Redes Infrarrojas.

Existen cuatro tipos de redes infrarrojas:

- **Redes de la Punto-A-Punto o Línea de Visión (Line-of-sight).** Tal como el nombre implica, esta versión del infrarrojo transmite solamente si el transmisor y el receptor tienen una línea de vista clara entre ellas. 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. Esta tecnología es la más sencilla, pero requiere que nada interfiera en su "Línea de vista". [Gratisweb, 2001].

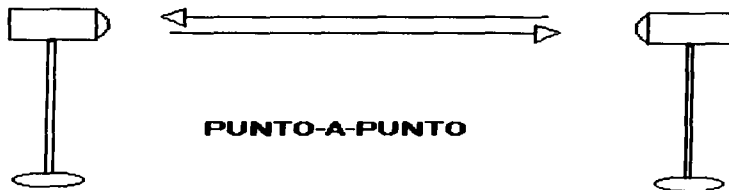


FIG. II.2 TECNOLOGÍA IR PUNTO A PUNTO

- **Redes Infrarrojas de Dispersión "Cuasi - Difuso" (Scatter infrared networks).** En esta tecnología, las transmisiones de la difusión se despiden de las paredes y de los techos y golpean eventualmente el receptor. Esto tiene un área eficaz limitada a 30 Mts.

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-vida entre dos estaciones, pero sí deben de estarlo con la superficie de reflexión. Además, es recomendable que las estaciones estén cerca de la superficie de reflexión, esta puede ser pasiva o activa. En las células basadas en **REFLEXIÓN PASIVA**, el reflector debe 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. [Yagui, 2002].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

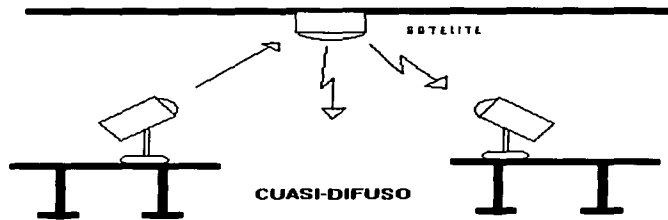
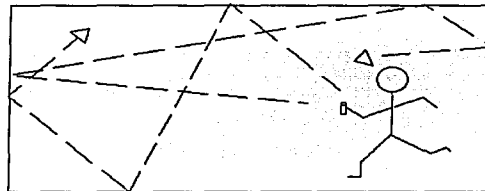


FIG. II.3 TECNOLOGÍA IR CUASI-DIFUSO

- **Redes Infrarrojas de Reflexión "difuso" ( Reflective).** En esta versión de las redes infrarrojas, los transmisores-receptores ópticos se situarán cerca0 de los ordenadores y transmiten hacia una localización común que vuelve a dirigir las transmisiones a el ordenador apropiado. [Aguirre, 2000].

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 está a costa de excesivas emisiones ópticas.



DIFUSO

FIG. II.4 TECNOLOGÍA IR DIFUSO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- **Red óptica de Banda Ancha o Telepunto Óptico de Banda Ancha (Broadband optical telepoint).** Esta versión del red LAN infrarroja proporciona servicios de banda ancha. Esta red inalámbrica es capaz de cumplir con los requerimientos de las multimedia de alta calidad que pueden compararse con los proporcionados por una red cableada. Aunque la velocidad de las redes infrarrojas y de su conveniencias está generando interés, estas redes tiene dificultad para transmitir a distancias mayores a 30Mts. Ésta también varía conforme a la interferencia de la luz ambiental intensa encontrada en la mayoría de los ambientes de negocio.

- **Láser.** Aunque esta tecnología no pertenece propiamente a las redes infrarrojas, la tecnología láser es similar a la tecnología infrarroja en que requiere una línea de la vista directa, y cualquier persona o cosa que rompa el rayo láser bloqueará la transmisión. [Yagui, 2002].

### 3. Aplicación de Tecnologías.

En décadas anteriores, la mayoría de los progresos en comunicación óptica inalámbrica se concentraron en la tecnología de **Radiación difusa de IR (DFIR)**. La figura 11.5 muestra una configuración típica de una red **DFIR**. La primera ventaja en este método de transmisión es que no requiere de una "línea de señal" directa entre el transmisor y el receptor. Colocado el receptor puede recoger una señal transmitida por reflexión de las paredes, el techo y cualquier otro objeto en el área de trabajo. Entonces la instalación de la red no requiere una alineación exacta para establecer una comunicación y esto facilita portabilidad para la terminales usuarias. En consecuencia, las redes **DFIR** son mejores para aplicaciones que requieren cierta movilidad, como los teléfonos inalámbricos, redes de ordenadores portátiles (laptops) u ordenadores de bolsillo (palms). [Pahlavan, 1995].

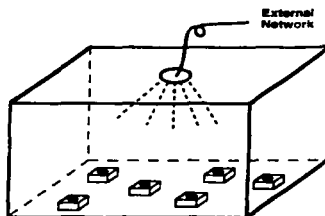


FIG. 11.5 CONFIGURACIÓN DE UNA RED IR DIFUSA (DFIR)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las desventajas de las redes **DFIR** son las siguientes:

- El consumo de energía para poder cubrir toda el área de trabajo es relativamente alto.
- El flujo de datos es limitado debido a los efectos de la multidirección.
- La difusión de las señales IR eleva el riesgo de exposición hacia los ojos.
- En comunicaciones dos vías simultáneas cada receptor colecta la reflexión de sus propias transmisiones como si fueran tan ajenas como la señal transmitida por el otro fin de conexión.

Una alternativa a la transmisión difundida es la comunicación "Emisión Dirigida" (**DBIR**), la cual fue desarrollada para aplicaciones en redes inalámbricas de

información. En la industria WAN, esta tecnología no es tan usada como la tecnología **DFIR**, pero existen algunos productos en el mercado con esta tecnología. La figura II.6 muestra una red típica de **DBIR**. El punto de radiación transmitida está dirigida al receptor. Las ventajas de la transmisión **DBIR** son que:

- Requiere menos energía óptica para la comunicación.
- No sufre la propagación multidireccional excesiva .
- Soporta mejor las comunicaciones bidireccionales que la **DFIR**.
- Tiene un mayor flujo de datos y puede cubrir un área de trabajo mayor.

Las desventajas son:

- La necesidad de alineamiento de los transmisores y receptores
- La interrupción de las señales causada por las sombras.

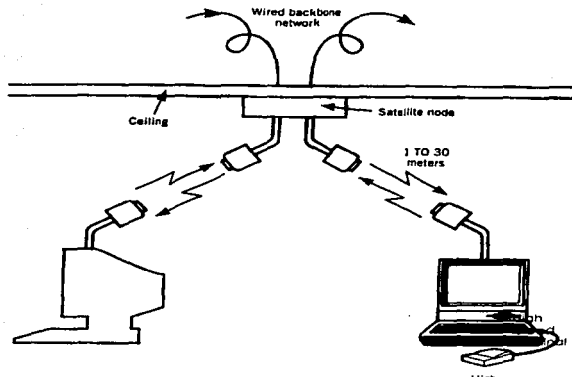


FIG. II.6 CONFIGURACIÓN DE UNA RED IR DE EMISIÓN DIRIGIDA (DBIR)

Este método de transmisión es usado en aplicaciones donde las terminales se encuentran fijas durante los intervalos de transmisión. En una instalación típica los transmisores están colocados en alto para evitar las sombras.

En tales instalaciones se debe tener el cuidado de reducir al mínimo la exposición directa de los ojos a la Emisión Dirigida. Los diodos semiconductores Láser y los diodos emisores de luz (LED) son usados como elementos de radiación en las redes ópticas inalámbricas.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Un semiconductor láser emite un delgado rayo óptico y para aplicaciones de la transmisión **DFIR** una lente difusa o cualquier otro dispositivo óptico se debe utilizar para aumentar el área de cobertura. Los diodos semiconductores láser más costosos tienen una característica de conversión más lineal de energía eléctrica a óptica, y proveen una intensa radiación de energía óptica. Los elementos de radiación juegan un papel muy importante similar al que un amplificador "last-stage power" en un radio trasmisor. La linealidad de estos elementos proporciona un ambiente más flexible para la aplicación de una variedad de técnicas de modulación. Por ejemplo, la modulación de multiamplitud o multifrecuencia requieren del uso de un trasmisor lineal. En el trasmisor un fotodiodo de avalancha (ADP) o un fotodiodo "p-intrinsic-n" (PIN) se usa para convertir la energía óptica recibida en señal eléctrica. Estos diodos son análogos a los circuitos front-end RF en los módems de radio. El más costoso ADP tiene una ganancia interna mayor, la cual soporta una mayor relación señal-a-ruido necesaria para entablar una comunicación de banda ancha. La figura II.7 muestra la respuesta del ojo humano y la de los detectores de silicón y LED. [Pahlavan, 1995].

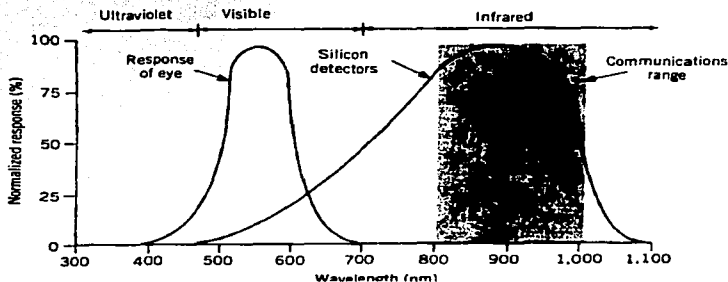


FIG. II.7 RESPUESTA DEL OJO HUMANO Y DE UN DETECTOR DE SILICÓN

El caso de la longitud de onda óptica es otra tipo de aplicación. Además de los muy baratos diodos LED y PIN, existen en el mercado los baratos diodos láser de arseniuro de galio y los APD de bajo ruido de silicón en 85nm. La mayor seguridad de la radiación óptica en longitudes de onda más largas permite una energía transmitida mayor, lo cual facilita un mayor rango de transmisión. Las desventajas de esta tecnología es que los dispositivos de estas frecuencias son más caros y ruidosos que los usados actualmente. Hoy día la tecnología IR opera básicamente en cerca de 900nm, pero la tecnología desarrollada incluye dispositivos de 1.5- $\mu$ m.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4. Características del Canal IR y Limitaciones del Flujo de Datos.

Existen tres limitaciones principales para las comunicaciones IR, causadas por:

- Interferencia de la luz ambiental.
- Canal multidireccional característico en la transmisión difundida.
- Respuesta pasajera de los dispositivos IR.

Los tiempos de ascenso y descenso de los LED limitan el flujo de datos cerca de 1 Mbit/s. La explicación de los otros dos limitaciones requiere más detalle, lo que se hace a continuación. [Rappaport, 2001].

##### 4.1. PROPAGACIÓN ÓPTICA Y EFECTOS DE MULTIDIRECCIÓN.

Como se ha dicho anteriormente, la comunicación IR en un ambiente cerrado hace uso las señales que llegan un receptor por una multiplicidad de trayectorias, y por lo tanto el canal es un canal multidireccional.

La base para el cálculo de la propagación de la señal óptica es la Ley de Lambertian. La ecuación de Lambert

$$P(\theta) = \frac{n+1}{2\pi} P_t \cos^n \theta, \quad -90^\circ < \theta < 90^\circ$$

da la energía por el ángulo sólido  $P(\theta)$  de la unidad recibido de una fuente IR o de un reflector con la energía transmitida o reflejada  $P_t$  del total, donde  $n$  (mode order) representa el sentido de la fuente. La figura 11.8 muestra el patrón de radiación para diversos valores de  $n$ . en la simulación de la propagación óptica, el techo y las paredes en un área cerrada se modelan como reflectores difusos de Lambertian con  $n = 1$ . Para determinar la energía reflejada, de una manera similar al rayo que remonta en la propagación de radio que modela, un coeficiente de reflexión  $\rho$  se incluye en el cálculo para representar el cociente de la energía total reflejada en el hemisferio al incidente de la energía sobre la superficie. El coeficiente de reflexión  $\rho$  es un número positivo menor que 1. Un valor típico de  $\rho$  para las paredes del yeso y la mayoría de los materiales del techo está en el rango de 0,7 a 0,85, mientras que para las superficies pintada, de madera, y las telas el rango varía de 0,4 a 0,9. [Pahlavan, 1995].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

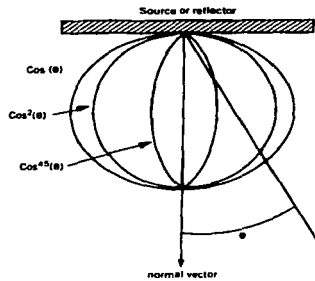


FIG II.8 MODELO LAMBERTIAN DE INTENSIDAD DE RADIACIÓN

La figura II.9 muestra un cuarto simple con un transmisor y un receptor, un modelo usado para la simulación de la radiación óptica. El receptor tiene un área fotosensible AR con un campo visual (FOV) determinado por el empaquetado del diodo fotosensible. La energía recibida de una energía de radiación o de reflejo W del área se da cerca (ecuación) Según lo indicado por esta ecuación, la banda recibida de la energía independiente de la posición y la orientación angular del fotodetector concierne al elemento de radiación, si el elemento de radiación cubre el FOV entero. En la práctica, el FOV es reducido típicamente por el dispositivo que empaqueta un cierto ángulo menor de 90°, y éste obliga el uso de sistemas IR difundidos en ambientes abiertos. Sin embargo, en áreas de interior el diodo fotosensible puede absorber la energía reflejada de las paredes, de techo, y de otros objetos situados dentro del FOV. [Shankar, 2001].

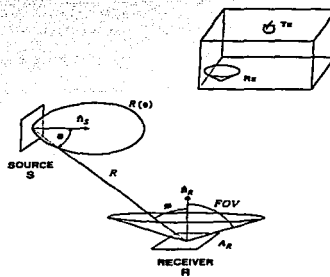


FIG. II.9 MODELO DE TRANSMISOR Y RECEPTOR IR

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para simular la respuesta del impulso del canal, la señal recibida en el FOV forma la energía de la línea de mira (LOS). La energía reflexión de primer orden es obtenida calculando el incidente y excedente reflejado de la energía todas las áreas de las paredes y techo. Para las reflexiones higher-order, las reflexiones del piso también se incluyen. La figura II.10 muestra el resultado de la simulación de las respuestas del impulso del canal para diversas órdenes de reflexiones en un cuarto de los 5-m de los x 5-m de los x 3-m. El coeficiente de reflexión se asume para ser 0,85 para las paredes y el techo y el 0,3 para el piso. El único elemento de radiación activo es un punto de Lambertian en el centro del techo que señala hacia abajo. El receptor se asume para tener un FOV de 850 y está situado en las coordenadas (0,5 m, 1 m, 0 m) en el modelo tridimensional. La figura II.11 muestra la respuesta total del impulso y la respuesta de frecuencia asociada del canal. La existencia de una señal fuerte de LOS es representada por un impulso. Los cuatro picos subsecuentes representan las reflexiones de las cuatro paredes. La fluctuación total de la energía en la anchura de banda entera 8-MHz es menos de DB 8. El profundo se decolora en la orden de 30 que el DB observado típicamente en los canales de radio no es evidente aquí. [Rappaport,2001].

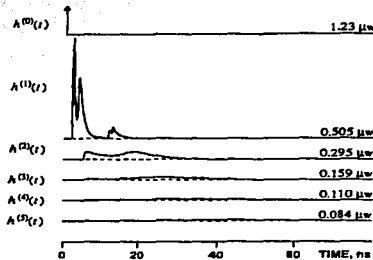


FIG. II.10 RESPUESTA IMPULSO IR Y UN NÚMERO DE REFLEXIONES

Hay algunas diferencias importantes entre las simulaciones de los canales de radio y ópticos. En la simulación de un canal de radio, algo de la energía incidente de la señal sobre una pared se asume para pasar a través de la pared y tiene que ser retomada, mientras que para la transmisión óptica no hay penetración en las paredes u otras estructuras. En la simulación del canal óptico la superficie entera de una pared o techo, se utiliza para el cálculo de la energía recibida, mientras que en el trazo de la línea de la propagación de radio solamente las trayectorias reflejadas que pasan a través del receptor se incluyen en el cálculo. Por lo tanto, el trazo del rayo es menos complejo. Las señales llegan de diversas trayectorias en la propagación óptica sumando simplemente sus niveles de la energía, mientras que en la propagación de radio modelo, las amplitudes y las fases de los recorridos de la señal que llegan se suman vectorialmente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Las características del canal de radio pueden cambiar drásticamente con el movimiento de la antena por una fracción de una longitud de onda. Sin embargo, la energía recibida por un fotodetector permanece casi sin cambios cuando se mueve la antena. La "sombra" de la señal es mucho más evidente en los canales ópticos inalámbricos. La señal óptica con un FOV es análoga a una señal de radio observada en un sector de una antena del multi-sector.

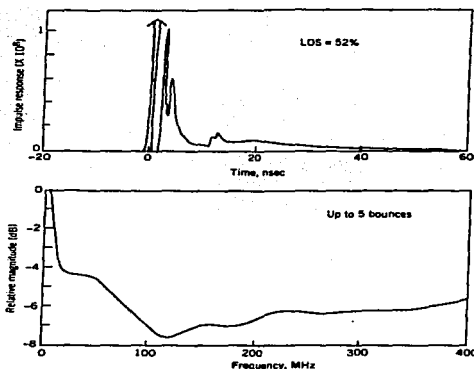


FIG. II.11 RESPUESTA IMPULSO IR Y SU CORRESPONDIENTE RESPUESTA DE FRECUENCIA

La multidirección en un canal óptico causa la dispersión del tiempo del símbolo transmitido, y la interferencia de intersímbolo resultante limita el flujo de transmisión digital máximo, igual que un canal de radio. Como en la propagación de radio, las dimensiones del sitio pueden ser más grandes, la extensión de la multidirección aumenta y el máximo soportable del índice binario disminuye. El límite teórico en el flujo de datos es proporcional a la anchura de banda del canal de la frecuencia de respuesta, que alternadamente se relaciona con el número de las reflexiones incluidas en el modelo. La figura II.12 muestra la anchura 3-dB de la respuesta de frecuencia para diversos números de reflexiones. Mientras que el número de reflexiones aumenta, la anchura de banda disminuye, bajando el flujo de transmisión soportable. El límite teórico para el flujo de transmisión con solamente reflexiones de primer orden es 260 Mbits-m/se. La inclusión hasta de las reflexiones de la quinto-orden reducirá este número a 85 Mbits/sec. Por lo tanto, para un cuarto con una longitud de 10 m, uno cuenta con un índice realizable de la transmisión 26 Mbits/sec si solamente se consideran las reflexiones de primer orden, y 8,5 Mbits/sec del si las reflexiones hasta el quinto orden se incluyen en la simulación. [Pahlavan, 1995].

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

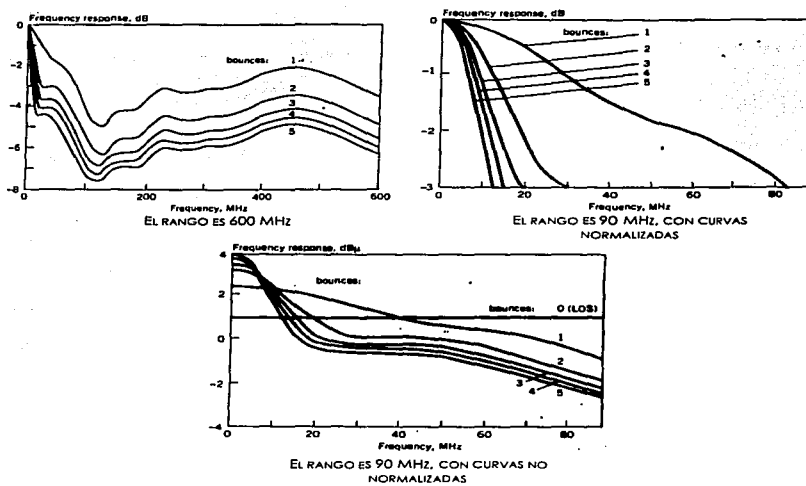


FIG. II.12 RESPUESTA DE FRECUENCIA PARA DIVERSOS NÚMEROS DE REFLEXIONES.

#### 4.2. EFECTOS DE LA LUZ AMBIENTAL.

La luz ambiente es la fuente principal del ruido en las comunicaciones ópticas inalámbricas. El contenido infrarrojo de la luz ambiente interfiere con la recepción de la radiación IR y, si es extenso, puede sobrecargar el fotodiodo del receptor y conducirlo más allá de su punto de funcionamiento. La corriente en el fotodetector debido a la luz ambiente se modela como una "gaussian shot" de ruido más un poderoso componente de corriente directa (C.D.). Mientras el componente de C.D. no satura el fotodiodo, su efecto es insignificante y por lo tanto es la carga de ruido que determina la calidad de la señal recibida. Tres fuentes de la luz ambiente son luz del día, iluminación incandescente, y lámparas fluorescentes, todas las cuales potencialmente interfieren con las comunicaciones IR. La figura II.13 muestra la densidad espectral de la energía del componente de carga de ruido de estas tres fuentes de luz ambiente sobre una gama de longitud de onda desde el  $0.4 \mu\text{m}$  al  $1.4 \mu\text{m}$ . La luz incandescente, siendo rica en luz de largo-longitud de onda (roja), tiene el efecto peor porque su pico espectral (alrededor  $0.7 \mu\text{m}$ ) traslapa el de los diodos del GaAs.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

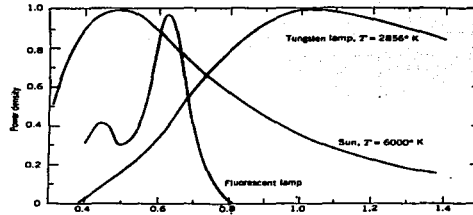


FIG. 11.13 DENSIDAD ESPECTRAL DE LA ENERGÍA DE LA FUENTE DE LUZ AMBIENTAL Y EL ESPECTRO CENTRAL DE LOS DIODOS GAA'S USADOS POR LAS COMUNICACIONES IR DIFUSAS

La luz del día contiene menos radiación IR que luz incandescente; pero si la luz del sol baja directamente sobre la lente del receptor, si él está dentro o al aire libre, el componente de la C.D. puede saturar el diodo fotosensible, interfiriendo con la operación apropiada del receptor. La luz fluorescente, el tipo predominante de iluminación en las oficinas y los edificios empresariales, contiene una cantidad relativamente pequeña de radiación IR. Sin embargo, a diferencia de la luz del sol y de la luz incandescente, la interferencia óptica generada por una luz fluorescente sigue el patrón del voltaje de línea, causando una fuerte de interferencia 120-Hz de una señal de la banda base en los armónicos que alcanzan tan arriba como 50 kHz.

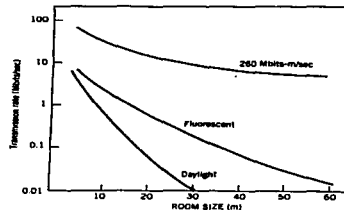


FIG. 11.14 MÁXIMA VELOCIDAD TEÓRICA DE TRANSMISIÓN EN MBITS POR SEGUNDOS. VS. TAMAÑO DEL CUARTO EN METROS. ENERGÍA ÓPTICA, 1 W; ÁREA DEL RECEPTOR 1 CM<sup>2</sup>,  $\lambda = 950\text{NM}$ .

Una forma de evitar esta fuente dominante de interferencia es modular la señal transmitida sobre una frecuencia portadora que sea por lo menos de varios cientos de KHz. La figura 11.14 muestra la velocidad teórica máxima de la transmisión de los sistemas de la modulación de código de pulso (PCM) para diversos tamaños del sitio en la presencia de la luz fluorescente, de la luz del día, y de la distorsión multidireccional, para una probabilidad del error igual a  $10^{-9}$ . El ruido de la luz ambiente se puede suprimir por un filtro óptico delante del fotodetector. Estos filtros funcionan con una pila de lasas dieléctricas. Una desventaja de montar un filtro de esta clase delante del fotodiodo es que reducirá el FOV del receptor.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 4.3.- CAPACITANCIA DEL FOTODIODO Y REALCE DEL RUIDO

El incidente ligero sobre la superficie de un fotodetector causa las cargas eléctricas en la superficie, que se descargan en el preamplificador subsecuente. Los fotodetectores aparecen en el preamplificador como una capacitancia de la entrada o filtro low-pass de primer orden. Asumiendo que la luz del incidente intensidad es modulada por una sinusoidal de frecuencia  $f$  y que se mide el SNR en la salida del preamplificador. Si la única fuente del ruido es el ruido térmico del preamplificador, el SNR medido disminuirá como la frecuencia de la modulación aumenta. Es decir, la capacitancia del fotodetector atenúa los componentes de alta frecuencia de la señal recibida, pero no tiene ningún efecto en el ruido introducido posteriormente en el preamplificador. Sin embargo, referido la señal de entrada, el componente eficaz del ruido aumenta mientras que la frecuencia de la modulación aumenta. Cuando un filtro low-pass de primer orden es seguido por el ruido gaussiano blanco, el ruido equivalente referido de nuevo a la entrada del filtro low-pass tiene un espectro de energía que sea cuadrático en frecuencia y por lo tanto se refiere como el ruido  $f^2$ . Para recoger suficiente energía de la señal, parecería necesario utilizar un fotodetector con área grande. Sin embargo, un aumento en el área del fotodetector aumenta el valor de la capacitancia, que alternadamente reduce el ancho de banda del filtro low-pass y empeora así la carga del ruido.

Para contrarrestar el efecto del ruido  $f^2$ , dividimos el área superficial del fotodetector en  $n$  áreas más pequeñas, cada fotodetector más pequeño que tiene su propio preamplificador. De esta manera reducimos el efecto del ruido  $f^2$  a expensas de aumentar el efecto del ruido térmico. El número óptimo de fotodetectores es determinado logrando un equilibrio razonable entre el ruido  $f^2$  y la térmico ruido. [Pahlavan, 1995].

## 5.-Técnicas de Modulación para Comunicaciones Ópticas

Los usos más comunes de comunicaciones IR en la última década incluyen control remoto, prótesis de oído, sistemas audio, los teléfonos y los teclados inalámbricos, y WLAN. La variada modulación y las técnicas múltiples del acceso han sido examinadas por varios fabricantes para el uso en estos sistemas. Este es un breve resumen de estas técnicas.

En comunicaciones ópticas, la modulación se realiza normalmente en dos etapas, según lo muestra en figura II.15. La señal del mensaje primero modula una frecuencia portadora, y la señal que resulta después modula la luz óptica emitida. La segunda o etapa óptica de la modulación se puede realizar usando la intensidad (amplitud), la frecuencia (longitud de onda), o la modulación de la fase. Con la modulación de intensidad, la amplitud de la luz emitida varía de acuerdo con el voltaje de la señal de información, y la puesta en práctica es directa.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En la modulación de la longitud de onda la información es impresionada en la señal óptica modulando la amplitud de la señal en diversas longitudes de onda. La puesta en práctica de la modulación de la longitud de onda requiere un banco de filtros ópticos de banda estrecha costosos, y ésta generalmente hace la técnica poco práctica. La modulación óptica coherente, en la cual la fase de la señal óptica se modula directamente, no se ha considerado para las comunicaciones ópticas inalámbricas, porque es un acercamiento extremadamente costoso.

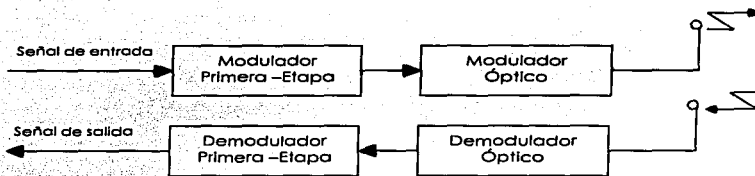


FIG. II.15 DIAGRAMA DE BLOQUE DE UN MODULADOR DE DOS -ETAPAS

La forma más común de modulación de segunda etapa u óptica es la modulación de intensidad, en la cual el voltaje de un diodo se cambia de acuerdo con la amplitud de la señal. En el receptor el detector es un fotodiodo que genera un voltaje proporcional al incidente ligero en la placa del fotodetector. Una variedad de técnicas de modulación son usadas para la primera etapa de la modulación en diversas aplicaciones, y en seguida se describen varias de las técnicas más comúnmente usadas.

### 5.1. TÉCNICAS DE MODULACIÓN ANALÓGICA

Las técnicas de modulación análogas se utilizan generalmente para la primera etapa de la modulación en las comunicaciones ópticas inalámbricas para aplicaciones de audio. Una razón para modular la señal de audio es mover el espectro de la señal transmitida lejos del extremo inferior de la banda donde hay mucha interferencia de los armónicos de la luz fluorescente. Otra motivación para usar la modulación en sistemas audio ópticos inalámbricos es proporcionar medios convenientes de apoyar usos multiusos usando la multiplexación de división de frecuencia (FDM). Aunque FDM se utiliza comúnmente en los sistemas de radio, no es muy usada en sistemas ópticos inalámbricos. [UPM, 2003].

La modulación de la amplitud generalmente no es conveniente para las comunicaciones ópticas inalámbricas debido a su resistencia relativamente pobre al ruido. FM es la opción estándar para la primera etapa de la modulación en un sistema de comunicaciones audio análogo. La señal de frecuencia modulada se utiliza en la segunda etapa para modular la intensidad de la señal óptica.

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

## 5.2. TÉCNICAS DE LA MODULACIÓN DEL PULSO.

Las técnicas de la modulación del pulso incluyen la modulación de amplitud de pulso (PAM), la modulación de duración de pulso (PDM), y la modulación de posición de pulso (PPM). El PAM es una forma de modulación de amplitud y por lo tanto no es conveniente para los medios ópticos inalámbricos debido al relativamente pobre funcionamiento en el ruido añadido. El PPM es la técnica más popular de la modulación para las comunicaciones ópticas inalámbricas. Para los usos de la señal análoga tales como teléfonos inalámbricos se muestra la señal audio a ser transmitida y la posición del pulso transmitido se ajusta de acuerdo con la amplitud de la muestra. La figura 11.16 ilustra la teoría de operación del PPM para una señal análoga muestreada. Según la transmisión de mensajes digitales, la posición del pulso se ajusta de acuerdo con el valor del dígito transmitido.

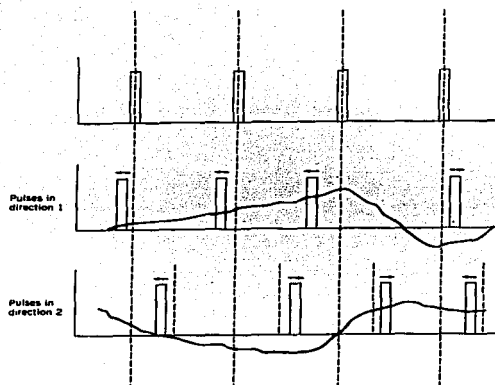


FIG. 11.16 MODULACIÓN DE POSICIÓN DE PULSO (PPM) PARA UNA TRANSMISIÓN BIDIRECCIONAL EN UN SISTEMA DE TELÉFONO INALÁMBRICO

Para los datos de poca velocidad, las aplicaciones en el control remoto y teclados inalámbricos son muy similares. En teclados inalámbrico, los alfabetos transmitidos son más grandes y los flujos de transmisión son más altos que los usados para las funciones del control remoto. Para el control remoto, varias técnicas de la modulación han sido probadas por diversos fabricantes. La técnica más comúnmente usada de modulación es el simple código de encendido-apagado (OOK), que se discutirá más adelante. Para los teclados inalámbricos, una forma de PPM digital se utiliza en la cual el pulso IR se transmite al principio o en el centro del intervalo del bit para representar la transmisión de un 1 ó un 0. [Pahlavan, 1995].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Una frecuencia portadora de 40-MHz es virtualmente un estándar para las dos aplicaciones, y en cualquier aplicación el flujo de datos está debajo de 2400 bits/sec. En la práctica común, varios pulsos estrechos consecutivos se utilizan para representar un símbolo de la modulación. Esta técnica ahorra energía de la señal transmitida, aumentando así la vida de la batería. [Hermida, 2000].

La figura II.17 muestra una secuencia de datos bifásica para dos sistemas del PPM usados en aplicaciones del teclado inalámbrico. En uno de los sistemas del PPM, tres pulsos cortos se utilizan para representar cada símbolo de la modulación; en el otro, se utilizan nueve. Una desventaja de transmitir pulsos múltiples por símbolo de la modulación es que el ancho de banda de la transmisión es mucho más ancho que el flujo binario de la información. En usos de WLAN, donde son deseables los flujos de datos muy altos, esto no es prácticamente factible. Además, la amplitud del ancho de banda necesaria introduce un ruido  $f^2$  significativo en el sistema, que alternadamente restringe el área de la cobertura, volviendo este método conveniente solamente para los usos de corto alcance. Sin embargo, el acercamiento del PPM tiene la ventaja de un consumo de energía bajo, que se traduce en una vida larga de la batería.

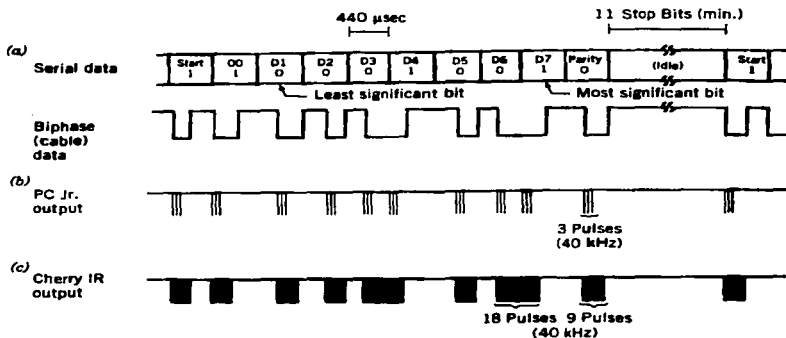


FIGURA II.17 PPM PARA UNA APLICACIÓN DE TECLADO INALÁMBRICO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 5.3. TÉCNICAS DE MODULACIÓN DIGITAL.

La transmisión por desplazamiento de fase binaria (**PSK**) y la transmisión por desplazamiento de frecuencia (**FSK**) han sido estudiadas para su aplicación en redes de comunicaciones de datos ópticas inalámbricas de la alta velocidad. La figura II.18 muestra un sistema binario típico de **PSK** para las comunicaciones ópticas inalámbricas. Se utiliza la señal fase-modulada para modular la intensidad de la radiación óptica emitida. En sistema binario experimental de 64-kbit/sec **PSK** que utiliza una frecuencia portadora de 256 kHz. El receptor tiene dos lazos fase-bloqueados para el portador y la sincronización del bit. La alta frecuencia portadora elimina los efectos de la luz ambiente de las lámparas fluorescentes. El receptor funciona con un índice de error bajo de  $10^{-7}$  en un entorno de luz ambiental 380-lux; pero durante los 100 msec de encendido de una lámpara, el índice de error aumenta a  $10^{-3}$ . [Pahlavan, 1995].

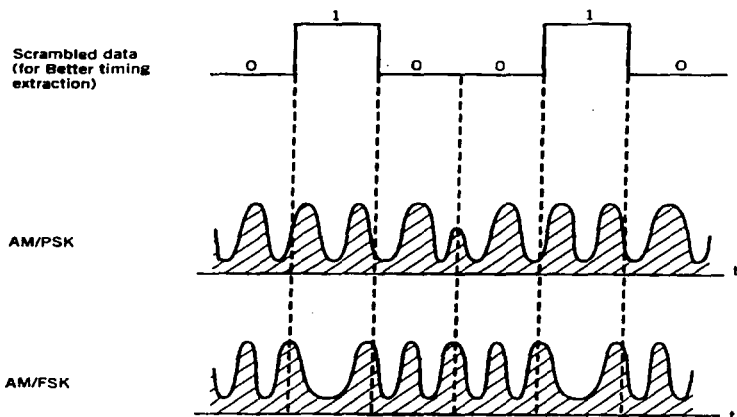


FIG. II.18 MODULACIÓN AM /BPSK EN COMUNICACIONES ÓPTICAS INALÁMBRICAS

En un sistema experimental del **FSK** usando las frecuencias portadoras 200-kHz y 400-kHz para "downlink" y "uplink", respectivamente. La sincronización del portador en un ambiente multidireccional agregaría complejidad al diseño, y por lo tanto un **PSK** con una codificación distinta y el **FSK** incoherente son preferibles. Para alcanzar los flujos de datos más altos, **PSK** polifásicos y el **FSK** de múltiples frecuencias son las opciones naturales del diseño. Sin embargo, estos sistemas requieren un SNR más alto para operar apropiadamente. [Rappaport,2001].

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Otro intento para aumentar el flujo de datos es utilizar la modulación del "multicarrier". Los sistemas ópticos de "multicarrier" son populares en aplicaciones de la distribución de video. En un sistema del "multicarrier", los bits de datos entrantes se dividen en varias secuencias de datos interpoladas cada una modulada en una frecuencia portadora separada. El número de portadores debe ser elegido de modo que el flujo de datos en cada "subcarrier" sea mucho menor que la interferencia de intersímbolo (ISI) causada por la multidirección es insignificante para las señales portadoras individuales. La comunicación de "multicarrier" sobre un canal frecuencia-selectivo ofrece ventajas similares a las ofrecidas por los sistemas "frequency hopping spread-spectrum". La codificación se puede aplicar a través de bits en diversas portadoras de modo que los errores en una portadora que se debilita se puedan recuperar de los bits recibidos correctamente en las otras portadoras.

Otro método para mejorar el funcionamiento es ajustar la energía o el flujo de datos de la portadora afectado por el desvanecimiento de la frecuencia-selectiva. La comunicación de "multicarrier" requiere linealidades en la etapa final del transmisor y el extremo delantero del receptor. Si no, la distorsión armónica causará interferencia entre los portadores. Otra dificultad con los sistemas de "multicarrier" es que requieren de una alta energía para la transmisión. [Pahlavan, 1995].

### 6. Red de Área Local Ethernet Híbrida (COAXIAL-INFRAROJO).

Las tecnologías para las LAN inalámbricas son dos: Infrarrojas y Radio Frecuencia. El grupo IEEE 802.11 está desarrollando normas para LAN 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. [Hermida, 2000]. No es fácil para el grupo tratar de rehusar alguna de las subcapas MAC existentes. Por dos razones principales:

- El rango de requerimientos de usuario impiden el soporte simultáneo de estaciones fijas, móviles y estaciones vehiculares.
- El permitir múltiples medio de transmisión, especialmente en la tecnología de radio frecuencia, el cual requiere de complicadas estrategias para cubrir la variación del tiempo en el canal de transmisión. [Aguirre, 2000].

Así las LAN inalámbricas, únicamente son compatibles con las LAN 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. [Penteo, 2001].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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.

### 6.1. DESCRIPCIÓN DE ETHERNET.

Ethernet es una topología de red que basa su operación en el protocolo MAC **CSMA/CD**. En una implementación "Ethernet **CSMA/CD**", una estación con un paquete listo para enviar, retarda la transmisión hasta que "sense" o verifique que el medio por el cual se va a transmitir, se encuentre libre o desocupado. Después de comenzar la transmisión existe un tiempo muy corto en el que una colisión puede ocurrir, este es el tiempo requerido por las estaciones de la red para "sensar" en el medio de transmisión el paquete enviado. En una colisión las estaciones dejan de transmitir, esperan un tiempo aleatorio y entonces vuelven a sensar el medio de transmisión para determinar si ya se encuentra desocupado. [UPM, 2003].

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 tener un enlace punto-a-punto. [Aguirre, 2000]. 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:

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

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

### 6.2. TOPOLOGÍA Y COMPONENTES DE UNA LAN HÍBRIDA.

En el proceso de definición de una Red Inalámbrica *Ethernet* se debe 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. [Gratisweb, 2001].

Además, las células de infrarrojos requieren de conexiones cableadas para la comunicación entre sí. La radiación infrarroja no puede penetrar obstáculos opacos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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 figura II.19 donde se incluyen células basadas en ambas reflexiones pasiva y de satélite.

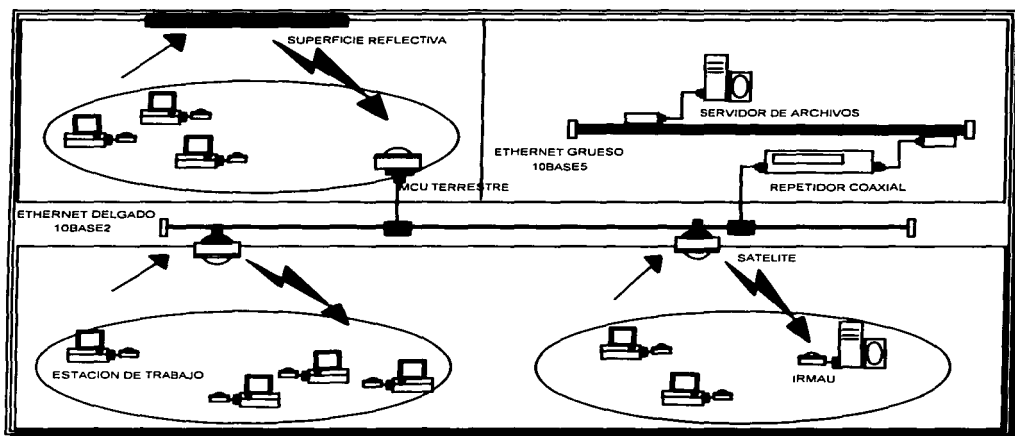


FIG. II.19 CONFIGURACIONES DE UNA LAN ETHERNET HIBRIDA

En comparación con los componentes de una Ethernet cableada (Por ejemplo MAU, Repetidores), dos 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. [Rappaport,2001].

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 6.3. RANGO DINÁMICO EN REDES ÓPTICAS CSMA/CD.

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

En las redes inalámbricas infrarrojas basadas en modos de radiación cuasi-difusa, 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 interfase 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. [Yagui, 2002].

### 6.4. OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL IRMAU.

La operación de **IRMAU** es muy similar al MAU coaxial. Únicamente el **PMA** (Conexión al Medio Físico), y el MDI (Interfase Dependiente del Medio) son diferentes Figura II.20. El **IRMAU** debe de tener las siguientes funciones :

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

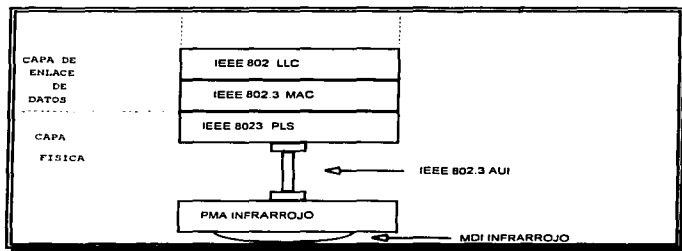


FIG. II.20

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El **IRMAU** es compatible con las estaciones Ethernet en la Unidad de Acoplamiento de la Interfase (AU). 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. [Gratisweb, 2001].

### 6.5. CARACTERÍSTICAS Y OPERACIÓN DEL MCU.

La operación de **MCU** es similar a la del repetidor coaxial. Las funciones de detección de colisión, regeneración, regulación y reinicialización se siguen realizando, aunque algunos procedimientos han sido rediseñados. La Figura II.21 representa el modelo del **MCU**.

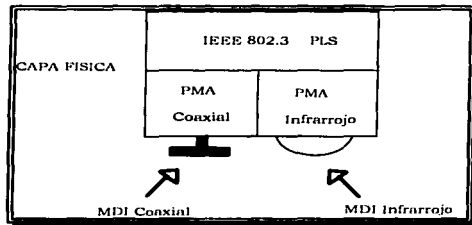


FIG. II.21 MODELO DEL MCU

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 interfases, en la óptica y en la coaxial. [Arrakis, 2003].
- Cuando la interfase óptica está recibiendo, y una colisión es detectada en alguna de las dos interfases, 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 sence 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. [Aguirre, 2000].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

- 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 reinicialización 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 activos, porque es en este momento en el que una colisión puede ocurrir. [Gratisweb, 2001].
- 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 dar formato de la señal
- Detección de colisión y generación de la señal JAM.

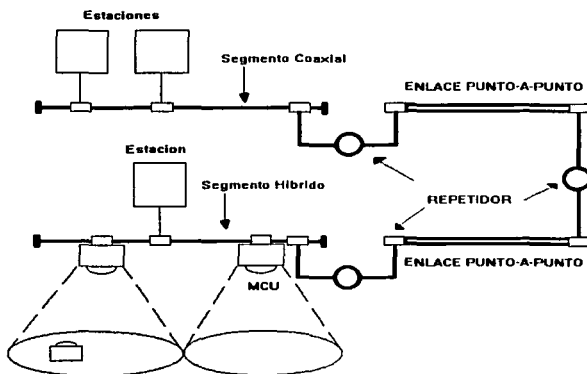
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**6.6. CONFIGURACIÓN DE UNA RED ETHERNET HÍBRIDA.**

Los nuevos componentes imponen restricciones a la máxima extensión física de la red, como se mencionó, un Ethernet coaxial puede tener un máximo de 5 segmentos (3 coaxiales) y 4 repetidores entre 2 estaciones. La Ethernet híbrida debe de respetar estas reglas. [Yagui, 2002].

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 **MCU**, por ejemplo, si se requiere que 3 segmentos deban 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 Figura 11.22 se muestra un segmento híbrido + dos enlaces punto-a-punto + un segmento no híbrido, conectados por tres repetidores coaxiales. [Arrakis, 2003].



**FIG. 11.22 EJEMPLO DE LAN ETHERNET COAXIAL - INFRARROJO**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**





## CAPÍTULO III. REDES DE RADIO FRECUENCIA.

### 1. Introducción.

Existen dos tipos de tecnologías que emplean las radiofrecuencias, la banda estrecha y la banda ancha, también conocida espectro ensanchado, ésta última es la más usada.

En mayo de 1985, la FCC (Federal Communications Commission), la agencia encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asignó a las redes inalámbricas basadas en banda ancha, la cual tiene potencia de transmisión máxima de 1 Watt, tres bandas de frecuencia : 902 a 928 MHz, 2,400 a 2,483.5 MHz y 5,725 a 5,850 Mhz. Estas bandas de frecuencia, llamadas bandas ISM, estaban anteriormente limitadas a instrumentos científicos, médicos e industriales. 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.

La tecnología de espectro ensanchado, consiste en 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. Tiene muchas características que le hacen sobresalir sobre otras tecnologías de radiofrecuencias (como la de banda estrecha, que utiliza microondas), ya que, por ejemplo, posee excelentes propiedades en cuanto a inmunidad a interferencias y a sus posibilidades de encriptación. [Martín. 1995].

Existen dos técnicas de banda ancha:

- **La secuencia directa (DSSS)** : 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. [Caballero, 1998].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- **El salto de frecuencia (FHSS):** 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. [Chan, 2000].

### 1.1. BANDA ANCHA POR SECUENCIA DIRECTA.

En esta técnica se genera un patrón de bits redundante (señal de chip) para cada uno de los bits que componen la señal. Cuanto mayor sea esta señal, mayor será la resistencia de la señal a las interferencias. El estándar IEEE 802.11 recomienda un tamaño de 11 bits, pero el óptimo es de 100. En recepción es necesario realizar el proceso inverso para obtener la información original. [Pahlavan, 1995].

La secuencia de bits utilizada para modular los bits se conoce como secuencia de Barker (también llamado código de dispersión o *PseudoNoise*). Es una secuencia rápida diseñada para que aparezca aproximadamente la misma cantidad de 1 que de 0. Un ejemplo de esta secuencia es el siguiente:

+1 -1 +1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1 -1 -1

Solo los receptores a los que el emisor haya enviado previamente la secuencia podrán recomponer la señal original. Además, 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.

Esta secuencia proporciona 10.4dB de aumento del proceso, el cual reúne los requisitos mínimos para las reglas fijadas por la FCC. [Pahlavan, 1995].

A continuación se puede observar cómo se utiliza la secuencia de *Barke* para codificar la señal original a transmitir:

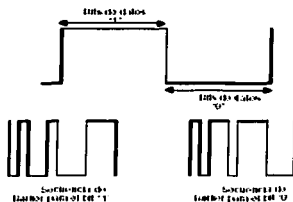


FIG. III.1 : CODIFICACIÓN DE BARKER

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Una vez aplicada la señal de chip, el estándar IEEE 802.11 ha definido dos tipos de modulación para la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS), la modulación **DBPSK** (Differential Binary Phase Shift Keying) y la modulación **DQPSK** (Differential Quadrature Phase Shift Keying), que proporcionan una velocidad de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente. [CEPIS, 2001].

Recientemente, el IEEE ha revisado este estándar, y en esta revisión, conocida como 802.11b, además de otras mejoras en seguridad, aumenta esta velocidad hasta los 11Mbps, lo que incrementa notablemente el rendimiento de este tipo de redes.

En el caso de Estados Unidos y Europa la tecnología DSSS utiliza un rango de frecuencias que va desde los 2,4 GHz hasta los 2,4835 GHz, lo que permite tener un ancho de banda total de 83,5 MHz. Este ancho de banda se subdivide en canales de 5 MHz, lo que hace un total de 14 canales independientes. Cada país está autorizado a utilizar un subconjunto de estos canales. En el caso de España se utilizan los canales 10 y 11, que corresponden a una frecuencia central de 2,457 GHz y 2,462 GHz. [Posar, 2000].

En configuraciones donde existan más de una celda, éstas pueden operar simultáneamente y sin interferencias siempre y cuando la diferencia entre las frecuencias centrales de las distintas celdas sea de al menos 30 MHz, lo que reduce a tres el número de canales independientes y funcionando simultáneamente en el ancho de banda total de 83,5 MHz. Esta independencia entre canales permite aumentar la capacidad del sistema de forma lineal. [Gratisweb, 2001].

### 1.2. BANDA ANCHA POR SALTO DE FRECUENCIA.

La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia (FHSS) consiste en transmitir una parte de la información en una **determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo** llamada "dwell time" e inferior a 400 ms. Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un **intervalo muy corto de tiempo**. [UPM 2003].

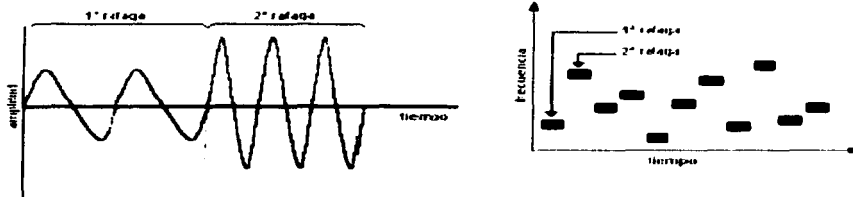


FIG. II 2: GRÁFICA DE CODIFICACIÓN CON SALTO EN FRECUENCIA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El orden en los saltos en frecuencia se determina según una secuencia pseudoaleatoria almacenada en unas tablas, y que tanto el emisor y el receptor deben conocer.

Si se mantiene la sincronización en los saltos de frecuencia se consigue que, aunque en el tiempo se cambie de canal físico, a nivel lógico se mantiene un solo canal por el que se realiza la comunicación. [Aguirre, 2000].

Esta técnica también utiliza la zona de los 2.4GHz, la cual organiza en 79 canales con un ancho de banda de 1MHz cada uno. El número de saltos por segundo es regulado por cada país, así, por ejemplo, Estados Unidos fija una tasa mínima de saltos de 2.5 por segundo.

El estándar IEEE 802.11 define la modulación aplicable en este caso. Se utiliza la modulación en frecuencia FSK (Frequency Shift Keying), con una velocidad de 1Mbps ampliable a 2Mbps. [Buet Santana, 1998].

En la revisión del estándar, la 802.11b, esta velocidad también ha aumentado a 11Mbps.

## 2. Uso del Espacio, del Tiempo y del Espectro en Redes de Radiofrecuencia.

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 un 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 sí. 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 un 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 u obstáculos físicos naturales existentes .

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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

- Es necesaria una relación señal-interferencia, para una comunicación correcta.
- Se requiere de un margen expresado en estadísticas para generar esta relación, aún en niveles de señal variables
- La posición de las antenas que realizan la transmisión. La cual puede ser limitada por las estaciones y perfectamente controlada por puntos de acceso fijos.
- La función de la distancia para el nivel de la señal. Está 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.

### 2.1. 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.) [UPV, 2003].

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.

### 2.2. 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 omnidireccionales 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. [Chan, 2000].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 2.3. 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. [Shankar, 200]. Las características a considerar son :

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

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

La diferencia entre el techo y la mesa para algunas de las antenas puede ser considerable cuando existe en esta trayectoria un obstáculo o una obstrucción. En dos antenas iguales, el rango de una antena alta es  $2x-4x$ ; más que las antenas bajas, pero el nivel de interferencia es igual, por esto es posible proyectar un sistema basado en coberturas de punto de acceso, ignorando estaciones que no tengan rutas de propagación bien definidas entre sí. [Pahlavan, 1995].

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. [Rappaport, 2001].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 2.4. 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. [Posar, 2000]. De lo anterior, se puede definir que se tendrán dos beneficios del punto de acceso:

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

### 2.5. MODULACIÓN 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 Mb, 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 aplicará 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. [Gratisweb, 2001].

El promedio de bits debe ser constante, en el espacio localizado en el espectro y el tipo de modulación seleccionado. El uso de ciertos símbolos codificados, proporcionarían 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 Mb promedio. [Aguirre, 2000].

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## REDES INALÁMBRICAS

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. [Shankar, 200].

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

Para una comunicación directa entre estaciones de un grupo, cuando no existe la infraestructura, una frecuencia común debe ser alternada para transmisión y recepción. La activación, en la transmisión no controlada, por grupos independientes dentro de un área con infraestructura definida, puede reducir substancialmente la capacidad de organización del sistema. [Pahlavan, 1995].

### 2.6. 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 usan los canales de transmisión de la estación. [Rappaport, 2001].

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:

- Después de completar una transmisión/ recepción, la comunicación debe de estar disponible para su siguiente uso.
  - o No debe haber tiempos fijos entre la transmisión-recepción.
  - o Rellenar la longitud de un mensaje para complementar el espacio, es desperdiciarlo.
- La densidad de distribución geográfica y tiempo irregular de la demanda del tráfico deben ser conocidas.
  - o Un factor de Reuso, es más eficiente por un uso secuencial del tiempo que por una división geográfica del área.
  - o Para la comunicación en una área, se debe de considerar la posibilidad de que en áreas cercanas existan otras comunicaciones.
  - o 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.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## REDES INALÁMBRICAS

- Para tráfico abundante, se debe 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.
- 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.
- 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.
- 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.

### 2.7. 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 minizar el tiempo de transferencia. [Pahlavan, 1995].

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 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.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

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 Mb, 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. [Martín, 1995].

Los ordenadores necesitan varios anchos de banda dependiendo del servicio a utilizar, transmisiones de datos, de vídeo y voz de voz, etcétera. La opción es, si:

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

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

### 3. "Bluetooth"®.

"Bluetooth"® es una tecnología utilizada para conectividad inalámbrica de corto alcance entre dispositivos tales como PDA (Personal Digital Assistance), teléfonos celulares, teclados, máquinas de fax, ordenadores de escritorio y portátiles, módems, proyectores, impresoras, etcétera. El principal mercado es la transferencia de datos y voz entre dispositivos y ordenadores personales. El enfoque de "Bluetooth"® es similar a la tecnología de infrarrojo conocida como IrDA (Infrared Data Association). Sin embargo, "Bluetooth"®, es una tecnología de radiofrecuencia (RF) que utiliza la banda de espectro disperso de 2.4 GHz. Muchas veces también se le confunde con el estándar IEEE 802.11, otra tecnología de RF de corto alcance. IEEE 802.11 ofrece más caudal eficaz pero necesita más potencia de transmisión y ofrece menos opciones de conectividad que "Bluetooth"® para el caso de aplicaciones de voz.

"Bluetooth"® provee significantes ventajas sobre otras tecnologías inalámbricas similares tales como IrDA, IEEE 802.11 y HomeRF. IrDA es una tecnología muy popular para conectar periféricos, pero está limitada a conexiones de distancias cortas en rangos de un metro por la línea de vista requerida para la comunicación. Debido a que "Bluetooth"® funciona con RF no está sujeto a tales limitaciones. Las distancia de conexión en "Bluetooth"® puede ser de hasta 10 metros o más dependiendo del incremento de la potencia del transmisor, pero los dispositivos no necesitan estar en línea de vista ya que las señales de RF pueden atravesar paredes y otros objetos no metálicos sin ningún problema. (Martínez, 2002).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

"Bluetooth"® puede ser usado para aplicaciones en redes residenciales o en pequeñas oficinas, ambientes que son conocidos como WPAN (Wireless Personal Area Network). Una de las ventajas de las tecnologías inalámbricas es que evitan el problema de alambrear las paredes de las casas u oficinas.

### 3.1. ANTECEDENTES.

La versión 1.0 de la especificación "Bluetooth"® fue liberada en 1999, pero el desarrollo de esta tecnología empezó realmente 5 años atrás, en 1994, cuando la compañía Ericsson empezó a estudiar alternativas para comunicar los teléfonos celulares con otros dispositivos. El estudio demostró que el uso de enlaces de radio sería el más adecuado, ya que no es directivo y no necesita línea de vista; eran tan obvias estas ventajas con respecto a los enlaces vía infrarrojo que son utilizados para conectar dispositivos y teléfonos celulares. Existían muchos requerimientos para el estudio, los cuales incluían la manipulación tanto de voz como de datos, de tal manera se podrían conectar teléfonos a dispositivos de cómputo. Así es como nace la especificación de la tecnología inalámbrica conocida como "Bluetooth"®. (Martínez, 2002).

El nombre de "Bluetooth"® no hace referencia a "diente azul", como se podría pensar en un principio, sino que se debe al **Rey vikingo Harold "Bluetooth"®** (o "Blatand", como se le conoce en el antiguo idioma vikingo). (García Díaz, 2001).

Harald tenía el pelo oscuro, algo muy inusual entre los vikingos. Pero, no sólo le diferenciaba el hecho de no encajar con la imagen clásica del vikingo, sino que realmente fue un personaje bastante singular. Gracias a esta singularidad, y apartado del arquetipo del batallador vikingo dedicado casi en exclusividad al saqueo y el pillaje, el bueno del Rey Harald llevó la cristiandad a Escandinavia y también consiguió una Dinamarca unida, incluyendo los territorios de la actual Noruega.

La necesidad de las grandes empresas de telecomunicaciones e informática de desarrollar una interfase abierta que facilite la comunicación entre los diferentes equipos informáticos y telefónicos, aprovechando la capacidad y la movilidad de los dispositivos inalámbricos para la total supresión de los cables de conexión y adoptar así un único estándar de conexión, da origen al concepto de "Bluetooth"®. [Telyco, 2001].

"Bluetooth"® puede definirse como una propuesta de especificación de radiofrecuencia por transmisión de corto alcance de datos, pudiendo transmitir a través de objetos sólidos no metálicos. Su alcance nominal es de **10 cm a 10 m** en teoría, pero puede extenderse a **100 m** mediante el incremento de transmisión de energía.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

Las máquinas "Bluetooth"® son pequeños dispositivos radio de baja potencia sobre un chip que se comunican con otros productos basados en el estándar. Así, se puede eliminar los cables a la hora de conectar dispositivos como ordenadores portátiles, PDA, teléfonos móviles, impresoras o máquinas de fax, entre otros equipos. La conexión se puede realizar tanto punto a punto como punto-multipunto. Al soportar comunicaciones de voz y datos, "Bluetooth"® puede ser extendido a comunicaciones "manos libres" para teléfonos inalámbricos en vehículos. La tecnología usa la banda ISM (Industrial Scientific Medicine) de los **2.4 GHz** que no necesita licencia y está disponible en casi todo el mundo, aunque debe adaptarse a las interferencias de los pequeños monitores, mandos de garaje, teléfonos sin cables, microondas, que también usan esta frecuencia. [UPM, 2003].

"Bluetooth"® es además, un módulo radio de baja potencia que puede integrarse en una amplia variedad de dispositivos. Soportará transmisión de tres canales de voz, vídeo y datos a una **velocidad máxima de 1 Mbps**, aunque la máxima velocidad real girará alrededor de los **721 Kbps** (incluyendo un canal de retorno de 56 Kbps). [Arrakis, 2003].

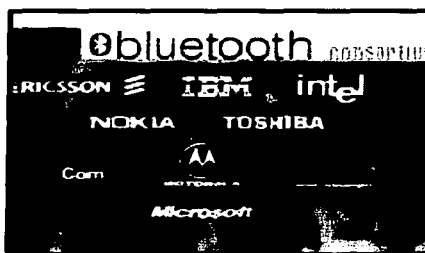
El estándar ha sido diseñado para operar en un entorno multiusuario. De hecho, permite conectar hasta **ocho usuarios** o dispositivos situados dentro de una pequeña red llamada **picorred**. Diez de estas picorredes pueden coexistir en un mismo espacio de cobertura de radio. Para proporcionar seguridad, cada enlace es codificado y protegido contra interferencias e intrusiones.

### 3.2. "BLUETOOTH"® SIG

A comienzos de 1997, según avanzaba el proyecto MC link, Ericsson fue despertando el interés de otros fabricantes de equipos portátiles. En seguida se vio claramente que para que el sistema tuviera éxito un gran número de equipos deberían estar equipados con esta tecnología. Esto fue lo que llevó, a principios de 1998, a crear un grupo de especial interés (SIG), formado por 5 promotores que eran: Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba e Intel. La idea era lograr un conjunto adecuado de áreas de negocio, dos líderes del mercado de las telecomunicaciones, dos líderes del mercado de los ordenadores portátiles y un líder de la fabricación de chips. El propósito principal del consorcio es establecer un estándar para la interfase aérea y sus programas de control, con el fin de asegurar la interoperatividad entre diferentes fabricantes. [García, 2002].

A este grupo inicial rápidamente se unieron otros cuatro socios más: **Lucent**, **Microsoft**, **Motorola** y **3Com**, siendo un total de nueve socios que constituyen el denominado "núcleo duro" de "Bluetooth"®.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



FIGIII.3 PROMOTORES "BLUETOOTH"®

Por un lado, 3Com y Lucent aportaron sus conocimientos sobre la transmisión de datos, Motorola y Nokia contribuyeron con su experiencia en el campo de las comunicaciones inalámbricas. IBM y Toshiba colaboraron en la creación de una especificación común que permitiese el soporte del estándar "Bluetooth"® en los sistemas informáticos de sobremesa y portátiles, e Intel y Microsoft apoyaron igualmente el desarrollo del estándar y, al mismo tiempo, con su enorme peso específico en el sector consolidando el futuro e implantación de la tecnología "Bluetooth"®. (García Díaz, 2001).

Sin embargo, previamente a esta unión de intereses y comunión de estándares, el principal valedor de esta tecnología ha sido Ericsson, que ya por el año 1994 inició sus primeras incursiones en un sistema que permitiese a sus teléfonos móviles el fácil acceso a la interoperatividad con los distintos accesorios y dispositivos compatibles, empleando un medio de conexión por radiofrecuencia donde privase un mínimo de consumo y no fuera demasiado cara su implantación.

El número de empresas que se han ido añadiendo al SIG, tanto como miembros asociados como miembros adoptados, ha ido creciendo de una forma espectacular. Así, con fecha de 13 de febrero del 2001 nos encontramos con que hay registradas **2164** empresas, una cifra que da una idea de la magnitud que está tomando la tecnología "Bluetooth"®. Entre todas esas empresas no sólo se encuentran empresas del sector de las telecomunicaciones, la informática o la electrónica, sino que han entrado en juego otros sectores muy relevantes, como es el caso del sector de la automoción. [García, 2002].

La lista completa de todos los miembros asociados y adoptados se puede consultar en la pagina oficial de Blue tooth : [www."Bluetooth"®.com](http://www.)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.3. CÓMO FUNCIONA.

"Bluetooth"<sup>®</sup> opera en la banda 2.4 GHz bajo la tecnología de radio conocida como espectro disperso. La banda de operación está dividida en canales de 1 MHz, a 1 megasímbolo por segundo puede obtenerse al ancho de banda máximo por canal. Con el esquema de modulación empleado, GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying), esto equivale a 1 Mbps. Utilizando GFSK, un 1 binario representa una desviación positiva de la portadora nominal de la frecuencia, mientras que un 0 representa una desviación negativa. Después de cada paquete, ambos dispositivos re-sintonizan su radio transmisor a una frecuencia diferente, saltando de un canal a otro canal de radio; esta técnica se le conoce como espectro disperso con salto en frecuencia (FHSS, Frequency Hopping Spread Spectrum). De esta manera, los dispositivos "Bluetooth"<sup>®</sup> utilizan toda la banda de 2.4 GHz y si una transmisión se interfiere sobre un canal, una retransmisión siempre ocurrirá sobre un canal diferente con la esperanza de que este canal esté libre. Cada ranura de tiempo tiene una duración de 625 microsegundos y generalmente los dispositivos saltan una vez por paquete, o sea, saltan cada ranura, cada 3 ranuras o cada 5 ranuras. Como "Bluetooth"<sup>®</sup> fue diseñado para aplicaciones móviles de poca potencia, la potencia del radio transmisor debe ser minimizada. Tres diferentes clases de niveles de potencias están definidas, las cuales proveen rangos de operación de aproximadamente 10, 20 y 100 metros: El más bajo nivel de potencia cubre 10 metros, el más alto nivel logra cubrir distancias de hasta 100 metros. (Martínez, 2002).

Aunado a las distancias cortas de conexión de "Bluetooth"<sup>®</sup> en materia de ancho de banda soporta hasta 780 Kbps, los cuales pueden ser utilizados para transferir unidireccionalmente 721 Kbps y 57.6 Kbps en la dirección de retorno o hasta 432.6 Kbps de manera simétrica en ambas direcciones. Aunque estas velocidades están limitadas para cierto tipo de aplicaciones como video, aplicaciones como transferencia de archivos e impresión caen perfectas en tal ancho de banda.

### 3.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE "BLUETOOTH"<sup>®</sup>

- Los dispositivos en una picocelda comparten un canal de comunicación de datos común. El canal tiene una capacidad total de 1 Mbps. Los encabezados y el control de llamada consumen cerca del 20% de esta capacidad; motivo por el cual el máximo caudal eficaz es de 780 Kbps.
- En los Estados Unidos y Europa, el intervalo de frecuencia de operación es de 2,400 a 2,483.5 MHz, con 79 canales de RF de 1 MHz. En la práctica, el intervalo de frecuencias es de 2,402 a 2,480 MHz. En México el intervalo de frecuencias va de 2,450 MHz a 2,485.5 MHz. En Japón, el intervalo de frecuencia es de 2,472 a 2,497 MHz con 23 canales de RF de 1 MHz.
- Un canal de datos salta aleatoriamente 1,600 veces por segundo los 79 (o 23) canales de RF.

## REDES INALÁMBRICAS

- Cada canal está dividido en ranuras de tiempo de 625 microsegundos cada una.
- Una picocelda tiene un dispositivo maestro y hasta siete dispositivos esclavos. Un dispositivo maestro transmite en ranuras de tiempo pares, los esclavos en ranuras de tiempo impares.
- Los paquetes pueden tener una magnitud de hasta 5 ranuras de tiempo.
- Los datos en un paquete pueden ser de hasta 2,745 bits de longitud.
- Existen actualmente dos tipos de transferencia de datos entre dispositivos: Los orientados a conexión de tipo síncrono (SCO, Synchronous Connection Oriented) y los orientados a no-conexión de tipo asíncrono (ACL, Asynchronous Connectionless).
- En una picocelda, se pueden hacer hasta tres enlaces SCO de 64,000 bits cada uno. Para evitar problemas de sincronización y colisión, los enlaces SCO utilizan ranuras de tiempo reservadas asignadas por la estación maestra.
- Un dispositivo maestro puede soportar hasta tres enlaces SCO con uno, dos o tres dispositivos esclavos.
- Las ranuras no reservadas para los enlaces SCO pueden ser usadas para enlaces ACL.
- Un maestro y un esclavo pueden compartir un enlace ACL.
- Un enlace ACL puede ser punto-punto (maestro a un esclavo) o multipunto (maestro a todos los esclavos).
- Un ACL esclavo puede sólo transmitir cuando se lo solicite un maestro .

"Bluetooth"<sup>®</sup> permite manipular simultáneamente transmisiones de voz y datos. Es capaz de soportar un canal de datos asíncrono y hasta tres canales de voz asíncronos o un canal que soporte ambos, voz y datos. La capacidad combinada con los dispositivos del tipo "ad hoc" permiten soluciones superiores para dispositivos móviles y aplicaciones de Internet. Esta combinación permite soluciones innovativas como un dispositivo de manos libres para llamadas de voz, impresión a máquinas de fax y sincronización automática a PDA, ordenadores portátiles y aplicaciones de libreta de direcciones de teléfonos celulares. (Martínez, 2002).

### 3.5. LA ESPECIFICACIÓN "BLUETOOTH"<sup>®</sup>.

La especificación de "Bluetooth"<sup>®</sup> cubre desde el transceptor de radio hasta varias interfases de protocolos basados tanto en "hardware" como en "software". Algunos elementos clave y protocolos de la arquitectura de "Bluetooth"<sup>®</sup> son descritos a continuación. Control de enlace: el "hardware" del control de enlace controla la transmisión y recepción de radio así como el procesamiento de la señal digital requerida para el protocolo de bandabase.

Sus funciones incluyen establecimientos de conexiones, soporte para enlaces asíncronos (datos) y síncronos (voz), corrección de error y autenticación. El microcódigo del administrador de enlaces desempeña funciones a bajo nivel para el establecimiento de enlaces, autenticación y configuración de los enlaces. [Arrakis, 2003].

**Topología de la red:** Los dispositivos "Bluetooth"® son generalmente organizados en grupos de 2 a 8 llamados picoceldas o picoredes, consistente de un dispositivo maestro y uno o más dispositivos esclavos. Un dispositivo puede pertenecer a más de una picocelda y comportarse como un esclavo en ambas o un maestro en una picocelda y como esclavo en otra. (Martínez, 2002). Como "Bluetooth"® opera en una banda de uso libre conocida como ISM (Industrial, Scientific, and Medical) donde otros dispositivos de uso común la utilizan como es el caso de puertas de cocheras, teléfonos inalámbricos, hornos de microondas, sólo por nombrar algunos. Para que los dispositivos "Bluetooth"® puedan coexistir y operar confiablemente con los otros dispositivos, cada picocelda es sincronizada a una frecuencia específica del patrón de salto por frecuencia. Este patrón, que salta a 1,600 frecuencias diferentes por segundo, es único para una picocelda en particular. Cada "salto" de frecuencia es una ranura de tiempo durante la cual los paquetes de datos son transferidos. Un paquete puede abarcar hasta 5 ranuras de tiempo, en la cual la frecuencia permanece constante durante la duración de esa transferencia.

Si los dispositivos van a saltar a las nuevas frecuencias después de cada paquete, ellos deben ponerse de acuerdo en la secuencia de las frecuencias que utilizarán. Como los dispositivos "Bluetooth"® operan en 2 modos: como maestro y como esclavo. Si el maestro asigna la secuencia de salto de frecuencia; los esclavos sincronizan al dispositivo maestro en tiempo y frecuencia seguido de la secuencia de salto del dispositivo maestro.

**Enlaces de banda base:** La bandabase de "Bluetooth"® provee canales de transmisión para voz y datos y es capaz de soportar un enlace asíncrono de datos y hasta tres enlaces de voz asíncronos (o un enlace soportando ambos). Los enlaces orientados a conexión síncronos (SCO) son típicamente empleados para transmisiones de voz. Esos enlaces son conexiones simétricas punto a punto que reservan ranuras de tiempo para garantizar la transmisión a tiempo. Al dispositivo esclavo siempre se le permitirá responder durante la ranura de tiempo inmediatamente seguido de una transmisión tipo SCO del maestro. Un dispositivo maestro puede soportar hasta tres enlaces SCO a uno o varios esclavos, pero un solo esclavo puede soportar sólo enlaces SCO para diferentes dispositivos maestros. Los paquetes SCO nunca son retransmitidos.

Los enlaces orientados a no-conexión (ACL, Asynchronous Connectionless) son típicamente empleados para transmisión de datos. Las transmisiones sobre estos enlaces son establecidas en base por ranura (en ranuras no reservadas para enlaces SCO). Los enlaces ACL soportan transferencias punto-multipunto de datos asíncronos como síncronos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Después de una transmisión ACL del maestro, sólo el dispositivo esclavo direccionado puede responder durante la siguiente ranura de tiempo o si el dispositivo no está direccionado, los paquetes son considerados como mensajes difundidos (broadcast). La mayoría de los enlaces ACL incluyen retransmisión de paquetes. Administrador de enlaces: La máquina de estado de bandabase es controlada por el administrador de enlaces. Este microcódigo provee el control del enlace basado en "hardware" para configuración, seguridad y control de enlaces. Sus capacidades incluyen autenticación y servicios de seguridad, monitoreo de calidad de servicio y control del estado de bandabase. El administrador de enlaces se comunica con los demás utilizando el protocolo LMP (Link Management Protocol), el cual utiliza los servicios básicos de bandabase. Los paquetes LMP, los cuales son enviados sobre los enlaces ACL, son diferenciados de los paquetes L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol) por un bit en el encabezado del ACL. Ellos son siempre enviados como paquetes de una ranura y una prioridad alta que los paquetes L2CAP. Esto ayuda el aseguramiento de la integridad del enlace bajo una alta demanda de tráfico.

**El Controlador de interfase del Host (Host controller interfase, HCI):** Por encima del administrador de enlaces se encuentra el HCI. Este protocolo basado en "hardware" es usado para aislar la bandabase de "Bluetooth"® y el administrador de enlaces de un protocolo de transporte tal como el RS-232 o USB (Universal Serial Bus). Esto permite una interfase estándar para el "hardware" de "Bluetooth"®. Un manejador de dispositivos HCI en el "host" es usado para interactuar una aplicación "Bluetooth"® con el protocolo de transporte. Actualmente existen tres mecanismos de transporte soportados: USB, RS-232 y el UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter). Utilizando HCI, una aplicación "Bluetooth"® puede acceder al "hardware" de "Bluetooth"® sin el conocimiento de la capa de transporte o otros detalles de implementación del "hardware".

**Protocolos basados en Software:** El resto de los protocolos son implementados en "software". La capa más baja de L2CAP provee la interfase con el administrador de enlaces y permite la interoperabilidad entre dispositivos "Bluetooth"®. Provee la multicanalización de protocolos, lo cual permite el soporte de otros protocolos de más alto nivel tales como TCP/IP. El L2CAP opera sobre un enlace del tipo ACL en bandabase y provee enlaces punto-multipunto para transferencias sincrónicas como asíncronas. L2CAP provee servicios a los protocolos de los niveles superiores al transmitir paquetes de datos sobre los canales L2CAP. Existen tres tipos de canales L2CAP: canales bidireccionales que transportan comandos; canales orientados a conexión para conexiones punto-punto y bidireccionales; y canales unidireccionales orientados a no-conexión que soporten conexiones punto-multipunto, permitiendo que una entidad local L2CAP sea conectada a un grupo de dispositivos remotos. (Martínez, 2002).

Varios protocolos interactúan con la capa de enlace L2CAP tales como SDP y RFCOMM. El protocolo SDP (Service Discovery Protocol) provee un medio para determinar qué servicios "Bluetooth"® están disponibles en un dispositivo particular.



Un dispositivo "Bluetooth"® puede actuar como un cliente SDP solicitando servicios o como un servidor SDP proveyendo servicios, o ambos. Un simple dispositivo "Bluetooth"® tendrá no más de un servidor SDP, pero puede actuar como un cliente para más de un dispositivo remoto.

El protocolo SDP provee acceso sólo a información acerca de servicios, la utilización de esos servicios deberá ser proveído por otro protocolo. RFCOMM es un protocolo de transporte que provee transferencia de datos serial. Una entidad de emulación de puertos es usada para mapear la comunicación de la interfase de la programación de aplicaciones (API, Applications Programming Interfase) a los servicios de RFCOMM, permitiendo que el "software" legado opere en un dispositivo "Bluetooth"®. TCS (Telephony Control Protocol Specification), un protocolo para aplicaciones de telefonía es proveído para control de llamadas de voz y datos a través de señalización. La señalización tanto para punto-punto y punto-multipunto son soportados utilizando los canales L2CAP, la voz o los datos son transferidos directamente desde la bandabase sobre los enlaces SCO. [Telyco, 2001].

"Bluetooth"® también soporta el protocolo de sesión conocido como IrOBEX (IrDA Object Exchange Protocol), definido por IrDA. Este protocolo puede operar sobre las capas de transporte, incluyendo RFCOMM y TCP/IP. Para dispositivos "Bluetooth"®, solo OBEX orientado a conexión es soportado. Tres perfiles de aplicación han sido desarrollados usando OBEX. Estos incluyen funcionalidades de sincronización para directorios telefónicos, calendarios, mensajes, etcétera; funcionalidades de transferencia de archivos y Object Push para soporte de tarjetas de presentación. (Martínez, 2002).

### 3.6. PERFILES.

Los perfiles son una parte muy importante en la tecnología "Bluetooth"®. Los perfiles le proveen a "Bluetooth"® una significativa ventaja sobre las otras tecnologías. Los perfiles, definidos por "Bluetooth"® SIG, tienen la intención de asegurar la interoperabilidad entre las aplicaciones de "Bluetooth"® y los dispositivos de diferentes fabricantes. Estos perfiles definen los roles y capacidades para aplicaciones específicas. Diferentes perfiles pueden abarcar diferentes capas y protocolos y para diferentes grados de seguridad. Además de los requerimientos de interoperabilidad, los protocolos pueden definir servicios requeridos para otras aplicaciones o para usuarios finales. (Martínez, 2002).

Todos los dispositivos "Bluetooth"® deberán soportar el perfil de acceso genérico (GAP) como mínimo. Este perfil en particular define el descubrimiento o hallazgo de dispositivos, procedimientos de conexión y procedimientos para varios niveles de seguridad. También se describen algunos requerimientos de interfase al usuario. Otro perfil universal, aunque no es requerido, es el perfil de acceso a descubrimiento de servicios (SDAP), el cual define los protocolos y parámetros asociados requeridos para acceder a los perfiles.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## REDES INALÁMBRICAS

Un número de perfiles han sido definidos incluyendo TCS, RFCOMM y OBEX. Algunos de estos requieren la implantación de otros, y todos ellos requieren la implantación de perfiles genéricos.

Existen cuatro perfiles genéricos que son ampliamente utilizados por todo tipo de aplicaciones, y que son:

- **GAP: Generic Application Profile**
- **SPP: Serial Port Profile**
- **SDAP: Service Discovery Application Profile**
- **GOEP: Generic Object Exchange Profile**

### 3.6.1. PERFIL GAP.

El propósito de este perfil es describir el uso de las capas más bajas de la pila de protocolos "Bluetooth"® (LC y LMP), aunque también se incluye la descripción de los aspectos de seguridad necesarios y las capas de protocolos más altas (L2CAP, RFCOMM, OBEX, etcétera). Se trata del perfil más importante de todos los definidos por el SIG ya que ha de ser implementado prácticamente por la totalidad de los dispositivos "Bluetooth"® sea cual sea su aplicación.

Se definen los siguientes papeles en el perfil:

- **"A-Party"**: se trata del dispositivo que inicia la búsqueda, en el caso del establecimiento de enlace, o el iniciador en aquellos casos en los que ya está establecido el enlace y hay que iniciar algún procedimiento.
- **"B-Party"**: se trata del dispositivo buscado en el establecimiento de enlace, o el que acepta en el resto de procedimientos.

Este perfil maneja diferentes procedimientos entre dos dispositivos referentes al descubrimiento y conexión tanto para el caso en que ninguno de los dos dispositivos tenga establecido un enlace como para aquellos casos en que uno de los dos tiene ya establecido un enlace (posiblemente con un tercero: "C-Party").

En principio, un usuario "Bluetooth"® debe ser capaz de conectar un dispositivo "Bluetooth"® a otro. Incluso si los dos dispositivos no comparten ninguna aplicación común, esta conexión debe ser posible usando las capacidades básicas "Bluetooth"®.

Cuando los dos dispositivos sí comparten la misma aplicación pero son de diferentes fabricantes, la conexión entre ambos ha de ser posible aunque los nombres dados a las capacidades básicas "Bluetooth"® por cada fabricante sean diferentes, ya que habrá que ejecutar una serie de procedimientos básicos que serán conocidos por ambos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Este perfil define modos de operación genéricos que pueden ser usados por diferentes perfiles que hagan referencia al GAP, y por dispositivos que implementen múltiples perfiles. Así, el GAP define procedimientos generales para descubrir identidades, nombres, capacidades básicas de otros dispositivos "Bluetooth"® que estén en un modo operativo y cómo intercambiar las claves de enlace entre dispositivos.

### 3.6.2. Perfil SPP.

La figura muestra el modelo de protocolos para este perfil.

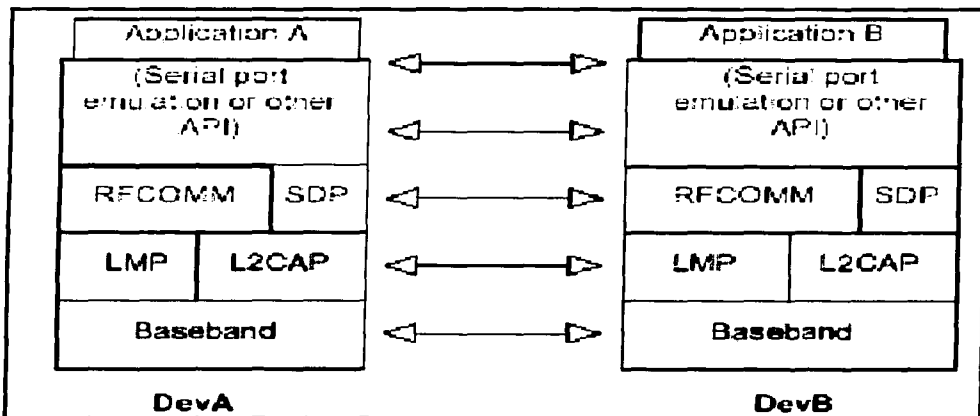


FIG. III.4 MODELO DE PROTOCOLOS SPP.

La capa de emulación de puerto es la entidad encargada de simular el puerto serie y de proporcionar un API a las aplicaciones que corren por encima. Dichas aplicaciones A y B en ambos extremos son las típicas aplicaciones que se comunican sobre un cable serie (y que en este caso se va a emular).

Se definen los siguientes papeles en el perfil:

- **Dispositivo A (DevA):** se trata del dispositivo que toma la iniciativa para conectarse a otro dispositivo. El nombre técnico que se le da es "Iniciador".
- **Dispositivo B (DevB):** dispositivo que espera que otro tome la iniciativa de la conexión. Su nombre técnico es "Aceptante".

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

Si se deseara establecer una correspondencia entre SPP y una arquitectura de puerto serie convencional, tanto el dispositivo A como el B pueden ser un DCE (Data Circuit Endpoint) o un DTE (Data Terminal Endpoint), ya que el protocolo RFCOMM ha sido diseñado para ser independiente de las relaciones DTE-DCE o DTE-DTE.

El escenario que cubre este perfil es el siguiente: establecimiento de puertos serie virtuales (o equivalentes) sobre dos dispositivos (por ejemplo, dos ordenadores) y conectarlos mediante "Bluetooth"® realizando por tanto una emulación del cable serie entre ambos dispositivos.

El perfil sólo soporta paquetes de ranura única, lo que limita el régimen de datos 128 Kbps, y permite únicamente configuraciones punto a punto. Sin embargo, es posible tener múltiples ejecuciones de este perfil en el mismo dispositivo. Aspectos de seguridad, como la autorización y autenticación son obligatorios, mientras que los procedimientos de encriptado son opcionales. En cuanto a los papeles de maestro y esclavo no son fijos, es decir, permite el intercambio de papeles en un dispositivo. El protocolo RFCOMM es usado para el transporte de los datos, señales módem de control y comandos de configuración.

### 3.6.3 Perfil SDAP

En la figura se muestra la torre de protocolos SDAP.

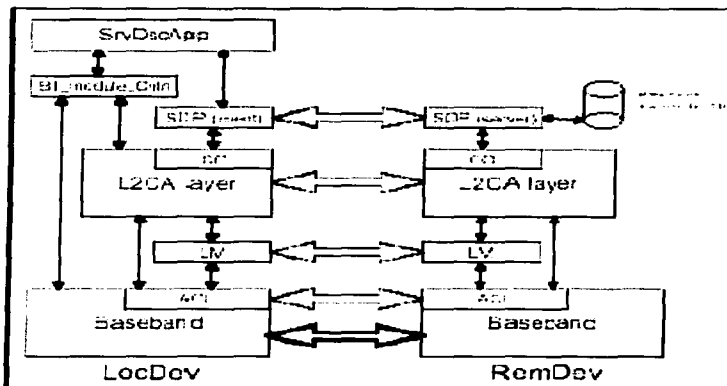


FIG. III.5 TORRE DE PROTOCOLOS SDAP.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se definen los siguientes papeles en el perfil:

- **Dispositivo local** (LocDev): dispositivo que inicializa el procedimiento de descubrimiento de servicio. Debe contener al menos la entidad cliente de la arquitectura "Bluetooth SDP". Además, posee una aplicación de descubrimiento de servicios (SrvDscApp) usada por el usuario para iniciar los descubrimientos y visualizar los resultados obtenidos y una entidad BT\_module\_Cntrl que tiene como misión comunicarse con el protocolo Banda Base y dar diferentes órdenes de búsqueda cuando el dispositivo entra en diferentes modos de operación.
- **Dispositivo(s) remoto(s)** (RemDev(s)): cualquier dispositivo que participa en el proceso de descubrimiento de servicios respondiendo a las preguntas de servicio generadas por un dispositivo local. Debe contener al menos la entidad servidor de la arquitectura "Bluetooth SDP". Posee una base de datos de información relacionada con los servicios, la cual es consultada para crear las respuestas a las peticiones de descubrimiento de servicio.

El papel de dispositivo local o remoto no es permanente ni exclusivo. Un dispositivo remoto puede tener instalada una aplicación SrvDscApp, al igual que puede poseer una entidad cliente, y viceversa. Así, un dispositivo puede ser un dispositivo local para una transacción SDP concreta a la vez que es un dispositivo remoto para otra transacción SDP.

La figura III.6 muestra un ejemplo SDAP: un dispositivo local (notebook) realizando petición de servicios entre un conjunto de dispositivos remotos.

Los escenarios que cubre este perfil son:

- Búsqueda de servicios por clase de servicio.
- Búsqueda de servicios por atributos de servicio.
- Navegación de servicios.

Los dos primeros casos representan la búsqueda de servicios específicos, mientras que en el último, trata de una búsqueda genérica de servicios, es decir, ver qué servicios están disponibles.

Antes de que dos dispositivos equipados con "Bluetooth"® se puedan comunicar en este perfil es necesario que se realicen las siguientes acciones:

- Los dispositivos necesitan ser inicializados. La inicialización puede requerir la introducción de un PIN para crear una clave de enlace, para la autorización y el encriptado de los datos.
- Se tiene que crear un enlace "Bluetooth"®, lo cual puede requerir el descubrimiento de la dirección BD\_ADDR de otro dispositivo a través de los procedimientos de búsqueda y pregunta.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

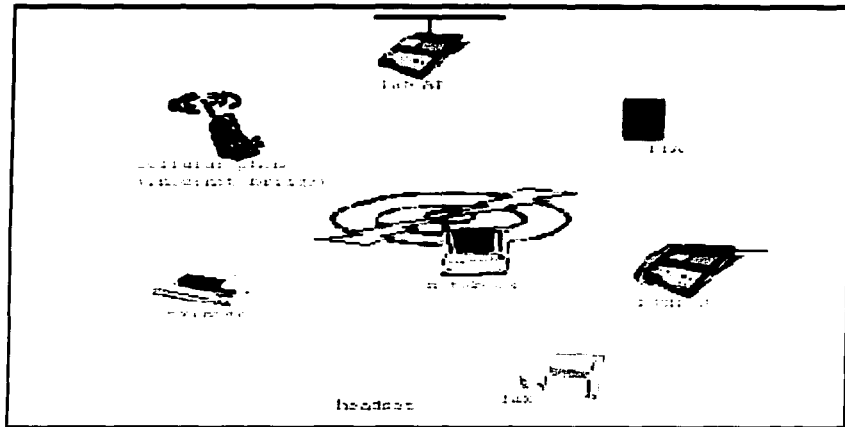


FIG. III.6 EJEMPLO DE APLICACIÓN SDAP.

El descubrimiento de servicios puede ser iniciado tanto por un maestro como por un esclavo de la piconet. Además, un esclavo en una piconet puede iniciar el descubrimiento de servicios en una nueva piconet en el caso de que el maestro de la piconet original indique que no está disponible.

#### 3.6.4. Perfil GOEP.

En la figura III.7 se muestra la torre de protocolos GOEP.

La capa de aplicación cliente es la entidad encargada de enviar y recuperar los objetos de datos del servidor mediante operaciones OBEX. La aplicación servidora realiza el almacenamiento de datos y responde a las peticiones del cliente.

Se definen los siguientes papeles en el perfil:

- **Servidor:** se trata del dispositivo que proporciona intercambio de objetos con el dispositivo cliente.
- **Cliente:** dispositivo que introduce objetos (*pushing*) en el servidor o los saca (*pulling*).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

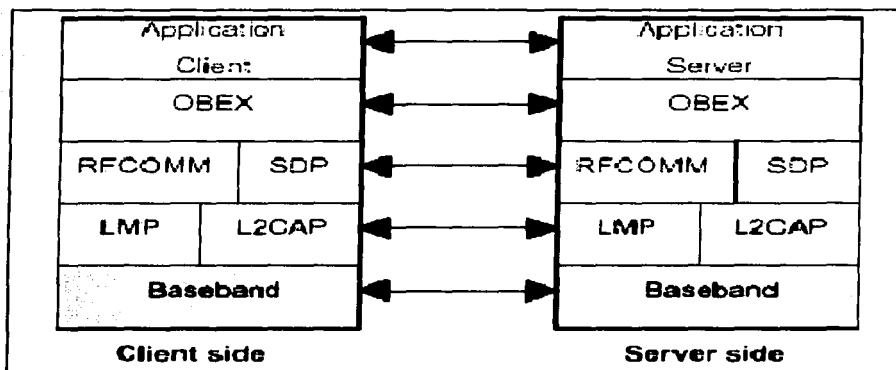


FIG. III.7 TORRE DE PROTOCOLOS GOEP.

Los escenarios cubiertos por este perfil son:

- El cliente pide al servidor la introducción de objetos.
- El cliente pide al servidor la recuperación de objetos.

Los requisitos del perfil son:

- a) Antes de que un servidor sea usado con un cliente por primera vez, se debe realizar un procedimiento de intercambio de claves. El uso concreto de este procedimiento depende de los perfiles de aplicación. Generalmente se trata de introducir un código PIN "Bluetooth"® en los teclados de los dispositivos cliente y servidor.
- b) También se debe realizar un procedimiento de inicialización OBEX antes de usar el servidor por primera vez.
- c) La seguridad se puede conseguir mediante la autenticación de la otra parte durante el establecimiento de la conexión y mediante el encriptado de todos los datos de usuario en el nivel de enlace, para lo cual la autenticación y el encriptado deberán ser soportados por todos los dispositivos.
- d) El establecimiento de enlace y canal debe realizarse de acuerdo a los procedimientos definidos en el GAP .
- e) No hay papeles fijos para el maestro y esclavos.
- f) Este perfil no requiere el uso de los modos de bajo consumo.

Hay que tener en cuenta las restricciones:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## REDES INALÁMBRICAS

- a) Para el dispositivo que contenga al servidor, puede que el usuario tenga que ponerlo en modo de conexión o descubrimiento cuando los procedimientos de establecimiento de enlace y pregunta se están procesando en el cliente.
- c) El perfil soporta únicamente configuraciones punto a punto, por lo que el servidor sólo puede ofrecer sus servicios a un cliente a la vez.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## CAPÍTULO IV.

### REDES DE MICRO ONDAS.

#### 1. Introducción.

Las Micro Ondas se definen como: Ondas electromagnéticas de radio situadas entre los rayos infrarrojos y las ondas de radio (frecuencias comprendidas entre 3 GHz y 300 GHz). Su longitud de onda va aproximadamente desde 1 mm hasta 30 cm. Con un margen de frecuencias tan amplio, los componentes dispositivos y sistemas que trabajan en ese rango de frecuencias encuentran aplicación en diversos sistemas de comunicación. Algunos ejemplo de esto son los sistemas de comunicación por satélite, radar y comunicaciones móviles. [UPV, 2003].

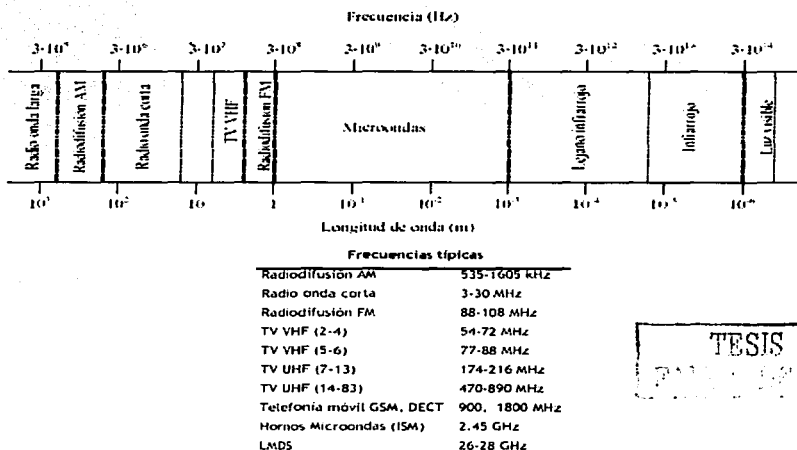


FIG. IV.1 POSICIÓN DE LAS MICROONDAS EN EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y FRECUENCIAS TÍPICAS.

## REDES INALÁMBRICAS

El espacio designado como microondas cubre las bandas designadas como: UHF (ultrahigh frecuencies), SHF (superhigh frecuencies) y EHF (extremely high frecuencies).

En un rango tan amplio de frecuencias, las bandas se subdividen a su vez, para dar cabida a múltiples aplicaciones. La figura IV.2 muestra las distintas bandas y sus aplicaciones. [Posar, 2000].

Banda de Frecuencia (GHz)	Uso	Designación (IEEE)
3.4 - 4.2	Comercial	Banda C
4.5 - 4.8	Militar	
5.725 - 5.85	Enlace ascendente	
5.85 - 7.075		
7.25 - 7.75	Militar	Banda X
7.9 - 8.4	Portadora común	
10.7 - 11.7	Comercial	Banda Ku
11.7 - 12.2	Radiobases digitales	
12.5 - 12.7		
12.7 - 12.75	CATV	
14 - 14.5	Militar	
14.5 - 14.8	Militar	
17.3 - 18.1	Portadora común	
18.1 - 20.2	Comercial	Banda K
20.2 - 21.2	Militar	
27 - 27.5	Comercial	Banda Ka
27.5 - 30	Enlace satelital ascendente	
30 - 31	Militar	
39 - 42	Enlace satelital descendente	Banda Q
50 - 62	Enlace satelital cruzado	Banda V

FIG. IV.2 BANDAS DE FRECUENCIA Y SUS APLICACIONES

TESIS CON  
TALA DE ORIGEN

Las microondas se generan con tubos de electrones especiales como el clistrón o el magnetrón, que incorporan resonadores para controlar la frecuencia, o con osciladores o dispositivos de estado sólido especiales. Las microondas tienen muchas aplicaciones: radio y televisión, radares, meteorología, comunicaciones vía satélite, medición de distancias, investigación de las propiedades de la materia o cocinado de alimentos.

Las microondas pueden detectarse con un instrumento formado por un rectificador de diodos de silicio conectado a un amplificador y a un dispositivo de registro o una pantalla. La exposición a las microondas es peligrosa cuando se producen densidades elevadas de radiación, como ocurre en los máseres. Pueden provocar quemaduras, cataratas, daños en el sistema nervioso y esterilidad. Todavía no se conocen bien los posibles peligros de la exposición prolongada a microondas de bajo nivel. [Pahlavan, 1995].

La propiedad fundamental que caracteriza a este rango de frecuencia es que el rango de ondas correspondientes es comparable con la dimensión físicas de los sistemas de laboratorio; debido a esta peculiaridad; las microondas exigen un tratamiento particular que no es extrapolable de ninguno de los métodos de trabajo utilizados en los márgenes de frecuencias con que limita.

En radiofrecuencia son útiles los conceptos de circuitos con parámetros localizados, debido a que, en general, las longitudes de onda son mucho mayores que las longitudes de los dispositivos, pudiendo así, hablarse de autoinducciones, capacidades, resistencias, etcétera, debido que no es necesario tener en cuenta la propagación efectiva de la onda en dicho elemento; sin embargo, en las frecuencias superiores a las de microondas, son aplicables los métodos de tipo **ÓPTICO**, debido a que las longitudes de onda comienzan a ser despreciables frente a las dimensiones de los dispositivos. [Shankar, 200].

El método de análisis más general y ampliamente utilizado en microondas consiste en la utilización del campo electromagnético caracterizado por los vectores (E, B, D y H en presencia de medios materiales), teniendo en cuenta las ecuaciones de MAXWELL, que rigen su comportamiento y las condiciones de frontera a estas frecuencias. Sin embargo, en las márgenes externas de las microondas, superior (IR) e Inferior (RF), se emplean comúnmente los métodos de análisis correspondientes al rango contiguo del espectro.

De igual manera en la parte de instrumentación experimental, generación y transmisión de microondas, estas tienen peculiaridades propias que obligan a utilizar con características diferentes a los de los rangos de frecuencias vecinos. Existen limitaciones que impiden el funcionamiento a frecuencias de microondas, algunas de las cuales se mencionan a continuación. [Rappaport, 2001].

Las líneas de baja frecuencia son usualmente **ABIERTAS**, por lo que, si se intenta utilizar a frecuencias elevadas, automáticamente surgen problemas de radiación de la energía electromagnética; para superar este inconveniente es necesario confirmar los campos electromagnéticos, lo que normalmente se efectúa por medio de contornos metálicos; así, los sistemas de transmisión usuales a microondas son, o líneas coaxiales, o, en general, guías de onda continuadas por conductores abiertos o tuberías.

La utilización en microondas de las válvulas de vacío convencionales, como amplificadores osciladores, está restringida, por un lado, por el tiempo de tránsito de los electrones en el interior de la válvula y, por otro, por las inductancias y por las capacidades asociadas al cableado y los electrodos de la misma.

### 1.1 GENERACIÓN DE MICROONDAS.

El MAGNETRON, como generador de microondas de alta potencia, fue quizá el dispositivo que dio pie al desarrollo a gran escala de las microondas, al dar paso a la utilización de sistemas de radar durante la II Guerra Mundial; sin embargo, fueron KLYSTRONS, los que dieron una mayor versatilidad de utilización de las microondas, sobre todo en el campo de las comunicaciones, permitiendo además una mayor comprensión de los fenómenos que tienen lugar los tubos de microondas. El principio básico de funcionamiento de estos generadores es la modulación de velocidad de un haz electrónico que al atravesar una cavidad resonante, excita en ella oscilaciones electromagnéticas de la frecuencia de microondas, deseada. El estudio de los KLYSTRONS obligó a un amplio desarrollo desde los fenómenos de carga espacial, la interpretación de la operación de los tubos Velocidad Modulada.

Sin embargo, fue el desarrollo de otro tipo de válvulas, las de ONDA PROGRESIVA (TWT, Travelling-Wave Tube), las que dieron lugar a una mejor comprensión de los fenómenos que tienen lugar en los haces electrónicos, sobre todo en lo que respecta a las ondas electromecánicas, daban lugar a amplificación o generación de microondas. Para que este acoplamiento sea efectivo es preciso reducir la velocidad de fase de la onda electromagnética lo cual se hace mediante estructuras periódicas de entre las cuales la más utilizada es la hélice; de esta forma es posible mantener una iteración continuada entre la onda electromagnética y el haz electrónico, modulado en velocidad, y consecuentemente en densidad, que va cediendo su energía cinética, a la onda electromagnética. Posteriormente, también se desarrolló el tubo de onda regresiva (BWO < Backward-wave oscillator), en el cual la velocidad de fase de la onda va en dirección opuesta al flujo de energía en el circuito, que ofrecía, además, una mayor amplitud de sintonía en frecuencia mediante control electrónico. [Chan, 2000].

Los dispositivos anteriores se basan en la conversión de energía de continuidad en la energía de microondas, mientras que los amplificadores paramétricos utilizan como fuente de energía una de alterna que convierten, por un procedimiento de mezcla, en la de alta frecuencia deseada. En lugar de utilizar como elemento resistivo, utilizan un elemento reactivo, como puede ser un diodo de capacidad variable, y de aquí el bajo nivel de ruido que se puede lograr. Un fundamento análogo tienen los amplificadores cuánticos MASER.

Son estos amplificadores de bajo nivel de ruido los que han abierto un gran campo de operación en radioastronomía, así como las intercontinentales vía satélite etcétera.

Un problema concerniente al desarrollo de las microondas, ha sido hasta ahora el precio elevado de los generadores, que el descubrimiento de los osciladores a semiconductores a abaratado, y va camino de hacerlo aún más, con lo cual el campo de aplicaciones de las microondas está creciendo a un nivel tal que impide predecir las repercusiones futuras, que incluso pueden ser negativas. [Pahlavan, 1995].

Estos dispositivos también tienen una concepción diferente a los usuarios de baja frecuencia esencial en que en los de baja frecuencia los electrones del semiconductor son "tibios" en el sentido que sus energías no difieren grandemente de la red del material, mientras que en los de microondas, los electrones son "calientes", con energías eléctricas adquiridas de campos eléctricos elevados, que pueden ser muy superiores a la energía de microondas.

### 1.2 MODULACIÓN EN MICROONDAS

Los generadores de microondas son generadores críticos en cuanto a la tensión y la corriente de funcionamiento.

Uno de los medios es no actuar sobre el generador o amplificador pero sí utilizar un dispositivo diodo pin en la guía de salida, modulada directamente la **amplitud** de la onda. [UNITEC, 2000].

Otro medio es utilizar un defasador de ferrita y modular la onda en fase. En este caso es fácil obtener modulación en **frecuencia** mediante el proceso siguiente:

- En una primera etapa, se modula en FM una portadora de baja frecuencia, por ejemplo 70 MHz.
- En una segunda etapa, esta portadora modulada es mezclada con la portadora principal en frecuencia de GHz, por ejemplo 10 GHz.
- Un filtro de frecuencia deja pasar la frecuencia suma, 10070 MHz con sus bandas laterales de 3 MHz y por lo tanto, la banda pasante será de 10067 a 10073 MHz que es la señal final de microondas.

En el receptor se hace la mezcla de esta señal con el oscilador local de 10 GHz seguido de un filtro que aprovecha la frecuencia de diferencia de 70 MHz, la cual es amplificada y después detectada por las técnicas usuales en FM.

En la actualidad, este método está dejando de ser aplicado, y para modular ahora se utilizan técnicas digitales, como por ejemplo: QPSK, 8-PSK y QAM.

#### 1.2.1. MODULACIÓN QPSK (QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING).

La Modulación de Fase PSK de cuatro niveles (4PSK). Técnica digital de modulación de frecuencia. Ya que es fácil de implementar y bastante resistente al ruido, se usa principalmente para mandar datos en Internet.

En el diagrama de la constelación puede observarse que, todos los estados tienen la misma amplitud, porque QPSK no modula en amplitud la portadora. Pero, con las transiciones de la portadora de un estado a otro, la amplitud de la portadora cambiará temporalmente.

Por eso, QPSK no es un esquema de modulación de envolvente constante, y cualquier camino a través del cual una señal QPSK viaje deben tener un grado de linealidad para evitar crear distorsión.

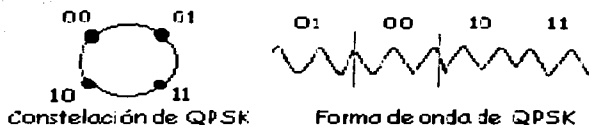


FIG. IV.3 CONSTELACIÓN Y FORMA DE ONDA PARA MODULACIÓN QPSK

### 1.2.2 MODULACIÓN 8-PSK.

Esta técnica consiste fundamentalmente en codificar un símbolo con tres bits de información. Cada símbolo, se diferencia por una fase, que puede adoptar las siguientes fases:  $22.5^\circ$ ,  $67.5^\circ$ ,  $112.5^\circ$ ,  $157.5^\circ$ ,  $202.5^\circ$ ,  $247.5^\circ$ ,  $292.5^\circ$  y  $337.5^\circ$ , con este procedimiento se logra transmitir a mayor velocidad, una mayor cantidad de bits. Aunque las variaciones de amplitud no se usan para transmitir datos y el esquema no es un esquema de la envolvente constante, es necesario algún grado de linealidad en cualquier área por la que atraviese.

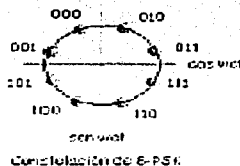


FIG. IV. 4 CONSTELACIÓN 8. PSK , CON EL CÓDIGO BINARIO DE CADA SÍMBOLO

### 1.2.3. MODULACIÓN QAM (AMPLITUD EN CUADRATURA).

Esta técnica de modulación que usa dos portadoras, cada una de la misma frecuencia pero separadas en fase  $90^\circ$ . Esto significa que una portadora sigue a la otra separada un cuarto de ciclo. En transmisiones digitales, cada una es modulada en fase y amplitud por una porción de la señal de la entrada digital. Las dos señales moduladas se combinan entonces y se transmiten como una sola forma de onda. El equipo receptor sólo necesita invertir el proceso para producir una salida digital que puede procesarse para producir luego imágenes u otra información útil. [UNITEC, 2000].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### 1.3 TRANSMISIÓN EN MICROONDAS

El rango de las microondas cubre una parte importante del espectro. Entre mayor sea la frecuencia utilizada, mayor ancho de banda potencial se tiene, lo que se traduce en una mayor velocidad de transmisión. La principal causa de pérdidas en los sistemas de transmisión de microondas es la atenuación, que dependerá de la longitud de onda que se está utilizando, así como de las condiciones meteorológicas. [LPI, 2002].

Un sistema en el que se utilizan localmente las microondas constará fundamentalmente de un generador y de un medio de transmisión de la onda hasta la carga; de otra forma, se tendrá necesidad de un sistema emisor y otro receptor, estando el emisor compuesto por los elementos antes dichos, donde la carga será una antena emisora, mientras que el receptor será otra antena, medio de transmisión y detector adecuado.

Además de estos elementos, existirán otros componentes como pueden ser atenuadores, defasadores, frecuencímetros, medidores de onda estacionaria, etcétera.

La guía de onda es, básicamente, una tubería metálica, a través de la cual se propaga el campo electromagnético prácticamente sin atenuación, dependiendo del material de que es fabricada la guía; así, a una frecuencia determinada, y para una geometría concreta, la atenuación será tanto menor cuanto mejor conductor sea el material. En contraste de lo que ocurre en el medio libre, en el que el haz de ondas electromagnéticas es más o menos divergente y sus campos transversales electromagnéticos, en una guía el campo está confinado en su interior, evitándose la radiación hacia el exterior, y sus campos ya no pueden ser TEM (campo transversal electromagnético) sino que han de hacer necesariamente del tipo TE (campo electrónico transversal a la dirección de propagación), o bien TM (campo magnético transversal) o bien híbridos, es decir, mezcla de TE y TM. [Duran, 2002].

En lo que se refiere a la potencia de transmisión, cualquier enlace se puede mejorar significativamente, aumentando la potencia. Así, se mejora la razón señal a ruido en la recepción, pero ésta no es la forma más eficiente, puesto que puede llevar a la utilización de potencias inaceptables para un diseño en microondas.

El ruido que se introduce en una transmisión de microondas puede clasificarse como ruido térmico y/o ruido de intermodulación. Estos tipos de ruido afectan la calidad del canal de diferente forma. El ruido térmico puede anular la componente generada en la antena, la cual depende del nivel de señal de entrada y de la componente desarrollada en el circuito. El ruido de intermodulación es modificado por la carga del sistema, incrementándose a medida que aumenta el tráfico, pero en general no depende del nivel de portadora.

Para evitar lo mas posible las interferencias, la asignación de las bandas debe realizarse bajo una regularización estricta. Esta regularización la hace la FCC (Federal Communication Commission).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 1.4 APLICACIONES DE MICROONDAS

El interés científico por la banda de microondas recibió un importante impulso durante la Segunda Guerra Mundial, con la invención del magnetrón y el klystron, que mostraron ser eficientes osciladores de microondas, y fundamentalmente con el desarrollo del radar, un sistema capaz de detectar blancos enemigos.

El desarrollo de componentes de microondas, generado por los avances en la tecnología radar, fue rápido y muy diverso. Las aplicaciones militares dieron paso a una avalancha de aplicaciones comerciales, que incluyen radares para el control del tráfico aéreo, radares para predicción meteorológica, telemedida, detectores de intrusos, control del tráfico rodado, etcétera.

Y entre tantas aplicaciones las que más destacan son las de la industria de telecomunicaciones. La transmisión económica de información a través de un país, continente o entre continentes, ya que dicha información de voz (telefonía, radio), vídeo (televisión, fax) o datos, requiere la posibilidad de modular un enorme número de canales sobre una portadora y enviarla sobre un canal de comunicaciones.

Se dispone de un mayor ancho de banda cuando la frecuencia es más alta. Así, un ancho de banda relativo del 1% a 600 MHz representa 6 MHz (un canal de TV). La misma anchura a 60 GHz ocupa 600 MHz (100 canales de TV). La banda de microondas proporciona casi 1000 veces los canales de voz y radio que se pueden alojar en la banda de 0-300 MHz. [UNITEC, 2000].

La introducción de portadoras de microondas para el transporte de información ha creado otro problema. Las frecuencias de microondas pueden penetrar la ionosfera, sin que resulten reflejadas hacia la Tierra en su propagación. Por tanto, las transmisiones vía radio están limitadas por la necesidad de mantener visión directa entre las antenas; lo que se consigue mediante radioenlaces de microondas y los sistemas de comunicaciones por satélite.

En las comunicaciones satelitales, que son semejantes a un sistema de microondas terrestres, el satélite funciona como un repetidor común, permitiendo mayores áreas de cobertura que los sistemas terrestres. [LPI, 2002].

Hoy, la mayoría de los sistemas de comunicaciones operan en la banda de microondas: GPS, GSM, DECT, DBS (Direct Broadcast Satellite), PCS (Personal Communication Systems), WLAN (Wireless Local Area Networks), LMDS (Local Multipoint Distribution System).

Junto con las telecomunicaciones, el radar es el campo donde mayor aplicación tiene las microondas. Este es un método electrónico usado para detectar aviones en rangos y circunstancias donde otros medios de detección no operan.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

El funcionamiento del radar se basa en la medición del tiempo que requiere un pulso transmitido desde una antena para reflejarse en el objeto que va a detectar y regresar a la antena receptora. Esta reflexión sólo tiene importancia cuando la longitud de onda es mucho menor que la dimensión del objeto.

En radioastronomía, las radiaciones extraterrestres con frecuencia comprendidas entre 10 MHz y 10 GHz pueden atravesar el filtro impuesto por la atmósfera y llegar hasta nosotros. La detección de estas radiaciones permite obtener información de la dinámica y constitución del universo.

Las microondas también pueden utilizarse para calentamiento. Los efectos térmicos de las microondas tienen amplia aplicación industrial. Para cocción, los hornos de microondas obedecen el principio de calentamiento dieléctrico, la cocción se realiza rápida y continuamente, pues el alimento se cocina simultáneamente en su interior y exterior. También existen las máquinas de secado por microondas que se usan en las industrias de impresión, textiles y del papel. [UNITEC, 2000].

Pero las microondas tienen otros muchos usos y aplicaciones. Numerosas resonancias nucleares, atómicas y moleculares tienen lugar a frecuencias de microondas, lo que motiva una gran variedad de aplicaciones en áreas fundamentales:

- Estudio de las propiedades de determinados gases, líquidos y sólidos.
- Hornos microondas (calentamiento).
- Radioastronomía.
- Aceleradores de partículas.
- Tubos de onda progresiva, amplificación.
- Diagnóstico y tratamiento médico (hipertermia en cáncer).

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 1.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE MICROONDAS.

El empleo de microondas para determinadas aplicaciones tiene varios factores a favor. De estos se puede mencionar una ventaja al utilizar microondas en comunicaciones es su extenso ancho de banda. Por ejemplo, un ancho de banda del 10% en 3 GHz implica un espectro disponible de 300 MHz, lo que da como resultado que todas las señales de radio, televisión y otros tipos de comunicaciones puedan acomodarse en este ancho de banda. Y debido a que la gama de bajas frecuencias del espectro de radio está congestionada, existe la tendencia a utilizar la región de microondas para diversos servicios.

Otra ventaja es la asociada con las pequeñas longitudes de onda que, a diferencia de las frecuencias de radio, las microondas no se reflejan en la ionosfera y tampoco son absorbidas por ésta. Esto ha llevado al empleo de estas frecuencias para el estudio de las radiaciones electromagnéticas emitidas por estrellas.

De la misma manera, esta propiedad las hace adecuadas para comunicaciones satelitales y espaciales. [Posar, 2000].

Una aplicación de las microondas, mencionada con anterioridad, es la relacionada con los enlaces de microondas punto a punto que también cuentan con algunas ventajas sobre los sistemas de línea metálica, entre éstas se puede decir que su instalación es más rápida y sencilla y a bajo costo, pues no se necesita la adquisición de derecho de vía entre estaciones; pueden superar las irregularidades del terreno; la regulación sólo se aplica al equipo, ya que las características del medio de transmisión son básicamente constantes en el ancho de banda de trabajo, para clima constante y espectro dado; y puede aumentarse la separación entre repetidores, incrementando la altura de las torres. [LPI, 2002].

Este tipo de enlaces tienen, también, algunas desventajas si se les compara con los sistemas de línea metálica, como por ejemplo: la explotación está restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces; existe la necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer de energía y acondicionamiento para los equipos y servicios de conservación; la segregación, aunque es posible y se realiza, no es tan flexible como en los sistemas por cable y las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad y equipo auxiliar requerido, lo que supone un importante problema en diseño.

## 2. TRANSMISIÓN DE DATOS.

En este sistemas se utiliza el espacio aéreo como medio físico de transmisión. La información se transmite de forma digital a través de las ondas de radio de muy corta longitud (unos pocos centímetros). Pueden diseccionarse múltiples canales o múltiples estaciones dentro de un enlace dado, o pueden establecerse enlaces punto a punto.

### **Estructura:**

Las estaciones consisten en una antena tipo plato y de circuitos que se interconectan la antena con la terminal del usuario.

La transmisión es en línea recta (lo que está a la vista) y por lo tanto se ve afectada por accidentes geográficos, edificios, bosques, mal tiempo, etcétera. El alcance promedio es de 40 km. en la tierra. Una de las principales ventajas importantes es la capacidad de poder transportar miles de canales de voz a grandes distancias a través de repetidoras, a la vez que permite la transmisión de datos en su forma natural. [Chan, 2000].

Tres son las formas mas comunes de utilización en redes de procesamiento de datos:

- Redes entre ciudades, usando la red telefónica pública en muchos países latinoamericanos está basada en microondas con antenas repetidoras terrestres.
- Redes metropolitanas privadas y para aplicaciones específicas.

- Redes de largo alcance con satélites.



Fig. IV.5 Antena

En caso de utilización de satélites, las antenas emisoras, repetidoras o receptoras pueden ser fijas (terrenas) o móviles (barcos, etcétera).

### 2.1. MICROONDAS TERRESTRES.

La antena utilizada generalmente en las microondas es la de tipo parabólico. El tamaño típico es de un diámetro de unos 3 metros. La antena es fijada rígidamente, y transmite un haz estrecho que debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora. Estas antenas de microondas se deben ubicar a una altura considerable sobre el nivel del suelo, con el fin de conseguir mayores separaciones posibles entre ellas y poder superar posibles obstáculos. Sin obstáculos intermedios, la distancia máxima entre antenas es de aproximadamente 7.14 Km, claro está que esta distancia se puede extender, si se aprovecha la característica de curvatura de la tierra, por medio de la cual las microondas se desvían o refractan en la atmósfera terrestre. [U. de S. 2000].

Por ejemplo, dos antenas de microondas situadas a una altura de 100 metros pueden separarse una distancia total de 82 Km, esto se da bajo ciertas condiciones, como terreno y topografía. Es por ello que esta distancia puede variar de acuerdo a las condiciones que se manejen.

Las transmisiones a larga distancia se llevan a cabo, mediante la concatenación de enlaces punto a punto entre torres adyacentes, hasta cubrir la distancia deseada.

El uso principal de los sistemas de microondas terrestres son los servicios de telecomunicación de larga distancia, como alternativa al cable coaxial o las fibras ópticas.

## REDES INALÁMBRICAS

La utilización de microondas requiere menor número de repetidores o amplificadores que el cable coaxial, pero en cambio necesita que las antenas estén alineadas. [U. de S. 2000].

El uso de microondas es frecuente en la transmisión de televisión y voz. Otro de los usos que se le pueden dar a las microondas, es el de enlaces punto a punto entre edificios. En los enlaces entre edificios, se pueden emplear para circuitos cerrados de televisión o para interconexión de redes locales.

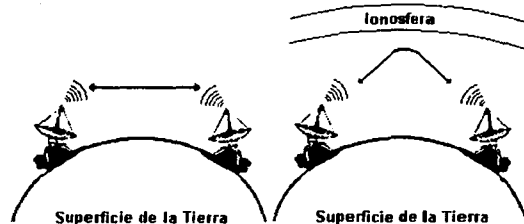


FIG. IV.6 TIPOS DE ENLACE ENTRE ANTENAS DE MICROONDAS TERRESTRES.

El rango de las microondas cubre una parte sustancial del espectro. La banda de frecuencia está comprendida entre 2 y 40 GHz.

Cuanto mayor sea la frecuencia utilizada, mayor el ancho de banda potencial, y por consiguiente mayor es virtualmente la velocidad de transmisión. En el cuadro 2, se indican los valores frecuentes de anchos de banda y velocidad de transmisión de datos para algunos sistemas típicos.

### 2.2. MICROONDAS POR SATÉLITE.

A diferencia de las microondas terrestres, las microondas satelitales lo que hacen básicamente, es retransmitir información, se usa como enlace entre dos o más transmisores/ receptores terrestres, denominados estaciones base. El satélite funciona como un espejo sobre el cual la señal rebota, su principal función es la de amplificar la señal, corregirla y retransmitirla a una o más antenas ubicadas en la tierra. Los satélites geoestacionarios (es decir permanecen inmóviles para un observador ubicado en la tierra), operan en una serie de frecuencias llamadas "transponders", es importante que los satélites se mantengan en una órbita geoestacionaria, porque de lo contrario estos perderían su alineación con respecto a las antenas ubicadas en la tierra. [Shankar, 200].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

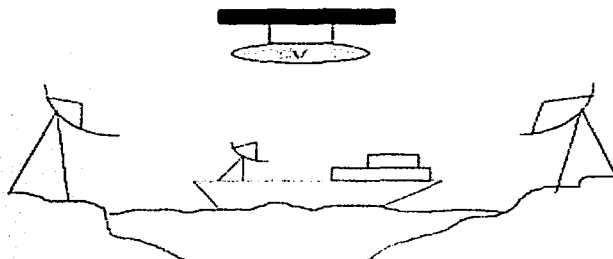


FIG. IV.6 ENLACE MICROONDAS POR SATELITE

La transmisión satelital, puede ser usada para proporcionar una comunicación punto a punto entre dos antenas terrestres alejadas entre sí, o para conectar una estación base transmisora con un conjunto de receptores terrestres.

Si dos satélites utilizan la misma banda de frecuencias y se encuentran lo suficientemente próximos, éstos podrían interferirse mutuamente, por lo que es necesario que estén separados por lo menos 4 grados (desplazamiento angular medio desde la superficie terrestre), en la banda 4/6 GHz, y una separación de al menos 3 grados a 12/14 GHz, por tanto el número máximo de satélites posibles esta bastante limitado. [UNITEC, 2000].

Las comunicaciones satelitales son una revolución tecnológica de igual magnitud que las fibras ópticas, entre las aplicaciones más importantes para los satélites se tienen: Difusión de televisión, transmisión telefónica a larga distancia y redes privadas entre otras. Debido a que los satélites por lo general son multidestino, su utilización es muy adecuada para distribución de televisión, por lo que están siendo ampliamente utilizadas en Estados Unidos y el resto del mundo. La PBS (Public Broadcasting Service), es una red que distribuye su programación casi exclusivamente mediante el uso de canales de satélite. Una de las aplicaciones más recientes que se le ha dado al uso de satélites se le denomina difusión directa vía satélite (DBS, Direct Broadcast Satellite), en la que la señal de vídeo se transmite directamente del satélite a los domicilios de los usuarios, esto se logra mediante la implantación de una antena de bajo costo, en el domicilio de cada usuario, logrando así que la cantidad de canales ofrecidos aumente notablemente. [UPV, 2003].

La comunicación vía satélite se utiliza también para proporcionar enlaces punto a punto entre las centrales telefónicas en las redes publicas de telefonía.

Finalmente, para la tecnología vía satélite hay una gran cantidad de aplicaciones de gran interés comercial, el suministrador del servicio de transmisión vía satélite puede dividir la capacidad total disponible en una serie de canales, alquilando su uso a terceras compañías.

El rango de frecuencias óptimo para la transmisión vía satélite está en el intervalo comprendido entre 1 y 10 GHz. Por debajo de 1 GHz, el ruido producido por causas naturales es apreciable, incluyendo el ruido galáctico, solar, atmosférico y el producido por interferencias con otros dispositivos electrónicos.

### 3. WLAN por Micro Ondas

Las LAN por microondas utilizan las frecuencias comprendidas en el rango de los 18 GHz. a 24 GHz. para encapsular y transferir los paquetes de datos de la LAN. Estas frecuencias son de onda corta y son muy altas. Pasarán la mayoría de las cosas sin pérdida o distorsión. Esto hace de las microondas una forma viable para LAN inalámbricas y otras formas de comunicaciones abiertas a distancia. Las microondas se ha utilizado por décadas en servicios de transmisión interurbanos, y reduciendo la energía ahora están siendo aplicadas en LAN inalámbricas.

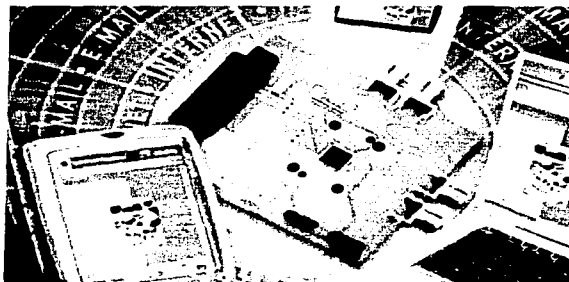


Fig. IV.7

Hay algunos problemas al usar las microondas para LAN inalámbricas que la ponen en conflicto con otras aplicaciones establecidas de servicios por microondas. Uno es que el servicio debe ser concesionado. El otro es que hay solamente 35 frecuencias de microondas para cualquier área espacial. En algunos lugares, tales como una ciudad densamente poblada, todas las licencias del espacio se puede asignar, no dejando ninguna para una LAN inalámbrica . Por lo que hay que comprobar la disponibilidad de las frecuencias de microondas antes de evaluar un proyecto de LAN inalámbricas bajo esta tecnología. [CEPIS, 2001].

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



### 3.1. FRECUENCIAS MICROONDAS.

Las frecuencias de microondas usadas para LAN inalámbricas están en la gama de 18 a 24 GHz. Estas frecuencias pasarán sin embargo la mayoría de las cosas, como tejido fino y las paredes. Son capaces de una carga multiplexada del tráfico y pueden ser utilizadas más allá de límites del edificio, si la licencia lo permite.

### 3.2. ASIGNACIONES ESPECIALIZADAS.

Las microondas se han utilizado para el avión transcontinental, comunicaciones de alta velocidad por muchos años. Formaron la espina dorsal original de la red interurbana en los Estados Unidos. Eran también la fundación de compañías como Microwave Communications, Inc. (ahora conocido como MCI). Las microondas del avión transcontinental requiere licencias territoriales y utiliza microondas de alta potencia. Las WLAN de microondas son una parte especializada del espectro que se licencia para la distancia limitada, una operación más baja de las microondas de la energía.

### 3.3. TUNING.

Como una LAN por infrarrojo, los sistemas de microondas deben tener una relación de "Línea de Vista". El Tuning es, sin embargo menos crítico que para el haz de luz de la onda óptica, que debe golpear el receptor óptico. Los rayos de microondas se separan hacia fuera en un abanico, y un nivel suficiente del rayo golpea el receptor y la transmisión informativa ocurre correctamente.

Las microondas son también más fáciles que las señales infrarrojas de capturar y de retransmitir en una configuración "multi-hop". En la mayoría de los casos la estación que envía apuntará las microondas a un receptor sobre el nivel del techo del cuarto de la fuente. Aquí del receptor se pueden dirigir otros receptores en el nivel del techo alrededor del edificio. La estación de recepción después retransmitirá las señales a la estación llana siguiente y creará un servicio de distribución "multi-hop".

### 3.5. DISTANCIAS.

Las distancias para las LAN por microondas dependen del número de saltos entre los transmisores-receptores. La distancia de un salto simple está en un aproximado de 80 a 100 pies. Puede existir un número ilimitado de saltos en la red, siempre y cuando los solos estén dentro de las limitaciones de distancia. Las torres interurbanas de las microondas pueden enviar sus ondas alrededor 30 millas, dependiendo de la altura de las torres. Esto se hace con microondas de alta potencia, mientras que los sistemas inalámbricos de la red de área local utilizan una energía más baja lo que limita su distancia. [Duran, 2002].

### 3.6. DISTORSIÓN.

La dispersión de las señales de microondas de la antena de transmisión es un patrón de la dispersión que es en forma elíptica. Hay una cierta distorsión del borde en la señal, que aumenta mientras que la señal viaja en el aire. Esta distorsión no es un problema, mientras se recibe la señal principal más bien que la porción del borde. Si el ángulo de la relación es cerrado entre el transmitir y recibiendo la antena, la distorsión o los errores en la señal recibida puede ocurrir. Cuando se detectan tales errores las señales tendrán que ser retransmitidas.

La corrección de error para la mayoría de los sistemas de las microondas se construye en el "hardware" de la transmisión. Esto permite muestrear la calidad de las transmisiones continuamente y responder rápidamente a cualquier avería o necesidad para la retransmisión. [CEPIS, 2001].

### 3.7. INTERFERENCIA.

La interferencia principal en señales de microondas es debido a la existencia de las señales perdidas de las microondas de otros usuarios licenciados. Muchas áreas de los Estados Unidos se saturaron ya con las licencias de la señal y los patrones muy activos de las microondas que son emitidas en el espacio aéreo. Estas señales, que son generalmente intermitentes en la naturaleza, pueden perderse o meter ruido en el espacio del espectro de las LAN de microondas. Esto es particularmente cierto en los pisos más altos de los edificios en el centro de ciudades metropolitanas importantes. [Posar, 2000].

### 3.8. LAS RESTRICCIONES DEL ESPACIO.

La transmisión de las microondas pueden viajar una distancia limitada. Es baja energía (menos de 10 watts) y puede rebotar de componentes metálicos. La señal de microondas está dirigida generalmente hacia un reflector o un receptor del techo y después es movida por los saltos múltiples a lo largo del espacio del techo hasta que encuentra a la unidad de recepción del interfaz de la red de computadoras.

### 3.9. SEGURIDAD DE LA RADIACIÓN.

Las microondas pueden ser peligrosas para los seres humanos. Los hornos de microonda son utilizados para calentar artículos excitando las moléculas dentro de ellas para crear calor. Esto se hace con microondas intensas como de 500 a 750 watts. Las microondas usadas para LAN inalámbricas están bajo 10 watts y no se saben dañinas para los seres humanos. [Chan, 2000].

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

La carne humana boquea las microondas de baja potencia e interfiere con las señales, lo cual es una razón igual importante para evitar el contacto humano además de los posibles efectos nocivos. El traslado de las microondas a los niveles del techo de los cuartos pone a las señales las transmisiones "multi-hop" más lejos del área ocupada por los seres humanos (la mayoría del tiempo).

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## CONCLUSIONES.

Las redes inalámbricas están empezando a desarrollarse en todo el mundo, lo que hasta el momento se ha visto o dicho sobre ellas no es más que el principio. La globalización genera una necesidad nunca antes vista de información y movimiento, el mundo se ha convertido en una oficina, y para tener éxito se debe de acceder a la información en el mismo instante en que se requiere o, incluso, que se genera. Y para un país, que como el nuestro, lucha por sobresalir debe contar con la tecnología que lo ayudará a conseguirlo.

La tecnología óptica, para una empresa en desarrollo, puede considerarse la opción más práctica y fácil de implantar ya que, a diferencia de las tecnologías de Radiofrecuencia y Microondas, no se requiere de una licencia de uso del espacio, la cual extiende la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), debido a que su campo de acción se ve limitado por las paredes, lo cual es también una de sus principales desventajas.

La tecnología de Microondas cubre un área mucho mayor que la tecnología óptica, lo que lleva a considerarla ideal para empresas cuyas oficinas no están todas en mismo edificio. Además, la necesidad de una "línea de vista" entre el transmisor y el receptor, que obliga a colocar las antenas en lugares muy altos, ofrece una seguridad que la tecnología de Radiofrecuencia no posee. La principal desventaja de la tecnología de microondas es su ancho de banda, el cual hace necesarias varias antenas con "línea de vista" para cubrir un área mayor. La distancia máxima entre antenas es de, aproximadamente, 7.14 Km.

La tecnología de Radiofrecuencia puede considerarse la de mayor éxito, sin las desventajas de difusión que presentan las otras dos tecnologías, y pese a su vulnerabilidad, se puede pensar que el futuro de las tecnologías inalámbricas será regido por la Radiofrecuencia. Un ejemplo de ello puede ser el Bluetooth®.

Resulta obvio que la tecnología Bluetooth® es un gran avance en las comunicaciones inalámbricas y cuenta, además, con un enorme respaldo empresarial. Bluetooth® ofrece múltiples posibilidades y grandes ventajas con respecto a otras tecnologías, y aun cuando está empezando, es una tecnología de las más fuertes en el campo de inalámbricos.

En conclusión, las redes inalámbricas no son solo el futuro de la transmisión de datos, son el presente.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



# ANEXO I

## PROTOCOLOS

El objetivo fundamental de la redes es el de enviar datos entre dos dispositivos que deben estar conectados entre sí, ya sea físicamente o entre conexiones inalámbricas.

Según el Modelo OSI, se define como protocolo a aquel conjunto de reglas y formatos que gobiernan las comunicaciones entre dispositivos que ejecutan funciones a un mismo nivel en diferentes sistemas abiertos.

La forma en que se envían, siempre empaquetada es lo que se llama protocolo. Protocolo es por tanto, un conjunto de normas que se usan para componer los paquetes que contienen la información a transmitir.

Dado que se trabaja con redes digitales, la estructura de los protocolos siempre es binaria, es decir, esta formada por unos y ceros.

### 1. FUNCIONALIDADES.

Hay 4 conceptos fundamentales sobre el funcionamiento de los protocolos y son:

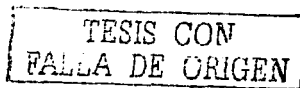
- Concepto de protocolo propietario o estándar.
- Control de flujo.
- Control de errores.
- Protocolos orientados o no a la conexión.

#### PROPIETARIO O ESTANDAR.

Este concepto de protocolo propietario consiste en que la definición del funcionamiento del protocolo es realizada por una o varias empresas, que no dan a conocer de forma pública y universal su funcionamiento. De esta forma, ninguna otra empresa sin la autorización de la empresa propietaria, puede desarrollar programas con este protocolo, por desconocimiento de su funcionamiento.

Para las empresas que lo han desarrollado, les puede dar importantes ganancias económicas si consiguen una amplia implantación del mismo, o graves perjuicios económicos, si su implantación es mínima. En este último caso tendería a desaparecer en el tiempo.

Los protocolos estándar siempre suministran entornos abiertos, como sucede en la actualidad con el protocolo TCP/IP.



### CONTROL DE FLUJO

El objetivo principal de un protocolo de red es suministrar un flujo de información entre dispositivos de la misma red. Este flujo esta formado por varios paquetes, y el archivo y/o datos viajan repartidos entre ellos. Si el receptor de vez en cuando informa al que envía, de que los paquetes los va recibiendo, es decir, hay un reconocimiento, se dice que hay control de flujo.

Este control de flujo utiliza mecanismos con problemas relacionados con:

- Las sobrecargas de tráfico.
- Las congestiones.
- Los bloqueos de tráfico.
- La inadaptación de velocidades.
- La repartición no equitativa de recursos.

El uso del control de flujo es más importante cuanto menos fiable sea el medio de transmisión. En el ámbito de las líneas de comunicaciones es necesario.

Así por ejemplo, hay protocolos como el TCP, en el que se envía información, debe recibir periódicamente un reconocimiento satisfactorio del receptor, con el fin de continuar enviando más información. Otros tipos de control de flujo sería mediante la utilización de prioridades.

### CONTROL DE ERRORES

Este control es fundamental en la transmisión de datos y por lo general, la mayoría de tipos de paquetes llevan un bit de control, de forma que por una parte se puede detectar si algún bit del paquete durante la transmisión ha sido alterado. Incluso en algún caso se podría reconstruir los bit afectados sin necesidad de una retransmisión.

### ORIENTADOS O NO A LA CONEXIÓN

En este caso, se trata del método que se utiliza para establecer la conexión entre los dos dispositivos que se intercambian la información. Si no hay conexión previa, es decir, se utiliza un método de difusión (broadcast), se dice que es un protocolo no orientado a conexión. Ejemplo de esto sería el protocolo NetBios, y por el contrario, el TCP es orientado a conexión. Los métodos no orientados a conexión consumen un mayor ancho de banda como consecuencia de la difusión (broadcast).

Los orientados a conexión consumen un ancho de banda extra al momento de establecer la conexión, porque en este caso siempre hay tres fases: *Establecimiento de la conexión, Transferencia de datos y liberación de la conexión.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2. ESTRUCTURA.

Todos los paquetes de los protocolos constan de tres partes:

- **Cabecera.** Esta parte del paquete contiene información relativa al mismo en cuanto a control y funcionalidades del mismo.
- **Datos.** Esta parte no siempre existe, depende del tipo de paquete o mensaje
- **Control de error.**

## 3. MODELO OSI.

En 1978, la Organización Internacional de Estándares (ISO) publicó un conjunto de especificaciones que describía una arquitectura de conectar distintos dispositivos.

En 1984, la ISO publicó una revisión de este modelo y lo llamó modelos de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI – Open System Interconnection).



FIG. A1.1 MODELO DE CAPAS DEL OSI

Este modelo ha sido y sigue siendo la referencia de todos los protocolos de redes incluso muchas veces en el ámbito de las comunicaciones. Por esa razón, es la base para poder organizar y entender los distintos tipos de protocolos y su ámbito de actuación.

El modelo consta de 7 niveles o capas: Físico, Enlace, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación.

### NIVEL FÍSICO (1).

A este nivel corresponde la determinación de las especificaciones correspondientes a las características mecánicas, eléctricas y de procedimiento requeridas para establecer, mantener y desactivar los enlaces físicos. Por ejemplo, a este nivel se determinan las características físicas de los conectores y los cables.

Sus funciones son:

- Activación y desactivación de la conexión física.



## REDES INALÁMBRICAS

- Transmisión de unidades de datos del servicio físico.
- Control de nivel físico.
- Sincronización a nivel de bit.

### NIVEL DE ENLACE (2).

Los protocolos de este nivel son responsables de transmitir si no existieren errores y establecer conexiones lógicas entre estaciones. Esto se consigue empaquetando los bits procedentes de la capa física en bloques de datos (Tramas) y enviando estas tramas con la necesaria sincronización y orden. Este nivel realiza la detección y corrección de errores que puedan producirse en el nivel físico.

Sus funciones son:

- **Inicialización.** Establecimiento de una conexión activa sobre un camino físico ya existente.
- **Identificación.** Proceso necesario para distinguir un receptor o transmisor entre todos los que pueden estar presentes.
- **Sincronización a nivel carácter.**
- **Segmentación.**
- **Transparencia a la estructura o formato de la información del usuario.**
- **Control de flujo**
- **Control de error.**
- **Recuperación de condiciones anómalas.**
- **Terminación.**
- **Control del enlace.**

El protocolo más extendido de este nivel es el 802.3 o Ethernet.

Otros protocolos son: 802.5 o Token Ring, 802.2, SDLC, SNAP.

Protocolos de WAN: HDLC, SMDS, ATM, xDLS, Frame Relay, RDSI.

También PPP, PAP, CHAP, PPTP, L2TP, L2F, CSLIP, SLIP.

A este nivel corresponden las tarjetas o interfase de red con su protocolo asociado. Estos protocolos funcionan con unas direcciones que determina cada tarjeta, siendo esta dirección única.

A esta dirección se le conoce como dirección MAC y tiene una longitud de 6 bytes. Esta identificación consta de 2 partes: los 3 primeros bytes, corresponde a un número de identificación del fabricante y los 3 restantes bytes, un número dado por el fabricante y que no puede repetirse en dos tarjetas o interfaces. Por ejemplo, IBM es 10005A. La asignación de esta numeración está regida por el IEEE.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### NIVEL DE RED (3)

Los protocolos de este nivel son los responsables de las funciones de direccionamiento y control (p.e. enrutamiento) necesarios para mover los datos a través de la red. También tiene que establecer, mantener y finalizar las conexiones, incluyendo la conmutación de paquetes, el enrutamiento, la congestión de datos, el reensamblaje de datos y la traducción de direcciones lógicas a direcciones físicas.

Sus servicios son:

- **Establecimiento de la Conexión**
- **Transferencia de Datos**
- **Liberación de la Conexión**

El protocolo más extendido de este nivel es el IP, así como el IPX. El protocolo NetBIOS/NetBeui realiza funciones de este nivel y el transporte.

También corresponden a este nivel los protocolos de enrutamiento como son: RIP, BGP, IGRP y OSPF entre otros.

Otros protocolos de este nivel son: ICMP, DHCP, RSVP, IGMP y PIM.

### NIVEL DE TRANSPORTE (4).

La frontera entre el nivel de transporte y el nivel de sesión puede pensarse que es la frontera entre los protocolos del nivel de aplicación y los protocolos de los niveles más bajos. Mientras los niveles de sesión, presentación y aplicación tienen que ver con los asuntos relativos de la aplicación. Los cuatro niveles más bajos se refieren a los elementos del transporte.

Este nivel asegura que los paquetes se entregan sin errores, secuencialmente y sin pérdidas, ni duplicaciones. Este nivel reempaqueta los mensajes, dividiendo los mensajes largos de varios paquetes. En la recepción se desempaquetan los mensajes, volviéndose a obtener los mensajes como antes de enviarse.

Este nivel proporciona control de flujo y control de errores y participa en la solución de problemas relacionados con la transmisión y recepción de paquetes.

El protocolo más extendido de este nivel es el TCP, así como el UDP y SPX. También el protocolo NetBIOS/NetBeui realiza funciones de este nivel.

Otros protocolos son ARP, RARP, VoIP.

### NIVEL DE SESIÓN (5).

Este nivel permite que dos aplicaciones de dos dispositivos distintos establezcan, usen y finalicen una conexión llamada sesión. Este nivel realiza el reconocimiento de nombres y las funciones, como la seguridad, necesarias para permitir a dos aplicaciones comunicarse a través de la red.

El nivel de sesión proporciona la sincronización entre tareas de usuarios colocando puntos de control en el flujo de datos. De esta forma si la red falla, sólo es preciso retransmitir los datos posteriores al último punto de control.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## REDES INALÁMBRICAS

Este nivel lleva también a cabo el control del diálogo entre los procesos de comunicación, reculando que lado trasmite, cuando, por cuanto tiempo, etc.

Protocolos: DNS,LDAP,RPC.

### NIVEL DE PRESENTACIÓN (6)

Este nivel determina el formato utilizado para intercambiar datos entre equipos en red. Se puede llamar al traductor de la red. En emisión, este nivel convierte los datos desde un formato enviado por el nivel de aplicación a otro formato intermedio reconocido. En recepción, este nivel convierte el formato intermedio en un formato útil para el nivel de aplicación de ese equipo. El nivel de presentación es responsable de convertir los protocolos, traducir los datos, codificar los datos, cambiar o convertir el juego de caracteres y expandir los comandos gráficos. El nivel de presentación administra también la compresión de datos para reducir el número de bits que se necesita transmitir.

Protocolos: LU6.2, XNS Courier, Postscript.

### NIVEL DE APLICACIÓN (7)

Este nivel sirve de ventana para que los procesos de aplicación tengan acceso a los servicios de red. Este nivel representa los servicios a disposición de las aplicaciones del usuario, como por ejemplo el "software" para transferencia de archivos (protocolo FTP), para acceso a base de datos y para correo electrónico (protocolo SMTP, MIME, POP3 y IMAP).

El nivel de aplicación controla el acceso general a la red, el control de flujo y la recuperación de errores.

Otros protocolos: http, X-Windows, SNMP, SMB, NetBios sobre TCP/IP, Telnet.

## 4. TCP/IP

El protocolo TCP/IP es, desde hace más de 20 años, el protocolo de red de mayor uso en el mundo y el "motor" sobre el que está construida Internet.

Los protocolos de red suelen especificarse mediante "capas" superpuestas de funcionalidad. El objetivo de esta segmentación es que sea posible sustituir una capa por otra equivalente, sin necesidad de sustituir la totalidad del "hardware" y el "software" que maneja las comunicaciones. Cada una de las capas que define un protocolo tiene que ver con un determinado "nivel" de funcionalidad, y precisamente por ello, se denominan "niveles". Los niveles más bajos tienen que ver con el "hardware", los superiores son responsabilidad únicamente de los programas que intercambian información, y los niveles centrales constituyen el "núcleo" del protocolo y están implantados, normalmente en el Sistema Operativo o alguna librería estándar. A continuación, se listan los protocolos implantados en TCP/IP y se describen brevemente los diferentes niveles de estos protocolos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<b>Aplicación</b>	TELNET	FTP	SNMP	SMTP	DNS	HTTP	
<b>Presentación</b>							
<b>Sesión</b>							
<b>Transporte</b>	TCP						
<b>Red</b>	IP						
<b>Liga de Datos</b>	802.2					X.25	LLC/SNAP
	802.3	802.5		LAPB		ATM	
	Ethernet	Token Ring	FDDI	Línea Síncrona WAN		SONET	

FIG A1.2 CONJUNTO DE PROTOCOLOS TCP/IP Y SU RELACIÓN CON EL MODELO OSI

#### 4.1 CONJUNTO DE PROTOCOLOS TCP/IP

El conjunto de protocolos TCP/IP incluye los protocolos de control de transporte e Internet, y algunos otros :

PROTOCOLO	DESCRIPCIÓN
IP	Protocolo Internet. Protocolo de la capa de red que mueve la información entre ordenadores.
IP V6	Versión 6 del protocolo IP.
ARP	Protocolo de resolución de direcciones.
TCP	Protocolo de Control de Transporte. Protocolo de la capa de transporte que mueve la información entre las aplicaciones.
UDP	Protocolo de Datagrama de Usuario. Protocolo de la capa de transporte, más sencillo y menos fiable que TCP.
DNS	Protocolo de Nombres de dominio.
ICMP	Protocolo de Control de Mensajes. Lleva los mensajes de error y notifica otras condiciones.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 4.2 NIVELES DE LOS PROTOCOLOS TCP/IP

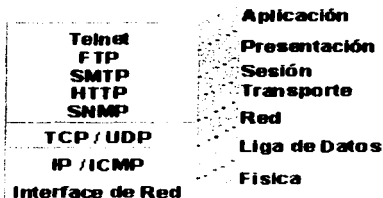


FIG. A1.3 MODELO DE CAPAS DEL TCP/IP

### NIVEL FÍSICO (EL MÁS BAJO).

Para que dos ordenadores puedan intercambiar información, debe existir algún medio físico que los interconecte. A TCP/IP le importa poco este nivel (basta con que exista), ya que este protocolo nunca tiene un contacto directo con el nivel físico, sino que lo hace siempre a través de un nivel intermedio (el nivel de enlace). Esta independencia del nivel físico es una de las características más interesantes de TCP/IP, puesto que permite escribir programas o sistemas de comunicaciones que funcionarán de manera idéntica independientemente de que se este conectado con un módem, con una línea RDSI o cualquier otra tecnología que pueda aparecer en el futuro.

### NIVEL DE ENLACE (BAJO, PERO NO TANTO).

TCP/IP no especifica completamente un nivel de enlace (es algo demasiado próximo al "hardware"), pero sí especifica el modo en que los niveles superiores del protocolo utilizarán el nivel de enlace, sea éste el que sea. En términos simples, cualquier Nivel de Enlace, utilizable bajo TCP/IP, debe soportar un pequeño conjunto de funciones que le permitan el envío y recepción de los paquetes de información.

### NIVEL DE RED

El Nivel de red realiza esencialmente tres funciones, que conviene comentar por separado:

- En primer lugar, el nivel de red "marca" cada paquete de datos con la identificación del origen y la del destino. En el caso de TCP/IP, la identificación consiste en una "dirección IP", que es un número único para cada ordenador conectado a la red. La identificación de los paquetes de datos hace posible que cada ordenador de la red procese únicamente aquellos en los que es el destinatario, descartando todos los demás, y además permite saber quién es el remitente de cada uno de los paquetes.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- La segunda función del nivel de red es asegurar la **consistencia** del paquete de datos, es decir, que éste no presente errores que lo inutilicen. TCP/IP emplea una técnica de verificación conocida como CRC (cyclic redundancy check). Esto consiste en que el emisor construye una especie de "firma" en base al contenido del mensaje, y agrega la firma al propio mensaje. El ordenador que recibe el paquete repite exactamente el mismo proceso con los datos, y genera su propia "firma". Si la firma generada coincide con la que viene en el mensaje, la probabilidad de que el mensaje sea erróneo es despreciable, mientras que si las firmas no coinciden, es seguro que el mensaje ha llegado mal. Este mecanismo de verificación es extremadamente importante, puesto que es la base para asegurar la "fiabilidad" de las comunicaciones.
- Por último, el nivel de red incorpora mecanismos de control basados en mensajes (paquetes) que no contienen datos, sino instrucciones que comandan determinadas funcionalidades de la red. TCP/IP incorpora varios protocolos de control, pero el más importante es el llamado ICMP (Internet Control Messaging Protocol).

En TCP/IP, los diferentes servicios de nivel de red se agrupan en lo que se conoce como IP (Inter-net protocol). Precisamente de ahí viene la parte final de las siglas TCP/IP.

### NIVEL DE SESIÓN.

El nivel de sesión permite establecer múltiples sesiones entre múltiples ordenadores, sin que ninguno interfiera con los demás. Se asigna un identificador único a cada sesión, y se "marca" cada datagrama (paquete) con los identificadores de la sesión origen y destino. El identificador de sesión es único en cada ordenador, y combinado con la dirección IP constituye una identificación única en toda la red, por extensa que ésta sea.

En TCP/IP, el nivel de sesión incorpora un nuevo concepto, el **servicio**. En TCP/IP los servicios se identifican mediante un número (conocido habitualmente como puerto). Los puertos 1 al 1024 están asociados a servicios "conocidos" o de uso general (el servicio **http** que se emplea en la Web está asignado al puerto 80, por ejemplo), mientras que los puertos superiores se emplean para servicios específicos de un determinado producto, de un programa concreto o incluso asociados a una determinada ordenador.

TCP/IP soporta dos protocolos de nivel de sesión: TCP (transmission control protocol) y UDP (user datagram protocol). La diferencia entre ambos se puede explicar muy fácilmente: TCP es un protocolo "confirmado", es decir, emplea mensajes de respuesta para asegurar que cada datagrama llega a su destino, y reenvía el datagrama si es necesario. Por contra, UDP se limita a enviar el datagrama, sin esperar ninguna respuesta del destinatario. Cada uno de los protocolos tiene ventajas para determinadas funcionalidades, e incluso a veces se usa una combinación de ambos. Por ejemplo, **ftp** utiliza un contacto TCP para el control de la transferencia, mientras que el envío o recepción de datos se realiza mediante un segundo contacto UDP.

TCP/IP combina en una única capa los niveles de transporte y de sesión de la especificación OSI (de hecho TCP/IP es bastante anterior a OSI).

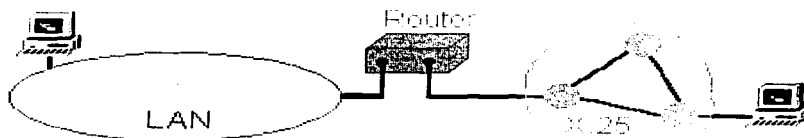
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**NIVEL DE APLICACIÓN**

TCP/IP provee una *plataforma* excelente de comunicaciones, pero no especifica, ni le importa, cuál es el **contenido y significado** de los mensajes que puedan intercambiar los programas involucrados en una conversación. Las "reglas" de contenido y significado se especifican en el **nivel de aplicación** y son, por supuesto, específicas de cada pareja o conjunto de programas o, para ser más exactos, de cada **servicio**.

**4.3 ¿CÓMO FUNCIONA?**

El ruteador o encaminador es la máquina encargada de encaminar la información en interconexiones de distintas redes. Los ruteadores IP unen redes. Figura A1.3



**FIG. A1.4 EJEMPLO DE FUNCIONAMIENTO DEL TCP/IP**

Para que dos ordenadores se comuniquen, el protocolo IP debe estar implementado en todas los ordenadores de las distintas redes interconectadas. Cada una de estas redes que forman la Internet, se llaman subredes. Cada equipo implanta un nivel físico, otro de acceso al medio, uno de IP, otro de TCP, y puede desarrollar varios niveles de aplicaciones.

Para que dos aplicaciones en ordenadores distintos se comuniquen, se necesitan dos direcciones. Una de ellas es la dirección IP de la máquina destino, única e irreplicable dentro de cada red. La otra dirección necesaria es la del puerto, que se refiere a cada aplicación del ordenador y que también es única, pero sólo dentro del ordenador en concreto. Al igual que en el modelo de referencia OSI cada capa del Modelo TCP/IP añade una cabecera a los datos del nivel de aplicación.

Alguno de los campos que se incluyen en la cabecera TCP son:

- **PUERTO DESTINO:** al que va dirigida la comunicación.
- **NÚMERO DE SECUENCIA:** para poder reordenar la información en el destino.
- **SUMA DE COMPROBACIÓN:** mecanismo que permite detectar posibles errores en la transmisión. Consiste en aplicar una determinada función a los datos y enviar el resultado junto a éstos, el destinatario realiza la misma operación y compara el resultado con el código recibido. Si no son iguales es porque se ha producido un error.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

IP añade en su cabecera información referente al encaminamiento. Finalmente la capa de acceso a subred (típicamente la lógica Ethernet) introduce en su cabecera campos como:

- **DIRECCIÓN DE LA SUBRED DESTINO.**
- **FACILIDADES SOLICITADAS:** la subred ofrece ciertas facilidades, como por ejemplo la utilización de prioridades

### 4.4 IP V6

El protocolo IP versión 6 (IPv6), surge como un sucesor de la versión 4, que pronto será insuficiente debido al crecimiento exponencial de Internet.

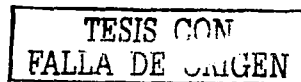
Los cambios de IPv6 respecto de IPv4 son, a grandes rasgos:

- **EXPANSIÓN DE LAS CAPACIDADES DE DIRECCIONAMIENTO.** IPv6 incrementa el tamaño de las direcciones de 32 bits (IPv4) a 128 bits, para soportar más niveles en la jerarquía de direccionamiento, un número mayor de nodos direccionables, y un sistema de autoconfiguración de direcciones. Se añade un nuevo tipo de dirección, la llamada anycast, de forma que es posible enviar un paquete a cualquier nodo entre un grupo de ellos.
- **SIMPLIFICACIÓN DE LA CABECERA.** Algunos campos de la cabecera del IPv4 son eliminados o pasan a ser opcionales, tanto para reducir el coste de procesamiento como el tamaño de la cabecera.
- **MAYOR FLEXIBILIDAD PARA EXTENSIONES Y NUEVAS OPCIONES.** En IPv6 no existe un campo opciones, como tal. La gestión de opciones se realiza por un campo llamado "siguiente cabecera" (next header). Eliminando así las limitaciones de tamaño en la cabecera, e introduciendo una gran flexibilidad en el desarrollo de nuevas opciones.
- **CAPACIDADES DE CONTROL DE FLUJO.** Se añaden capacidades que permiten marcar los paquetes que pertenezcan a un determinado tipo de tráfico, para el cual el remitente demanda una calidad mayor a la especificada por defecto o servicios en tiempo real.
- **CAPACIDADES DE AUTENTICACIÓN Y PRIVACIDAD DE DATOS.** IPv6 provee extensiones para soportar autenticación, e integridad y confidencialidad de datos.

### DIRECCIONES EN IP V6.

Las direcciones en IPv6 son identificadores de 128 bits para un interfase o conjunto de interfaces, existen 3 tipos de direcciones IPv6 :

- **UNICAST.** identificador para un solo interfase. Un paquete IPv6 con una dirección destino unicast es encaminado a una única interfase, especificada por la dirección.





## REDES INALÁMBRICAS

- **ANYCAST.** identificador para un conjunto de interfaces. Un paquete IPv6 con una dirección destino anycast es encaminado a una y sólo una de las interfaces identificadas por la dirección. El paquete será encaminado a la interfase más cercana, de acuerdo con las técnicas de medida de distancia de las estrategias de enrutamiento.
- **MULTICAST.** identificador para un conjunto de interfaces. Un paquete IPv6 con una dirección destino multicast es encaminado a todos y cada una de las interfaces identificadas por la dirección.

No existen direcciones broadcast en IPv6, su función es realizada por las direcciones multicast.

Las direcciones IPv6 son asignadas a interfaces, no a nodos, cuando un nodo tiene más de una interfase, el nodo puede direccionarse mediante la dirección de cualquiera de sus interfaces. Además, una interfase puede tener asignada una o más direcciones, con dos excepciones:

- Un conjunto de interfaces puede tener asignada una sola dirección IPv6, esta agrupación elimina la posibilidad de que cada una de los interfaces que comparten una dirección pueda tener asignada cualquier otra.
- Los routers pueden tener interfaces sin dirección asignada en enlaces PPP, las interfaces de enlaces PPP no necesitan dirección IP si no son origen o destino de datagramas IPv6.

## 5. OSI vs. TCP/IP

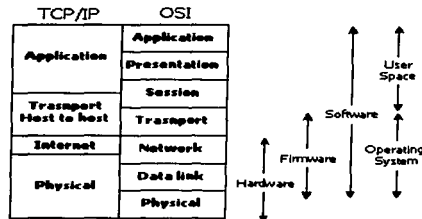


FIG. A1.5 COMPARATIVO TCP/IP Vs. OSI

- OSI define claramente las diferencias entre los servicios, las interfaces, y los protocolos.
  - Servicio: lo que un nivel hace
  - Interfase: cómo se pueden acceder los servicios
  - Protocolo: la implementación de los servicios

## REDES INALÁMBRICAS

- TCP/IP no tiene esta clara separación.
- Porque OSI fue definido antes de implantar los protocolos, los diseñadores no tenían mucha experiencia con donde se debieran ubicar las funcionalidades, y algunas otras faltan. Por ejemplo, OSI originalmente no tiene ningún apoyo para broadcast.
- El modelo de TCP/IP fue definido después de los protocolos y se adecuan perfectamente. Pero no otras pilas de protocolos.
- OSI no tuvo éxito debido a :
  - Mal momento de introducción: insuficiente tiempo entre las investigaciones y el desarrollo del mercado a gran escala para lograr la estandarización
  - Mala tecnología: OSI es complejo, es dominado por una mentalidad de telecomunicaciones sin pensar en computadores, carece de servicios sin conexión, etcétera.
  - Malas implementaciones .
  - Malas políticas: Investigadores y programadores contra los ministerios de telecomunicación .
- Sin embargo, OSI es un buen modelo (no los protocolos). TCP/IP es un buen conjunto de protocolos, pero el modelo no es general.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## Anexo II. Estándares IEEE 802.

El Comité 802 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE 802) fue formado al principio de los 80 para desarrollar estándares para las tecnologías emergentes, de manera que el equipo de redes de diferentes fabricantes pudiera trabajar junto e integrarse sin problemas. Se formaron diferentes comités como se muestra en la figura.

802.1	Interfacer de Alto Nivel
802.2	Control de Enlace Lógico
802.3	CSMA/CD
802.4	Token-Passing Bus
802.5	Token-Passing Ring
802.6	Redes de Área Metropolitana
802.7	Grupo de Consejo Técnico de Broadband
802.8	Grupo de Consejo Técnico de Fibra Óptica
802.9	Redes de Voz y Datos Integrados
802.10	Seguridad en Redes
802.11	LAN's sin cables

Fig. AII.1 Estándares IEEE 802

En el año de 1982 se publicó un borrador de los estándares para redes CSMA/CS y Token Bus. En 1983 se publicó el estándar 802.3 que describe una red banda base CSMA/CD similar a Ethernet. Desde entonces se le han hecho algunos anexos dependiendo del tipo de medio físico que se utilice. Estos anexos incluyen redes como:

**10BASE-2.** Red banda base operando en cable coaxial delgado a 10 Mbps.

**1BASE-5.** Red banda base operando en cable trenzado a 1 Mbps.

**10BASE-T.** Red banda base operando en cable trenzado a 10 Mbps.

**10BROAD-36.** Red banda ancha operando en cable coaxial grueso a 10Mbps.

El siguiente estándar publicado fue el 802.4 que describe una red con *token-passing bus*", orientada a transmisiones tanto banda ancha como banda base.

El tercer estándar fue el 802.5, se basó en las especificaciones de la red IBM de *Token-ring*. Este define una red *Token-ring* en cable trenzado cubierto con transmisión de datos de 1 a 4 Mbps. Se le han hecho mejoras al estándar para incluir entre otras cosas una tasa de operación de 16 Mbps.

## 1. Esquemas de Red (IEEE).

Muchos de los siguientes estándares son también Estándares ISO 8802. Por ejemplo, el estándar 802.3 del IEEE es el estándar ISO 8802.3.

**802.1 Definición Internacional de Redes.** Define la relación entre los estándares 802 del IEEE y el Modelo de Referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la ISO (Organización Internacional de Estándares). Por ejemplo, este Comité definió direcciones para estaciones LAN de 48 bits para todos los estándares 802, de modo que cada adaptador puede tener una dirección única. Los vendedores de tarjetas de interfase de red están registrados y los tres primeros bytes de la dirección son asignados por el IEEE. Cada vendedor es entonces responsable de crear una dirección única para cada uno de sus productos.

**802.2 Control de Enlaces Lógicos.** Define el protocolo de control de enlaces lógicos (LLC) del IEEE, el cual asegura que los datos sean transmitidos de forma confiable por medio del enlace de comunicación. La capa de Datos-Enlace en el protocolo OSI está subdividida en las subcapas de Control de Acceso a Medios (MAC) y de Control de Enlaces Lógicos (LLC). En Puentes, estas dos capas sirven como un mecanismo de conmutación modular, como se muestra en la figura 1-5. El protocolo LLC es derivado del protocolo de Alto nivel para Control de Datos-Enlaces (HDLC) y es similar en su operación. Nótese que el LLC provee las direcciones de Puntos de Acceso a Servicios (SAP), mientras que la subcapa MAC provee la dirección física de red de un dispositivo. Las SAP son específicamente las direcciones de una o más procesos de aplicaciones ejecutándose en un ordenador o dispositivo de red.

El LLC provee los siguientes servicios:

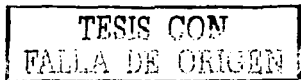
Servicio orientado a la conexión, en el que una sesión es empezada con un Destino, y terminada cuando la transferencia de datos se completa. Cada nodo participa activamente en la transmisión, pero sesiones similares requieren un tiempo de configuración y monitoreo en ambas estaciones.

Servicios de reconocimiento orientado a conexiones. Similares al anterior, del que son reconocidos los paquetes de transmisión.

Servicio de conexión sin reconocimiento. En el cual no se define una sesión. Los paquetes son puramente enviados a su destino. Los protocolos de alto nivel son responsables de solicitar el envío de paquetes que se hayan perdido. Este es el servicio normal en redes de área local (LAN), por su alta confiabilidad.

**802.3 Redes CSMA/CD.** El estándar 802.3 del IEEE (ISO 8802-3), que define cómo opera el método de Acceso Múltiple con Detección de Colisiones (CSMA/CD) sobre varios medios. El estándar define la conexión de redes sobre cable coaxial, cable de par trenzado, y medios de fibra óptica. La tasa de transmisión original es de 10 Mbits/seg, pero nuevas implantaciones transmiten arriba de los 100 Mbits/seg calidad de datos en cables de par trenzado.

**802.4 Redes Token Bus.** El estándar token bus define esquemas de red de anchos de banda grandes, usados en la industria de manufactura. Se deriva del Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP). La red implementa el método "token-passing" para una transmisión bus. Un token es pasado de una estación a la siguiente en la red y la estación puede transmitir manteniendo el token.



## REDES INALÁMBRICAS

Los tokens son pasados en orden lógico basado en la dirección del nodo, pero este orden puede no relacionar la posición física del nodo como se hace en una red token ring. El estándar no es ampliamente implementado en ambientes LAN.

**802.5 Redes Token Ring.** También llamado ANSI 802.1-1985, define los protocolos de acceso, cableado e interfase para la LAN token ring. IBM hizo popular este estándar. Usa un método de acceso de paso de tokens y es físicamente conectada en topología estrella, pero lógicamente forma un anillo. Los nodos son conectados a una unidad de acceso central (concentrador) que repite las señales de una estación a la siguiente. Las unidades de acceso son conectadas para expandir la red, que amplía el anillo lógico. La Interfase de Datos en Fibra Distribuida (FDDI) fue basada en el protocolo token ring 802.5, pero fue desarrollado por el Comité de Acreditación de Estándares (ASC) X3T9.

Es compatible con la capa 802.2 de Control de Enlaces Lógicos y por consiguiente otros estándares de red 802.

**802.6 Redes de Área Metropolitana (MAN).** Define un protocolo de alta velocidad donde las estaciones enlazadas comparten un bus dual de fibra óptica usando un método de acceso llamado Bus Dual de Cola Distribuida (DQDB). El bus dual provee tolerancia de fallos para mantener las conexiones si el bus se rompe. El estándar MAN está diseñado para proveer servicios de datos, voz y vídeo en un área metropolitana de aproximadamente 50 kilómetros a tasas de 1.5, 45, y 155 Mbits/seg. DQDB es el protocolo de acceso subyacente para el SMDS (Servicio de Datos de Multimegabits Conmutados), en el que muchos de los portadores públicos son ofrecidos como una manera de construir redes privadas en áreas metropolitana. El DQDB es una red repetidora que conmuta celdas de longitud fija de 53 bytes; por consiguiente, es compatible con el Ancho de Banda ISDN y el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM). Las celdas son conmutables en la capa de Control de Enlaces Lógicos.

Los servicios de las MAN son Sin Conexión, Orientados a Conexión, y/o isócronos (vídeo en tiempo real). El bus tiene una cantidad de ranuras de longitud fija en el que son situados los datos para transmitir sobre el bus. Cualquier estación que necesite transmitir simplemente sitúa los datos en uno o más ranuras. Sin embargo, para servir datos isócronos, las ranuras en intervalos regulares son reservados para garantizar que los datos llegan a tiempo y en orden.

**802.7 Grupo Asesor Técnico de Anchos de Banda.** Este comité provee consejos técnicos a otros subcomités en técnicas sobre anchos de banda de redes.

**802.8 Grupo Asesor Técnico de Fibra Óptica.** Provee consejo a otros subcomités en redes por fibra óptica como una alternativa a las redes basadas en cable de cobre. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo.

**802.9 Redes Integradas de Datos y Voz.** El grupo de trabajo del IEEE 802.9 trabaja en la integración de tráfico de voz, datos y vídeo para las LAN 802 y Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN). Los nodos definidos en la especificación incluyen teléfonos, ordenadores y codificadores/decodificadores de vídeo (codecs). La especificación ha sido llamada Datos y Voz Integrados (IVD). El servicio provee un flujo multiplexado que puede llevar canales de información de datos y voz conectando dos estaciones sobre un cable de cobre en par trenzado. Varios tipos de diferentes de canales son definidos, incluyendo "full duplex" de 64 Kbits/seg sin conmutación, circuito conmutado, o canales de paquete conmutado.

**802.10 Grupo Asesor Técnico de Seguridad en Redes.** Este grupo esta trabajando en la definición de un modelo de seguridad estándar que opera sobre una variedad de redes e incorpora métodos de autenticación y encriptamiento. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo en este momento.

**802.11 Redes Inalámbricas.** Este comité esta definiendo estándares para redes inalámbricas. Esta trabajando en la estandarización de medios como el radio de espectro de expansión, radio de banda angosta, infrarrojo, y transmisión sobre líneas de energía. Dos enfoques para redes inalámbricas se han planeado. En el enfoque distribuido, cada estación de trabajo controla su acceso a la red. En el enfoque de punto de coordinación, un concentrador central enlazado a una red alámbrica controla la transmisión de estaciones de trabajo inalámbricas.

**802.12 Prioridad de Demanda (100VG-ANYLAN).** Este comité está definiendo el estándar Ethernet de 100 Mbts/seg. Con el método de acceso por Prioridad de Demanda propuesto por Hewlett Packard y otros vendedores. El cable especificado es un par trenzado de 4 alambres de cobre y el método de acceso por Prioridad de Demanda usa un concentrador central para controlar el acceso al cable. Hay prioridades disponibles para soportar envío en tiempo real de información multimedia.

**802.14 Comité para formar el estándar de 100 base VG sin sustituir CSMA/CD.**

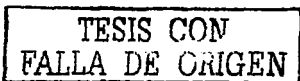
## 2. Estándares para las redes Inalámbricas.

El IEEE 802.11 define opciones de la capa física para la transmisión inalámbrica y la capa de protocolos MAC. El IEEE 802.11 representa el primer estándar para los productos WLAN de una internacionalmente conocida organización independiente.

Las redes de área local inalámbrica se implantaron por primera vez en 1979 por IBM, que creó una LAN en una fábrica utilizando enlaces infrarrojos. En Marzo de 1985 el FCC (Comisión Federal de Comunicaciones en Estados Unidos), asignó a los sistemas WLAN las bandas de frecuencia 902-928 MHz, 2.400-2.4835 GHz y 5.725-5.850 GHz, así las redes inalámbricas se introdujeron en el mercado. Se siguió trabajando en ellas y en Mayo de 1991 se habló de redes inalámbricas que superaban la velocidad de transferencia de 1 Mbps, velocidad mínima para que el Comité IEEE la considere una red LAN. Finalmente, se define un estándar, la Norma IEEE 802.11 para redes WLAN en Junio de 1997. Sin embargo, las tasas de datos proporcionadas por este estándar son demasiado lentas para sostener los requerimientos generales de los negocios afectando a la demanda de las WLAN. Reconociendo la necesidad crítica de mantener tasas de transmisión de datos mayores, el IEEE ratificó el estándar 802.11b (también conocido como 802.11 de tasa alta) para transmisiones de hasta 11 Mbps en Septiembre de 1999.

Con este estándar, el 802.11b, las WLAN son capaces de alcanzar funcionamiento inalámbrico y throughput comparable a Ethernet.

Fuera de los cuerpos estándar, los líderes de la industria inalámbrica se han unido para formar la Alianza de Compatibilidad de Ethernet Inalámbrica (WECA). Su misión es certificar la interoperabilidad y compatibilidad de los productos de red inalámbricos de IEEE802.11b y promover el estándar en empresas, pequeños negocios y hogares.



## 2.1. ESPECIFICACIONES INALÁMBRICAS.

En el mercado WLAN existen diferentes estándares y especificaciones, a continuación se nombran aquellos que tiene una relación más directa con las tecnologías mencionadas en el presente trabajo.

### IEEE 802.11

Este estándar define el funcionamiento e interoperatividad de las redes inalámbricas. Este estándar define las especificaciones para la capa física y la capa MAC en las redes inalámbricas.

### IEEE 802.11b

Es una variante del estándar IEEE 802.11, que fue creado por un consorcio de empresas fabricantes( Ericsson, IBM, Nokia, Motorola, Intel, etc.).

La generalidad de esta norma y su enfoque ha dado lugar a nuevas tecnologías enfocadas a usos particulares como por ejemplo:

#### 1. "Bluetooth"®.

Es una especificación abierta para la comunicación inalámbrica de voz y de datos que funciona en la misma frecuencia que el estándar 802.11 y cuya velocidad de transmisión es de 1Mbps. La radiofrecuencia que utiliza de bajo poder interconecta dispositivos como teléfonos celulares, PDAs, impresoras, etc.

Sus características claves son la robustez, baja complejidad, potencia y coste. Esta diseñado para operar en ambientes ruidosos en frecuencia, utilizando un reconocimiento rápido y un esquema de salto de frecuencia para conseguir un enlace robusto, evitando interferencias de otras señales y saltando más rápido a una frecuencia nueva después de recibir o transmitir con paquetes más cortos que otros sistemas con la misma banda de frecuencia.

#### 2. HomeRF.

Es un estándar híbrido de comunicaciones para redes de datos y de voz en un entorno doméstico, basada en el protocolo de acceso compartido(SWAP). La arquitectura extiende la capa MAC de manera que proporciona servicios orientados a datos, como TCP/IP y voz. De momento el alto coste y la dificultad de instalación ha inhibido la adopción de esta especificación doméstica.

#### 3. HiperLAN2.

En la actualidad, la ETSI contiene la especificación HiperLAN2, la cual ofrece una mayor velocidad de transmisión para la capa física, 54 Mbps y que incluye QoS, seguridad e incremento del throughput cuando se necesita un ancho de banda mayor, por ejemplo para aplicaciones de video. Se ha creado un grupo el HiperLAN2 Global Forum([www.hiperlan2.com](http://www.hiperlan2.com)), con el objetivo de sacar al mercado productos de este estándar.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## 2.2 IEEE 802.11

La arquitectura básica y servicios del 802.11b son definidos por el estándar original 802.11. Las especificaciones del estándar 802.11b afectan únicamente a la capa física, añadiendo velocidades mayores y una conectividad más robusta.

La tecnología basada en el estándar permite a los administradores crear nuevas redes que pueden combinar distintas tecnologías para conseguir lo que más se aproxime a sus necesidades.

El estándar 802.11 se centra en los dos niveles inferiores del modelo OSI, el físico y el de enlace de datos. Cualquier aplicación LAN, SS.OO. en red o protocolo, incluyendo TCP/IP y Novell Netware corren sobre 802.11 tan fácilmente como corren sobre Ethernet.

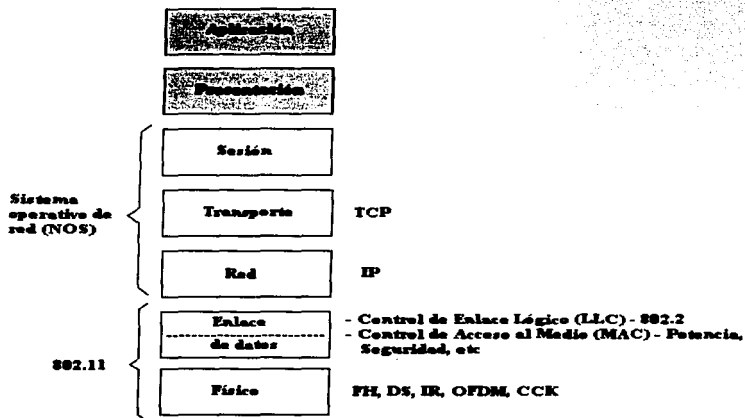


FIG. AII.2. 802.11 Y MODELO OSI

El estándar 802.11 define dos componentes, una **estación inalámbrica**, que normalmente es un ordenador equipado con una tarjeta de red (NIC) y un **Punto de Acceso** (AP), que actúa como un puente entre las redes inalámbricas y las cableadas. Un Punto de Acceso normalmente consiste en una radio, una interfaz de red (por ejemplo un 802.3) y un software bridging que cumple el estándar 802.1d. El Punto de Acceso actúa como la estación base para la red inalámbrica, agregando acceso para múltiples estaciones inalámbricas a la red cableada. Las estaciones inalámbricas pueden ser ORDENADOR con tarjetas 802.11, tanto ISA, PCI, o PCMCIA, o también pueden ser soluciones embebidas (como teléfonos "manos libres" basados en el 802.11).

El estándar 802.11 define dos modos de operación: el modo **Infraestructura** y el modo **ad hoc**.

En el modo infraestructura (Figura 2), la red inalámbrica consiste por lo menos en un Punto de Acceso conectado a la red cableada y un juego de estaciones inalámbricas. Esta configuración se denomina BSS (Basic Service Set). Un ESS (External Service Set) es un juego de dos o más BSS formando una subred. Dado que la mayoría de WLANs requieren un acceso a los servicios de la LAN cableada (servidor de ficheros, Impresoras, Internet), operarán en modo infraestructura.

El modo ad hoc (también llamado modo peer-to-peer o IBSS, Independent Basic Service Set) es simplemente un juego de estaciones 802.11 inalámbricas que comunican directamente con otra sin necesidad de un Punto de Acceso o cualquier conexión a una red cableada (Figura 3). Este modo es muy eficaz para montar una red inalámbrica rápidamente en cualquier parte sin una infraestructura inalámbrica, como en una habitación de un hotel, en un centro de convenciones, aeropuertos, o donde el acceso a la red cableada está bloqueado (como por ejemplo para consultores en la casa del cliente).

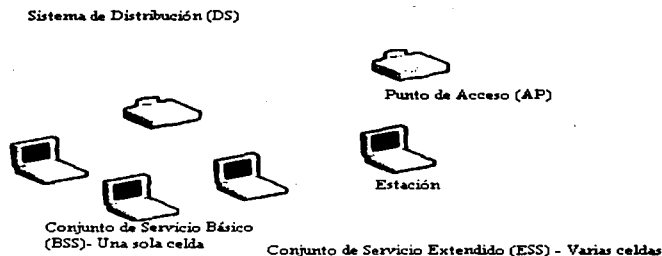


FIG. AII.3. MODO INFRAESTRUCTURA.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. AII.4. Modo ad hoc.



## ANEXO III. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

#

**10baseT:** Se trata del estándar IEEE 802.3 para Ethernet con una velocidad de transmisión de 10 Mbps que utiliza un cable UTP (par trenzado sin blindaje). 10baseT utiliza una topología en estrella, que es más robusta y ofrece más seguridad, pero que requiere de un dispositivo central común.

**100baseT:** Se trata del estándar IEEE 802.3 para velocidades de transmisión de 100 Mbps a través de cables UTP.

A

**AAL ( Adaptation Layer):** Capa de Adaptación ATM.

**ABR ( Available Bit Rate):** Servicio de con un mínimo de ancho de banda garantizado.

**Adaptador de red:** Dispositivo que conecta un componente a la red y que controla el protocolo de comunicación eléctrico con la red también denominado NIC.

**ADCCP (Advanced Data Communication Control Procedure):** Estandarización ANSI del protocolo a nivel de enlace SDLC.

**ADPCM:** Técnica de señales normalmente asociada con comunicación de voz digitalizada, recomendada por la . Una muestra de voz es enviada como secuencias de 4 bits representando el cambio de la última muestra. Se hacen 8,000 muestras por segundo.

**ADSL:** Bucle de Abonado Digital Asimétrico.

**Acceso remoto:** Se denomina así a la posibilidad de ejecutar programas en sistemas remotos; al exportar a otros sistemas aquellos procedimientos que requieren mucho tiempo, liberando a la estación de trabajo local de esta tarea.

**All-Rings Broadcast:** En una red Token Ring, esta función se utiliza para hacer que los puentes transfieran el marco a otros anillos.

**All-Stations Broadcast:** En una red Token Ring, se utiliza para enviar un marco de información a todas las estaciones mediante el uso de una dirección global. Los puentes pueden pasar el marco a otros anillos si se tiene información apropiada de rutas en el marco.

**Ancho de banda (Bandwidth).** = Capacidad de un medio para transmitir una señal, que en el caso de una red hace referencia a la cantidad de ficheros y mensajes que se pueden enviar sin degradar sus prestaciones.

**ANSI (American National Standards Institute).** = Instituto de estandarización de EE.UU., que ha creado diversos estándares, entre los que podemos citar ASCII.

**Archi** = Servicio que proporciona búsqueda de paquetes software en una base de datos de servidores ftp anónimos.

**ARPA (Advanced Research Project Agency).** = Agencia de EE.UU. \ precursora de Internet.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

**ARPAnet.** = Red pionera fundada por ARPA. Ha servido como base para sentar los principios de investigación en redes modernas y para el desarrollo de Internet.

**ARP:** Protocolo a nivel de red de resolución de correspondencias dirección MAC-dirección IP.

**ARQ:** Protocolo de acuse de recibo.

**Asíncrono.** = Transmisión no relacionada con ningún tipo de sincronización temporal entre el emisor y el receptor.

**ATM:** Tecnología de red que transfiere paquetes de datos para el posterior reenvío de diferentes tipos de información (vídeo, datos, voz).

### B

**Backbone.** = Conexión de alta velocidad dentro de una red que conecta a otros circuitos.

**Banda Base:** Tecnología de comunicación que utiliza una frecuencia eléctrica para representar datos; algo parecido a encender y apagar el contacto de la luz.

**Banda Ancha:** Una tecnología de comunicación, que utiliza las frecuencias de radio en un cable; normalmente, un cable de ancho de banda se comparte con otras redes o servicios así como la televisión o teleconferencias.

**BITNET (Because It's Time Network).** = Red internacional para educación basado en el protocolo NJE.

**BroadBand:** Se refiere a la técnica usada para lograr que varias señales moduladas (generalmente sobre frecuencias diferentes) sobre varias portadoras se transmitan sobre un mismo cable coaxial.

**Broadcast:** Se refiere a un mensaje que se envía a todas las estaciones en una conexión lógica multipunto.

**btw.** = Abreviación de la expresión inglesa *by the way*.

### C

**Cabecera (header).** = Porción de un paquete, precediendo los datos, que contiene las direcciones fuente y destino y campos de detección de errores. También parte de un mensaje o artículo de news.

**Cable Coaxial:** Es un tipo de cable donde el conductor que lleva la señal está completamente rodeado por el conductor que sirve de escudo. El cable coaxial provee un ambiente de alta velocidad y mínima distorsión para las señales.

**Canal revertido (Backward channel):** Canal que se utiliza para enviar información en dirección opuesta al canal primario. Normalmente usado para propósitos de control o información del teclado.

**Cliente.** = Usuario de un servicio de la red. También se utiliza para designar aquel ordenador que depende de otro para alguno de (o todos) sus servicios).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

**CSMA/CD:** Acceso múltiple de sensor de portadora con detección de colisión. Procedimiento del protocolo de capa lógica de tipo contención muy popular en 's como Ethernet. Antes de enviar un mensaje detecta la señal de la portadora a fin de verificar que la conexión este libre, sino es así, se contiene de realizar el envío. Pudiera sin embargo presentarse una colisión las cuales son detectadas por in tranceptor, que provoca una contención aleatoria en todos los nodos antes de intentar volver a transmitir.

### D

**Datagrama.** = La unidad de información básica usada en Internet. Contiene direcciones de fuente y destino, conjuntamente con el dato. Aquellos mensajes que son muy grandes se dividen en una secuencia de datagramas IP.

**DDCMP:** Protocolo de mensaje de comunicación de información digital.

**Dirección Internet (dotted quad).** = Conjunto formado por cuatro números separados por puntos que componen una dirección Internet, por ejemplo 123.456.789.012.

**Dirección de correo electrónico (email address).** = Dirección basada en dominios o en UUCP con que se identifica un usuario de Internet.

**DHCP:** Protocolo de configuración dinámica de direcciones IP.

**DNA:** Arquitectura de redes Digital. Definida por DEC.

**DNS (Domain Name System)** = Método usado para convertir nombres Internet en sus correspondientes números Internet.

**Dominio (domain).** = Un componente en la jerarquía de nombres. Sintácticamente, un dominio consiste en una secuencia de nombres o otras palabras separadas por puntos.

**drive-by hacking.** Técnica de hacking que localiza redes Wireless mediante un portátil o PDA mientras se conduce. De esta manera es relativamente fácil localizar gran número de redes en poco tiempo.

**DQDB:** Bus dual con cola distribuida. Red con características de las MAN (IEEE 802.6).

**DSSS.** Acrónimo de "Direct Sequence Spread Spectrum", sistema de transmisión de datos usado por las redes sin hilos.

**Duplex:** Cuando se envía información en ambas direcciones a la vez sobre un enlace de datos. Frecuentemente llamado Full - Duplex, para evitar confundirlo con el Half - Duplex.

### E

**EARN:** Red académica y de investigación europea.

**EIGRP:** Protocolo de encaminamiento basado en el vector distancia. Propietario de Cisco.

**ESID.** Identificador del punto de acceso, es un nombre del tipo mi\_red\_sin\_hilos, utilizado por los clientes para conectarse a el.

**Estación:** Cualquier máquina que recibe o envía datos en un enlace de datos o a través de una red.

**Estación de control:** La estación que maneja el paso de información en una línea multipunto.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

**Estación esclava:** En los protocolos de carácter, se refiere a la estación que está recibiendo el mensaje. Esta es la estación que responde a los mensajes con secuencias ACK y NAK.

**Estación primaria:** Se le llama así a la estación de control en los protocolos de bit.

**Estación remota:** Es una estación que está geográficamente distante de la localización de la estación anfitriona o host.

**Estación secundaria:** Se refiere a las estaciones remotas en los protocolos de bit.

**Estación terrestre:** Consiste en antenas de plato parabólico y del equipo receptor usado para recibir y transmitir información de o hacia satélites en el espacio.

**Ethernet.** = Esquema de red de 10 Mbits/seg. desarrollado originalmente por Xerox Corporation. Está muy extendida en redes de área local, ya que está disponible para muchos tipos de ordenadores, no precisa de licencias y existen componentes para soportarla de diversos fabricantes.

**ETSI:** Instituto de estándares europeos de telecomunicación.

## F

**Fast Ethernet:** Tecnología de redes con un amplio ancho de banda y que se basa en el estándar 802.3 Ethernet (100 Base-T); de 100 Mbps, 10 veces más rápido que el de 10 Mbps Ethernet (10 Base-T).

**FDI (Fiber Distributed Data Interface).** = Estándar para tecnología de red basado en fibra óptica establecido por la ANSI que está siendo utilizado cada vez más.

**FDM:** Multiplexación por división de frecuencias. Es decir, un envío simultáneo de varias señales por el mismo medio. En este medio físico se abren varios canales de anchos de frecuencia diferentes cada uno donde circulan otros tantos mensajes simultáneamente.

**FDQN (Fully Qualified Domain Name).** = El FDQN es el nombre entero de un sistema, en vez solamente el de la máquina.

**FTP (File Transfer Protocol).** = El protocolo estándar de alto nivel en la Internet utilizado para la transferencia de ficheros de un ordenador a otro.

**FTP anónimo (anonymous FTP, anon FTP).** = Servicio que permite hacer disponibles ficheros en Internet.

**FYI.** = Abreviatura de la frase "For Your Information." También se designan con este término documentos que resuelven dudas típicas de los usuarios nuevos y otras cosas útiles.

## G

**Gateway.** = Ordenador dedicado que conecta dos o más redes y encamina los paquetes de una red a otra. Los gateways encaminan los paquetes hacia otros gateways hasta pueden ser entregados al destino final directamente a través de una red física.

**Gigabit Ethernet:** Tecnología Ethernet, que transfiere 1 Gigabit por segundo (1 Gbps); corresponde a 1,000 Mbps.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

H

**HDLC** (Protocolo de control a nivel de enlace de datos de alto nivel): Estandarización del protocolo a nivel de enlace SDLC.

**HEC**: Control de error de cabecera. CRC de la cabecera de una celda.

**HIPPI** (Interfaz paralela de alto desempeño): de alta velocidad (ANSI X3T9.3).

**Hostname** = Nombre que se le ha dado a una máquina.

**Hotspot**. Área geográfica a la que da cobertura un punto de acceso, para puntos de acceso normales esta área suele cubrir un radio de 100 metros. Un Hotspot puede ser: nuestra oficina, un aeropuerto, una sala de convenciones, etc...

I

**IANA** (Autoridad Asignadora de Números de Internet): Entidad que controla la asignación de los números IP en Internet.

**ICMP**: Protocolo de control de mensajes de Internet. Proceso de TCP/IP que provee el conjunto de funciones utilizado para el control y manejo de la capa de red.

**IDU**: Unidad de interfaz de datos.

**IEEE**: Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos. Asociación que define estándares y especificaciones.

**IGMP**: Protocolo de administración de grupos de Internet.

**IGP**: Protocolo Interno de Encaminamiento dentro de un sistema autónomo.

**IGRP**: Protocolo de encaminamiento basado en el vector de distancia, propietario de Cisco.

**IHL**: Internet Header Length, campo de la cabecera IP que indica el tamaño de esta.

**Internet**. = Concatenación de muchas redes individuales TCP/IP de campus, regionales, y nacionales (como NSFnet y ARPANet) dentro de una sola red lógica que comparten un esquema común de direccionamiento.

**IP**: Protocolo de Internet. Parte de TCP/IP encargado de administrar el envío de paquetes.

**IPX**: Internet Packet Exchange. Conjunto de protocolos de Netware, cuya función es garantizar una comunicación libre de conexiones entre distintos dispositivos en la red.

**ISDN**: Red de servicios digitales integrados. Estándar de telecomunicación, cuya función es el envío de comunicaciones digitales, videos y datos a través de la red telefónica pública existente.

**ISO (International Organization for Standardization)**. = Organización internacional que establece normalizaciones en muchos campos de la técnica. Entre otras cosas, coordina los principales estándares de redes que se usan hoy en día.

**ITU**: Unión internacional de telecomunicaciones.

J

K

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## REDES INALÁMBRICAS

### L

**LAN (Local Area Network).** = Término que significa "Red de Área Local," y que describe cualquier tecnología de red física que trabaja a gran velocidad en distancias cortas (de hasta unos cientos de metros).

**LED:** Diodo emisor de luz.

**Línea:** Usualmente se refiere al circuito de comunicación.

**Línea de control:** Es una línea en una interfaz que se usa para enviar señales entre dispositivos pero no es usada para el intercambio de información o para señales de reloj.

**Línea punto a punto:** Línea de comunicación que conecta únicamente a dos estaciones.

**Línea rentada:** Circuitos de comunicación permanentemente conectados que son rentados por compañías portadoras.

**Loop (Anillo):** Arreglo de comunicaciones multipunto donde las estaciones se conectan en forma de anillo. Todas las estaciones llevan a cabo la función de almacenaje y envío de datos. La estación anfitriona envía datos en una dirección y recibe datos en otra.

**Loopback:** Dispositivo o procedimiento que obliga a los datos enviados a un enlace de datos, a rebotar como eco al dispositivo que los envió.

**Loop de corriente:** Interfaz en la cual la ausencia o presencia de flujo de corriente se usa para proveer las señales entre los dispositivos.

**Loops locales:** Conexión local. Son los cables tipo par trenzado que se usan para conectar la oficina central de la compañía telefónica con el suscriptor.

**LocalTalk:** La red local de MAC que se basa en la construcción de AppleTalk.

**Local:** Se refiere a aquellos sistemas que están conectados a la estación de trabajo del usuario, al contrario que los sistemas de acceso remoto a los que se obtiene acceso a través de un servidor.

### M

**MAC:** Control de acceso al medio.

**Mail gateway.** = Máquina que conecta dos o más sistemas de correo electrónico (especialmente sistemas de correo distintos en dos redes diferentes) y que transfieren mensajes entre ellos.

**Mailing list.** = Grupo de discusión, posiblemente moderado, distribuido a través de correo electrónico desde un ordenador central que mantiene la lista de personas envueltas en la discusión.

**Mail path.** = Serie de nombres de máquinas usados para enviar correo electrónico directamente de un usuario a otro.

**MAN:** Red de área metropolitana.

**MAP:** Protocolo de Administración Automática.

**MDI:** Superficie física predefinida para Ethernet a 10 Mbps.

**Medio.** = Material utilizado para la transmisión de los datos. Puede ser cable de cobre, coaxial, fibra óptica o ondas electromagnéticas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

**MII:** Superficie física predefinida para 100BaseT.

**Modem:** Modulador /Demodulador; es un convertidor de señales. Un dispositivo que convierte señales de datos digitales y binarias a una señal compatible con el medio que se está utilizando.

**MTU:** Tamaño máximo del paquete de transmisión en una red.

**Múltiplex.** = División de un único medio de transmisión en múltiples canales lógicos que soportan muchas sesiones simultáneas.

### N

**Narrowband:** Son líneas rentadas que permiten el envío de datos a baja velocidad, generalmente a menos de 110 bps.

**NCP (Network Control Protocol):** Protocolo de control de red. Empleado en PPP.

**Net.citizen.** = Habitante del Ciberespacio.

**network** = Red. Grupo de ordenadores conectados entre sí de tal manera que es posible transmitir información entre ellos. Existen varios tipos de redes, ya sean locales (LAN), amplias (WAN), etc.

**NFS (Network File System).** = Método desarrollado por Sun Microsystems que permite compartir ficheros en una red de la misma manera en que fuesen locales a cada uno de los sistemas.

**NIC** = *Network Information Center.*

**NNI:** Interfaz de red a red. Conecta las computadoras entre sí en una red ATM.

**Nodo:** Cada una de las computadoras o componentes conectados en una red de comunicaciones.

### O

**OC-n (Optical Carrier n):** Velocidad para la interfaz óptica en el SONET.

**Octeto:** Es un grupo de 8 bits que usualmente es sinónimo de Byte. Frecuentemente aunque no necesariamente, representa un carácter de un código o palabra de cómputo (word).

**Operación Respuesta Asíncronica:** Esta operación permite que una estación envía información sin previa autorización de una estación de control.

**OSI:** Interconexión de sistemas abiertos. Arquitectura de redes definida por ISO. Describe una estructura de 7 capas para la partición de comunicación de datos y funciones de telecomunicaciones en capas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

### P

**Paquete.** = Unidad de datos enviados en una red conmutada. También es posible referirse a aquellos datos enviados físicamente por la red o a los datagramas que utiliza IP.

**PBX** (Private Branch Exchange): Conmutador telefónico privado que sirve a una localización específica. La mayoría de los sistemas PBX pueden transportar datos de computadoras sin el uso de modems.

**PCM:** Pulse Code Modulation. Método común de digitalizar la señal de la voz. Se requiere un ancho de banda de 64KBps para un canal de voz digitalizada.

**PCNET:** Red diseñada por Orchid Technology que usa un cable coaxial con una tasa de transmisión de 1 Mbps.

**PDN** (Red pública de datos): Se refiere a las redes que usan la técnica de intercambio de paquetes. Son sistemas de redes globales que no son propiedad de una compañía y que ofrecen una variedad de servicios a los suscriptores o abonados en la red.

**Postmaster.** = Persona responsable de resolver posibles problemas sobre el correo.

**Protocolo.** = Descripción formal del formato de los mensajes y de las reglas que dos ordenadores deben seguir para intercambiar mensajes.

**Punto de acceso (Access point).** El dispositivo físico, similar a un hub, permite al usuario acceder a una red inalámbrica.

### Q

### R

**Rebote (bounce).** = Retorno de un mensaje en correo electrónico debido a que se ha producido un error en su envío.

**Red Ad Hoc.** Conexión punto a punto entre dos ordenadores mediante tarjetas inalámbricas, no es necesario disponer de un punto de acceso

**Resolución de direcciones (address resolution).** = Conversión de una dirección Internet a la dirección física correspondiente.

**Resolver.** = Traducción de un nombre Internet en su dirección IP equivalente u otra información para DNS.

**RFD (Request For Discussion).** = Período de dos o tres semanas en el cual se discuten la creación de un grupo de news.

**Router.** = Un ordenador dedicado u otro dispositivo que envía paquetes desde un lugar a otro, teniendo en cuenta el estado actual de la red.

**RTFM (Read The Fantastic Manual).** = Término usado cuando se hacen preguntas triviales a la comunidad de Internet. Podríamos castellanizar este término como "LEMM - Lee el Maravilloso Manual". Tanto los términos "Fantastic" como "Maravilloso" son dados a usar con un doble sentido (fácilmente cambiables por "Fucking" o "Maldito").

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

### S

**Servidor archive (archive server).** = Facilidad para transferencia de ficheros mediante correo electrónico ofrecida por algunos sistemas.

**Servidor.** = Un ordenador que comparte sus recursos, tales como impresoras y discos, con otros ordenadores de la red.

**Servidor de terminales.** = Ordenador (u otro dispositivo) especializado que conecta un conjunto de terminales a una red de área local.

**Signature** = Firma. Trozo de texto, generalmente cuatro líneas, que aparece al final de un mensaje o un artículo en Usenet, que identifica su procedencia.

**SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).** = Protocolo estándar en Internet para la transferencia de mensajes mediante el uso de servicios de correo electrónico desde un ordenador a otro. SMTP especifica tanto la interacción entre los sistemas de correo y el formato de los mensajes de control para la transferencia de correo.

**SNMP:** Estándar de facto que controla los dispositivos de conexión en red, entre los cuales figuran los NIC, conmutadoras, servidores, estaciones de trabajo.

**SNR. Relación Señal-Ruido** Cuando se utiliza en relación a la actividad en Internet, describe la relación entre la cantidad de información en una discusión comparada con su calidad.

**Sumarize.** = Encapsular las diferentes respuestas en un mensaje coherente y utilizable. Se realiza a menudo en una lista de correos controlada o en unos grupos de news activo para reducir el tráfico en la red.

### T

**TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).** = Conjunto de protocolos usados en Internet para soportar servicios tales como acceso remoto *telnet*, transferencia de ficheros *FTP* y correo electrónico *SMTP*.

**TDM:** Multiplexión por división de tiempo.

**Telnet.** = Protocolo estándar en Internet que permite mantener una sesión en un sistema remoto. Existen manuales de Telnet.

**Token-Passing:** Método de transmisión en secuencia cerrada, por cuyos sistemas activos circulan los llamados testigos; más fáciles que CSMA/CD en redes con mucho tráfico, pero de difícil implementación.

**Token-Ring:** Implementación de IBM del Token-Passing, basado en el estándar IEEE 802.3; la segunda topología de red más popular después de Ethernet.

**TPDU:** Paquetes de TCP o UDP.

### U

**UDP:** Protocolo de datagrama de usuario. Protocolo de TCP/IP no orientado a la conexión.

**UNI:** Interfaz de usuario de red. Conecta los anfitriones con los conmutadores en una red ATM.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REDES INALÁMBRICAS

**URL:** Localizador universal de recursos. Ejemplo: <http://carlos1975.tripod.com>, <http://angelfire.com/ab2/carlos1975>.

**UTP:** Acrónimo de par trenzado sin apantallar, se trata de un cable delgado muy utilizado en la instalación de LAN's.

**UUCP (Unix to Unix Copy Program).** = Sistema que realiza la transferencia de información mediante un proceso de almacenamiento y envío.

### V

**VBR:** Servicio ATM con tasa de tráfico variable.

**VC:** Circuito virtual.

**VCR** (Carácter de paridad): Método de detección de errores en el cual se añade un bit al final de un carácter de manera que el dispositivo receptor o el usuario pueda detectar si hubo un error en la transmisión o no.

**VLAN** (LAN Virtual): Tecnología de conexión, que hace posible una segmentación de la red, que es independiente de la agrupación física o de dominios de colisión.

**VP:** Ruta virtual. Agrupación de varios VCs entre dos sistemas ATM.

**VSAT:** Estaciones vía satélite de bajo costo.

### W

**Warchalking.** Sistema de símbolos utilizado por hackers. Mediante una combinación de señalase escritas en los muros de los edificios, se informa de la existencia de una red inalámbrica y de su nivel de seguridad.

**WEP.** Acrónimo de "Wired Equivalent Privacy" sistema de encriptación de datos usado por los sistemas inalámbricos (40-bit o 128-bit), no es seguro y fácilmente violable.

**WIFI.** Estándar que hace referencia al protocolo IEEE802.11b, gestionado por el Wireless Ethernet Compatibility Alliance. El sello WIFI nos garantiza la compatibilidad entre productos, de distintos fabricantes, con dicha certificación.

**WISP.** Acrónimo de "Wireless Internet Service Provider", proveedor de acceso a Internet sin hilos. En estos momentos no existen proveedores de este tipo pero poco a poco van surgiendo iniciativas, la mayoría libres, para ofrecer cobertura Wireless en núcleos urbanos.

**WLAN.** Acrónimo de "Wireless Local Area Network", red sin hilos de ámbito local, no confundir con LAN o WAN.

### X

**XNS:** Arquitectura de redes Xerox.

**X.25:** Estándar WAN de protocolos y formatos de mensajes; se utiliza para tener acceso a una red de datos pública.

### Y

### Z

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**BIBLIOGRAFÍA.**

1. Aguirre, José E. (2000). **REDES INALÁMBRICAS.** En Línea [URL]: [http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/redes\\_inalamb/default.htm](http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/redes_inalamb/default.htm).
2. Arrakis (2003). **¿QUÉ ES UNA WLAN?.** En Línea [URL]: <http://www.arrakis.es/~sergilda/wlan>.
3. Black, Uyles (1995). **REDES DE COMPUTADORAS, PROTOCOLOS, NORMAS E INTERFASES.** Madrid, España; RA—MA Editorial.
4. Buel Santana, Vicente (1998). **REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL: PRIMERA PARTE.** En Línea [URL]: <http://www.fimagazine.net/magazine/0798/wireless.cfm>.
5. Caballero, Jose M. (1998). **REDES DE BANDA ANCHA.** Barcelona, España; Marcombo S.A.
6. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Medio Ambiente, CEPIS (2001). **RADIOFRECUENCIA Y MICROONDAS.** En Línea [URL]: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsasv/e/areas/notransmi/radio/radio.htm>.
7. Chan, Kai (2000). **RF AND MICROWAVE WIRELESS SYSTEMS.** John Wiley & Sons Inc.
8. Comer, Douglas E., Stevens, David L. (1994). **INTERNETWORKING WITH TCP/IP VOL. 3.** New Jersey, E.E.U.U; Prentice Hall.
9. Duran, Julio (2002). **ESPECIALIZACIÓN EN TECNOLOGÍAS GERENCIALES: TELECOMUNICACIONES I.** En Línea [URL]: <http://www.une.edu.ve/~iramirez/tel1/disertaciones.htm>.
10. García Díaz, Jorge F. (2001). **BLUETOOTH.** En Línea [URL]: <http://www.it.uc3m.es/pervasive/documentos/Bluetooth.pdf>.
11. García, A. (2002) **¿QUE ES BLUETOOTH?.** En Línea [URL]: [http://www.zonablueetooth.com/que\\_es\\_bluetooth.htm](http://www.zonablueetooth.com/que_es_bluetooth.htm).
12. Gratisweb, 2001. **REDES INALÁMBRICAS.** En Línea [URL]: [http://www6.gratisweb.com/david\\_77a/inalamblicas1.htm](http://www6.gratisweb.com/david_77a/inalamblicas1.htm).

<p style="text-align: center;"><b>TESIS CON FALLA DE ORIGEN</b></p>
---

13. Grupo Penteo (2001). ¿QUÉ SON LAS REDES INALÁMBRICAS?. En Línea [URL]: <http://www.expansionyempleo.com/edicion/noticia/0,2458,41089,00.html>.
14. Halsall, Fred (1998). COMUNICACIÓN DE DATOS, REDES DE COMPUTADORAS Y SISTEMAS ABIERTOS. México; Pearson Educación.
15. Hermida, Tomás (2000). LA LUZ. En Línea [URL]: <http://www.maristas.com.ar/CHAMPAGNAT/poli/compu/luz.htm>.
16. Herrera, Cesar A. (2003). REDES Y CONECTIVIDAD: WLAN Y PROTOCOLOS WAP En Línea [URL]: <http://www1.rincondelvago.com/apuntes/documento.php?00016533>.
17. IEEE (2003). IEEE STANDARDS WIRELESS ZONE. En Línea [URL]: <http://standards.ieee.org/wireless/>.
18. Laboratorio de Procesado de Imágenes. LPI(2002). ANTENAS. En Línea [URL]: [http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/EMC/trabajos\\_01\\_02/Antenas/index.htm](http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/EMC/trabajos_01_02/Antenas/index.htm).
19. Mann, Steven; Sibihli, Scott (2000). THE WIRELESS APPLICATION PROTOCOL. New York, E.E.U.U.; Wiley Computer Publishing.
20. Martín, James (1995). LOCAL AREA NETWORKS, ARCHITECTURES AND IMPLEMENTATION. New Jersey, E.E.U.U.; Prentice Hall.
21. Martínez Méndez, Francisco J. (2001). TELEMÁTICA Y TELEDOCUMENTACIÓN: MODELOS DE REFERENCIA. En Línea [URL]: <http://www.um.es/~gtiweb/fjmm/ttsite-plan2/modelos.htm#inicio>.
22. Pahlavan, Kaveh (1995). WIRELESS INFORMATION NETWORKS. John Wiley & Sons Inc.
23. PALAZÓN, FRANCISCO J. (2001). NUEVAS TECNOLOGÍAS: ADIÓS AL CABLE. En Línea [URL]: <http://www.telyco.es/pttelyco/nuevastecnologias/adioscable.htm>.
24. Posar, David M. (2000). MICROWAVE AND RF WIRELESS SYSTEMS. John Wiley & Sons Inc.
25. Rappaport, Theodore S. (2001). WIRELESS COMMUNICATIONS; PRINCIPLES AND PRACTICE. Prentice Hall, Segunda Edición.
26. Raya, José Luis (1995). REDES LOCALES Y TCP/IP. México; RA—MA Editorial.
27. Raya, José Luis; Raya, Cristina (2000). REDES LOCALES. Madrid, España; RA —MA Editorial.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



28. Sánchez Izquierdo, A. P. (2003). **MANUAL DE MICROONDAS, GUÍAS DE ONDA Y ANÁLISIS DE LAS APLICACIONES DE LAS SEÑALES DE MICROONDAS.** En Línea [URL]; [http://mail.udlap.mx/~tesis/udlap/tem/sanchez\\_i\\_ap/indice.html](http://mail.udlap.mx/~tesis/udlap/tem/sanchez_i_ap/indice.html).
29. Shankar, P. Mohana. (2001). **INTRODUCTION TO WIRELESS SYSTEMS.** John Wiley & Sons Inc.
30. Stevens, Richard W. (1996). **TCP/IP ILLUSTRATED, VOL. 3.** Massachusetts, E.E.U.U; Addison and Wesley Publishing Company.
31. Suárez, Andrea; Losino, Eugenia (1998). **TUTORIAL SOBRE SERVICIOS EN LA INTERNET.** En Línea [URL]; <http://www.linti.unlp.edu.ar/trabajos/tesisDeGrado/tutorial/default.htm>.
32. Telyco (2001). **NUEVAS TECNOLOGÍAS: BLUETOOTH.** En Línea [URL]; <http://www.telyco.es/pttelyco/nuevastecnologias/bluetooth.htm>.
33. UNITEC (2000). **1. MICROONDAS.** En Línea [URL]; <http://www.unitec.edu.co/biblioteca/microondas/tm1.htm#inicio>.
34. Universidad Politécnica de Madrid. UPM (2003). **REDES SIN CABLES.** En Línea [URL]; <http://www1.rincondelvago.com/apuntes/documento.php?00033949>.
35. Universidad Politécnica de Valencia, UPV (2003) **CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE ANTENAS.** En Línea [URL]; [http://www.upv.es/antenas/Tema\\_1/consideraciones\\_generales.htm](http://www.upv.es/antenas/Tema_1/consideraciones_generales.htm).
36. Universidad Simón Bolívar, USB (1997). **TRANSMISIÓN INALÁMBRICA.** En Línea [URL]; <http://www ldc.usb.ve/~redes/Temas/Tema02/>.
37. Yagui, Cesar (2002). **REDES INALÁMBRICAS.** En Línea [URL]; <http://www1.rincondelvago.com/apuntes/documento.php?00006376>.
38. Martínez, Evelio (2002). **BLUETOOTH, AFILA SUS DIENTES.** En Línea [URL]; <http://www.eveliux.com/articulos/bluetooth.html>.
39. Merino Villagrasa, L. (2002). **REDES DE BANDA ANCHA.** En Línea [URL]; <http://www.timagazine.net/magazine/0300/mmds.cfm>.
40. Universidad de Sevilla, U. de S. (2000). **INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE MICROONDAS.** En Línea [URL]; [http://viento.us.es/~rboloix/pub\\_sop/tsf0.pdf](http://viento.us.es/~rboloix/pub_sop/tsf0.pdf).
41. Universidad de Sevilla, US (2000). **ANÁLISIS DE REDES DE MICROONDAS.** En Línea [URL]; [http://viento.us.es/~rboloix/pub\\_sop/tsf2.pdf](http://viento.us.es/~rboloix/pub_sop/tsf2.pdf).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<b>JUSTIFICACIÓN</b>	I
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	II
<b>OBJETIVOS PARTICULARES</b>	II
<b>INTRODUCCIÓN</b>	III
<b>PLAN PROPUESTO</b>	IV
<b>CAPITULO I. CONCEPTOS BÁSICOS</b>	
<b>1. Antecedentes.</b>	2
1.1 Transmisión de Datos.	2
1.2 Modulación.	3
<b>2. Redes de Ordenador.</b>	3
2.1 Evolución de las Redes de Computo.	4
2.2 Definición y Clasificaciones.	4
<b>3. Redes de Área Local (LAN).</b>	7
3.1 Elementos de una Red de Área Local.	7
3.2 Servidor de una Red de Área Local.	8
3.2.1 Servidores de disco (Disk sever).	8
3.2.2 Servidores de Activos (File Server).	9
3.2.3 Servidores de Activos centralizados y distribuidos.	9
3.2.4 Servidores de Activos dedicados y no dedicados.	9
3.2.5 Servidores de Activos de una red punto a punto.	10
3.2.6 Servidor de Impresión.	10
3.2.7 Servidor de Comunicaciones.	10
3.3 Topología de una Red.	11
3.3.1 Topología de Bus.	11
3.3.2 Topología de Anillo.	12
3.3.3 Topología de Estrella.	12
3.3.4 Topología de Árbol Jerárquico.	13
3.4 Señalización de Redes de Área Local (LAN).	13
3.5 Métodos de Transmisión.	14

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>3.5.1</b>	Cable de Cobre Par Trenzado.	<b>14</b>
<b>3.5.2</b>	Cable Coaxial.	<b>14</b>
<b>3.5.3</b>	Fibra Ótica.	<b>14</b>
<b>3.6</b>	Método de Acceso.	<b>15</b>
<b>3.6.1</b>	Acceso Múltiple con Sensibilidad de Portadora, Detección de Colisión (CSMA/CD).	<b>15</b>
<b>3.6.2</b>	Acceso Múltiple con Sensibilidad de Portadora, Evitando Colisiones (CSMA/CA).	<b>15</b>
<b>3.6.3</b>	Token Passing.	<b>15</b>
<b>3.7</b>	Normas en Redes de Área Local.	<b>15</b>
<b>3.7.1</b>	Ethernet.	<b>15</b>
<b>3.7.2</b>	Fast Ethernet.	<b>16</b>
<b>3.7.3</b>	Token Ring	<b>16</b>
<b>3.7.4</b>	100 VGAnyLAN.	<b>16</b>
<b>3.7.5</b>	FDDI.	<b>17</b>
<b>4.</b>	<b>Redes de Área Metropolitana (MAN).</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	Aplicación de Redes de Área Metropolitana.	<b>20</b>
<b>4.1.1</b>	Interconexión de Redes de Área Local en un Área Urbana.	<b>20</b>
<b>4.1.2</b>	Interconexión de Redes de Área Local en un Entorno privado de múltiples edificios.	<b>21</b>
<b>4.1.3</b>	Redes de Alta Velocidad.	<b>22</b>
<b>4.2</b>	Componentes de Redes de Área Metropolitana.	<b>23</b>
<b>4.3</b>	Servicios de Redes de Área Metropolitana.	<b>24</b>
<b>4.4</b>	Gestión de Redes.	<b>24</b>
<b>4.5</b>	Arquitectura de Redes.	<b>25</b>
<b>5.</b>	<b>Redes Área Amplia (WAN).</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	Constitución de una Redes Área Amplia.	<b>27</b>
<b>5.2</b>	Características de una Redes Área Amplia.	<b>27</b>
<b>5.3</b>	Componentes Físicos.	<b>28</b>
<b>5.4</b>	Clasificación de Líneas de Conmutación.	<b>28</b>
<b>5.5</b>	Tipos de Redes Área Amplia.	<b>29</b>
<b>5.6</b>	Redes Publicas.	<b>30</b>
<b>5.7</b>	Redes Privadas.	<b>31</b>
<b>5.8</b>	Tecnologías.	<b>31</b>
<b>6.</b>	<b>Redes Inalámbricas.</b>	<b>33</b>

**CAPÍTULO II. REDES INFRARROJAS**

<b>1. Introducción.</b>	<b>36</b>
<b>2. Tipos de Redes Infrarrojas.</b>	<b>38</b>
<b>3. Aplicación de Tecnologías.</b>	<b>40</b>
<b>4. Características del Canal IR y Limitaciones de Flujo de Datos.</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Propagación Óptica y Efectos de Multidirecciones.</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Efectos de la luz ambiental.</b>	<b>47</b>
<b>4.3 Capacitancia de Fotodiodo y Realce del Ruido.</b>	<b>49</b>
<b>5. Técnicas de Modulación para comunicaciones Ópticas.</b>	<b>49</b>
<b>5.1 Técnicas de Modulación Análoga.</b>	<b>50</b>
<b>5.2 Técnicas de la Modulación del Pulso.</b>	<b>51</b>
<b>5.3 Técnicas de Modulación Digital.</b>	<b>53</b>
<b>6. Red de Área Local Ethernet Híbrida (Coaxial Infrarrojo).</b>	<b>54</b>
<b>6.1 Descripción de Ethernet.</b>	<b>55</b>
<b>6.2 Topología y Componentes de una LAN Híbrida.</b>	<b>55</b>
<b>6.3 Rango Dinámico en Redes Ópticas CSMA/CD.</b>	<b>57</b>
<b>6.4 Operación y Características del IRMAU.</b>	<b>57</b>
<b>6.5 Características y Operación del MCU.</b>	<b>58</b>
<b>6.6 Configuración de una Red Ethernet Híbrida.</b>	<b>60</b>

**CAPÍTULO III. REDES DE RADIO FRECUENCIA.**

<b>1. Introducción.</b>	<b>62</b>
<b>1.1 Banda Ancha por Secuencia Directa.</b>	<b>63</b>
<b>1.2 Banda Ancha por Salto de Frecuencia</b>	<b>64</b>
<b>2. Uso del Espacio, del Tiempo y del Espectro en Redes de Radiofrecuencia.</b>	<b>65</b>
<b>2.1 Factor de Reuso.</b>	<b>66</b>
<b>2.2 Factor de Distancia.</b>	<b>66</b>
<b>2.3 Puntos de Acceso.</b>	<b>67</b>
<b>2.4 Aislamiento en Sistemas Vecinos.</b>	<b>68</b>
<b>2.5 Modulación de Radio.</b>	<b>68</b>
<b>2.6 Eficiencia del Tiempo.</b>	<b>69</b>
<b>2.7 Limite de la longitud del Paquete y su Tiempo.</b>	<b>70</b>
<b>3. "Bluetooth"®.</b>	<b>71</b>
<b>3.1 Antecedentes.</b>	<b>72</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## REDES INALÁMBRICAS

3.2	"Bluetooth"® SGI.	73
3.3	Cómo Funciona.	75
3.4	Características Técnicas del "Bluetooth"®.	75
3.5	La Especificación "Bluetooth"®.	76
3.6	Perfiles.	79
3.6.1.	Perfiles GAP.	80
3.6.2.	Perfiles SPP.	81
3.6.3.	Perfiles SDAP.	82
3.6.4.	Perfiles GOEP.	84

## CAPÍTULO IV REDES DE MICRO ONDAS

1.	Introducción.	88
1.1	Generación de Microondas.	91
1.2	Modulación de Microondas.	92
1.2.1.	Modulación QPSK ( <b>QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING</b> ).	92
1.2.2.	Modulación B-PSK.	93
1.2.3.	Modulación QAM ( <b>AMPLITUD EN CUADRATURA</b> ).	93
1.3	Transmisión en Microondas.	94
1.4	Aplicaciones de Microondas.	95
1.5	Ventajas y Desventajas en el Uso de Microondas.	96
2.	Transmisión de Datos.	97
2.1	Microondas Terrestres.	98
2.2	Microondas por Satélite.	99
3.	WLAN por Microondas.	101
3.1	Frecuencias Microondas.	102
3.2	Asignaciones Especializadas.	102
3.3	Tuning.	102
3.4	Distancias.	102
3.5	Distorsión.	103
3.6	Interferencia.	103
3.7	Las restricciones del Espacio.	103
3.8	Seguridad de la Radiación.	103

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>Anexo I Protocolos.</b>	<b>107</b>
<b>Anexo II Estándares IEEE 802.</b>	<b>121</b>
<b>Anexo III Glosario de Terminos.</b>	<b>129</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>140</b>