



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

"GENERALIDADES Y ESPECIFICACIONES DE LA TECNOLOGÍA
BLUETOOTH, APLICADA A LA COMUNICACIÓN MÓVIL Y LA
DOMÓTICA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A:
LARA DOMINGUEZ CAROLINA *KABEL*

ASESOR: ING. TERAN PEREZ DAVID
MOISES.

SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO

2004



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.



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

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

En atención a la solicitud de fecha 29 de octubre del año en curso, por la que se comunica que la alumna CAROLINA ISABEL LARA DOMÍNGUEZ, de la carrera de Ingeniero en Computación, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "GENERALIDADES Y ESPECIFICACIONES DE LA TECNOLOGÍA BLUETOOTH, APLICADA A LA COMUNICACIÓN MÓVIL Y LA DOMÓTICA", 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, 30 de octubre del 2003
EL SECRETARIO


Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.
C p Interesado.

AIR 



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN

JEFATURA DE CARRERA DE
INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

OFICIO: ENAR/JACO/0728/03.

ASUNTO: Asignación de Jurado.

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS
SECRETARIO ACADÉMICO
Presente.

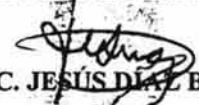
Por este conducto me permito presentar a usted el nombre de los profesores que sugiero integren el Sínoo del Examen Profesional de la alumna **CAROLINA ISABEL LARA DOMÍNGUEZ**, que presenta el tema de tesis "GENERALIDADES Y ESPECIFICACIONES DE LA TECNOLOGÍA BLUETOOTH, APLICADA A LA COMUNICACIÓN MÓVIL Y LA DOMÓTICA".

PRESIDENTE:	MAT. LUIS RAMÍREZ FLORES
VOCAL:	M. EN C. DAVID MOISÉS TERÁN PÉREZ
SECRETARIO:	ING. PABLO LUNA ESCORZA
SUPLENTE :	ING. GLADIS E. FUENTES CHÁVEZ
SUPLENTE:	ING. RODOLFO VÁZQUEZ MORALES

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.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, Edo. de México, octubre 29 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

DEPARTAMENTO DE
SERVICIOS ESCOLARES

03 OCT 29 PM 7 33

RECIBIDO



DEDICATORIAS:

A: "Dios"

Toda la felicidad y los beneficios que he recibido en mi vida tantas cosas hermosas te los debo sin duda alguna a ti Dios. No ha habido ocasión en que no estés conmigo.
Gracias Dios mío por estar aquí siempre. Por ayudarme a concluir con uno de mis proyectos .

A mi Madre:

Esther Hernández Ramírez.

Gracias Mamá por todo lo que sembraste en mi.

A mis Padres y Hermano:

Pascual Lara Monjaraz.
Virginia Domínguez Hrdez.
Braulio Lara Dmgz.

Gracias por apoyarme los quiero mucho.

A mi Guía:

Maria Luisa Rojas Constantino.

Gracias por sus consejos, su cariño, apoyo por eso he llegado a donde estoy.

A todos mis Amigos:

Seria una grosería mencionar nombres y si alguno me faltara me sentiría muy mal, pero a todos los quiero mucho y les agradezco su cariño, su amistad y su mano que me brindaron durante la carrera, las alegrías y todo lo que compartimos en todo ese tiempo a la fecha.

Cuando Dios creó a los amigos, lo hizo pensando en que tuviéramos la posibilidad de elegir a un ser querido en el cual pudiéramos confiar. Alguien con quien podamos disfrutar nuestras aventuras, compartir nuestros fracasos. Pero que al final de cada instancia recorrida no hubiera rivalidad sino un lazo de afecto que los impulse a estar , SIEMPRE JUNTOS.

Los llevo a todos en e corazón. Gracias!!!

A mi Asesor :

Terán Pérez David Moisés.

Por su comprensión y apoyo para concluir este trabajo Gracias Ingeniero.



Generalidades y especificaciones de la tecnología Bluetooth™ aplicada a la comunicación móvil y a la Domótica

Índice

Índice.....	1
Introducción.....	5
Historia.....	6
Justificación.....	12
Objetivo General.....	13
Objetivos Particulares.....	14
Capítulo I.....	15
Conceptos Generales.....	15
1.1 Antecedentes al Trabajo.....	15
1.2 Telefonía Móvil.....	16
Introducción y Breve Historia.....	16
Servicios de Comunicaciones Móviles.....	17
Servicios de Comunicaciones Móviles.....	18
Telefonía Móvil Terrestre.....	18
Telefonía Móvil Vía Satélite.....	21
Redes Móviles Privadas.....	22
Radiomensajería.....	23
1.3 Comunicaciones por Satélite.....	24
1.4 Microondas.....	25
1.5 Infrarrojo.....	29
1.6 Redes Inalámbricas.....	30
1.7 Tecnología WLAN.....	32
1.7.1 Tipos de tecnología.....	32
Banda Estrecha.....	32
Banda Ancha.....	32
1.7.2 ¿Cómo trabajan las WLAN?.....	34
1.7.3 Configuraciones de las WLAN.....	35
1.7.4 Comparativas entre WLAN y LAN cableada.....	38
1.8. IEEE802.11.....	40
1.8.1 Introducción.....	40
1.8.2 IEEE802.11 Tecnología.....	42
1.8.2.1 Capa Física (PHY).....	43
Radio Frecuencia.....	43
FHSS.....	43
DSSS.....	43
Capa Física de Infrarrojos.....	45

1.8.2.2 La Capa de Acceso al Medio (MAC)	46
Asociación, Reasociación y "Roaming"	49
Ahorro de Energía	52
Seguridad y Privacidad.	53
Alcance.	54

Capítulo II. 56

Tecnología Bluetooth™ 56

2.1 ¿Qué es Bluetooth™?	57
2.1.1 ¿Cómo surgió el Estándar?	58
2.2. Necesidades del Estándar.	59
2.3 Especificaciones.	60
2.4 Arquitectura de Hardware	62
2.4.1 Arquitectura de Programas y Paquetes	64
2.5 Redes Bluetooth™	66
2.6 Transmisión	67
2.7 Protocolo de Conexión.	68
2.8 Seguridad y Corrección de Errores.....	70
2.9 Modelos de Uso.....	71
2.10 Problemática y Ventajas.....	72

Capítulo III. 74

Especificaciones de la Tecnología Bluetooth™. 74

3.1. Tecnología inalámbrica Bluetooth™.	74
3.1.1. ¿Cómo trabaja la tecnología "Bluetooth™ Wireless"?	75
3.1.2. Campo de alcance típico de un dispositivo equipado con Bluetooth™.	76
3.1.3. ¿Cómo reconoce Bluetooth™ al equipo correcto cuando hay varios equipos al alcance?.....	77
3.2. Seguridad en Tecnología Bluetooth™.....	78
3.3. Productos equipados con tecnología Bluetooth™.	79
3.3.1. Tecnologías Bluetooth™ e IEEE 802.11b.....	80
3.3.2. Interferencia entre Bluetooth™ e IEEE 802.11b.	81
3.4. Bluetooth™ SIG.	83
3.5. Beneficios que ofrecerá la tecnología Bluetooth™ a los usuarios finales. ..	84
3.6. ¿Qué ofrecerá Bluetooth™ a las organizaciones?	85
3.7. Tiempo en que tomará para que el Bluetooth™ se convierta en una tecnología "totalmente madura".....	86

Capítulo IV.....	87
Antecedentes.....	87
4.1. IrDA.....	90
4.2. Radiofrecuencia.....	92
4.3. UMTS.....	94
4.4. WAP.....	95
4.5. BLIP.....	99
4.5.1. BLIP, un lenguaje para Bluetooth™.....	100
Productos Bluetooth™ de Ericsson.....	100
4.6. HomeRF.....	102
4.6.1 Topología.....	103
4.6.2. Otras Características.....	104
4.6.3 Aplicaciones.....	106
4.7. PDA (Palm).....	108
4.7.1. Descripción del equipo PDA.....	109
Capítulo V.....	110
Aplicaciones y Alternativas de Bluetooth™.....	110
5.1. Bluetooth™ una realidad futurista.....	113
5.2. Conceptos de Domótica.....	114
5.2.1. ¿Qué es la Domótica?.....	114
5.2.2 Protocolos y Estándares.....	117
5.2.3 Redes.....	119
5.2.4. Métodos de Acceso.....	124
5.2.5. Pasarelas (Gateways) Residenciales.....	127
5.3. Aplicaciones de la Domótica en un futuro.....	129
5.3.1. Una Visión en la Operación del Edificio Inteligente del Futuro.....	129
Conclusiones y Recomendaciones.....	133
ANEXO I.....	134
Glosario.....	134
A.....	134
B.....	135
C.....	136
D.....	137
E.....	137
F.....	138
G.....	138
H.....	139

I.....	139
L.....	141
M.....	141
P.....	142
R.....	142
S.....	143
T.....	143
U.....	144
W.....	144

BIBLIOGRAFÍA.....	145
--------------------------	------------

Introducción.

La inquietud de empresas de informática y de telecomunicaciones por desarrollar una interfase abierta y de bajo costo para facilitar la comunicación entre dispositivos sin la utilización de cables, aprovechando la movilidad de los dispositivos inalámbricos, dio como resultado una iniciativa cuyo nombre clave fue **Bluetooth™**.

Si se imagina el gran problema que surge cuando se empiezan a conectar periféricos a un ordenador, o cuando se conectan otros dispositivos electrónicos en el hogar el vídeo con el televisor y con la cadena de música y con el ordenador personal, etcétera, con una maraña de cables que se hace difícil de controlar, entonces se piensa en lo fácil que sería si todas estas conexiones se hicieran utilizando otros medios distintos a los cables físicos, como pueden ser los infrarrojos, la radio o las microondas.

Pues bien, esto ya se le ha ocurrido a mucha gente y los resultados están en el mercado; pero ahora surge otro problema y es que son muchos los estándares y las tecnologías que existen, incompatibles entre sí, con lo cual el problema inicial de la maraña de cables queda sin solucionar, a menos que se tengan numerosos receptores y emisores, perfectamente instalados; pero como cada uno necesita su alimentación, se está en las mismas condiciones, a menos que se tenga un dispositivo universal, válido para la conexión de todo tipo de periféricos, y que funcione de manera transparente para el usuario. Eso es **Bluetooth™**.

Historia.

El por qué del nombre. La razón es que en el siglo X el Rey vikingo Harald II de Dinamarca, apodado Blátand o "Diente Azul" (Bluetooth) a causa de una enfermedad que le daba esta coloración a su dentadura, reunificó bajo su reinado numerosos pequeños reinos que existían en Escandinavia y que funcionaban con reglas distintas, o lo mismo que hace la tecnología **Bluetooth™**, promovida por Ericsson (Suecia) y Nokia (Finlandia), dos países escandinavos.

Bluetooth™ es una especificación abierta para la industria de la Informática y Telecomunicaciones que describe cómo se pueden interconectar dispositivos como teléfonos móviles (celulares), Asistentes Personales Digitales (o sus siglas en Inglés PDA), ordenadores (y muchos otros dispositivos) ya sea en el hogar, en la oficina, en el automóvil, etcétera, utilizando una conexión inalámbrica de corto alcance, que no necesita de visión directa entre los dispositivos que se conectan.

Frente a otras tecnologías en uso, como es la de infrarrojos promovida por la IrDA (Infrared Data Association), **Bluetooth™** encuentra otras ventajas como se verá en el desarrollo del presente trabajo

Bluetooth™ cuenta con el apoyo de la industria de Informática y de Telecomunicaciones, lo que en cierta medida garantiza su éxito. Aunque hay un alto número de fabricantes que incorporan la interfase IrDA (algunas veces llamado redtooth) en sus teléfonos móviles, incluidos Ericsson, Motorola y Nokia, su uso resulta frustrante para muchos usuarios que tratan sin éxito descargar información desde su ordenador personal PC o PDAs Asistente Personal Digital hasta sus teléfonos móviles, o viceversa. Los dispositivos que incorporan **Bluetooth™**, se reconocen y se hablan de la misma forma que lo hace un ordenador con su impresora; el canal permanece abierto y no requiere la intervención directa y constante del usuario cada vez que se quiere enviar algo.

El bajo precio que se espera alcancen estos productos (en torno a 5 dólares, frente a los 20 ó 30 actuales), hará que su inclusión en cualquier dispositivo suponga un coste asumible para el fabricante y el usuario, dando algunas estimaciones una cifra superior a 1000 millones de unidades en el año 2005.

Esta especificación surgió, a principios de 1998, de la colaboración de varias empresas líderes de la industria de las TIC[†]: Ericsson, Nokia, Intel, IBM, Toshiba, Motorola y, más tarde, 3Com (Palm), que constituyeron el SIG (Special Interest Group/Grupo de Interés especial) al que actualmente ya pertenecen mas de 1.600 empresas, que han adoptado esta tecnología para desarrollarla con sus propios productos, que comenzaron a salir al mercado a finales del año 2000. Cada nueva

[†] TIC: Tratamiento de la Información Codificada

compañía miembro del SIG recibe de las otras, una licencia para implantar la especificación 1.0.

¿Cómo Funciona?

Cada dispositivo **Bluetooth™** deberá estar equipado con un microcircuito (tranceiver) que transmite y recibe en la frecuencia de 2.45 GHz (2,402 hasta 2,480 en saltos de 1 MHz) que está disponible en todo el mundo (con algunas variaciones de ancho de banda en diferentes países, como pasa en España, Francia y Japón) y que no necesita licencia. Además de los canales de datos, están disponibles tres canales de voz a 64 kbit/s. Cada dispositivo tiene una dirección única de 48 bits, basada en el estándar IEEE 802.11 para LAN inalámbricas, (Red de Área Local) que le permite formar, temporalmente, parte de una piconet[‡].

Las conexiones son uno a uno con un rango máximo de 10 metros, aunque utilizando amplificadores se puede llegar hasta los 100 metros, pero se introduce alguna distorsión.

Para la transmisión de voz se utiliza el método CVSDM (Continuous Variable Slope Delta Modulation) que consigue una calidad de audición bastante buena, incluso con tasas de error de hasta el 4% y nunca se retransmiten los paquetes enviados.

Los datos se pueden intercambiar a velocidades de hasta 1 Mbit/s en la versión 1.0 de 1999, cuyo documento incluye dos partes: Foundation Core (especificaciones de diseño) y Foundation Profile (guías para la interoperabilidad), y se esperan 2 Mbit/s por segundo en la versión 2.0, compatible con la anterior). Un esquema de "frequency hop" (saltos de frecuencia aleatorios) permite a los dispositivos comunicarse inclusive en áreas donde existe una gran interferencia electromagnética (el hecho de que los paquetes sean más cortos y los saltos más rápidos reducen el impacto nocivo de los hornos de microondas u otros dispositivos que trabajen en la misma banda); además de que se provee de mecanismos de encriptación (con longitud de la clave de hasta 64 bits) y autenticación, para controlar la conexión y evitar que cualquier dispositivo, no autorizado, pueda acceder a los datos o modificarlos. El manejo de la clave se hace a nivel de la capa de aplicación.

Bluetooth™ se ha diseñado para operar en un ambiente multi-usuario. Los dispositivos pueden habilitarse para comunicarse entre sí e intercambiar datos de una forma transparente al usuario. Como se utilizan 3 bits para la dirección

[‡] Piconet: Colección de dispositivos (de 2 a 8) conectados por medio de la tecnología **Bluetooth™**.

(MAC/Media Acces Control), hasta ocho usuarios o dispositivos pueden formar una "piconet" y hasta diez "piconets" pueden co-existir en la misma área de cobertura. Dado que cada enlace es codificado y protegido contra interferencia y pérdida de enlace, **Bluetooth™** puede considerarse como una red inalámbrica de corto alcance muy segura.

En cuanto a interferencias con otros dispositivos, hay que tener cuidado con los que operan en la misma banda. Por ejemplo, lo mismo que está prohibido el uso de teléfonos móviles en los aviones, se puede prohibir el uso de cualquier otro dispositivo que incorpore un circuito **Bluetooth™**, ya que podría interferir con elementos de navegación, pero esto es más complicado puesto que ha sido diseñado para mantener una comunicación continua, incluso en movimiento, y dentro de maletines, no percibiéndose el usuario.

Especificaciones : [§]

- Banda de Frecuencia: 2.4 GHz (Banda ISM/Industrial Scientific Medical)
- Potencia del transmisor: 1 mW (0 dBm) para 10 metros, y 100 mW (+20 dBm) para 100 metros.
- (Spread Spectrum), Secuencia Directa Híbrida y Saltos en Frecuencia (Hybrid Direct Sequence and Frequency Hopping)
- Canales máximos de voz: 3 por piconet
- Canales máximos de datos: 7 por piconet
- Velocidad de datos: hasta 721 kbit/s por piconet
- Rango esperado del sistema: 10 metros (40 pies)
- Número de dispositivos: 8 por piconet y hasta 10 piconets
- Seguridad: Sí, en la capa de enlace
- Alimentación: 2,7 voltios
- Consumo de potencia: desde 30 μ A aparcado hasta 8-30 mA transmitiendo
- Tamaño del Módulo: 0.5 pulgadas cuadradas (9x9 mm)
- Interferencia: **Bluetooth™** minimiza la interferencia potencial al emplear saltos rápidos en frecuencia 1600 veces por segundo.

La topología que se usa en una red puede ser, o bien punto a punto entre dispositivos, o punto-multipunto. Cualquier unidad en una piconet puede establecer una conexión con otra piconet para formar lo que se llama una Scatternet (varias piconet independientes unidas). En una piconet no se requiere ninguna planificación predefinida, como ocurre en una red tradicional. Es una red de igual-a-igual; una vez conectados todos los dispositivos tienen igual derecho de acceso, pero hay uno que se define como "maestro" (su reloj y salto de frecuencia, sirve para sincronizar los otros dispositivos) y los otros como "esclavos".

[§] Fuente: Instituto de Ingeniería de España.
(www.iies.es/teleco/publicac/publbit/bit123/quees.html)

El protocolo banda base que utiliza **Bluetooth™** combina las técnicas de conmutación de circuitos y de paquetes, y para asegurar que los paquetes lleguen en orden, hasta 5 slot (ranuras de expansión) se reservan para las transmisiones síncronas. La velocidad para un canal asimétrico de datos puede llegar a 721 kbit/s en un sentido y 57,6 kbit/s en el otro, ó 432, 6 kbit/s en ambos sentidos si el enlace es simétrico.

Un aspecto muy importante, dado lo reducido del microcircuito (9x9 mm), ya que va a ir incorporado en dispositivos portátiles y alimentado con baterías, es que tenga un consumo de potencia muy reducido (hasta un 97% menos que un teléfono móvil). Para ahorrar energía los dispositivos **Bluetooth™** establecen el modo "hold" en el que no intercambian datos, también pueden activar el modo "sniff"^{**} en el que se escucha con un nivel bajo; en el modo "standby" los dispositivos no conectados en una piconet indagan por mensajes cada segundo y medio.

Si un dispositivo quiere establecer una conexión con otro y conoce su dirección (MAC / Media Acces Control), le envía un mensaje; si no la conoce envía una petición seguida de un mensaje. El modo "activo" se produce cuando hay un intercambio de información.

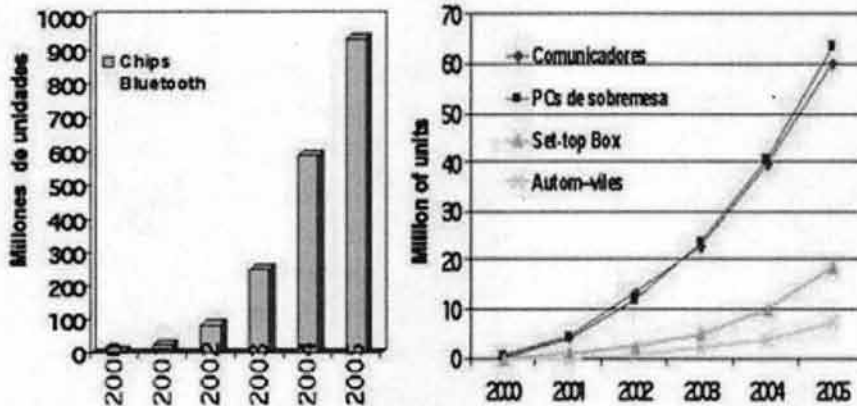
Algunas aplicaciones.

Todo lo que ahora se conecta con cables, puede conectarse sin cables. Esto es más o menos lo que permite **Bluetooth™**, pero además se va mas allá. No solamente es conectar el ratón, una impresora o un digitalizador al ordenador personal, o tener un manos libres del teléfono sin necesidad de cable, sino que permite la sincronización entre dispositivos de una materia totalmente automatizada. Así, podemos tener la agenda del móvil y del ordenador personal actualizadas, intercambiando información cada vez que uno de los dispositivos entra en el área de influencia del otro. Permite conectar cámaras de vigilancia, servir con mandos a distancia, permite utilizar un teléfono móvil (celular) como inalámbrico, para abrir puertas, conectar electrodomésticos, pasar ficheros MP3 del móvil al ordenador personal, etcétera, y, por supuesto, para conectar todo tipo de dispositivos a Internet, formando puntos de acceso, por ejemplo, con un módem V.92 conectado a la RTC.^{††}

^{**} Modos Sniff y Hold: Modos de ahorro de energía para los dispositivos de una piconet.

^{††} RTC: Red Telefónica Conmutada, Red de teléfono diseñada primordialmente para la transmisión de voz, y datos.

BLUETOOTH. Unidades totales y consumo en algunas aplicaciones



Encuentra aplicación en la industria Automotriz (casi todos los vehículos en el futuro llevarán un chip **Bluetooth™** que permitirá un control telemático de su funcionamiento), en medicina para monitoreo de los enfermos sin necesidad de tener cables conectados a su cuerpo, automatización del hogar, lectura de contadores, asociado a un lector de código de barras.

Se podrá subir al autobús o el sistema de transporte colectivo (metro) y sentarse mientras el billete es facturado a un monedero electrónico; o pagar la compra en el supermercado enviando la información de la tarjeta de crédito directamente a la cajera.

Un ejemplo muy significativo sería el de poder confirmar una reservación de un vuelo y obtener el boleto de abordar, simplemente, con entrar en el recinto del aeropuerto. Si se tiene encendido el teléfono móvil (celular), éste se comunicaría con el ordenador del aeropuerto, daría nuestra identificación y confirmaría el lugar, dato que se transmitiría al teléfono móvil y serviría para realizar el abordaje, sin necesidad de tener que hacer ninguna fila ni sacar ningún documento.

Otro ejemplo es, el de un ejecutivo que al llegar a su puesto de trabajo o a cualquier lugar de su empresa se conecta con la red local y recibe en su ordenador portátil todos los mensajes que tiene en su buzón de correo. Además, su teléfono, con un dispositivo **Bluetooth™**, le serviría para acceder a determinadas zonas sin necesidad de tarjeta de identificación; o cuando entra al ascensor, automáticamente, le sube a la planta en la que trabaja, si es que no da ninguna indicación diferente.

Como se ve, las aplicaciones de **Bluetooth™** son muchas y permiten cambiar radicalmente la forma en la que los usuarios interactúan con los teléfonos móviles y otros dispositivos.

Una de las primeras compañías en lanzar un producto **Bluetooth™** ha sido Ericsson. Se trata de un teléfono móvil que se vende con unos auriculares que se activan mediante la voz. De esta manera, se puede llevar el teléfono en el bolsillo o dejarlo en la guantera del automóvil mientras se hacen y reciben llamadas. También, IBM y Toshiba trabajan intensamente para incorporar en sus ordenadores portátiles una tarjeta **Bluetooth™** fabricada por Motorola que permitirá intercambiar datos con otros equipos portátiles, ordenador personal, impresoras, etcétera. Alianzas como las de Nokia y Fuji permitirán a los propietarios de cámaras digitales hacer fotos para luego transmitir las a través del móvil a la impresora situada en casa o al disco duro del ordenador. Mientras, compañías como Motorola y JVC desarrollan conjuntamente tecnologías aún más avanzadas que harán estos avances extensibles al vídeo o al DVD, y Sony tiene planes para introducir circuitos integrados **Bluetooth™** en toda su gama de productos.

Justificación.

Este trabajo de tesis es una invitación para dar a conocer, una nueva opción de comunicación móvil, que trabaja con radio frecuencia para la interconexión de diferentes dispositivos, que funcionan con el sistema de **Bluetooth™**, el cual tiene muchas ventajas de servicio para el usuario, dependiendo de las necesidades y contexto cultural en que se desenvuelva el usuario, por ejemplo:

En lo académico: Pueden interactuar los alumnos en una video conferencia y el ponente desde un teléfono móvil, PDA, ordenador personal, lo que requiera para exponer, los alumnos participan con dudas y preguntas desde su asiento con los dispositivos mencionados anteriormente.

En lo profesional: El Director de una empresa solicita información para hacer cambios en su negocio, si cuenta con un dispositivo **Bluetooth™** tiene contacto con los anexos de su empresa, de esta forma puede intercambiar escritos, evalúa opciones, y llegar a acuerdos en los procesos de toma de decisiones.

En lo científico: Las nuevas tecnologías de comunicación junto con las de computación están cambiando día con día, con esto se pueden desarrollar más aplicaciones y mejorar dispositivos. Para abarcar más y nuevos terrenos como por ejemplo: medicina

En lo personal: Las amas de casa tienen mucha actividad, con un dispositivo **Bluetooth™** pueden organizar la agenda con las actividades del día, y tener comunicación de su familia y estar al tanto de sus actividades. Es ideal para aprovechar el tiempo.

Objetivo General.

Dar a conocer las ventajas, aplicaciones, características y especificaciones de la tecnología **Bluetooth™** en dispositivos para hacer más versátiles las tareas cotidianas. Con la llegada de este nuevo milenio grandes cambios se han dado, revolucionando la tecnología con dispositivos que hacen más fácil la comunicación móvil.

Actualmente lo más importante, es interactuar y facilitar aun más el acceso a las vías de información, es substancial en cualquier contexto social en que se desenvuelva el usuario. La tecnología siempre busca las mejoras en sistemas de comunicación, en este caso la comunicación móvil se ha revolucionado con otro sistema de acceso sin cables llamado **Bluetooth™**.

En un mundo competitivo, el arma más poderosa es la información; ésta ayuda a los grandes empresarios a desempeñarse mejor, a combatir con la competencia de otras empresas, a innovar y adaptarse a las vicisitudes del mercado. La información mejora, con la comunicación y servicios de calidad, que este sistema ofrece a los clientes, productos y servicios actualizados, además de contar con fácil acceso, rapidez y seguridad, en el manejo de información. Los equipos que cuentan con un sistema **Bluetooth™** como un PDA, celulares y una gama amplia de productos y servicios da a los usuarios la facilidad de obtener un mejor rendimiento y productividad, reduciendo el tiempo de trabajo y traslado de información y personal que tenga cargos clave en la empresa donde labora. Como ejemplo de aplicación están los empresarios que necesitan información financiera para evaluar el desempeño y la solidez de su negocio antes de responder a perspectivas futuras de crecimiento. Todo esto se da con la adquisición estratégica de información.

El ingrediente principal que aglutina a estos componentes para obtener una información coordinada y que funcione fluidamente es la comunicación de información de calidad (clara, oportuna y fidedigna) para planear, controlar y tomar decisiones para satisfacer sus necesidades y para solventar acontecimientos.

Objetivos Particulares.

Los siguientes puntos establecen el capitulado de este trabajo de tesis. Los cuales están divididos de la siguiente manera:

Capítulo I. Describe los conceptos fundamentales de los primeros sistemas de comunicación móvil, tocando distintos puntos referentes a los cambios de tecnología hasta la actualidad.

Capítulo II. Establece las características y descripción de la tecnología **Bluetooth™** manejando puntos importantes que un usuario necesita saber para el conocimiento del uso y funcionamiento, así como sus características, especificaciones y los beneficios que se obtienen de esta tecnología, los equipos que ofrecen las diferentes compañías y las normas que avalan la calidad de los servicios y productos de comunicación móvil **Bluetooth™**.

Capítulo III. Se dan los fundamentos de conectividad, transmisión, la forma en que trabaja el ancho de banda para transferir datos, el uso en redes punto a punto, telefonía celular, PDA's; describe los protocolos de conexión IEEE 802.11, cómo surgió el estándar, los tipos de arquitectura de software y arquitectura de hardware, datos sobre seguridad y corrección de errores; así como las ventajas de este nuevo sistema de comunicación.

Capítulo IV. Describe las tecnologías que son similares a **Bluetooth™**, en el hecho de que son tecnologías móviles, su funcionamiento y aplicación son similares en algunos casos, tales como infrarrojos IrDA, HomeRF, WAP, Radio Frecuencia, pero se mencionan por que son los antecesores.

Capítulo V. Explica las ventajas, aplicaciones y alternativas en la Domótica y comunicación móvil, así como los dispositivos que utiliza, y da una visión del uso a futuro de este sistema.

Capítulo I.

Conceptos Generales.

1.1 Antecedentes al Trabajo.

En un principio las únicas tecnologías inalámbricas que existían eran la satelital y a través de enlaces de microondas. A partir de ahí, los proveedores de servicios de comunicación móvil brindaban a sus usuarios el acceso a los servicios a través de medios cableados como cobre o fibra óptica. Es decir, el usuario no accedía inalámbricamente y los pocos dispositivos que habían eran lentos, limitados y no eran ampliamente operables debido a que no existían estándares que mejoraran el servicio y los equipos, y solo estaban disponibles con algunos fabricantes. El mercado estaba muy segmentado y los precios de los equipos estaban elevadísimos, era imposible su expansión en el mercado y se limitaba el desarrollo de nuevas tecnologías inalámbricas en las redes de comunicación.

Hoy en día, gracias a la creación de nuevos estándares en el área inalámbrica, se está permitiendo la fabricación de nuevos productos, a un precio más accesible a los usuarios y con más ancho de banda.

La comunicación móvil se ha expandido en la actualidad en todo el mercado, en un principio era inimaginable que un celular accediera a información como Internet móvil, con el protocolo de Wap. Dentro de poco tiempo el mismo monto de información que se accede por un ordenador personal se podrá hacer también con un teléfono móvil u algún otro dispositivo móvil como el PDA. Por otro lado, la globalización de las comunicaciones inalámbricas ha permitido el desarrollo de nuevos estándares y productos que brindarán cambios en las actividades.

Los nuevos y emergentes estándares inalámbricos tales como IEEE 802.11, IEEE 802.15, **Bluetooth™**, HomeRF, en combinación con otras tecnologías no tan nuevas como la telefonía móvil entre otros, aunado con nuevos productos como WAP, permitirán la interconexión de las nuevas redes actuales e Internet a dispositivos móviles como teléfonos móviles, PDA's, radiolocalizadores (beeper) de dos vías y otros dispositivos portátiles; es por ello que el principal interés en esta investigación, es describir las características y aplicaciones de tecnología móvil **Bluetooth™** que permite comunicarse sin cables en cualquier lugar.

1.2 Telefonía Móvil

Introducción y Breve Historia

Desde el principio de las telecomunicaciones dos han sido las opciones principales para llevar a cabo una comunicación: con o sin hilos; por cable o por el aire. En realidad ambas pueden participar en un mismo proceso comunicativo. Por ejemplo la transmisión de un evento deportivo por televisión, en el que una cámara recoge la señal y la transmite, generalmente por cable, a una unidad móvil encargada de comunicarse vía radio con el centro emisor, que a su vez se comunica por cable con una antena emisora que la distribuye por el aire a la zona que cubra la cadena de televisión. De todas formas, en este caso se trata fundamentalmente de una transmisión vía radio, pues es así como se distribuye la señal que previamente ha producido la emisora (captar la señal con la cámara, llevarla al centro emisor y procesarla).

La movilidad de los extremos de la comunicación excluye casi por completo la utilización de cables para alcanzar dichos extremos. Por tanto utiliza básicamente la comunicación vía radio. Esta se convierte en una de las mayores ventajas de la comunicación vía radio: la movilidad de los extremos de la conexión. Otras bondades de las redes inalámbricas son el ancho de banda que proporcionan, el rápido despliegue que conllevan al no tener que llevar a cabo obra civil, etcétera.

Sin embargo el cable es más inmune a amenazas externas, como el ruido o las escuchas no autorizadas, y no tiene que competir con otras fuentes por el espacio radioeléctrico, que si bien es común, más bien resulta escaso. Dos, tres y más cables pueden ser tendidos a lo largo de la misma zanja, y tomando las medidas adecuadas, no han de producirse interferencias. Ahora Imagínense cuatro o cinco antenas apuntando en la misma dirección. Resultado: un más que probable caos.

Históricamente la comunicación vía radio se reservaba a transmisiones uno a muchos, con grandes distancias a cubrir. También era útil en situaciones en las que la orografía dificultase en exceso el despliegue de cables. Fundamentalmente se utilizaba para transmitir radio y TV. Por el contrario, las comunicaciones telefónicas utilizaban cables. Todo esto lleva a la actual situación, en la que ya no está tan claro cuando es mejor una u otra opción.

En cuanto a las comunicaciones móviles, no aparecen a nivel comercial hasta finales del siglo XX. Los países nórdicos, por su especial orografía y demografía, fueron los primeros en disponer de sistemas de telefonía móvil, eso sí, con un tamaño y unos precios no muy populares. Radiobúsquedas, redes

móviles privadas o Trunking⁺⁺, y sistemas de telefonía móvil mejorados fueron el siguiente paso. Después llegó la telefonía móvil digital, las agendas personales, mini ordenadores, ordenadores portátiles y un sinfín de dispositivos dispuestos a conectarse vía radio con otros dispositivos o redes. Y finalmente la unión entre comunicaciones móviles e Internet, el verdadero punto de inflexión tanto para uno como para otro.

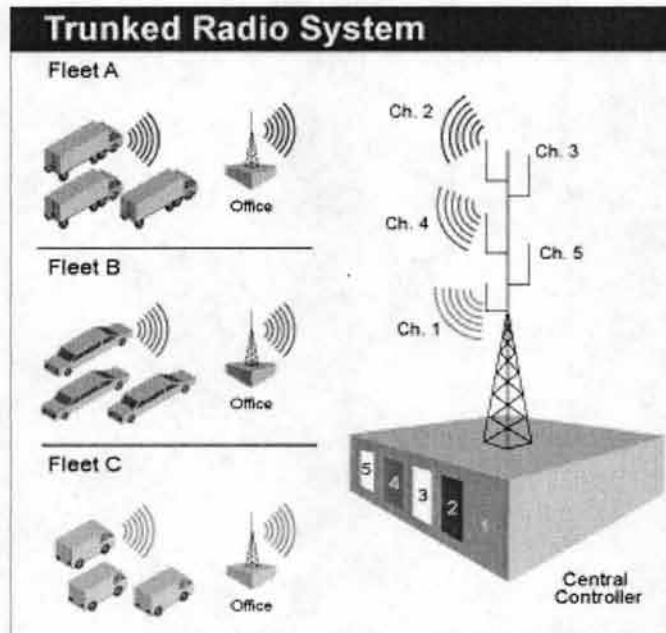


Figura I.1

⁺⁺ Un servicio de telefonía móvil. "Los servicios de trunking son comunicaciones móviles por radio a través de sistemas troncalizados que por las bandas de frecuencia que utilizan (de 800MHz, 450MHz y 150MHZ) tienen varias ventajas; entre ellas, entrar al sistema con prioridades a partir de un canal que se transforma en una serie de canales."

Servicios de Comunicaciones Móviles

Los más extendidos son la telefonía móvil terrestre, la comunicación móvil por satélite, las redes móviles privadas, la radiomensajería, la radiolocalización GPS, las comunicaciones inalámbricas y el acceso a Internet móvil, como se verá a continuación.

Telefonía Móvil Terrestre

La telefonía móvil terrestre utiliza estaciones terrestres. Éstas se encargan de monitorizar la posición de cada terminal encendido, pasar el control de una llamada en curso a otra estación, enviar una llamada a un terminal suyo, etcétera. Cada estación tiene un área de cobertura, zona dentro de la cuál la comunicación entre un terminal y ésta se puede hacer en buenas condiciones. Las zonas de cobertura teóricamente son hexágonos regulares o celdas. En la práctica, toman muy distintas formas, debido a la presencia de obstáculos y a la orografía cambiante de la celda. Además se solapan unas con otras. Es por esto, que cuando un móvil está cerca del límite entre dos celdas, puede pasar de una a otra, en función de cual de las dos le ofrezca más nivel de señal, y esto puede suceder incluso durante el transcurso de una llamada sin que apenas se perciba nada.

Los primeros sistemas de telefonía móvil terrestre, TACS, AMPS, NMT, TMA, NAMT, etcétera, o de **primera generación**, eran analógicos. Los terminales eran bastante voluminosos, la cobertura se limitaba a grandes ciudades y carreteras principales, y sólo transmitían voz. La compatibilidad entre terminales y redes de diferentes países no estaba muy extendida. NMT se utiliza en los países nórdicos, AMPS y TACS en EEUU, y NAMT en Japón.

Cada estación trabaja con un rango de frecuencias, que delimita el número máximo de llamadas simultáneas que puede soportar, puesto que a cada llamada se le asigna un par de frecuencias diferente: una para cada sentido de la comunicación. Esto se denomina FDM, o multiplexación por división en la frecuencia. Las celdas colindantes no pueden utilizar las mismas frecuencias, para que no se produzcan interferencias. Pero las celdas que están algo más alejadas sí que podrían reutilizar estas frecuencias. Y esto es lo que se hace. Se parte de una determinada cantidad de frecuencias disponibles. Luego, teniendo en cuenta la densidad estimada de llamadas por área, tanto el tamaño de la celda, como las frecuencias por celda y la reutilización de frecuencias serán determinadas.

Una alternativa para incrementar el número de llamadas servidas es la sectorización, método por el cuál se instalan varias antenas por estación, cada una de las cuáles cubre un sector. Por ejemplo, si se instalan tres antenas, cada una se ocuparía de un sector de 120°.

Después aparecen los sistemas de **segunda generación**, GSM, CDMA, TDMA, NADC, PDC, etcétera, que son digitales. El tamaño de los terminales se hace cada vez más pequeño, las coberturas se extienden, y se empiezan a transmitir datos, aunque a velocidades muy pequeñas. Introduce el envío de mensajes SMS, hoy tan de moda. La compatibilidad entre las distintas redes nacionales empieza a mejorar. GSM se implanta en Europa y en otros países del resto del mundo. TDMA y CDMA en EEUU, mientras que PDC en Japón.

En GSM, cada frecuencia puede transmitir varias conversaciones. Esto se consigue mediante la TDM, o multiplexación por división en el tiempo. El tiempo de transmisión se divide en pequeños intervalos de tiempo. Cada intervalo puede ser utilizado por una conversación distinta. Además, una misma conversación se lleva a cabo en intervalos de distintas frecuencias, con lo que no se puede asociar una llamada a una frecuencia. De este modo, si una frecuencia se ve afectada por una interferencia, una conversación que utilice esta frecuencia, sólo observará problemas en los intervalos pertenecientes a dicha frecuencia. Esto se denomina TDMA.

En los sistemas CDMA, acceso con multiplexación por división de código, lo que se hace es que cada llamada utiliza un código que le diferencia de las demás. Esto permite aumentar el número de llamadas simultáneas o la velocidad de transmisión, lo que se hace necesario ante los crecientes requerimientos de la telefonía móvil.

En la actualidad, se están empezando a desplegar sistemas de lo que se ha denominado **generación 2.5** (HSCSD, GPRS, EDGE) que harán de puente entre los de segunda generación y la telefonía móvil de **tercera generación** (la UMTS). Esta última responde a un intento de estandarizar las comunicaciones móviles a nivel mundial, aunque ya están empezando a surgir pequeñas diferencias entre EEUU y el resto. Ofrecerá grandes velocidades de conexión, por lo que se espera que se convierta en la forma más habitual de acceso a Internet. Permitirá la transmisión de todo tipo de comunicaciones: voz, datos, imágenes, vídeo, radio, etcétera.

Algunos sistemas 2.5 (GPRS, EDGE) introducen la conmutación de paquetes en la telefonía móvil, es decir, la comunicación se produce al "estilo" Internet. La información se divide en trozos o paquetes, que siguen caminos diferentes hasta alcanzar el destino. GPRS alcanzará los 115 Kbps, mientras que

EDGE los 384 Kbps. Además, EDGE permitirá a los operadores de GSM y TDMA integrar en sus redes actuales este nuevo sistema.

Hasta que la tercera generación se extienda, para lo que aún pueden quedar varios años, los sistemas 2.5 supondrán un puente entre los de segunda generación y la UMTS. En Europa, los operadores se están gastando auténticas barbaridades en adquirir las licencias UMTS, con la esperanza de que será la tecnología que haga explotar las comunicaciones. Pero mientras esto ocurre, los que poseen sistemas 2G ya piensan en evolucionar a GPRS o EDGE.

Telefonía Móvil Vía Satélite

En este caso las estaciones están en los satélites. Estos suelen ser de órbita baja. Su cobertura prácticamente cubre todo el planeta. Esta es la principal ventaja que presentan frente a la telefonía móvil terrestre. Las desventajas son de mucho peso: mayor volumen del terminal a utilizar y precio de las llamadas y terminales. Dos son los operadores que ofrecen este servicio a nivel mundial: Iridium y GlobalStar. El primero está a punto de comenzar el derribo de sus satélites, debido a las astronómicas deudas que ha contraído.

Durante los últimos meses ha intentado encontrar un comprador que se hiciera cargo de las deudas, e intentará sacar el negocio a flote, pero no ha encontrado a nadie dispuesto a tomar semejante riesgo. Sigue ofreciendo unos servicios mínimos a sus antiguos clientes, pero ya no realiza ningún tipo de actividad comercial (publicidad, captación de clientes, etcétera). Además recomienda a sus clientes que busquen opciones alternativas a sus servicios, porque en cualquier momento dejan de prestarlos. Su constelación de satélites de órbita baja consta de 66 unidades situadas a 780 Km. de la Tierra. Utiliza tanto FDMA como TDMA. Cada satélite disponía de 48 haces o sectores.

Sin embargo, GlobalStar no tiene tantos problemas. La principal razón, sus teléfonos se conectan a las redes terrestres si la cobertura de éstas lo permite, y si no recurren a los satélites. De este modo, buena parte de las llamadas tienen un coste asequible, mientras que las que se realizan a través de los satélites se reducen a lo absolutamente imprescindible. Su constelación cuenta con 48 satélites de órbita baja situados a 1.414 Km. de la Tierra. Utiliza CDMA, y cada satélite tiene 16 sectores.

Otros sistemas que están a punto de empezar a operar, o que anuncian sus servicios para los próximos años son ICO, Skybridge y Teledesic, que prestarán otros servicios aparte del de telefonía, como acceso a Internet a alta velocidad, radio búsqueda, etcétera.

Redes Móviles Privadas

También conocido como radiocomunicaciones en grupo cerrado de usuarios, es un servicio de telefonía móvil que sólo se presta a un colectivo de personas, en una determinada zona geográfica (una ciudad, una comarca, etcétera). El funcionamiento es prácticamente idéntico al de las redes públicas, con pequeños matices. Hay dos modalidades del servicio. En la primera cada grupo de usuarios, y sólo ellos, utiliza una determinada frecuencia. En la segunda el sistema se encarga de asignar las frecuencias libres entre los diferentes grupos, por lo que no hay una correspondencia grupo-frecuencia.

Entre los primeros sistemas podemos destacar EDACS, controlado por un equipo fabricado por Ericsson, muy utilizado por bomberos, equipos de salvamento, policías, ambulancias, entre otros. Es un sistema muy seguro, capaz de establecer la comunicación en condiciones muy adversas. Los segundos se denominan sistemas Trunking, y su funcionamiento es muy parecido al de la telefonía móvil automática (TMA), uno de los primeros sistemas analógicos de telefonía móvil pública. La mayor diferencia es que cuando no hay un canal libre para establecer una comunicación, TMA descarta la llamada y el usuario debe reintentarlo después, mientras que las redes Trunking gestionan estas llamadas, estableciendo una cola de espera, asignando prioridades diferentes a cada llamada.

Dos de los sistemas Trunking más populares son Taunet, que es analógico, y Tetra, que es digital. Este último es el resultado de un estándar europeo, y su equivalente estadounidense es el APCO25. Ofrecen otras posibilidades, aparte de la comunicación vocal, como envío de mensajes cortos, transmisión de datos, conexión a redes telefónicas públicas, etcétera.

Radiomensajería

Este servicio, también denominado radio búsqueda, buscapersonas o paging, permite la localización y el envío de mensajes a un determinado usuario que disponga del terminal adecuado, conocido popularmente como "busca" o "beeper". Se trata de una comunicación unidireccional, desde el que quiere localizar al que ha de ser localizado. Al igual que en la telefonía móvil, cada zona está cubierta por una estación terrestre, que da servicio a los usuarios ubicados dentro de su zona de cobertura.

Los primeros sistemas tan sólo emitían un sonido o pitido, que indicaba que alguien estaba intentando decirnos algo. Luego, si así lo decidía el portador del beeper, establecía una comunicación telefónica. Es muy útil para profesionales, que han de desplazarse y no siempre están localizables, por ejemplo, médicos, técnicos de mantenimiento, entre otros. En una segunda fase, aparecieron sistemas más perfeccionados, con envío de mensajes, aplicación de códigos para mantener seguridad, llamadas a grupos, a todos, etcétera.



Figura I.2

1.3 Comunicaciones por Satélite.

La historia de los satélites artificiales empezó en 1957, cuando la Unión Soviética lanzó al espacio el SPUTNIK-I; a partir de ese año han sido lanzados miles de satélites con distintas aplicaciones: telefonía, datos, televisión, ayuda a la navegación, sistemas de localización, sistemas de búsqueda, espionaje, etcétera.

El primer satélite realmente de telecomunicaciones fue el SCORE, lanzado en 1958 por E.U.A. El siguiente fue el ECHO I, un satélite pasivo lanzado en 1960, y ese mismo año se lanzó el COURIER, el cual almacenaba los mensajes y los retransmitía al pasar por la estación destinataria, ya que era un satélite de órbita circular de altitud media que estaba dando vueltas a la tierra constantemente.

Los satélites modernos ocupan órbitas geoestacionarias, situados a 36,000 Km. de la tierra y girando a una velocidad de 11,070 Km por hora, la potencia de emisión de un satélite está limitada por sus células solares que suministran la energía necesaria.

Las principales ventajas del satélite son su enorme capacidad de transmisión, pudiendo soportar, por ejemplo, varios miles de canales telefónicos, o velocidades de datos de orden de 48 Mbps, por cada transpondedor^{§§}, por otro lado proporciona una cobertura territorial muy amplia, como costes de transmisión independientes de las distancias entre las estaciones terrenas, ya que las señales transmitidas por el satélite pueden ser captadas por cualquier estación terrena que esté en su amplia área de cobertura.

Actualmente, hay diferentes tipos de satélites y el uso de ellos hace que el campo de aplicación sea amplio sobre todo en comunicación bidireccional y unidireccional, como se describe a continuación:

- Red digital de servicios integrados
- Red de conmutación de paquetes
- Alquiler de circuitos punto a punto
- Redes Celulares
- Redes vsat
- Difusión de señales de TV. y sonido ***

El satélite actúa como "reflector de emisiones" de microondas que transporta información codificada y opera a diferentes frecuencias.

^{§§} Dispositivo de un satélite de comunicaciones que recibe señales enviadas desde una estación terrena, las traduce y amplifica con otra frecuencia y las retransmite a la Tierra.

*** Fuente: Carballar, José

El libro de las comunicaciones del PC.

1.4 Microondas.

Las microondas son ondas electromagnéticas cuyas frecuencias se encuentran dentro del espectro de las súper altas frecuencias, SHF (hiperfrecuencia de 3 a 30 Ghz), utilizándose para redes inalámbricas la banda de los 18-19 GHz. Estas redes tienen una propagación muy localizada y un ancho de banda que permite alcanzar los 15 Mbps.

Se denomina microondas a la porción del espectro electromagnético que cubre las frecuencias entre aproximadamente 3 Ghz y 300 Ghz ($1 \text{ Ghz} = 10^9 \text{ Hz}$), que corresponde a la longitud de onda en vacío entre 10 cm. y 1mm. Para los fines prácticos la radiación electromagnética de radiofrecuencia y microondas es clasificada en bandas de frecuencias que se corresponden a subregiones del espectro.

La antena utilizada generalmente para transmitir en microondas es la de tipo parabólico. La antena es fijada rígidamente, y transmite un haz estrecho que debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora. 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.

Las siguientes tablas nos muestran los límites de las radiofrecuencias y las microondas:

Gama de Ondas	Limite Inferior (MHz)	Límite Superior (MHz)
Largas	0.03	0.3
Medias	0.3	3
Cortas	3	30
Ultracortas	30	300

Gama de Ondas	Limite Inferior (GHz)	Límite Superior (GHz)
Decimétricas	0.3	3
Centimétricas	3	30
Milimétricas	30	300

Para fines prácticos la radiación electromagnética de radiofrecuencia y microondas es clasificada en bandas de frecuencias que corresponden a subregiones del espectro.

La absorción de radiación de RF o microondas en un medio material trae consigo un efecto de calentamiento, de manera que la Intensidad de la radiación podría medirse por el incremento de la temperatura. La Intensidad de la radiación se denomina Irradiancia y se expresa en W/m^2 . La densidad de potencia o

Irradiancia puede calcularse de los vectores de campo eléctrico E y campo magnético H según un producto vectorial (vector de poynting).

En términos generales la densidad de potencia es calculada en función del campo eléctrico Entre los Instrumentos diseñados a la medición de este campo se cuenta el diodo rectificador el bolómetro y el termopar.

La red Rialta de Motorola es una red de este tipo, la cual va a 10 Mbps y tiene una área de cobertura de 500 metros.

En una red de Microondas, se utilizan antenas de transmisión y recepción, repetidores y el espacio atmosférico como medio físico de transmisión, la información se transmite de forma digital a través de ondas de radio de muy alta frecuencia por lo tanto, de una longitud de onda mínima. Pueden direccionarse múltiples canales, a múltiples estaciones dentro de un enlace dado o pueden establecerse enlaces punto a punto. Las estaciones consisten de una antena tipo parábola y circuitos que interconectan, la antena con la terminal del usuario.

Propiedades Físicas

La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia F y directamente proporcional a la velocidad de propagación de la onda en el medio material. $\lambda = V/F$; Al aumentar la frecuencia, aumenta la energía de radiación.

Ventajas de los radio-enlaces de microondas comparados con los sistemas de línea metálica

- Volumen de inversión generalmente más reducido.
- Instalación más rápida y sencilla.
- Conservación generalmente más económica y de actualización más rápida.
- Puede superarse las irregularidades del terreno.
- La regulación sólo debe aplicarse al equipo, puesto que las características del medio de transmisiones son esencialmente constantes en el ancho de banda del trabajo.

Desventajas de los radio-enlaces de microondas comparados con los sistemas de línea metálica

- Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces.
- Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer de la energía y acondicionamiento para los equipos y servicios de conservación.

Se han hecho ensayos para utilizar generadores autónomos y baterías de celdas solares.

La propiedad fundamental que caracteriza a este rango de frecuencias (microondas) es que son comparables con la dimensión física 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 frecuencia con que limita.

Estos dos límites los construye la radiofrecuencia y el infrarrojo lejano.

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 rige su comportamiento y las condiciones de contornos metálicos.

El Espectro Electromagnético.

Cuando un sistema de comunicaciones electromagnético transmite información entre 2 o más ubicaciones lo hace convirtiendo la fuente original a energía electromagnética después de ser transmitida la energía vuelve a su forma original. La energía puede radiarse de varias maneras a través de un cable metálico como ondas de luz por fibra óptica o por ondas de radio emitidas por el espacio libre. La energía electromagnética que se transmite está distribuida a través de un rango de frecuencias casi infinito. El espectro de frecuencias se extiende desde las frecuencias subsónicas (unos cuantos Hertz) a los rayos cósmicos (10^{22} Hz).

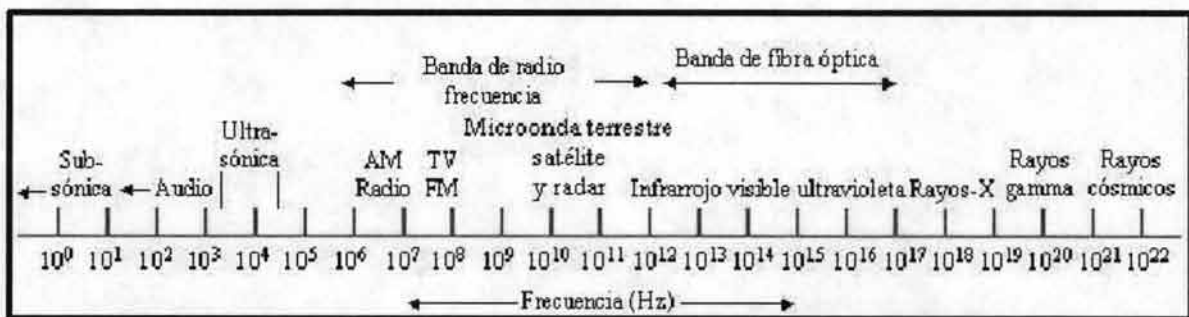


Figura I.3

Se habla de ondas de radio, es más común utilizar unidades de longitud de onda en lugar de la frecuencia. La longitud de onda es la longitud de un ciclo completo de una onda electromagnética que ocupa en el espacio. La longitud de

onda es inversamente proporcional a la frecuencia de onda e inversamente proporcional a la velocidad de propagación.

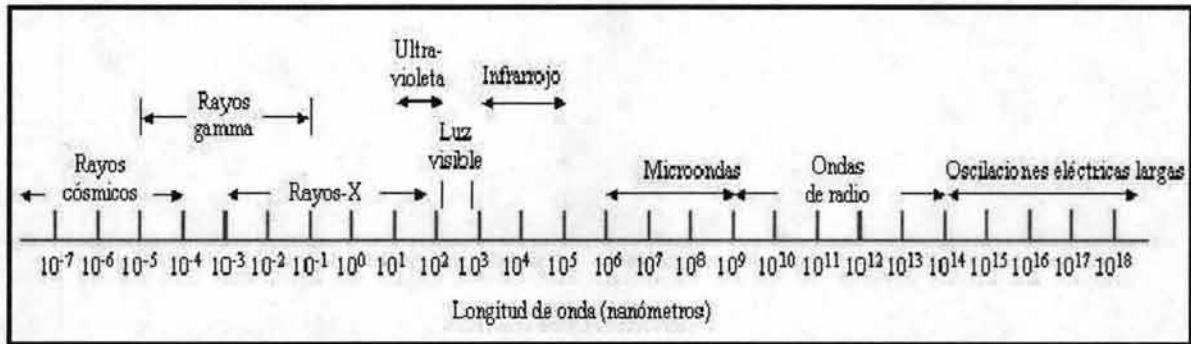


Figura I.4

En Estados Unidos las frecuencias para la propagación de ondas de radio en el espacio libre son asignadas por la FCC. El espectro de frecuencias de radio (RF) totalmente utilizable se divide en bandas de frecuencias angostas a las que se les asigna un nombre y un número de banda.

1.5 Infrarrojo.

Los infrarrojos son ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta, siendo susceptibles de ser interrumpidas por cuerpos opacos, su uso no precisa licencias administrativas y no se ve afectado por interferencias radio eléctricas externas, pudiendo alcanzar distancias de hasta 200 metros entre cada emisor y receptor.

Un ejemplo de uso es, InfraLan es una red basada en infrarrojos compatible con las redes Token Ring a 4Mbps, pudiendo utilizarse independientemente o combinada con una red de área local convencional.

También se utiliza en ordenadores personales, dispositivos como plumas digitales, ratones, teclados, agendas personales, calculadoras, controles remotos. Para transmisión o transferencia de datos dependiendo el uso de los anteriores.



Figura I.5
Dispositivo IRDA-USB

1.6 Redes Inalámbricas.

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década 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.

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

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

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 (públicas y privadas) y Redes Telefónicas Celulares. Estas últimas son un medio para transmitir información de alto precio. Debido a que los módems

celulares actualmente son más caros y delicados que los convencionales, ya que requieren circuitería especial, que permite mantener la pérdida de señal cuando el circuito se alterna entre una célula y otra. Esta pérdida de señal no es problema para la comunicación de voz debido a que el retraso en la conmutación dura unos cuantos cientos de milisegundos, lo cual no se nota, pero en la transmisión de información puede hacer estragos. Otras desventajas de la transmisión celular son:

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

Todas estas desventajas hacen que la comunicación celular se utilice poco, o únicamente para archivos muy pequeños como cartas, planos, 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 radiofrecuencia restringidas por la propia organización en sus sistemas de cómputo.

1.7. Tecnología WLAN.

1.7.1 Tipos de tecnología.

Según el diseño requerido se tienen distintas tecnologías aplicables:

Banda Estrecha

Se transmite y recibe en una específica banda de frecuencia lo más estrecha posible para el paso de información. Los usuarios tienen distintas frecuencias de comunicación de modo que se evitan las interferencias. Así mismo, un filtro en el receptor de radio se encarga de dejar pasar únicamente la señal esperada en la frecuencia asignada.

Banda Ancha

Es el usado por la mayor parte de los sistemas sin cable. Fue desarrollado por los militares para una comunicación segura, fiable y en misiones críticas. Se consume más ancho de banda pero la señal es más fácil de detectar. El receptor conoce los parámetros de la señal que se ha difundido. En caso de no estar en la frecuencia correcta el receptor, la señal aparece como ruido de fondo.

Hay dos tipos de tecnología en banda ancha:

- a) Frecuencia esperada (FHSS: Frequency-Hopping Spread Spectrum): utiliza una portadora de banda estrecha que cambia la frecuencia a un patrón conocido por transmisor y receptor. Convenientemente sincronizado, es como tener un único canal lógico. Para un receptor no sincronizado FHSS es como un ruido de impulsos de corta duración.
- b) Secuencia directa (DSSS: Direct-Sequence Spread Spectrum): se genera un bit redundante por cada bit transmitido. Estos bits redundantes son llamados "chipping code". Cuanto mayor sea esta secuencia mayor es la probabilidad de reconstruir los datos originales (también se requiere mayor ancho de banda). Incluso si uno o más bits son perturbados en la transmisión las técnicas implementadas en radio, pueden reconstruir los datos originales sin necesidad de retransmitir. Para un receptor cualquiera, DSSS es un ruido de baja potencia y es ignorado.

Infrarrojos

No es una técnica muy usada. Se usan frecuencias muy altas para el transporte de datos. Como la luz, los infrarrojos no pueden traspasar objetos opacos. Por lo que, o se utiliza una comunicación con línea de visión directa, o es una difusión.

Sistemas directos baratos se utilizan en redes personales de área reducida y ocasionalmente en LAN's específicas. No es práctico para redes de usuarios móviles por lo que únicamente se implanta en subredes fijas. Los sistemas de difusión IR no requieren línea de visión pero las células están limitadas a habitaciones individuales.

1.7.2 ¿Cómo trabajan las WLAN?

Se utilizan ondas de radio o infrarrojos para llevar la información de un punto a otro sin necesidad de un medio físico. Las ondas de radio son normalmente referidas a portadoras de radio ya que éstas únicamente realizan la función de llevar la energía a un receptor remoto. Los datos a transmitir se superponen a la portadora de radio y de este modo pueden ser extraídos exactamente en el receptor final. Esto es llamado modulación de la portadora por la información que está siendo transmitida.

De este modo, la señal ocupa más ancho de banda que una sola frecuencia. Varias portadoras pueden existir en igual tiempo y espacio sin interferir entre ellas, si las ondas son transmitidas a distintas frecuencias de radio. Para extraer los datos el receptor se sitúa en una determinada frecuencia ignorando el resto.

En una configuración típica de LAN sin cable, los puntos de acceso (Access Point, PA) conectan la red cableada de un lugar fijo mediante cableado normalizado. EL punto de acceso recibe la información, la almacena y transmite entre la WLAN y la LAN cableada. Un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios y puede funcionar en un rango de al menos treinta metros y hasta varios cientos.

El punto de acceso (o la antena conectada al punto de acceso) es normalmente colocado en alto, pero podría colocarse en cualquier lugar en que se obtenga la cobertura de radio deseada.

El usuario final accede a la red WLAN a través de adaptadores. Estos proporcionan una interfase entre el sistema de operación de red del cliente (NOS: Network Operating System) y las ondas, vía una antena.

La naturaleza de la conexión sin cable es transparente al sistema del cliente.

1.7.3 Configuraciones de las WLAN.

Pueden ser simples o complejas. La más básica se da entre dos ordenadores equipados con tarjetas adaptadoras para WLAN, de modo que pueden poner en funcionamiento una red independiente siempre que estén dentro del área que cubre cada uno. Esto es llamado "red de igual a igual".

Cada cliente tendría únicamente acceso a los recursos de otro cliente pero no a un servidor central. Este tipo de redes no requiere administración o preconfiguración.



Red peer-to-peer

Figura I.6

Instalando un Punto de Acceso (AP) se puede doblar el rango al cuál los dispositivos pueden comunicarse, pues actúan como repetidores.

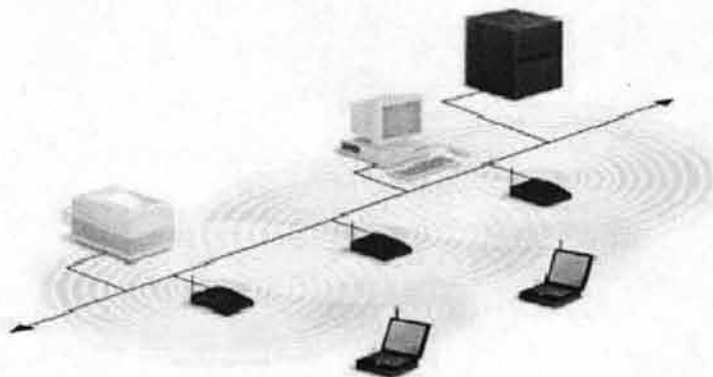


Cliente y punto de acceso

Figura I.7

Desde que el Punto de Acceso se conecta a la red cableada, cualquier cliente tiene acceso a los recursos del servidor y además, actúan como mediadores en el tráfico de la red en la vecindad más inmediata. Cada punto de acceso puede servir a varios clientes, según la naturaleza y número de transmisiones que tienen lugar. Existen muchas aplicaciones en el mundo real con entre 15 y 50 dispositivos cliente en un solo punto de acceso.

Los puntos de acceso tienen un rango finito, del orden de 150m en lugares cerrados y 300m en zonas abiertas. En zonas grandes como por ejemplo un campus universitario o un edificio, es probablemente necesario más de un Punto de Acceso. La meta es cubrir el área con células que solapen sus áreas de modo que los clientes puedan moverse sin cortes entre un grupo de puntos de acceso. Esto es llamado "Roaming".

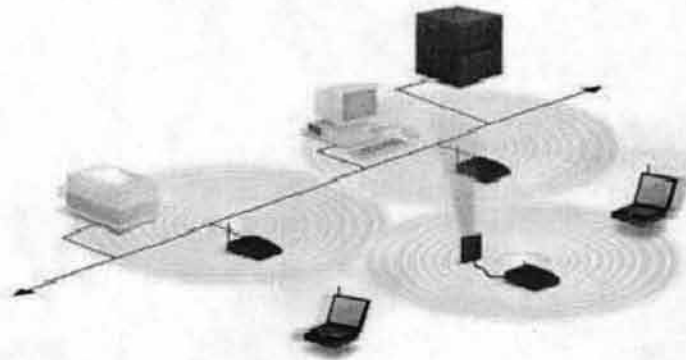


Múltiples puntos de acceso y "roaming".

Figura I.8

Para resolver problemas particulares de topología, el diseñador de la red puede elegir usar un Punto de Extensión (EP) para aumentar el número de puntos de acceso a la red, de modo que funcionan como tales, pero no están enganchados a la red cableada como los puntos de acceso.

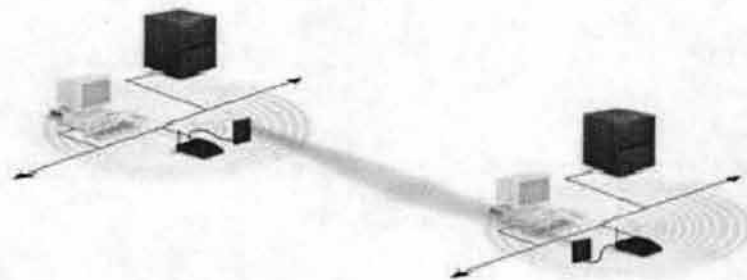
Los puntos de extensión funcionan como su nombre indica: extienden el rango de la red retransmitiendo las señales de un cliente a un Punto de Acceso o a otro Punto de Extensión. Los puntos de extensión pueden encadenarse para pasar mensajes entre un Punto de Acceso y clientes lejanos de modo que se construye un "puente" entre ambos.



Uso de un punto de extensión.

Figura I.9

Uno de los últimos componentes a considerar en el equipo de una WLAN es la antena direccional. Por ejemplo: se quiere una LAN sin cable a otro edificio a 1Km de distancia. Una solución puede ser instalar una antena en cada edificio con línea de visión directa. La antena del primer edificio está conectada a la red cableada mediante un Punto de Acceso. Igualmente, en el segundo edificio se conecta un Punto de Acceso, lo cual permite una conexión sin cable en esta aplicación.



Utilización de antenas direccionales.

Figura I.10

1.7.4 Comparativas entre WLAN y LAN cableada.

A continuación, se introduce una tabla comparativa en la que se observa fácilmente, las ventajas e inconvenientes de cada uno de los tipos de red.

<i>Propiedad estudiada</i>	<i>Tipo de Red⁺⁺⁺</i>	
	<i>WLAN</i>	<i>LAN cableada</i>
Velocidad de transmisión	Entre 1.5 y 2 Mbps.	Entre 10.5 y 20 Mbps.
Costes de Instalación	Medio	Alto
Movilidad	Si	No
Flexibilidad	Muy alta	Baja
Escalabilidad	Alta	Muy alta
Seguridad en la comunicación	Alta	Media-Alta
Demanda	Baja	Muy alta
Configuración e Instalación	Fácil	Difícil
Presencia en empresas	Baja	Alta
Integridad	Alta	Alta
Coste de expansión	Medio	Alto
Efectos nocivos	Bajo	Nulo
Licencia	Si	No

Tabla I.1 - Comparativa WLAN-LAN

Respecto a la tabla anterior, comentar que aunque parezca curioso, el coste de instalación y mantenimiento de una WLAN es más bajo que el de una red tradicional por dos razones:

En primer lugar, una red WLAN elimina directamente los costes de cableado y el trabajo asociado con la instalación y reparación; en segundo lugar una red WLAN simplifica los cambios, desplazamientos y extensiones.

Referente a la seguridad, las WLAN son más seguras ya que disponen de las complejas técnicas de cifrado de datos que surgieron con el desarrollo de aplicaciones militares.

Pese a que en la tabla comparativa se observan parecidos resultados en la mayor parte de las características, si se observa el factor demanda, se aprecia una clara desconfianza en que las WLAN consigan sustituir a las redes cableadas, ello se debe principalmente a la dificultad de conseguir que el ancho de

⁺⁺⁺ Fuente: Agilent Technologies, 1998

banda/velocidad sea equiparable a la red convencional y a que aún hay una necesidad de estándares claros.

Respecto a la presencia en empresas, la red cableada tiene una clara ventaja sobre la WLAN, ya que la última sirve más bien como punto de apoyo, cooperación y complementación más que de pura competencia.

Un ejemplo de esta cooperación se tiene en el uso que se hace de las WLAN en lugares como almacenes y corporaciones, donde se dispone de una red cableada principal en donde existen los sistemas informáticos de bases de datos, que serán consultadas por los sistemas móviles a través de un Punto de Acceso a WLAN.

1.8. IEEE802.11.

1.8.1 Introducción.

IEEE802.11 es un estándar para redes inalámbricas definido por la organización Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), instituto de investigación y desarrollo, de gran reconocimiento y prestigio, cuyos miembros pertenecen a decenas de países entre profesores y profesionales de las nuevas tecnologías.

El estándar IEEE802.11 es un estándar en continua evolución, debido a que existen cantidad de grupos de investigación, trabajando en paralelo para mejorar el estándar, a partir de las especificaciones originales.

La primera versión del estándar fue definida en 1997. Aunque el Comité evaluador fue creado en 1990, muestra del gran desarrollo que ha sido la primera versión. Esta versión trata de ofrecer varias formas para poder interconectar ordenadores y otros dispositivos sin la necesidad de cables. Esta primera versión, visto hoy, está obsoleta, pero ha marcado un principio para una tecnología prometedora.

Se ofrecen tres alternativas en cuanto a tecnología subyacente para poder realizar la red. Ofrece entre otras cosas tres capas físicas, por la cual se enviarían los datos infrarrojos (IR), por la banda ISM 2.4Ghz con técnicas de espectro ensanchado, ya sea con salto en frecuencias como por secuencia directa. Más adelante se mostrará las diferencias de una y de otra. Con el estándar original se consiguen velocidades hasta un máximo de 2Mbps tanto por radiofrecuencia como por infrarrojos.

Posteriormente y como consecuencia de la incorporación de las investigaciones de los grupos de trabajo 11b y 11a se ha conseguido mejorar las tasas máximas de transmisión. Más concretamente con 11b se ha podido conseguir 11Mbps en la banda de 2.4Ghz, usando técnicas de espectro ensanchado y secuencia directa, cambiando además la modulación, clave para mayores tasas de transferencia.

Por otra parte, el grupo de trabajo 11a, ha conseguido acercar las redes inalámbricas a las cableadas, con una velocidad máxima de 54Mbps. Esta revisión, promovido fuertemente desde empresas estadounidenses en aras de las mejores prestaciones, trae de cabeza a todo aquel que quiera usarlo en Europa o Japón, por el tema de las licencias ya comentadas en la introducción.

Otros grupos definidos trabajan, entre otras cosas, en:

- **Grupo 11c:** Añadir soporte MAC en 802.1 para operaciones de puente para el estándar 802.11.
- **Grupo 11d:** Definir nuevos requerimientos para la capa física, como puede ser canales, secuencias de saltos y otros requerimientos para hacer funcionar 802.11 en otros países, donde no es posible implantar 802.11, puesto que no tienen 2.4Ghz libre o es más corto; entre ellos España, por tener parte de la banda destinada a usos Militares.
- **Grupo 11e:** Mejorar el MAC del 802.11 para que pueda manejar de forma adecuada Calidad de Servicio, poder tener clases de servicio y mejorar los mecanismos de seguridad y autenticación. Mejorar el PCF y DCF de manera que se mejore la eficiencia.
- **Grupo 11f:** Ayudar la interoperabilidad entre puntos de acceso.
- **Grupo 11g:** Conseguir mejorar la tasa de transmisión, por encima de 20Mbps en la banda de 2.4Ghz, usando otras codificaciones
- **Grupo 11h:** Mejorar la capa física (PHY) en la banda de 5Ghz para países europeos. Por el tema de las licencias es imposible transmitir en esta banda en Europa, de ahí que estas investigaciones se centren en elaborar mecanismos de selección entre interiores y exteriores.
- **Grupo 11i:** Desarrollar nuevos mecanismos en el nivel MAC para obtener mayores prestaciones en cuanto a seguridad.

Como ya se ha visto, hay cantidad de grupos de investigación hoy día, trabajando en paralelo, con el objetivo común de mejorar el estándar en diversos aspectos. De ahí que se puede concluir que se trate de una especificación en continua evolución con posibilidad de adaptarse a nuevos requerimientos y demandas de usuario en un futuro.

1.8.2 IEEE802.11 Tecnología.

Como ya se ha explicado, el estándar permite el uso de varios medios y técnicas para establecer conexiones. El estándar original permite usar infrarrojos, espectro expandido tanto en salto en frecuencias como secuencia directa. Todo ello con la ventaja de usar una capa de acceso al medio (MAC) común.

Ello da mucha flexibilidad a los desarrolladores e investigadores, que pueden olvidarse de ciertos aspectos ya que no existe dependencia directa entre ellos.

Existe multitud de aspectos técnicos, en la que sería imposible de citar y tratar todas, de forma que se ha optado por incluir las más importantes de cara a la comprensión de la tecnología y para poder explicar después la comparativa final entre las distintas tecnologías.

Los estándares de IEEE802.11 son de libre distribución y cualquier persona puede ir a la página Web del IEEE y descargarlos. Estos estándares sólo definen especificaciones para las capas físicas y de acceso al medio y para nada tratan modos o tecnologías a usar para la implantación final.

Esto debe permitir y facilitar la interoperabilidad entre fabricantes de dispositivos IEEE802.11 y para asegurarse de ello se ha creado una alianza denominada WECA^{***} para crear y definir procedimientos para conseguir certificados de interoperabilidad y de cumplir las especificaciones, todo dentro de un estándar llamado WiFi o también llamado "Wireless Fidelity". El nombre además es un indicativo del enfoque doméstico y muy enfocado hacia el usuario final.

^{***} (Wireless Ethernet Compatibility Alliance / Alianza para la Compatibilidad de Ethernet Inalámbrica) Alianza de fabricantes formada para mantener la compatibilidad entre dispositivos wireless. La WECA creó el estándar de dispositivos inalámbricos Wifi, que cumplen la norma IEEE 802.11b.

1.8.2.1 Capa Física (PHY).

La capa física en cualquier red define la modulación y características de señalización para la transmisión de datos en ese medio. Como ya se ha dicho, en este estándar hay dos métodos de transmisión: por radiofrecuencias y por infrarrojos.

Para poder transmitir para redes inalámbricas en bandas sin licencia se necesita usar técnicas de espectro ensanchado, ello está definido en los requerimientos de casi todos los países.

Radio Frecuencia.

La banda de 2.4Ghz tiene un ancho de 83Mhz, aunque en España tan sólo se tenga 23Mhz, como Francia y Japón. Este ancho está comprendido entre 2.400Ghz y 2483Ghz. Además hay definiciones de potencia máxima de transmisión definidas por los distintos organismos de regulación, en EEUU se define una potencia máxima de 1W, para Europa es 10mW cada 1 Mhz y para Japón es 10mW.

Las definiciones para la transmisión por radiofrecuencia en los estándares son espectro ensanchado por salto en frecuencias (FHSS) y espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS). Ambos, están definidos para trabajar en la banda de 2.4Ghz; y DSSS además tiene una variante en la banda de los 5Ghz, que consigue mayores velocidades de transmisión.

FHSS.

Salto en frecuencias se refiere a un sistema que periódicamente cambia las frecuencias en la que transmite. La banda entera se usa y ello contribuye a aumentar la seguridad frente a escuchas y ayuda a suprimir ruido e interferencia. Tiene 22 patrones de saltos predefinidos usando los 79 canales de 1Mhz a un mínimo de 2.5 saltos por segundo. Además, hay importantes problemas de sincronización para que tanto transmisor como receptor salten a la vez, de ahí que se defina paquetes de sincronización.

Para la modulación FHSS usa FSK gaussiano de 2 ó 4 niveles. Las velocidades típicas conseguidas son de 1 y 2 Mbps para FHSS.

DSSS.

Las modulaciones usadas para DSSS son BPSK y DQPSK para el estándar original, y para 11b que permite conseguir 11Mbps se utiliza CCK. 1, 2, 5 y 11 para DSSS, ya sea velocidad original o parte de 11b.

Además, se ha definido una variante de IEEE802.11 incorporado recientemente a la especificación que permite conseguir 54Mbps en la banda de 5Ghz, con un ancho de banda de hasta 300MHz y usando una modulación OFDM.

El modo de funcionamiento es el siguiente: el sistema de radio usando DSSS trabaja en un canal fijo y preconfigurado, esto le permite obtener mayores tasas de transferencia, con la desventaja de ser más sensible a interferencia y a señales procedentes de otros dispositivos usando la misma frecuencia. De manera que es posible tener tres puntos de acceso con tres canales diferentes, sin solapar en un mismo emplazamiento, sin tener en cuenta ningún tipo de planificación. Aunque para más de tres puntos de acceso, sí es necesaria cierta planificación para poder mantener las velocidades, puesto que el solape de celdas y frecuencias tendrá un deterioro sobre el rendimiento.

Para transmitir la capa física, DSSS utiliza una secuencia de Barker de 11bits, ello le permite extender los datos antes de ser transmitidos. Cada bit transmitido es modulado por la secuencia de 11bits, esto permite extender uniformemente la energía de transmisión por un ancho de banda mayor que si se enviase de forma directa. Otra ventaja de la técnica es que permite reducir el efecto de las interferencias que afecten en una banda pequeña.

Pero hoy día, casi todos los fabricantes optan por la versión 11b (High Rate), también basado en DSSS. Esto hace que la migración de 2Mbps a 11Mbps sea muy sencilla, puesto que el esquema de modulación subyacente es muy similar. Además, se permite la coexistencia entre los sistemas permitiendo de igual forma una gradual transición entre sistemas, tal como puede ser cambiar de una Ethernet de 10Mbps a otro de 100Mbps.

Para conseguir 11Mbps, la capa física del 11b utiliza tecnología CCK para codificar los datos, ello permite obtener las velocidades de hasta 11Mbps con posibilidad de bajar a 5.5Mbps ó 2-1Mbps si fuese necesario. Como en las redes cableadas, un aumento de la tasa de transmisión permite usar muchas aplicaciones nuevas, como "streaming"^{sss} de video/audio que el estándar anterior se quedaba corto.

También cabe mencionar, que debido a los temas de licencias en Europa, y la problemática de no poder utilizar 11a, IEEE tiene un grupo de trabajo investigando en cómo aumentar las prestaciones en la banda de 2.4Ghz. Este grupo, 11g, ya ha conseguido 22Mbps y parece ser que en un futuro próximo podrá aumentar la velocidad hasta equipararse a 11a sin tener los problemas legales de éste.

^{sss} Medios por caudales. Streaming hace referencia a los ficheros multimedia, como video clips y sonido. Los media son entregados en "stream" (caudales) a partir del servidor de manera que no haya que esperarse varios minutos o más para descargar ficheros multimedia.

Capa Física de Infrarrojos.

Se soporta un estándar infrarrojo para comunicaciones inalámbricas que opera en la banda de 850 a 950nm (300 a 428Ghz) con una potencia máxima de 2W. Se utiliza una modulación PPM de 4 ó 16 niveles con lo que se consigue una velocidad máxima de 1-2 Mbps.

Se considera que la transmisión por infrarrojos es más seguro ante escuchas, puesto que la comunicación por infrarrojos necesita línea de vista para comunicarse, no como las radiofrecuencias que pueden ser interceptadas sin que nadie lo sepa. Sin embargo, las transmisiones por infrarrojos pueden ser afectadas por cuerpos opacos y por la luz solar; los mecanismos de 802.11 por radiofrecuencia sí incluyen alguno que otro método para seguridad.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de las distintas capas físicas para la misma capa de acceso al medio:

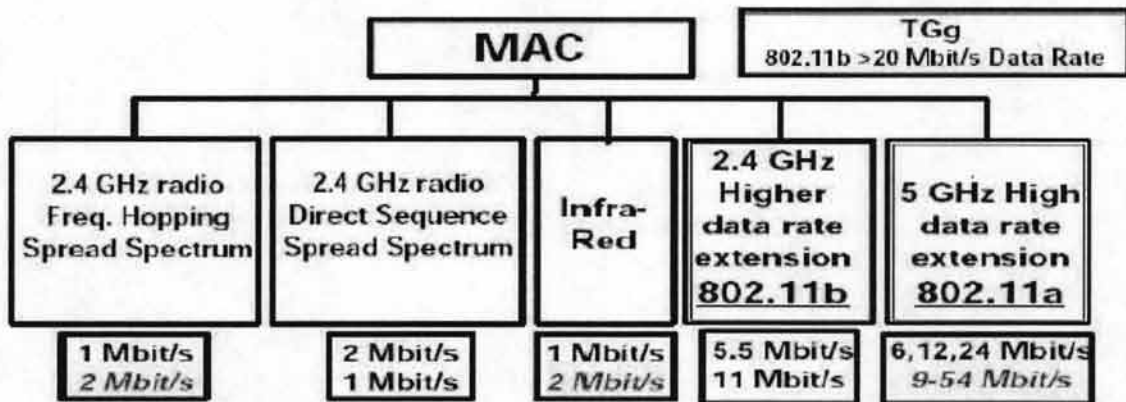


Figura I.11

1.8.2.2 La Capa de Acceso al Medio (MAC)

La especificación de la capa MAC del IEEE802.11 tiene muchas similitudes con el estándar de Ethernet cableado (IEEE802.3). El protocolo del 802.11 es un esquema de protocolo conocido como detección de portadora, acceso múltiple, evitando colisiones (CSMA/CA). Este protocolo evita las colisiones, en vez de detectarlas como el algoritmo de 802.3. Es extremadamente difícil detectar colisiones en una red de transmisión de radiofrecuencias y de ahí, que se trate de evitar las colisiones.

La capa MAC opera junto con la capa física muestreando la energía del medio transmisor de datos. El protocolo CSMA/CA permite opciones para que se puedan minimizar las colisiones usando tramas de transmisión RTS/CTS, datos y reconocimientos de una manera secuencial. Junto a estas tramas se suele incorporar datos de duración de los envíos, con tal de asegurar que esos envíos no van a ser interrumpidas, ya que los demás nodos saben que deben estar callados durante esa duración de tiempo, todo ello además es asegurada y confirmada con reconocimientos. Pero un problema común a cualquier WLAN es el problema de los nodos ocultos. Esto puede llegar a reducir las prestaciones en un 40% en una WLAN con alta carga. Ocurre cuando un nodo no puede escuchar transmisiones de un nodo, y trata de transmitir a un nodo que si puede escucharlas, allí se puede generar muchas colisiones. Algunas mejoras se han incorporado para evitar el problema con el uso de RTS/CTS de una manera inteligente.

Además, se utilizan tiempos entre tramas para evitar colisiones, ello aparte de evitar colisiones, permite además cierto uso de clases de calidad o por lo menos de preferencia de un tráfico sobre otro, utilizando funciones de coordinación puntual y de permitir el acceso al medio de tráfico prioritario antes que a los demás.

Las tramas MAC contienen los siguientes componentes básicos:

- Una cabecera MAC, que comprende campos de control, duración, direccionamiento y control de secuencia
- Un cuerpo de trama de longitud variable, que contiene información específica del tipo de trama
- Un secuencia checksum (FCS) que contiene un código de redundancia CRC de 32 bits

Las tramas MAC se pueden clasificar según tres tipos:

- Tramas de datos.
- Tramas de control. Los ejemplos de tramas de este tipo son los reconocimientos o ACKs, las tramas para multiacceso RTS y CTS, y las tramas libres de contienda
- Tramas de gestión. Como ejemplo podemos citar los diferentes servicios de distribución, como el servicio de Asociación, las tramas de Beacon o portadora y las tramas TIM o de tráfico pendiente en el punto de acceso.

El formato de la trama MAC genérica tiene el siguiente aspecto:

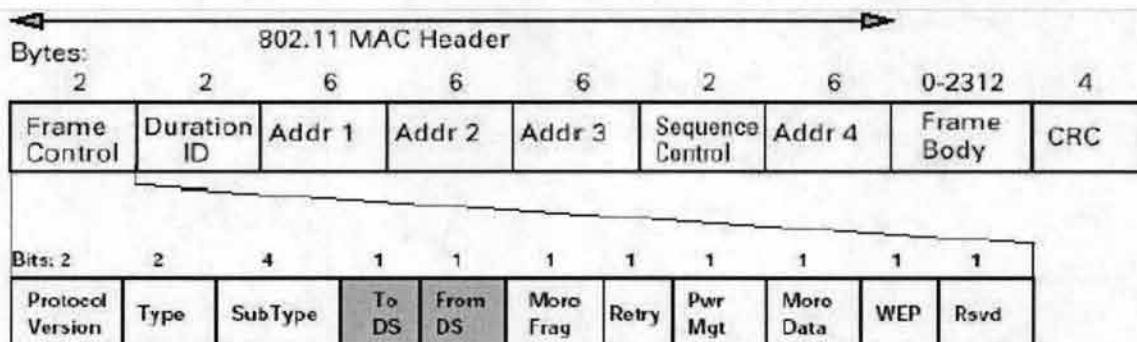


Figura I.12

Los campos que componen esta trama son:

- Campo de control. Merece examinar aparte. Lo haremos más abajo.
- Duration/ID. En tramas del tipo PS o Power-Save para dispositivos con limitaciones de potencia, contiene el identificador o AID de estación. En el resto, se utiliza para indicar la duración del periodo que se ha reservado una estación.
- Campos address1-4. Contiene direcciones de 48 bits donde se incluirán las direcciones de la estación que transmite, la que recibe, el punto de acceso origen y el punto de acceso destino.
- Campo de control de secuencia. Contiene tanto el número de secuencia como el número de fragmento en la trama que se está enviando.
- Cuerpo de la trama. Varía según el tipo de trama que se quiere enviar.
- FCS. Contiene el checksum.

Los campos de control de trama son:

- Versión.
- Type/Subtype. Mientras tipo identifica si la trama es del tipo de datos, control o gestión, el campo subtipo nos identifica cada uno de los tipos de tramas de cada uno de estos tipos.
- ToDS/FromDS. Identifica si la trama si envía o se recibe al/del sistema de distribución. En redes ad-hoc, tanto ToDS como FromDS están a cero. El caso más complejo contempla el envío entre dos estaciones a través del sistema de distribución. Para ello situamos a uno tanto ToDS como FromDS.
- Más fragmentos. Se activa si se usa fragmentación.
- Retry. Se activa si la trama es una retransmisión.
- Power Management. Se activa si la estación utiliza el modo de economía de potencia.
- More Data. Se activa si la estación tiene tramas pendientes en un punto de acceso.
- WEP. Se activa si se usa el mecanismo de autenticación y encriptado.
- Order. Se utiliza con el servicio de ordenamiento estricto, en el cual no nos detendremos.

Asociación, Reasociación y "Roaming".

Aparte de las funciones anteriormente mencionadas está la asociación y reasociación de la estación móvil al punto de acceso, o a otros dispositivos si se esta en modo "ad-hoc".

Para explicar esto primero se describiran los dos modos de funcionamiento de los dispositivos IEEE802.11, Infraestructura y "ad-hoc".

En el modo de infraestructura, se utilizan puntos de acceso (AP), estos dispositivos realizan una importante labor para el mantenimiento de la red simplificándolo en gran medida. Los puntos de acceso deberán proveer soporte de asociación y autenticación para que los dispositivos puedan conectarse con él, permitir "Roaming" para dispositivos procedentes de otros AP de la misma red. Además, deberán aportar mecanismos de sincronización, control de energía y funciones de calidad de servicio.

Un punto de acceso permite cubrir una célula y dar cobertura a toda una zona, esta zona se le conoce como BSS o conjunto de servicios básicos. Además, los AP podrían estar interconectados, o conectados a una red cableada, esto permite extender el alcance de la red, ya que donde no llegue el alcance de un AP llegará otro, para ello se hacen necesarias funciones de "Roaming" entre celdas.

Estar conectado a una red fija, o una LAN, permitirá a los dispositivos móviles acceder a servicios de las LAN tradicionales, como intranets o recursos fijos.

Varios AP's conectados, forman un ESS o conjunto de servicios extendidos. Y la red que los conecta se le conoce como sistema de distribución. Este sistema de distribución podría estar montado sobre cualquier sistema, no siendo limitado a variantes de IEEE802.3.

El segundo modo de funcionamiento es el modo "ad-hoc". Este modo utiliza mecanismos para crear redes "al vuelo", sin ningún tipo de infraestructura. Esto puede ser muy interesante de cara a redes de área personal, o para redes domésticas destinadas para usuarios con pocos conocimientos de comunicaciones. En este tipo de redes la comunicación es directa máquina a máquina y el alcance esta dado por el alcance individual de cada máquina. También se dice que forma un BSS.

En las siguientes figuras se muestra un ejemplo de cada uno de los modos de funcionamiento:

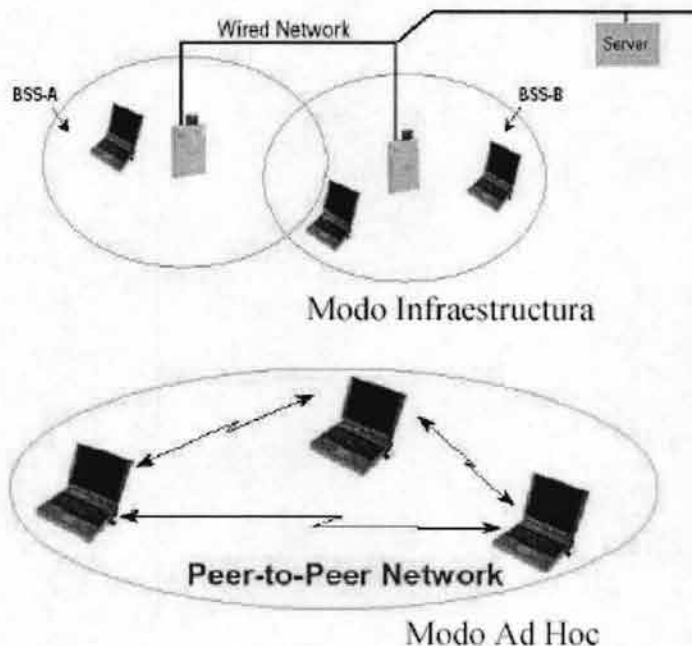


Figura I.13

Cuando una estación quiere acceder a un BSS existente, ya sea tras arrancar, o tras haberse "dormido" o simplemente entrando en una nueva celda, la estación móvil necesita sincronizarse con el Punto de Acceso o con otra estación si funciona en modo "ad-hoc".

Existen dos modos de obtener esta información:

- **Búsqueda Pasiva:** La estación espera hasta encontrarse con una trama de sincronización del AP (Beacon Frame).
- **Búsqueda Activa:** En este caso la estación móvil intenta buscar un AP, "preguntando" en cada canal hasta obtener una respuesta con la información requerida.

Tras haber localizado un AP y haberse sincronizado con él, es necesario un proceso de autenticación para evitar usuarios no autorizados. Para autenticarse se deberá mostrar el conocimiento común de una clave. Tras autenticarse es necesario un proceso de asociación, en la asociación se intercambian datos sobre las capacidades de cada una de las partes, así el AP sabe dónde se encuentra localizada la estación. A partir de este momento, ya es posible recibir y transmitir tramas.

Pero cuando el acceso a una BSS es tras dejar otra y se quiere seguir manteniendo la conexión a la red ("Roaming"), se introducen muchos problemas y aún hay mucha discusión en todo el mundo inalámbrico (no sólo las WLAN) en cuanto a la forma óptima de proceder. El "Roaming" en WLAN es como el conocido "Handover" en teléfonos celulares, pero con dos pequeñas diferencias:

- En un sistema LAN basado en paquetes, la transición de celdas podría estar entre transmisiones de paquetes, en contraposición de los teléfonos que podría ser durante una conversación telefónica, lo cual hace que sea un poco más fácil.
- Por otra parte una desconexión temporal en telefonía podría no afectar el significado de la conversación pero sí alteraría el valor de los datos recibidos y se procedería a retransmisiones.

El estándar 802.11 no define cómo ni qué pasos se deben seguir para realizar el proceso de "Roaming", pero dado los mecanismos de búsqueda y reasociación, el problema es bastante sencillo.

Sincronización entre AP y estaciones es fundamental para tener una comunicación fiable, además de realizar correctamente los saltos en el caso de que se estuviera en un sistema FHSS, aparte es necesario y fundamental para realizar funciones de ahorro de energía, puesto que se realiza por parte del AP, como ya se verá más adelante.

En el modo de infraestructura esto se hace actualizando los relojes de las estaciones con los relojes de los AP, siguiendo el siguiente mecanismo: El AP, transmite de forma periódica tramas llamadas "Beacon"^{****}, estas tramas contienen información sobre el valor del reloj del AP en el momento de transmisión. Las estaciones las reciben y si procede, actualiza su reloj con el del AP para mantener la sincronización.

^{****} Los **Beacon** son una serie de radiofaros distribuidos por la superficie terrestre que emiten en diferentes frecuencias. Es una transmisión automática que sirve para identificar a la estación a intervalos de tiempo regulares. Se sugiere que los Beacons no sean transmitidos en canales con mucho tráfico.

Ahorro de Energía.

Las WLAN son típicamente relacionadas con aplicaciones y dispositivos móviles. Y los dispositivos móviles típicamente son alimentados por batería. La tecnología de batería siempre ha ido detrás de lo deseable, de ahí lo importante que es gastar lo mínimo en energía, para asegurar lo más posible la vida de la batería y no tener que recargar continuamente. De ahí que IEEE802.11 incluya expresamente en el estándar, temas de ahorro de energía y define un mecanismo para que dispositivos puedan dormirse durante largos periodos de tiempo sin perder información.

La idea principal detrás del mecanismo es que los AP mantengan un registro de las estaciones "dormidas", y vayan guardando las tramas de las estaciones que por estar "dormidas" no pueden recibirlos. Se guardará las tramas hasta que los pida expresamente la estación o cambien su estado.

Los AP envían en los "Beacons", aparte de información de sincronización, información respecto que estaciones tienen tramas guardadas en el AP. Las estaciones se "despiertan" para escuchar los "Beacons", y en el caso de que el AP tenga alguna trama se les enviará, y posteriormente si hace falta pueden volver a "dormirse". Las redes "ad-hoc" también implementan ahorro de energía de forma distribuida, no centralizada como en el caso de las redes con infraestructura.

Además la velocidad de transmisión, implica un gasto de energía, y para mayores velocidades se necesita más potencia de transmisión.

IEEE802.11b típicamente envía datos a 11Mbps a 40mW de potencia, para que 11a transmita a 54Mbps es necesario transmitir a 200mW, 5 veces más. Esto conlleva un impacto negativo en la duración de la batería, aunque por contrapartida por transmitir más rápido 11a podrá acabar antes y poder dormirse.

Seguridad y Privacidad.

En cuanto a seguridad, se indica en el estándar, métodos opcionales para aquellos preocupados por la posibilidad de escuchas de terceros. La seguridad opcional se obtiene por una técnica de encriptación conocida como el algoritmo WEP o privacidad equivalente a cableada. WEP está basado en proteger los datos transmitidos por el medio de radiofrecuencia usando una clave de 40 bits, un vector de inicialización de 24 bits y un algoritmo de encriptación RC4. Cuando se habilita WEP, sólo se protegen los datos de usuario del paquete y no las cabeceras, para que otras estaciones puedan escuchar a los datos de control necesarios para mantener la red. Sin embargo, las demás estaciones serán incapaces de descifrar los datos de usuario.

Estos mecanismos ayudarán a evitar acceso a la red por usuarios no deseados, ya que se prueba la estación que quiera unirse a la red con el conocimiento de la clave actual, de forma similar a como se hace en una red cableada.

Hay que decir que es un algoritmo que hoy por hoy podemos considerar inseguro a nivel de encriptación. Unos ordenadores preparados para tal fin podrían romper por fuerza bruta la clave. De ahí que existan extensiones propietarias de hasta 128 bits para aumentar la seguridad.

Alcance.

Para poder implementar una red, sería deseable que fuese igual a las redes cableadas anteriores, tanto en prestaciones como en alcance. El alcance va a ser un elemento fundamental a la hora de elegir una u otra tecnología inalámbrica, ya que mayor alcance puede significar mayor flexibilidad y menores costes de instalación si se puede cubrir más espacio con menos puntos de acceso.

Por definición de los estándares, el alcance es comparable a la de un medio cableado para el caso de utilizar IEEE802.11b aproximadamente de 100m con una velocidad de 11Mbps con unas buenas condiciones ambientales. Pero para el caso de ir hacia mayores velocidades de momento se ha de utilizar tecnología basada en 11a, tecnología que funciona a mayores frecuencias, y por tanto con necesidad de una mayor potencia de envío para la misma distancia. Además, transmisiones a tan alta frecuencia llevan implícito una alta energía, siendo muy fácil alterar la señal por cualquier ruido o interferencia. De ahí que se pueden sacar importantes conclusiones a la hora de comparar 11b con 11a, este segundo necesariamente tendrá un menor alcance.

De hecho, para mantener 54Mbps es necesario un radio máximo de 10m respecto del AP, minúsculo si comparamos a 11b cuya máxima velocidad se mantiene a los 100m.

De igual forma, para una velocidad constante de 11Mbps es necesario 4 AP 11a, frente a uno sólo 11b, puesto que 11a, a esta velocidad tan sólo tiene un radio de cobertura de 50 metros.

Teniendo en cuenta el coste actual de la tecnología 11a, bastante por encima de 11b, con el coste de adquirir un mayor número de AP para cubrir la zona.

En la siguiente figura, lo anterior se puede mostrar de una forma gráfica:

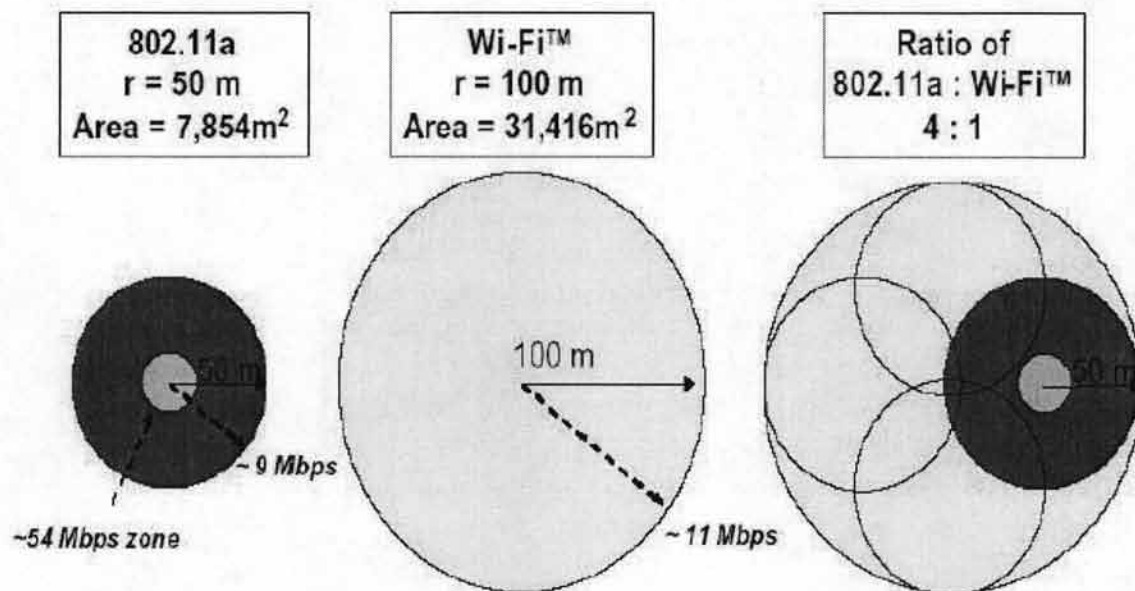


Figura I.14

Se tratan de elementos de red totalmente funcionales y de gran complejidad, pero en realidad los precios altos para usuarios normales, no lo son tanto para el que realmente necesite de esta tecnología. Además, estos precios están bajando de una forma drástica, y pronto se verá la gran explosión en cuanto a esta tecnología, con precios asequibles y velocidades más que razonables.

Capítulo II.

Tecnología Bluetooth™

El sobrenombre **Bluetooth™** de la tecnología que se analiza en esta investigación es un nombre tomado de un Rey Danés del siglo X, llamado Harald Blátand (**Bluetooth**), que fue famoso por sus habilidades comunicativas, y por haber logrado el comienzo de cristianización en su cerrada sociedad vikinga.

La iniciativa **Bluetooth™** tiene como objetivo aumentar la efectividad de las comunicaciones entre cortas distancias, tanto en el área de trabajo como en los espacios públicos.

Las bases de ésta investigación estarán en orientar al lector para darle una idea concreta de qué se trata la tecnología, cómo funciona, cómo está diseñada y cómo se está usando ahora y a futuro. Se hará cierto énfasis en las tecnologías competentes para dar una mejor perspectiva del campo de acción de **Bluetooth™** y de cómo compite o se complementa con ellas. Para terminar, se dará una impresión general del estado de **Bluetooth™** y sus posibilidades a futuro.

2.1 ¿Qué es Bluetooth™?

Bluetooth™ es una tecnología que provee un camino fácil para la computación móvil, para la comunicación entre dispositivos y conectarse a Internet a altas velocidades, sin el uso de cables. Además, se busca facilitar la sincronización de datos de ordenadores móviles, teléfonos celulares y manejadores de dispositivos.

La Tecnología **Bluetooth™** es de pequeña escala, bajo costo y se caracteriza por usar enlaces de radio de corto alcance entre móviles y otros dispositivos, como teléfonos celulares, puntos de accesos de red (access points) y ordenadores. Esta tecnología opera en la banda de 2.4 GHz. Tiene la capacidad de atravesar paredes y maletines, por lo cual es ideal tanto para el trabajo móvil, como el trabajo en oficinas.

Bluetooth™, es básicamente, un estándar para comunicaciones inalámbricas. Su tecnología elimina la necesidad de utilizar los numerosos e incómodos cables que habitualmente se conectan a nuestros ordenadores personales (PC's), teléfonos celulares, ordenadores portátiles y a todo tipo de dispositivos de mano.

Un pequeño microchip **Bluetooth™**, que incorpora un radio transmisor, es introducido en los dispositivos digitales. La tecnología **Bluetooth™** se encarga de realizar todas las conexiones de forma inmediata, sin utilizar ni un sólo centímetro de cable. Es decir, describe cómo pueden interconectarse todo tipo de dispositivos inalámbricos, ya sea en el hogar o en la oficina, utilizando una conexión de corto alcance. Permite rápidas y seguras transmisiones tanto de voz como de datos, incluso cuando los dispositivos no se encuentran en su radio de acción. Al estar orientado al uso personal, las distancias de comunicación son del orden de la decena de metros, y sólo con adecuados amplificadores y antenas se pueden alcanzar distancias de aproximadamente 100 m. Una de sus principales ventajas sobre otros sistemas de comunicaciones inalámbricas es su radio de acción, bastante superior al de los dispositivos que funcionan por infrarrojos, permitiendo la comunicación incluso cuando los aparatos están separados por objetos o paredes.

Bluetooth™ opera en una banda de frecuencias que va de 2400 MHz a los 2483 MHz. Esta banda se encuentra liberalizada en gran parte del mundo, salvo excepciones como Francia, España y Japón. Sólo existe un pero, y es que, al existir variaciones en el ancho de banda en diferentes países, los aparatos vendidos en éstos no está muy claro que sean compatibles con el resto.

2.1.1 ¿Cómo surgió el Estándar?

Durante 1994, surgió la idea de investigar la posibilidad de crear un dispositivo de bajo costo que sirviera para comunicar diversos dispositivos, la idea era hacerlo basado en un estándar estricto para que su uso se popularizara y diversos fabricantes pudieran desarrollar dispositivos que lo utilizaran. En 1998, un grupo de industrias líderes en ordenadores y telecomunicaciones, incluyendo Intel, IBM, Toshiba, Ericsson y Nokia, estuvieron desarrollando dicho dispositivo. Para asegurar, que esta tecnología esté implantada con un empalme perfecto en un diverso rango de dispositivos, esos líderes formaron un grupo de intereses especiales (Special Interests Group - SIG). El SIG fue rápidamente ganando miembros, como las compañías 3Com, Axis Communication, Compaq, Dell, Lucent Technologies UK Limited, Motorola, Qualcomm y Xircom.

2.2. Necesidades del Estándar.

El programa de especificaciones de **Bluetooth™** es el vínculo grande de esta interoperabilidad entre dispositivos que puedan ser competencia de los propios fabricantes involucrados, así como del país en el van a ser usados. Diferentes tecnologías para un mismo cometido.

Cuando se pretende crear un estándar, son demasiadas las cosas que hay que tener en cuenta, y para ello surge el **Bluetooth™** SIG, como un elemento de trabajo cooperativo que garantizara y velara por el trabajo a favor de esta especificación tecnológica, con el fin de promover una completa interoperabilidad entre las empresas participantes, entre los elementos integrados que resulten, y todo ello al objeto de conseguir una tecnología propia, pero manteniendo el mismo interés común.

El modelo de "empleo o de uso" de esta tecnología es sobradamente conocido. Sin embargo, el problema estriba en el solapamiento de la funcionalidad de cada uno de los dispositivos. Una solución conjunta a elementos individuales. Pero a partir de un desarrollo basado en el estudio de perfiles, con el fin de reducir el número de opciones y establecer una serie de parámetros que se rigen como la base de trabajo, y que también establecen los procedimientos a tener en cuenta para los futuros estándares tecnológicos. La experiencia común del usuario es algo ya definido. Un ejemplo de esto es que un ratón para ordenador de datos no necesita establecer una comunicación con unos auriculares, y sin embargo existen multitud de diferentes modelos en el mercado. En definitiva, se busca la relatividad, pero no la interdependencia. Ha de establecer coexistencia de tecnología, pero ninguna de ellas debe de anular a alguna de las otras.

El perfil se convierte en una parte esencial del SIG, puesto que todos los dispositivos han de ser comprobados y certificados en función de no sólo un perfil, sino se cientos de ellos. De modo que es necesario obtener una certificación completa de todos los elementos y requerimientos técnicos. Aun así el número de perfiles sigue aumentando y más alta es la participación de empresas en este proyecto, y con mayor cantidad de dispositivos que se pretenden interconectar.

2.3 Especificaciones.

La especificación de **Bluetooth™** define un canal de comunicación de máximo 720 Kb/segundo con rango óptimo de 10m (opcionalmente 100m).

La frecuencia de radio con la que trabaja está en el rango de 2.4 a 2.48Ghz con amplio espectro y saltos de frecuencia con posibilidad de transmitir en full duplex con un máximo de 1600 saltos/segundo. Los saltos de frecuencia se dan entre un total de 79 frecuencias con intervalos de 1 Mhz; esto permite brindar seguridad y robustez. La potencia de salida para transmitir a una distancia máxima de 10m es de 0dBm (1 mW), mientras que la versión de largo alcance transmite entre -30 y 20dBm (100 mW).

Para lograr alcanzar el objetivo de bajo consumo y bajo costo, se ideó una solución que se puede implantar en un solo circuito integrado utilizando circuitos CMOS. De esta manera, se logró crear una solución de 9x9mm y que consume aproximadamente 97% menos energía que un teléfono móvil celular común.

El protocolo de banda base (canales simples por línea) combina conmutación de circuitos y paquetes. Para asegurar que los paquetes no lleguen fuera de orden, las ranuras de expansión pueden ser reservadas por paquetes síncronos, un salto diferente de señal es usado para cada paquete. Por otro lado, la conmutación de circuitos puede ser asíncrono o síncrono. Tres canales de datos síncronos (voz), o un canal de datos síncrono y uno asíncrono, pueden ser soportados en un solo canal. Cada canal de voz puede soportar una tasa de transferencia de 64 Kb/s en cada sentido, la cual es suficientemente adecuada para la transmisión de voz. Un canal asíncrono para datos, puede transmitir como mucho 721 Kb/s en una dirección y 56 Kb/s en la dirección opuesta, sin embargo, para una conexión asíncrona es posible soportar 432,6 Kb/s en ambas direcciones si el enlace es simétrico.

Descripción:^{††††}

- Banda de Frecuencia: 2.4 GHz (Banda ISM/Industrial Scientific Medical)
- Potencia del transmisor: 1 mW (0 dBm) para 10 metros, y 100 mW (+20 dBm) para 100 metros.
- Tecnología: Espectro Expandido (Spread Spectrum), Secuencia Directa Híbrida y Saltos en Frecuencia (Hybrid Direct Sequence and Frequency Hopping)
- Canales máximos de voz: 3 por piconet
- Canales máximos de datos: 7 por piconet
- Velocidad de datos: hasta 721 Kb/s por piconet
- Rango esperado del sistema: 10 metros (40 pies)
- Número de dispositivos: 8 por piconet y hasta 10 piconets
- Seguridad: Sí, en la capa de enlace
- Alimentación: 2,7 voltios
- Consumo de potencia: desde 30 μ A aparcado hasta 8-30 mA transmitiendo
- Tamaño del Módulo: 0.5 pulgadas cuadradas (9x9 mm)
- Interferencia: **Bluetooth™** minimiza la interferencia potencial al emplear saltos rápidos en frecuencia 1600 veces por segundo.

Ha sido diseñado para operar en un ambiente multi-usuario.

Los dispositivos se habilitan para comunicarse entre sí e intercambiar datos, hasta 8 usuarios o dispositivos que pueden formar como una Piconet pueden coexistir en la misma área de cobertura, los datos se intercambian con velocidad hasta de 1 Mb/segundo los saltos de frecuencia permiten a los dispositivos comunicarse en áreas donde existe interferencia electromagnética además de que se provee de esquemas de encriptación y verificación.

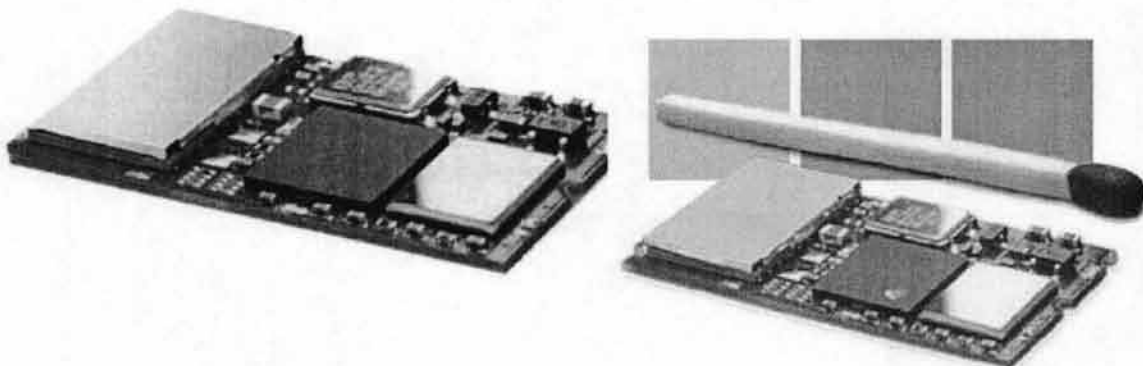


Fig. II.1 - Acercamiento de un microcircuito Bluetooth™

^{††††} Fuente: <http://www.btwsa.com.ar/siteDocs/blueTooth.asp>

2.4 Arquitectura de Hardware

La Arquitectura que compone el dispositivo **Bluetooth™** está compuesto por dos partes. Un dispositivo de radio, encargado de modular y transmitir la señal; y un controlador digital. El controlador digital está compuesto por un CPU, por un procesador de señales digitales (DSP - Digital Signal Processor) llamado Link Controller (o controlador de Enlace) y de las interfases con el dispositivo anfitrión.

El LC o Link Controller está encargado de hacer el procesamiento de la banda base y del manejo de los protocolos ARQ y FEC de capa física. Además, se encarga de las funciones de transferencia (tanto asíncrona como síncrona), codificación de audio y cifrado de datos.

El dispositivo CPU (Unidad Central de Procesamiento de Datos) se encarga de atender las instrucciones relacionadas con **Bluetooth™** del dispositivo anfitrión, para así simplificar su operación. Para ello, sobre el CPU corre un programa, denominado Link Manager que tiene la función de comunicarse con otros dispositivos por medio del protocolo LMP.

Entre las tareas realizadas por el Link Controller (LC) y el Link Manager (LM), destacan las siguientes:

- Envío y Recepción de Datos.
- Empaginamiento y Peticiones.
- Determinación de Conexiones.
- Autenticación.
- Negociación y determinación de tipos de enlace, por ejemplo SCO o ACL
- Determinación del tipo de cuerpo de cada paquete.

- Ubicación del dispositivo en modo "sniff" o "hold".

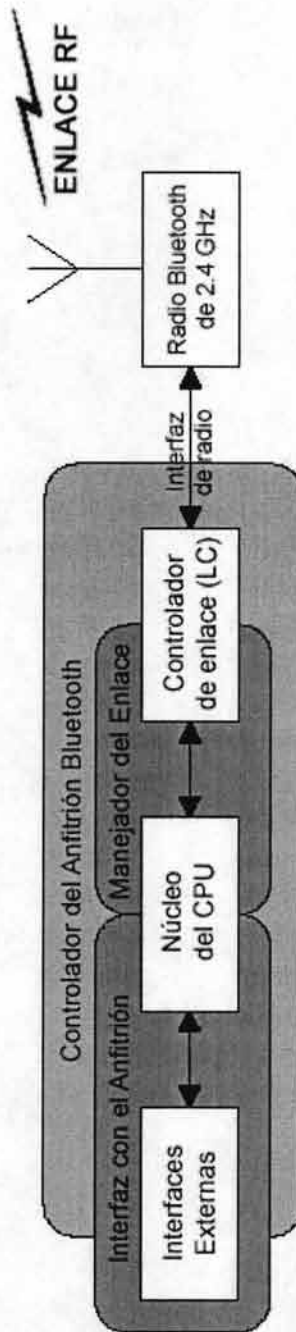


Fig. II.2

2.4.1 Arquitectura de Programas y Paquetes

Buscando ampliar la compatibilidad de los dispositivos **Bluetooth™**, los dispositivos que se apegan al estándar utilizan como interfase entre el dispositivo anfitrión (ordenador personal, teléfono móvil, etcétera) y el dispositivo **Bluetooth™** como tal (circuito **Bluetooth™**) una interfase denominada HCI (Host Controller Interface).

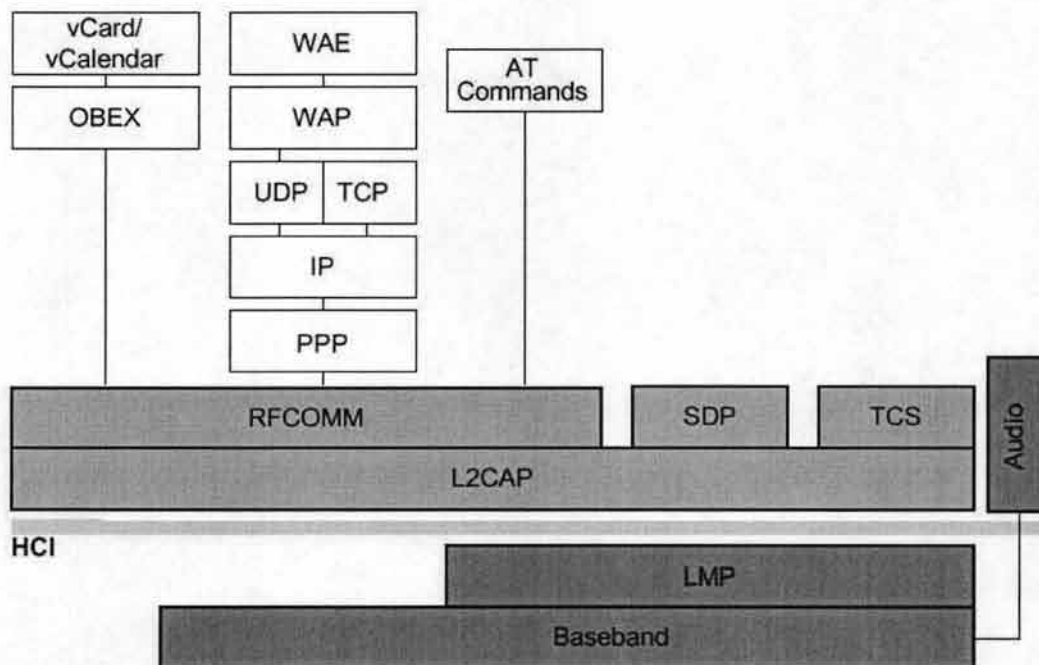


Fig. II.3

Los protocolos de alto nivel como el SDP (Service Discovery Protocol, Protocolo utilizado para encontrar otros dispositivos **Bluetooth™** dentro del rango de comunicación, encargado, también, de detectar la función de los dispositivos en rango), RFCOMM (Protocolo utilizado para emular conexiones de puerto serial), emula conexiones con un puerto serie y TCS (Telephony Control Protocol, Protocolo de Control de Telefonía) interactúan con el controlador de banda base a través de los controles de enlace lógicos y los protocolos de conversión, L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol). El protocolo L2CAP se encarga de la segmentación y reensamblaje o reagrupación de los paquetes para poder enviar paquetes de mayor tamaño a través de la conexión **Bluetooth™**.

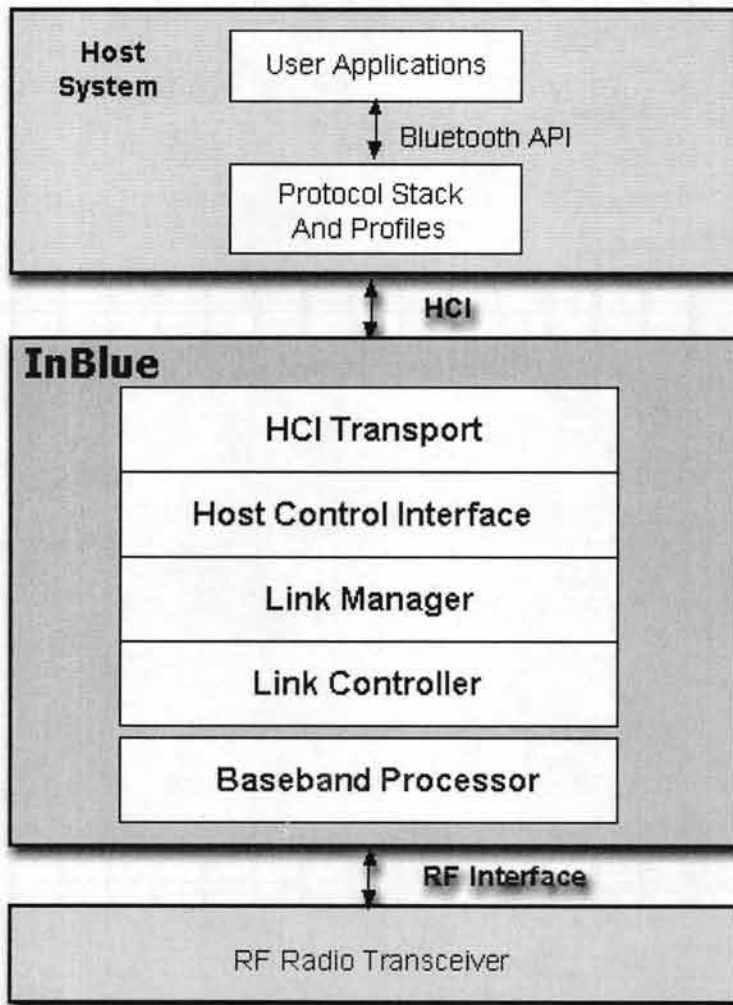


Fig. II.4

2.5 Redes Bluetooth™

Las topología de las redes **Bluetooth™** puede ser punto-a-punto o punto-a-multipunto.

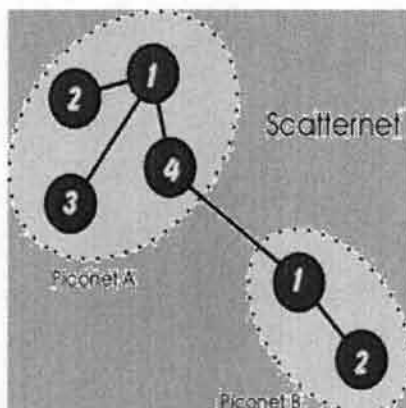


Fig. II.5

Los dispositivos, se comunican en redes denominadas piconets. Estas redes tienen posibilidad de crecer hasta tener 8 conexiones punto a punto. Además, se puede extender la red mediante la formación de "scatternets". Una scatternet es la red producida cuando dos dispositivos pertenecientes a dos piconets diferentes, se conectan.

En una piconet, un dispositivo debe actuar como "Maestro", enviando la información del reloj (para sincronizarse) y la información de los saltos de frecuencia. El resto de los dispositivos actúan como "Esclavos".

2.6 Transmisión

Bluetooth™ está diseñado para usar acuses de recibos (acknowledgement) y saltos de frecuencias (frequency hopping), lo cual hará conexiones robustas. Esto está basado en paquetes, y saltarán a una nueva frecuencia después de que cada paquete es recibido, lo cual no solo ayuda a los problemas de interferencia, sino que añade seguridad. La tasa de datos es de 1 Mb/seg, incluyendo el encabezado. Una transmisión "full duplex" (ambas direcciones al mismo tiempo) es realizado por multiplexaje de división de tiempo.

Como se especificó previamente, la transmisión de datos puede ser realizada de manera síncrona o asíncrona. El método Síncrono Orientado a Conexión (SCO) es usado principalmente para voz, y el Asíncrono No Orientado a Conexión (ACL) es principalmente usado para transmitir datos.

Dentro de una "piconet" cada par master-slave (Maestro-Esclavo) pueden usar un modo de transmisión distinto, y los modos pueden ser cambiados en algún momento. La división de tiempo "duplex", es usado para SCO y ACL, y ambos soportan 16 tipos de paquetes, cuatro de los cuales son paquetes de control, que son los mismos en cada tipo. Debido a la necesidad de tranquilidad en la transmisión de datos, los paquetes SCO son entregados en intervalos reservados, esto es, los paquetes son enviados en grupos sin permitir la interrupción de otras transmisiones. Los enlaces ACL soportan tanto transmisión simétrica como transmisión asimétrica.

2.7 Protocolo de Conexión.

Las conexiones **Bluetooth™**, son establecidas a través de la siguiente técnica:

- Standby: Los dispositivos en un "piconet" que no están conectados están en modo standby/espera, ellos escuchan mensajes cada 1,28 segundos sobre 32 saltos de frecuencias.
- Page/Inquiry: Si un dispositivo desea hacer una conexión con otro dispositivo, éste le envía un mensaje de tipo page/página, si la dirección es conocida; o una petición a través de un mensaje de page, si éste no es conocido. La unidad "master" envía 16 page message idénticos, en 16 saltos de frecuencias, a la unidad "slave". Si no hay respuesta, el "master" retransmite en los otros 16 saltos de frecuencia. El método de Petición (inquiry) requiere una respuesta extra por parte de la unidad "slave/esclavo", desde la dirección MAC, que no es conocida por la unidad "master/maestro".
- Active: Ocurre la transmisión de datos.
- Hold: Cuando el "master" o el "slave" desean, puede ser establecido un modo en el cual no son transmitidos datos. El objetivo de esto es conservar el poder.
- Sniff: El modo sniff, es aplicable solo para las unidades "slaves", es para conserva el poder. Durante este modo, el "slave", no toma un rol activo en la "piconet".
- Park: El modo park es un nivel más reducido, que el modo hold. Durante éste, el "slave" es sincronizado a la "piconet", por eso no requiere un reactivación completa, pero no es parte del tráfico. En este estado, ellos no tienen direcciones MAC y solo escuchan para mantener su sincronización con el "master/maestro" y verificar los mensajes de broadcast.

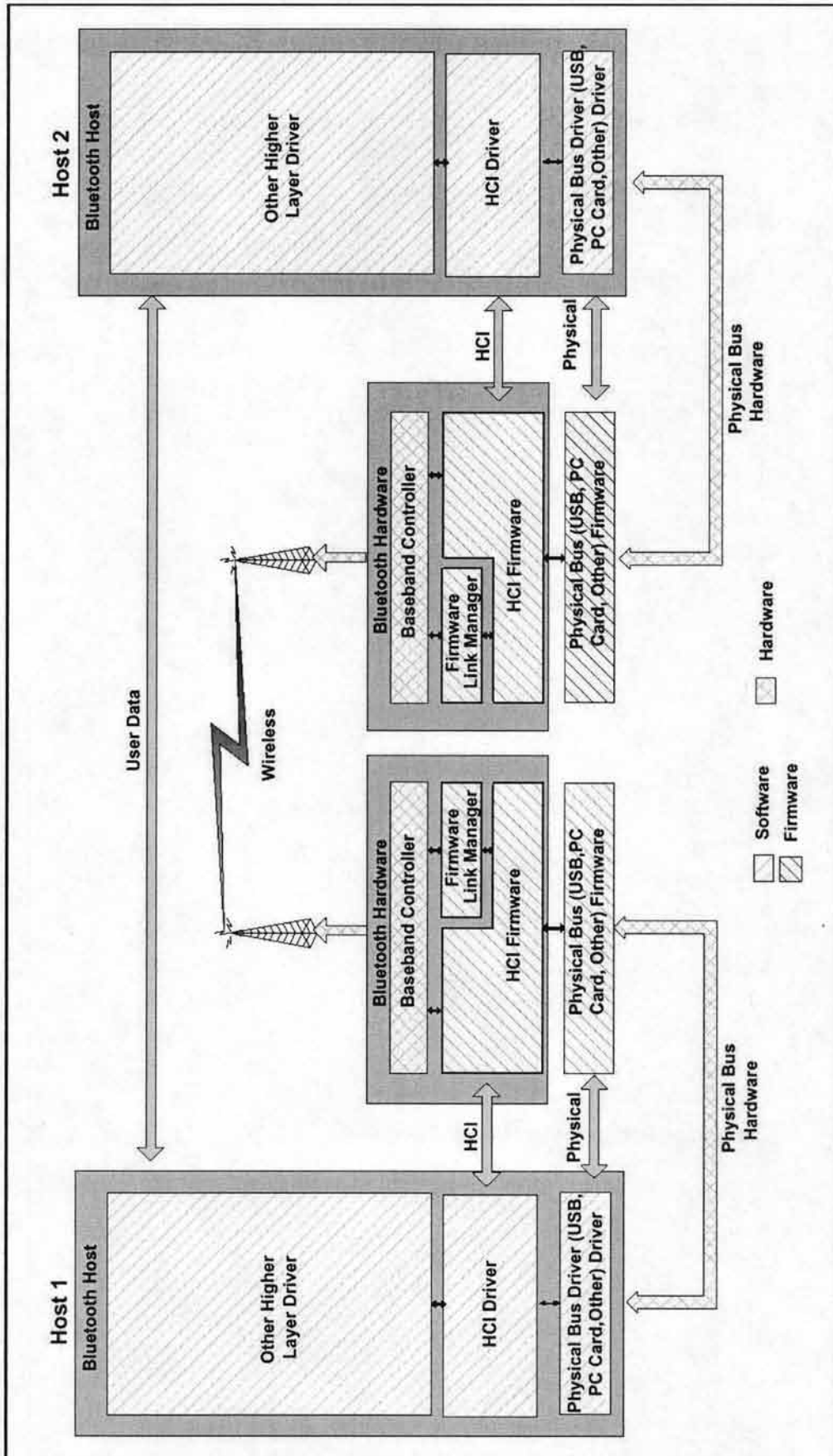


Fig. II.6

2.8 Seguridad y Corrección de Errores.

El estándar ha sido diseñado para ser completamente funcional incluso en entornos saturados de radio frecuencias. Además, las transmisiones de voz son audibles aun en condiciones adversas.

Un complejo sistema de comunicación garantiza un óptimo nivel de inmunidad a las posibles interferencias que pudiesen ocasionar con otros aparatos. La tecnología facilita un elevado porcentaje de transmisión y toda la información está protegida por avanzados métodos de corrección de errores, así como por rutinas de encriptación y autenticación para proteger la privacidad de los usuarios de otros aparatos. Por ello, los dispositivos **Bluetooth™** incorporan medidas orientadas a prevenir las escuchas ilegales, la falsificación de origen de los mensajes o la intercesión de las comunicaciones.

Características definidas por:

- Una rutina de identificación y respuesta, orientada a la autenticación. Preveniría los intentos de acceso ilícitos y el acceso a los datos críticos o a las funciones de proceso.
- Transmisión cifrada mediante encriptación, para la prevención de las escuchas ilegales y mantener así la privacidad.
- Sesiones iniciadas mediante claves de seguridad, que puedan incluso modificarse aunque éstas estén abiertas, para garantizar una mayor seguridad.

Hay 3 tres técnicas de corrección de error han sido definidas:

- 1/3 rate forward error correction code (FEC, Control del Primer Error), este método es diseñado para reducir el número de retransmisión.
- 2/3 rate forward error correction code FEC.
- Automatic Repeat Request (ARQ, Respuesta Solicitada Automática).

En cuanto a la Seguridad, ésta es provista en tres caminos:

- A través de saltos de frecuencia pseudo-aleatorios que dificultan que dispositivos ajenos a la red puedan interceptar o ver el tráfico de información.
- Autenticación, permite a un usuario controlar la conectividad para solo dispositivos especificados.
- Encriptación, se usan claves secretas con longitudes de 40 ó 64 bits.

2.9 Modelos de Uso.

Algunas de las aplicaciones que se pueden dar a los dispositivos **Bluetooth™** han sido mencionadas en la especificación del estándar (versión 1). Entre otras, destacan las siguientes:

- Escritorio inalámbrico: **Bluetooth™** ofrece la posibilidad de eliminar los molestos cables que se utilizan en nuestro equipo. Desde un teclado inalámbrico, pasando por el ratón, incluso un disco duro portátil que se comuniquen mediante esta tecnología.
- Portátil o PDA como teléfono: Mediante unos auriculares inalámbricos se puede acceder al portátil o PDA y realizar llamadas como si de un teléfono se tratase.
- El Teléfono 3-en-1: Se ofrece la posibilidad de utilizar un mismo teléfono sin importar dónde se encuentra. Puede funcionar como el teléfono en casa, si el dispositivo está en el rango de las bases **Bluetooth™** ubicadas en casa, como teléfono celular-portátil si no se encuentra cerca de las bases de su casa, y como medio de acceso a contactos, números de teléfono, correo electrónico, etcétera.
- Conexión a Internet: El dispositivo **Bluetooth™** puede conectarse con cualquier medio que esté conectado a Internet y que a la vez, posea una interfase **Bluetooth™**, para así mantenerlo siempre conectado, ya sea a través de un teléfono móvil celular, de una conexión dial-up o a través de una red cableada a Internet.
- Dispositivo Manos libres: El uso de este dispositivo permite acceder la información de los contactos, enviar correo electrónico y realizar llamadas sin ocupar las manos. Esta funcionalidad está controlada por la voz.
- Ordenador portátil como teléfono: Se tiene la posibilidad de utilizar el ordenador portátil para realizar llamadas de voz tal cuál se haría con un teléfono.
- Sincronización automática: Constantemente, todos sus dispositivos **Bluetooth™** mantienen sincronizada la información, de manera que si modifica alguna información en el ordenador portátil, y la misma estaba también almacenada en un PDA o en un celular, el cambio se refleje allí también.

2.10 Problemática y Ventajas.

El estándar construye áreas personales de comunicaciones inalámbricas de forma fácil y sencilla, tan simple como prender una luz, mediante **Bluetooth™** todos los dispositivos digitales se comunicarán de forma espontánea para ofrecer tres importantes ventajas:

1. Puntos de acceso de voz y datos: La tecnología **Bluetooth™** simplifica el acceso a otras redes; mediante una conexión **Bluetooth™** se pueden identificar diferentes redes y conectarse a ellas. Por ejemplo, un usuario puede conectarse fácil y rápidamente a Internet a través de su teléfono móvil celular. Y mediante cualquier dispositivo destinado a las conexiones por cable que sea compatible con **Bluetooth™**.
2. Sustituto de todo tipo de cables: Esta tecnología permite enviar y recibir correos electrónicos en un ordenador portátil vía teléfono móvil celular, incluso cuando los dispositivos no se encuentran en el mismo radio de acción.
3. Redes personales específicas: Todos los dispositivos que soportan el estándar pueden establecer intercambios de información de forma automática y funcionar simultáneamente con cualquier otro aparato. Si un usuario tiene concertada una reunión en su dispositivo de mano, dicho compromiso es registrado automáticamente en su ordenador personal tan pronto como ambos aparatos entren en el campo de acción del otro.

Como todo, la tecnología **Bluetooth™**, también presenta algunos problemas que solucionar. Los microcircuitos no son baratos aún, se espera que dentro de unos años disminuyan los costos, de lo contrario, el objetivo de esta tecnología no sería alcanzado. Por su parte, la velocidad de transmisión, aunque considerable, pronto quedará empujada por la capacidad de los móviles de tercera generación. Y a pesar de que los prototipos de dispositivos **Bluetooth™**, se reproducen rápidamente, no sucede lo mismo con los programas informáticos que deben regular su funcionamiento.

Además, el espectro de radiofrecuencia en el que opera no está abierto al público en todos los países. En lugares como Francia o España el uso del espectro está restringido y se requiere la aprobación explícita del gobierno para poder operar en la banda ISM.

La interoperabilidad, pilar sobre el que se sustenta **Bluetooth™**, es uno de los factores que se someterán a tensiones en el largo plazo. Con miles de

compañías diseñando productos y aplicaciones **Bluetooth™**, será difícil mantenerlas a todas bajo el mismo manto.

Aun así, las desventajas son mínimas cuando se comparan con los beneficios de disfrutar de un mundo sin cables y con las flexibilidades que ofrecería un mundo interconectado de manera inalámbrica y sin altos costos de conexión. El problema no radicaba en el planteamiento ni en la idea. Si no en el modo en que esta comunicación pudiera llegar a ser flexible, ágil y sobre todo útil y transparente para cualquier tipo de usuario habituado a usar un espacio de 15 pulgadas a emplear ambas manos como herramientas de navegación y búsqueda, la limitación de la pantalla de 3 pulgadas y un panel con 17 teclas, obviamente se convierten en un serio problema que restaría manejabilidad.

Capítulo III.

Especificaciones de la Tecnología Bluetooth™.

3.1. Tecnología inalámbrica Bluetooth™.

La tecnología inalámbrica **Bluetooth™** es un estándar global abierto para enlaces de radio, que ofrece conexiones inalámbricas económicas entre ordenadores portátiles, dispositivos de mano, teléfonos móviles celulares y varios aparatos más; así como acceso a otros recursos en la red. La especificación **Bluetooth™** define un enlace de radio de baja potencia, optimizado para conexiones seguras de corto alcance, y define los pasos estándares para la conexión de varios aparatos. Los radios **Bluetooth™**, que pueden ser incorporados en la mayoría de los aparatos electrónicos, ofrecen un enlace inalámbrico de comunicación universal que facilita una interoperabilidad confiable entre dispositivos de diferentes fabricantes.

3.1.1. ¿Cómo trabaja la tecnología "Bluetooth™ Wireless"?

Los radios **Bluetooth™** operan en el espectro de banda de 2.4 GHz. Cada unidad incluye una radio, un controlador de enlaces de banda base y el conjunto de programas o paquetes para la administración de los enlaces y flujo de datos. Los usuarios tienen la opción de dos potencias de señal: un nivel de baja potencia para distancias de hasta 10 metros, y un nivel de alta potencia de hasta 100 metros de distancia para los puntos de acceso. Los aparatos **Bluetooth™** pueden conectarse simultáneamente hasta a siete aparatos más. La velocidad máxima de transferencia de datos es de aproximadamente 720 Kbps por canal. Estos radios también usan una modalidad de transmisión de ensanchamiento del espectro por saltos de frecuencia (Frequency Hopping Spread Spectrum - FHSS) para minimizar interferencias y mejorar el nivel de seguridad.

Al encender los aparatos **Bluetooth™**, éstos buscan e identifican automáticamente cualquier otro dispositivo que se encuentre dentro de su campo de alcance. Cuando estén conectados simultáneamente hasta siete aparatos al dispositivo "maestro", los usuarios estarán creando una red personal (piconet). Además, múltiples piconets pueden conectarse para formar lo que se llama un scatternet.

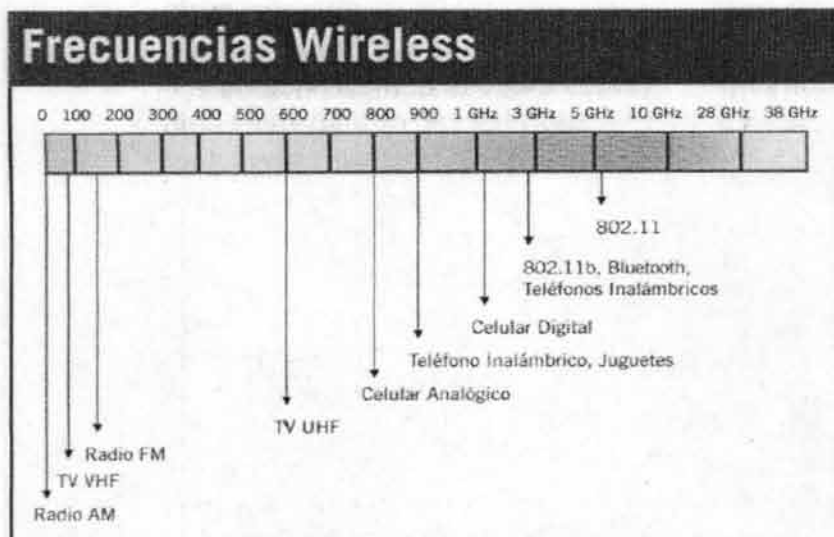


Fig. III.1

Ancho de banda de Bluetooth™.

Bluetooth™ está diseñado para soportar velocidades de transmisión de datos que ofrezcan suficiente ancho de banda para los modelos designados de uso. Actualmente, la tecnología **Bluetooth™** ofrece velocidades brutas de transmisión de datos de hasta 1 Mbps, sin contar los requerimientos de línea visual.

3.1.2. Campo de alcance típico de un dispositivo equipado con Bluetooth™.

Los niveles de potencia definidos en las especificaciones de **Bluetooth™** están diseñados para soportar a varios modelos de uso: tanto optimizados dentro del espacio "personal" de un usuario, como en conexiones a la red desde el hogar o la oficina de éste. Al final de cuentas, es el fabricante del dispositivo quien determina el campo de alcance que se soportará. Los productos "Wireless **Bluetooth™**" de 3Com® soportan un campo de alcance de 10 metros entre dispositivos del cliente, y un campo de 100 metros entre los dispositivos del cliente y los puntos de acceso.

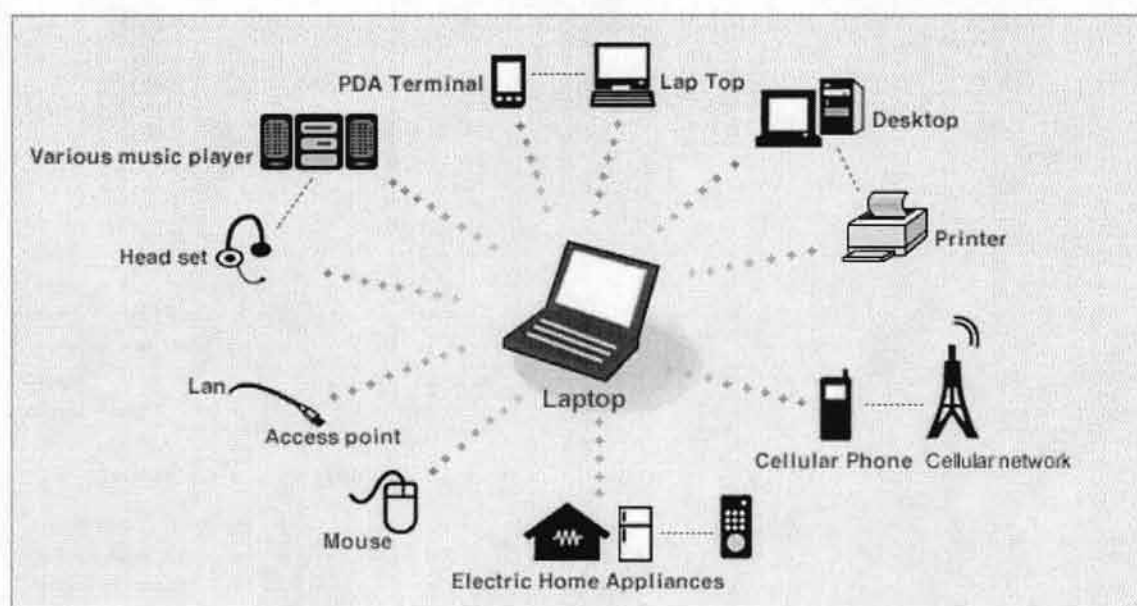


Fig. III.2

3.1.3. ¿Cómo reconoce Bluetooth™ al equipo correcto cuando hay varios equipos al alcance?

Cada dispositivo equipado con **Bluetooth™** está exclusivamente identificado con una dirección, contraseña y un nombre especificado por el usuario. Los usuarios pueden configurar sus aparatos **Bluetooth™** para que estén disponibles a un grupo selecto o a múltiples dispositivos en el campo de alcance, dependiendo de sus preferencias personales. Por ejemplo, si un usuario desea conectarse al aparato de otro usuario equipado con **Bluetooth™**, éste obtendrá todos los nombres especificados por los usuarios dentro de su campo de alcance, para poder escoger así el aparato correcto.

Bluetooth™ se encuentra siempre activado.

Las conexiones **Bluetooth™** son transaccionales por naturaleza, por lo tanto no están "siempre activadas" como las conexiones de un LAN (Red de Área Local). Para poder comunicarse con otros dispositivos, los aparatos **Bluetooth™** deben estar al tanto de la presencia de los demás dentro de su campo de alcance. Cada aparato envía una señal periódicamente para localizar todos los dispositivos que se encuentren dentro de su alcance; una vez que se envía la señal, las respuestas son inmediatas. Aunque los aparatos **Bluetooth™** estén siempre encendidos y listos para comunicarse, solamente están activos durante alguna transacción, tal como la transferencia de algún archivo o alguna impresión.

3.2. Seguridad en Tecnología Bluetooth™.

La principal característica de seguridad que posee **Bluetooth™** es la modalidad de radio FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum / Saltos de Frecuencia en el Espectro Disperso), que consiste en modular de forma aleatoria, 1,600 veces por segundo en una de las 79 bandas de frecuencia disponibles, los datos transmitidos, esto además de evitar que se pueda interceptar la comunicación. Evita la interferencia con otros dispositivos que utilizan la misma banda de frecuencia.

Otra característica que ofrece una de seguridad inherente es el campo limitado de transmisión (10 metros), sin embargo, existen características adicionales que aseguran la privacidad y la seguridad.

La autenticación de usuarios y dispositivos, y la encriptación de 128 bits protegen en contra de simulaciones o intercepciones de datos. Además, existen tres niveles de seguridad - definidos por el usuario - que limitan la visibilidad y la accesibilidad de cualquier aparato equipado con **Bluetooth™** a otros aparatos, brindando mayor seguridad para el sistema anfitrión y sus datos.

3.3. Productos equipados con tecnología **Bluetooth™**.

Actualmente, se están produciendo teléfonos celulares, ordenadores portátiles, dispositivos de mano, puntos de acceso y muchos dispositivos más, que vienen equipados con tecnología **Bluetooth™**; pero esto es solamente el comienzo. Habrá nuevos e innovadores productos saliendo continuamente al mercado.



Fig. III.3



Fig. III.4
Modelo P800 de Sony-Ersson

Las tarjetas "Wireless **Bluetooth™**" PC Cards de 3Com conectan a los ordenadores portátiles con otros dispositivos equipados con **Bluetooth™** en forma simple y segura a distancias de hasta 10 metros. El programa **Bluetooth™** Connection Manager ofrece una interfase intuitiva y fácil de usar, que soporta conexiones a través de la movilización de íconos en la pantalla (drag and drop, arrastrar y soltar), archivos compartidos y sincronización. Funciona con cualquier tarjeta de red y proporciona una conectividad radicalmente sencilla para los usuarios móviles

Los adaptadores de USB "Wireless **Bluetooth™**" de 3Com ofrecen todos los beneficios de las **Bluetooth™** PC Cards a cualquier aparato que utilice puertos USB, incluyendo: ordenadores portátiles y de escritorio, proyectores y digitalizadores, para nombrar unos cuantos.

La 3Com Wireless **Bluetooth™** PC Card permite a los usuarios móviles compartir información (archivos de datos, documentos de texto y listas contactos) de forma instantánea entre dispositivos personales **Bluetooth™**, como agendas, ordenadores de sobremesa y teléfonos móviles.

3.3.1. Tecnologías Bluetooth™ e IEEE 802.11b

Bluetooth™ e IEEE 802.11b son tecnologías casi totalmente complementarias. Las soluciones **Bluetooth™** están diseñadas para redes personales con un énfasis en movilidad y economía. Estas soluciones permiten conectar todos sus aparatos **Bluetooth™**: ordenadores portátiles, dispositivos de mano, teléfonos móviles celulares y otros más. Además, el usuario tendrá acceso parcial a una LAN y WAN, (Red de Área local y Red de Área Amplia) a través de un punto de acceso o conexión de marcado.

Por otro lado, las redes IEEE 802.11b están diseñadas para extender o reemplazar a las redes convencionales de cables, usando potencias de radio más altas en canales fijos de mayor ancho de banda, para poder ofrecer el rendimiento necesario para soportar una gama completa de servicios de LAN (Red de Área Local), e Internet.

Como está comprometido con ambas tecnologías. Cada una juega un papel importante, pero distinto. El IEEE 802.11b es el estándar para las redes inalámbricas de área local; básicamente, es una extensión inalámbrica de las LAN, (Red de Área Local). ofreciendo todos los servicios de Ethernet por cable y una conectividad continua para usuarios que se desplazan por el campo de alcance. **Bluetooth™** ofrece una conectividad espontánea para los dispositivos móviles de los usuarios y permite acceso instantáneo a información utilizando puntos de acceso LAN y WAN (Red de Área Local y Red de Área Amplia). Trabajando como tecnologías complementarias, estos estándares aseguran un acceso simple, inmediato y continuo a la información.

Bluetooth™ e IEEE 802.11b pueden trabajar (y trabajarán) juntos para permitir que los usuarios tengan acceso a su información, a cualquier hora y desde cualquier lugar. **Bluetooth™** será utilizado como el reemplazo de los cables y como un medio de comunicación en aparatos con restricciones de potencia y tamaño, tales como teléfonos celulares, dispositivos de mano, cámaras, bocinas, auriculares y otros más.

IEEE 802.11b será usado para extender o reemplazar a las LAN (Redes de Área Local), por cable, brindando acceso de Internet y una gama completa de características LAN (Red de Área Local) a los usuarios, sin la necesidad de cables. Además, son fáciles de instalar, haciendo que las redes en el hogar sean más razonables.

3.3.2. Interferencia entre Bluetooth™ e IEEE 802.11b.

Sí, hoy en día pueden coexistir con ciertos límites. Aunque el potencial de interferencia es bastante bajo, el usuario necesita saber que existe la posibilidad de que las dos tecnologías interfieran entre sí, pero solamente cuando estén transmitiendo simultáneamente en localidades muy cercanas.

Si la interferencia ocurre, es probable que sea debido a una interrupción de la señal del IEEE 802.11b; es posible que haya pérdida de datos, pero no habrá daños físicos a ninguno de los sistemas. Aunque es muy probable que los usuarios no noten este tipo de interferencia, en los casos en los que sea evidente, es suficiente apartar los aparatos para resolver el problema. No obstante, hay ocasiones en las que será necesario cesar la operación de uno de los dos aparatos.

La interferencia no se nota en muchos de los casos. Si llegara a ocurrir, los usuarios de ambas tecnologías tendrán que operar manualmente sus dispositivos para eliminar la interferencia en alguna de las siguientes dos maneras: la primera, separando físicamente a los aparatos; o, la segunda, cesando la operación de uno de los dos radios. Cahners In-Stat Group declara que cuando los radios están a más de dos metros de distancia, generalmente no hay ninguna degradación perceptible en ninguno de los dos aparatos; de dos metros a medio metro de distancia, se presentará una ligera degradación; y, cuando los aparatos se encuentran aproximados o colocados muy de cerca, la degradación podría ser bastante notoria .

¿Qué se está haciendo para responder al tema de la interferencia?

El SIG del **Bluetooth™** y el IEEE están trabajando en el desarrollo de tecnología para reducir (y sucesivamente eliminar) la interferencia entre estos sistemas. No hay razón para retardar la implementación de ninguna de las dos tecnologías por miedo a problemas de coexistencia. Aunque existen problemas potenciales, las comunidades del **Bluetooth™** e IEEE 802.11b están próximas a ofrecer soluciones. 3Com está comprometido con el futuro, tanto del estándar **Bluetooth™**, como IEEE 802.11b, y está investigando técnicas de coexistencia en el espacio aéreo. Por lo tanto, se continuará desarrollando soluciones que minimizarán y eliminarán la interferencia entre estas y otras tecnologías.

A continuación se muestra una tabla comparativa de **Bluetooth™** con otras tecnologías:

	Bluetooth	HomeRF	802.11b
Características técnicas			
Espectro	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
Velocidad máx.	1 Mbps	2 Mbps	11 Mbps
Alcance (entornos de oficina)	~10 m	~100 m	~100 m
Redes	PAN	WLAN	WLAN
Voz y datos	Sí	Sí	Sí
Seguridad	Sí	Sí	Sí
Topologías	Punto a punto	Punto a punto y estrella	Punto a punto y estrella
Selección de frecuencias.	FHSS	FHSS	DSSS
Otras características			
Tipo de red	PAN	WLAN	WLAN
Órgano estandarizador	Bluetooth SIG	HomeRF Working Group	IEEE
Disponibilidad de productos	Media	Media	Alta
Coste	Medio	Medio	Alto

Tabla III.1
Comparativa entre diferentes tecnologías

3.4. *Bluetooth™ SIG.*

Las especificaciones de **Bluetooth™** fueron desarrolladas por un grupo de intereses especiales, soportado por nueve compañías promotoras: 3Com, Ericsson, IBM, Intel, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia y Toshiba. Hoy en día, más de 2000 compañías adoptivas han acogido el estándar y están desarrollando rápidamente productos **Bluetooth™**. Para finales del año 2005, más de 670 millones de aparatos estarán equipados con tecnología inalámbrica **Bluetooth™**, ofreciendo una base inalámbrica de conectividad e intercambio de información (Cahners In-Stat Group, 2001). La tecnología inalámbrica **Bluetooth™** ha sido desarrollada para revolucionar en el mercado de la conectividad personal, proporcionando libertad a las conexiones realizadas a través de cables. Es una especificación para una solución de transmisión por radio, de bajo coste y corto alcance que pone en contacto ordenadores teléfonos móviles y dispositivos de mano, proporcionando conexión a Internet.

El SIG centra su actividad en diferentes áreas: servicios de gestión, impresión, imagen fija, UDI, Radio, HID, Audio/Video, Mercadotecnia, Administración, entre otros.

Bluetooth™ SIG Inc. Es una asociación comercial sin ánimo de lucro, que promueve las soluciones de conectividad personal basadas en la tecnología inalámbrica, promociona las especificaciones con el fin de que sean ampliamente adoptadas. Su objetivo es incrementar la demanda de los productos **Bluetooth™** que cumplan tales especificaciones.

Tecnología valiosa para fabricantes:

- Es una especificación abierta, libre de derechos de licencia
- Ha sido impulsada por un grupo de compañías influyentes
- Es una tecnología inalámbrica de bajo costo y bajo coeficiente de forma, que extiende su uso a una gran variedad de aplicaciones y productos

3.5. Beneficios que ofrecerá la tecnología Bluetooth™ a los usuarios finales.

Bluetooth™ permitirá que los usuarios se conecten a una amplia gama de aparatos de computación y telecomunicaciones, fácil y rápidamente sin la necesidad de usar cables.

- Los usuarios podrán acceder, entre otros, a horarios de vuelos y de clases, mapas locales, ofertas especiales en áreas públicas tales como escuelas, aeropuertos, centros comerciales y salas de exhibición.
- Sincronización de agendas entre dispositivos como ordenador personal.
- Accesorios como: Manos libres para teléfonos móviles, periféricos inalámbricos como teclado, monitor, ratón, lápiz digital.

Archtek / SmartLink Bluetooth Network

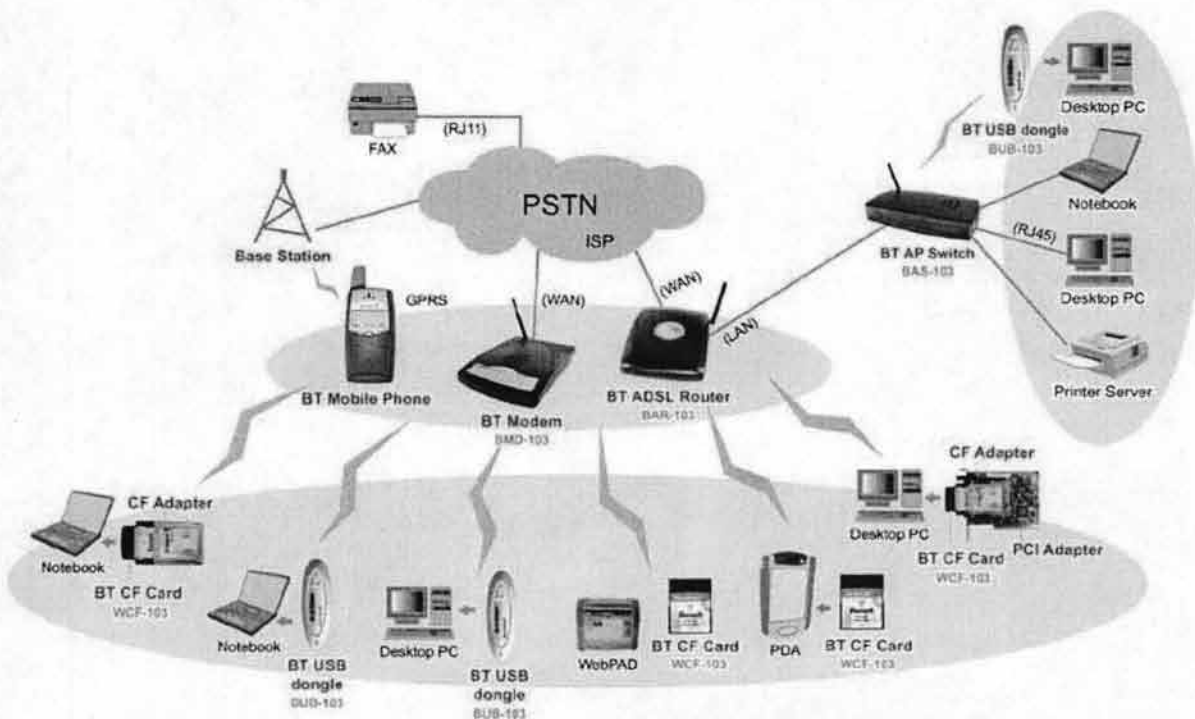


Fig. III.5

3.6. ¿Qué ofrecerá Bluetooth™ a las organizaciones?

A la larga, la tecnología inalámbrica **Bluetooth™** permitirá que los empleados sean más efectivos. Después de alguna reunión, los usuarios no tienen que regresar a sus escritorios para sincronizar sus dispositivos de mano, revisar sus mensajes o su correo electrónico (e-mail). Los usuarios pueden tomar mejores decisiones porque tienen acceso a la información más reciente, utilizando sus aparatos, clientes de la tecnología **Bluetooth™**.

Bluetooth™ puede simplificar su vida, permitiendo que sus usuarios accedan a información fácil y rápidamente. Además, no tienen que desperdiciar su tiempo conectando ordenadores portátiles a proyectores e impresoras; todo eso se hace de forma inalámbrica.

En las oficinas centrales de la compañía, el equipo del Proyecto Cebra se reúne en la sala de conferencias principal. Cada miembro lleva consigo su computadora portátil **Bluetooth™** y la mayoría tienen dispositivos de mano equipados con la misma tecnología. En cuanto encienden sus computadoras portátiles, cada una se conecta con el punto de acceso **Bluetooth™** de la sala de conferencias, lo que los enlaza a todos los demás y al LAN. (Red de Área Local) Los nuevos miembros intercambian tarjetas de presentación en forma inalámbrica, y el líder del equipo distribuye electrónicamente la agenda y el calendario del proyecto a todos los presentes. Después, el líder comienza la presentación en PowerPoint en el proyector **Bluetooth™**, controlando la presentación y haciendo anotaciones en la pantalla desde su PDA **Bluetooth™**. A medida que progresa la junta, el líder de proyecto obtiene dibujos de manufactura de una base de datos de ingeniería en el LAN y los muestra en las pantallas.

Cuando alguien propone la visita de un subcontratista de otra localidad, el grupo revisa los horarios de las aerolíneas, compra los boletos y notifica al proveedor por correo electrónico. Al terminar la junta, la secretaria del equipo distribuye electrónicamente las notas a todos los participantes.

3.7. Tiempo en que tomará para que el Bluetooth™ se convierta en una tecnología "totalmente madura".

Debido a que el **Bluetooth™** se enfoca en aparatos "personales", no tomará mucho tiempo en que la tecnología se convierta en una parte integral del cotidiano vivir. Para el 2002, Frost and Sullivan estima que en Europa, 6.7 millones de ordenadores portátiles (68.7 por ciento del total de envíos) y 6.4 millones de dispositivos de mano (65.6 por ciento del total de envíos) estarán equipados con **Bluetooth™** (Reporte de Frost and Sullivan, "Impacto del **Bluetooth™**", Enero del 2000). Se están desarrollando aplicaciones para mercados clave tales como el hogar, la oficina, la industria automotriz, entretenimiento y mucho más. Las posibilidades para esta tecnología de bajo costo y potencia son ilimitadas.

BLUETOOTH. Unidades totales y consumo en algunas aplicaciones

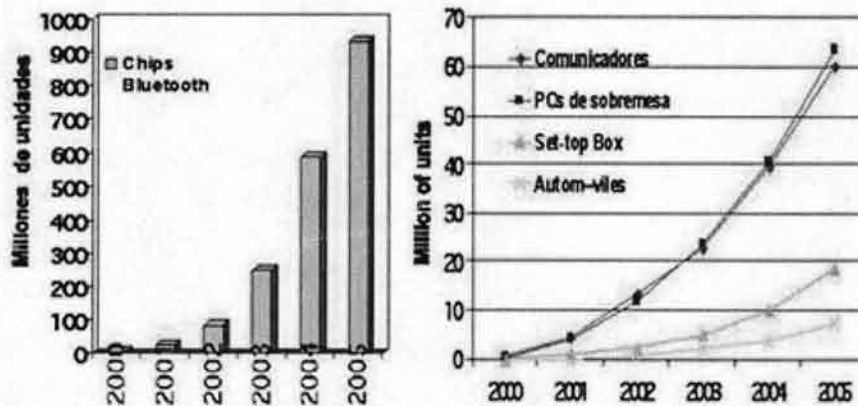


Fig. III.6

Capítulo IV.

Antecedentes.

Todas las tecnologías inalámbricas que usan la banda libre ISM de 2.4 GHz están sujetas a interferencia, tanto de dispositivos inalámbricos de otro tipo, como de entes generadores de ondas en esa misma frecuencia como lo son los hornos de microondas. Los creadores de **Bluetooth™** idearon el estándar de manera que fuera robusto en situaciones de alto nivel de ruido y donde no se garantizara la claridad del canal.

La iniciativa **Bluetooth™** ha tenido una cuidadosa planificación en cuanto a su consolidación como estándar, sin embargo ha llegado a un punto problemático. Debe lograr un balance entre funcionalidad y coexistencia con otras tecnologías contemporáneas que comparten su espacio de frecuencias. El hecho de que hagan uso de los mismos métodos (Frequency Hopping) para trabajar en ambientes ruidosos, ha hecho que se interfieran entre sí.

En Marzo de 1998, se creó el grupo de estudio WPAN (Wireless Personal Area Networks) en la IEEE. Más tarde, en Mayo, se forma el grupo de interés especial (SIG) de **Bluetooth™**. Un año después, en Mayo de 1999, el grupo de estudio WPAN pasa a ser IEEE 802.15, el grupo de trabajo WPAN.

Dentro del grupo IEEE 802.15, se ha iniciado un proyecto de estandarización llamado 802.15.2, el cual hace una recomendación general para la coexistencia dentro de las bandas no licenciadas. Este proyecto es, no obstante, sólo una recomendación, y queda por parte de los miembros de la industria la decisión de acatarla.

Las causas del problema radican en que las tecnologías en cuestión están en constante desarrollo, y en un eminente peligro de extinción. La velocidad a la que se mueve el mercado de las tecnologías inalámbricas es increíble, y la competencia por ser el primero lleva a los desarrolladores a quitar importancia al problema de la coexistencia.

Aunque el grupo de trabajo de la IEEE siempre ha tenido como una de sus primeras metas, lograr que IEEE 802.15 y IEEE 802.11 puedan coexistir, en el mundo comercial se sigue un camino distinto. El **Bluetooth™** SIG, aparte de intentar satisfacer las especificaciones de la IEEE, debe lograr un desarrollo rápido del estándar, por la presión que tiene de todas sus compañías patrocinantes.

Lograr una coexistencia con IEEE 802.11b es complicado y largo, por los diferentes modelos de capas de IEEE 802.11 y **Bluetooth™**. Debido al acelerado proceso de desarrollo de **Bluetooth™**, se ha llegado a un punto en que los dispositivos que se encuentran actualmente en el mercado interfieren los unos con los otros hasta el punto de su inutilización, además de que interfieren entre sí fuertemente.

Ya que los intereses en pro de la coexistencia no son los más poderosos, una compañía llamada Mobilian ha surgido para dedicarse exclusivamente al desarrollo de una solución híbrida, llamada "TrueRadio". TrueRadio permitirá la operación, en un mismo sistema integrado, de IEEE 802.11b y **Bluetooth™**, sin degradar el desempeño.



Fig. IV.1

TrueRadio promete un perfecto desempeño ya que implanta una solución a nivel del sistema, la cual es del tipo más costoso de desarrollar.

Otros enfoques para resolver el problema como lo son las soluciones al nivel de silicón (los circuitos integrados), o al nivel de software/programas (conmutación a nivel del manejador) ofrecen tiempos más cortos de implementación y costos menores de ejecución, pero solo una fracción del desempeño y la compatibilidad de una solución a nivel del sistema.

Para saber el desenlace del problema que presenta la sobreposición de los WLAN y WPAN, se debe esperar para ver si prevalece la IEEE, Mobilian o el

Bluetooth™ SIG. El grupo que tome las decisiones más rápidas y acertadas será el ganador de la disputa, al menos que se llegue a la solución utópica de una cooperación entre las tres.

Aunque los dispositivos **Bluetooth™** lidian constantemente por el espectro de frecuencias con los dispositivos de WLAN como IEEE 802.11 y HomeRF, estas dos tecnologías no están dirigidas a los mismos mercados. Otra tecnología que comparte algunos casos de uso con **Bluetooth™** es IrDA, un estándar para comunicaciones vía infrarrojo entre dispositivos.

Hay varias cosas que IrDA puede hacer mejor que **Bluetooth™**. Por ejemplo IrDA, en su versión actual, puede sostener tasas de transferencia de 4 Mbps y 16 Mbps en un futuro cercano, mientras que **Bluetooth™**, debe conformarse con 720Kbps y la promesa de 2Mbps o 10Mbps una vez que comience el desarrollo de las revisiones del estándar. Hay ciertas características de IrDA que contrastan fuertemente con las ofrecidas por **Bluetooth™**:

- La seguridad de IrDA se basa en la direccionalidad del rayo de luz infrarrojo, mientras que **Bluetooth™** fija un sistema de seguridad en la capa "Baseband" o banda base.
- IrDA requiere línea de vista entre dispositivos, mientras que **Bluetooth™** permite operación a través de objetos no metálicos.
- IrDA es más popular entre los dispositivos inalámbricos actuales y es compatible con revisiones anteriores.
- **Bluetooth™** se presta mejor para servicios de acceso a red y de "Dial Up" y otros casos en que el usuario puede estar moviéndose.
- **Bluetooth™** es mejor para la difusión (Broadcast) de información.

Una conclusión general, es que ambas tecnologías se complementan y tienen nichos de uso distintos.

Esta tecnología, basada en rayos luminosos que se mueven en el espectro infrarrojo, es una de las más veteranas en el sector informático de la comunicación sin hilos. Por ello, hace tiempo que se puede encontrar gran cantidad de periféricos que la emplean para comunicarse con el ordenador e intercambiar información. Es la misma técnica utilizada por los mandos a distancia de los televisores.

4.1. IrDA.

IrDA (The Infrared Data Association) es una organización fundada en 1993 con el objetivo de crear la arquitectura y el conjunto de paquetes y programas apropiados para hacer posible las comunicaciones inalámbricas mediante luz infrarroja. Actualmente se encuentra esta tecnología montada en la práctica en la mayoría de los ordenadores portátiles, móviles, cámaras digitales, "handhelds" y otros cientos de dispositivos. Y para cubrir todas las necesidades del mercado, se encuentran dos aplicaciones distintas: IrDA-Data e IrDA-Control.

La primera de ellas, IrDA-Data, permite la comunicación bidireccional entre dos extremos a velocidades que oscilan entre los 9.600 bps y los 4 Mbps. Esta oscilación depende del tipo de transmisión (síncrona o asíncrona), la calidad del controlador que maneja los puertos infrarrojos, el tipo de dispositivo, y por supuesto, la distancia que separa ambos extremos. Precisamente, éste es uno de los puntos más problemáticos, ya que aunque la distancia entre emisor y receptor puede alcanzar los 2 metros, no se recomienda superar uno. Por no hablar de los puertos de bajo consumo instalados en móviles y pequeños PDA, cuyo rango de acción se reduce a no más de 30 cm. En cualquier caso, se ha de situar los artículos en un ángulo máximo de 30 grados y contar con un espacio libre de obstáculos entre ellos.

Para que la transmisión de los productos IrDA-Data sea posible, se cuenta con tres protocolos básicos. PHY (Physical Signaling Layer) establece la distancia máxima, la velocidad de transmisión y el modo en el que la información se transmite. IrLAP (Link Access Protocol) proporciona la conexión del dispositivo facilitando la comunicación y marcando los procedimientos para la búsqueda e identificación de otros aparatos que se encuentren preparados para comunicarse. Por último, IrLMP (Link Management Protocol) permite la multiplexación de la capa IrLAP, admitiendo múltiples canales sobre una conexión IrLAP.

Junto a estos tres protocolos, existen otros siete que ofrecen funcionalidades extra para acceder a redes de área local, teléfonos móviles o cámaras digitales. El otro tipo de puerto infrarrojo, el IrDA-Control se ha ideado para conectar periféricos de control como teclados, ratones, dispositivos apuntadores o palancas de juego a una estación fija, dígame un Ordenador personal, una consola de videojuegos o un televisor. Sin embargo, las diferencias son notables, ya que la distancia máxima se amplía hasta garantizar un mínimo de 5 metros. La velocidad de transmisión, algo que no es crítico para el tipo de productos al que se dirige, alcanza 75 Kbps. Y como ocurría en el caso anterior, para que esto sea posible, cuenta con tres protocolos que establecen la comunicación.

PHY (Physical Signaling Layer) vuelve a marcar la velocidad y distancia de transmisión, mientras que MAC (Media Access Control) es el responsable de proporcionar soporte hasta ocho dispositivos simultáneos conectados al mismo receptor. Finalmente se tiene LLC (Logical Link Control), que realiza ciertas funciones de seguridad y retransmisiones en caso de que el envío de información haya fracasado.

Esto ha sido una visión de la tecnología IrDA de comunicación por infrarrojos. A modo de resumen, y para poder compararla con **Bluetooth™** y radiofrecuencia que se trata a continuación, se dirá que la tecnología se encuentra con un desarrollo que aunque es capaz de lograr unas tasas de transferencia razonables, precisa mantener el emisor/receptor en línea, sin obstáculos y una distancia prudencial que permita una correcta comunicación. Dicho esto, se pasa a analizar su más directa competidora, la radiofrecuencia.

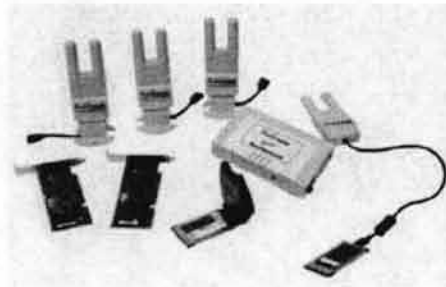


Fig. IV.2

4.2. Radiofrecuencia.

La tecnología de transmisión por radiofrecuencia es mucho más antigua que la de infrarrojos, sin embargo, hasta hace relativamente poco tiempo, las velocidades de transmisión, problemas de interferencias y consumos no habían permitido su implantación masiva en la informática. Con la llegada de **Bluetooth™**, el estándar de moda en los días que corren, ha subido como la espuma en detrimento de IrDA, la cual muy probablemente desaparecerá en pocos años si todas las promesas y expectativas se hacen finalmente realidad.

La principal característica que lleva a la radiofrecuencia a alzarse sobre la comunicación por infrarrojos, es la posibilidad de transmitir a mayor distancia, aun mediando obstáculos entre el emisor y el receptor. En el apartado estrictamente informático, este tipo de transmisiones está comenzando a extenderse a redes y dispositivos de entrada tales como ratones o teclados. Sin embargo, el futuro depara algo mucho más interesante: una conexión global entre toda clase de máquinas, como ordenadores de sobremesa y portátiles, PDA, electrodomésticos, televisores, relojes, sistemas de alarma, cajeros automáticos, y un largo etcétera de aparatos eléctricos que se usan a diario.

El principio en que se basan las ondas electromagnéticas utilizadas por la técnica de radiofrecuencia es algo complejo. Los campos eléctrico y magnético generados por la aceleración de las cargas eléctricas (es decir, por la propia corriente) son variables en el tiempo. Se propagan en el espacio constituyendo las llamadas ondas electromagnéticas, las cuales aportan dos características básicas: el período y la amplitud.

A partir del período de una señal se puede determinar su frecuencia, medida en MHz. Un hertzio representa el cambio de estado de la señal, o ciclo, por lo que cuantos más ciclos por segundo cambia la señal, mayor frecuencia tiene. Como dichos cambios de estado representan la velocidad con que se puede transmitir la información, un mayor número de MHz representará un potencial más alto para realizar más transacciones de información por segundo.

Sin embargo, la tecnología de radiofrecuencia presenta ciertos problemas, principalmente el que se refiere a las posibles interferencias producidas por otros aparatos. Por ello, diversos organismos internacionales están encargados de regular los distintos espectros de frecuencias para que aparatos iguales utilicen los mismos rangos y empleen tecnologías que les permitan trabajar de manera conjunta. Así, para evitar problemas y con el objetivo de facilitar la conexión de todo tipo de periféricos entre sí, era necesario crear un estándar global. Un viejo sueño que por fin parece hacerse realidad con la llegada de el **Bluetooth™**.

Después de ver todo esto, imagínese por un momento que se cuenta con un PDA que ha sido equipado con la tecnología que aquí se ocupa y que los dispositivos con **Bluetooth™** ya están extendidos por todo el mundo. En un entorno doméstico, desde un pequeño ordenador probablemente se podría controlar el televisor y el vídeo, e incluso la lavadora, nevera u horno microondas. De la misma manera, se podría enlazar con el móvil para enviar mensajes cortos, conectarse a Internet o mandar una foto o un fichero de datos a cualquier lugar del mundo. Sin olvidar las aplicaciones de comercio electrónico, donde cajeros, cajas registradoras y sistemas de identificación personal permitirían pagar las compras, entradas de cine o espectáculos y sacar dinero del cajero automático.

Y es que el límite está únicamente en la imaginación, nacerán nuevos negocios, nuevas formas de moverse por el mundo y nuevas aplicaciones que a buen seguro facilitarán aún más la existencia. Todo ello gracias al teléfono móvil que en resumidas cuentas, es muy probable que sea una de las piedras angulares de la revolución que se está viviendo.

Las tecnologías inalámbricas son las que finalmente permitirán interactuar con el resto de dispositivos que se utilizan. Los actuales móviles WAP y los futuros UMTS de tercera generación son los que más beneficiados saldrán en un primer momento de **Bluetooth™**.

4.3. UMTS.

UMTS es la plataforma de prestaciones móviles preferida para los servicios y aplicaciones con gran contenido del mañana. En los últimos diez años, UMTS ha sido objeto de intensos esfuerzos de investigación y desarrollo en todo el mundo, y cuenta con el apoyo de numerosos e importantes fabricantes y operadores de telecomunicaciones, ya que representa una oportunidad única de crear un mercado masivo para el acceso a la Sociedad de la Información de servicios móviles altamente personalizados y de uso fácil.

UMTS, siglas que en inglés hace referencia a los Servicios Universales de Telecomunicaciones Móviles, es miembro de la familia global IMT-2000 del sistema de comunicaciones móviles de "tercera generación" de UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), y lo que se explica más adelante sobre UMTS y los servicios UMTS es igualmente válido para otros miembros de la familia IMT-2000 (Norma de telefonía móvil para 3G). UMTS tendrá un papel protagónico en la creación del futuro mercado masivo para las comunicaciones multimedia inalámbricas de alta calidad que alcanzarán a 2000 millones de usuarios en todo el mundo en el año 2010.

UMTS busca basarse en y extender las actuales tecnologías móviles, inalámbricas y satelitales proporcionando mayor capacidad, posibilidades de transmisión de datos y una gama de servicios mucho más extensa, usando un innovador programa de acceso radioeléctrico y una red principal mejorada.

4.4. WAP.

WAP. Wireless Application Protocol ofrece una nueva dimensión al Internet "La movilidad". Con un teléfono móvil o con una agenda electrónica que soporte la tecnología WAP se podrá adquirir boletos, ordenar una pizza o revisar cuentas bancarias en cualquier momento. En el trabajo, en el deportivo o de vacaciones. La información estará ahí para cuando se necesite. Se podrá buscar información, noticias, las condiciones del clima, tipos de cambio y más para mantenerse actualizado. También se podrá tener acceso a aplicaciones de entretenimiento como juegos o conversaciones en línea.

Pero WAP no solo consiste en hacer al Internet móvil. También habrá servicios como bajar agendas telefónicas completas o el manejo de las llamadas entrantes y salientes que harán de la telefonía móvil un medio aún más fácil de usar. WAP o Wireless Application Protocol es un estándar global desarrollado para poder ofrecer los servicios de Internet a los usuarios móviles. A pesar de que WAP está basado en la tecnología de Internet, WAP e Internet se encuentran lado a lado. Una persona o una empresa que tiene un Sitio de Internet puede hacer disponible la información para un usuario móvil mediante la transformación de páginas de Internet a página de WAP.

Para tener acceso a servicios de WAP se necesitará de productos WAP como el Teléfono Inteligente Ericsson R380. Además de la compatibilidad de WAP, los productos WAP cuentan con una pantalla gráfica amplia y un micro navegador.



**Fig. IV.3 Teléfono Inteligente (Smartphone)
Ericsson R380.**

Ericsson ofrece una solución WAP completa, que abarca desde las terminales móviles y el Gateway de WAP, hasta herramientas para el desarrollo de sitios WAP. El Gateway de WAP es un servidor que controla la comunicación entre una terminal móvil y el servidor en donde un servicio o página WAP se encuentre almacenado. El Gateway de WAP es tan esencial para WAP como lo es WML (Wireless Markup Language). WML es un lenguaje de programación diseñado para ser usado en terminales pequeñas utilizadas en las comunicaciones inalámbricas. Los desarrolladores de paquetes y programas utilizan WML para crear páginas WAP. El Ericsson WAP IDE es una excelente herramienta para crear páginas WAP y permite verificar como será vista una página en una terminal móvil.

¿Quiénes se benefician con WAP?

Operadores de redes.

Como líder en el mercado e innovador de la industria, Ericsson está perfectamente preparado para satisfacer los requerimientos de los operadores de redes.

Ericsson provee una solución completa punto a punto para WAP, que abarca desde la infraestructura hasta las terminales móviles. Ericsson puede incluso ayudarle a servir a sus clientes de la forma en que más le convenga y generar de esta forma ganancias más altas.

Con WAP de Ericsson, sus clientes se verán beneficiados con altos niveles de seguridad, privacidad y calidad. Y debido a que sus clientes buscan un servicio en el que puedan confiar, se ha hecho del soporte técnico una prioridad.

Empresas.

La solución total de WAP de Ericsson está diseñada para mantenerlo un paso adelante. Los paquetes de WAP todo-en-uno facilitan su camino al mercado a través de un amplio rango de ofertas, incluyendo terminales WAP, infraestructura, aplicaciones, servicios y entrenamiento, así como soporte técnico.

Desarrolladores de Aplicaciones.

Los desarrolladores tienen una gran oportunidad de moldear y dirigir el futuro de los servicios de Internet Móvil en la medida en que varias tecnologías y condiciones de mercado convergen para abrir una dinámica e innovadora era en la creación de servicios móviles. Ericsson soporta y estimula a los desarrolladores de productos, aplicaciones y servicios basados en WAP a través del Ericsson Developers Zone.

Proveedores de Contenido o Servicios.

Lo mejor acerca de WAP es que es una plataforma actualmente lista para la creación de servicios de Internet Móvil para el mercado masivo, los cuales se adaptan a las actuales redes móviles. Ericsson provee las herramientas necesarias a los proveedores de contenido y servicio para desarrollar, implantar y mantener las soluciones de Internet Móvil. Haciendo las cosas sencillas y reduciendo el TTM (Time to Market).

Usuario Final.

Ericsson ofrece a los usuarios finales su experiencia en WAP. En Ericsson se vigila muy de cerca que las aplicaciones desarrolladas sean lo más fácil de usar para ellos. Las aplicaciones serán de gran uso para la actividad diaria de los individuos, serán innovadoras y abarcaran servicios en áreas como Comercio Electrónico (e-commerce), información y portales. Además de que se ofrece una gran variedad de teléfonos WAP para los cuales se continuara desarrollando modelos con tecnología avanzada de tercera generación.

Los teléfonos además, utilizan la arquitectura más avanzada requerido para poder mantenerse en contacto con la mayor calidad posible mientras se encuentren en movimiento.

¿Que hace WAP ?

WAP integra en los terminales móviles la conveniencia de los servicios de Internet. Adapta exitosamente la tecnología WEB existente para cubrir los contratiempos del ambiente inalámbrico. WAP tiene muchos usos tanto en el ambiente de oficina como en el de casa. Puede ayudar a una persona a organizar sus actividades tanto personales como laborales, desde revisar la situación climatológica hasta organizar un viaje de negocios o comprar acciones.

Conducido por el WAP FORUM co-fundado por Ericsson, WAP ha ganado credibilidad internacional: alrededor de 500 empresas líderes a nivel mundial en el ramo de las telecomunicaciones inalámbricas forman parte de dicho Foro.

¿En qué consiste WAP?

Los recientes comentarios acerca de WAP podrían hacer pensar que ha fracasado como una tecnología de Internet Móvil. Sin embargo, la realidad es que sin WAP no hay Internet Móvil.

WAP debe ser visto como uno de los principales elementos dentro del Internet Móvil. Es la llave que abre la puerta a un amplio rango de nuevas aplicaciones móviles basadas en la combinación de las tecnologías móviles e Internet.

Hoy WAP adapta la tecnología existente del Internet al ambiente móvil. Las tecnologías requeridas para construir el Internet Móvil estarán avanzando cada día y obteniendo un mayor reconocimiento, gracias a su alta velocidad en el envío de paquetes de datos, transmisión de radio de banda ancha, mayor número de terminales móviles avanzadas y mucha más capacidad y más calidad en la tecnología de redes.

WAP maneja los diferentes tipos de redes y estándares de terminales móviles, por lo que tiene el potencial de convertirse en un verdadero estándar global. Así que, sin importar las limitaciones de las tecnologías actuales de Internet móvil, los operadores móviles, proveedores de contenido, proveedores de servicios, desarrolladores de aplicaciones y empresas de todo tipo, reconocen el potencial de WAP y buscaran entrar al mercado lo más oportunamente posible.

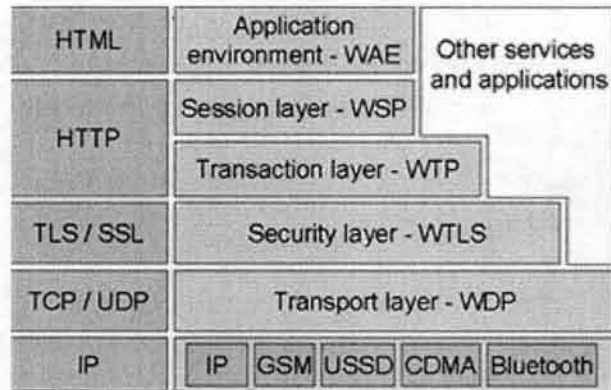


Fig. IV.4

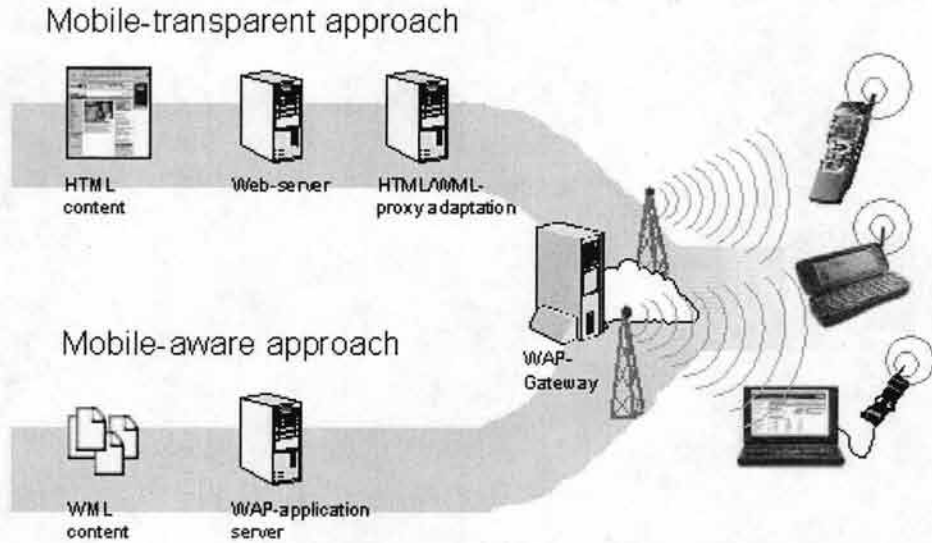


Fig. IV.5

4.5. BLIP

En los próximos años se introducirá un nuevo término que tendremos que añadir al vocabulario: Blip. Este nuevo término, cuyas siglas significan "**Bluetooth™** Local Infotainment Point", supone un nuevo concepto de transmisión y disseminación de la información. Ericsson, empresa desarrolladora de esta idea, cree que los Blips se expandirán con mayor rapidez una vez que esta tecnología se implante definitivamente, a través de los teléfonos móviles y los organizadores personales fundamentalmente.

El BLIP funcionará como un concentrador para los dispositivos que se encuentren en su radio de acción, que se conectarán a él por radio. Por ejemplo, cuando se entre en un autobús, no será necesario comprar el billete, bastará con que el móvil **Bluetooth™** entre en comunicación con el BLIP instalado en ese medio de transporte y se realice el pago a través de esta tecnología. Otra posibilidad es convertir las vallas publicitarias en un BLIP. Los usuarios podrán conectarse cuando pasen por sus inmediaciones y acceder a la página web del anunciante o descargarse información adicional, e incluso cupones de descuento.

El juego de desarrollo de esta nueva plataforma será gratuito para facilitar a los distintos desarrolladores la implementación de aplicaciones. BLIP está basado en Linux y está equipado con protocolo WAP y un host **Bluetooth™** de Ericsson capaz de soportar transferencias a la máxima velocidad que alcanza esta tecnología, 720 Kbps.

El lanzamiento de este producto se prevé para finales de este año y su precio oscilará en torno a las 90,000 pesetas (540.91 euros); aunque, para el usuario final, el servicio será gratuito, a diferencia de otras tecnologías, como GPRS.

4.5.1. BLIP, un lenguaje para Bluetooth™.

Este año, Ericsson introdujo el **Bluetooth™** Local Infotainment Point (BLIP), el link que hace que la vida diaria sea realmente inalámbrica. Teléfonos y ordenadores son las herramientas y **Bluetooth™** es el lenguaje. BLIP es la infraestructura.

BLIP es un concentrador que recibe información de forma inalámbrica. El lenguaje usado es **Bluetooth™**. Cualquier persona en un rango de 10 metros con un producto **Bluetooth™** puede conectarse con él utilizando todo tipo de producto **Bluetooth™**. Pueden transmitir mapas, calendarios y música. La ventaja de BLIP es que se adapta a cualquier situación.

BLIP puede hacer cualquier cosa que le programen hacer, gracias a su plataforma abierta de programas; sus únicos límites son la imaginación del usuario y experiencia en programación.

Productos Bluetooth™ de Ericsson

Headset Bluetooth™

Primer producto **Bluetooth™** en la industria, incorpora un circuito **Bluetooth™** que actúa como conector entre el "headset" y el teléfono Ericsson. Cuando suena el teléfono la llamada puede ser contestada desde el "headset" accionando una tecla del dispositivo y para hacer una llamada basta apretar otra tecla y usar el comando de voz para iniciar contacto.

El "headset" **Bluetooth™** se adapta a la cabeza del usuario y se conecta con un teléfono móvil a través de un link de radio sin la necesidad de cables. El teléfono móvil puede estar a 10 metros de distancia del "headset", dentro del maletín, en el bolsillo o en otra habitación, mientras el usuario puede hablar con completa movilidad.

R520.

El nuevo teléfono R520 de Ericsson posee cualidades únicas: es el primer teléfono móvil de triple banda con soporte para GPRS y para High Speed Data y con **Bluetooth™** incorporado. Estas características del R520 aseguran al usuario conexión permanente a Internet Móvil, conectividad inalámbrica completa y opción para la transmisión de datos en forma rápida.

La tecnología GPRS facilita la transmisión de paquetes de datos de alta velocidad para que el usuario esté constantemente conectado con los servicios de Internet Móvil. Además, cuenta con WAP 1.2.1, que garantiza la seguridad de las transacciones de Comercio Electrónico (e-commerce).

El R520 puede ser conectado al ordenador con la Ericsson **Bluetooth™** PC Card y es compatible con servicios de correo electrónico (e-mail). Es el primer teléfono compatible con la tecnología GPRS que tiene **Bluetooth™**. incorporado.

T39.

Este teléfono es una pieza para tener presente a la hora de elegir un teléfono móvil, pequeño, poderoso y uso en tres bandas. Con GPRS incluido permite acceso rápido a Internet Móvil y tecnología inalámbrica **Bluetooth™** acceso efectivo y seguro a Internet usando el teléfono móvil T39 con WAP, "browser" 1.2.1 y módem incorporados. Las aplicaciones incluyen una avanzada agenda telefónica y calendario, PIM (Personal Information Management).



Fig. IV.6

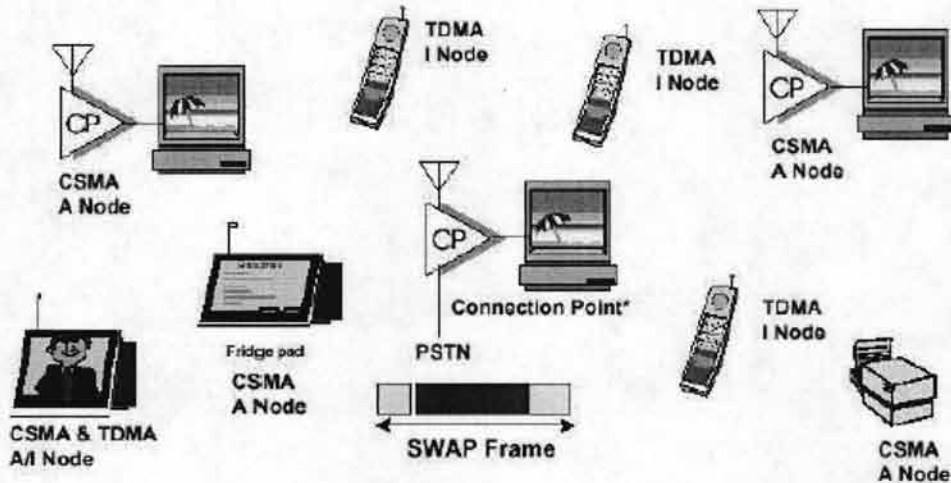
4.6. HomeRF

Existe otra tecnología, que no es estrictamente competidora de **Bluetooth™**, pero que tiene ciertas similitudes con ella: la denominada HomeRF (Home Radio Frequency), que proporciona interconexión entre productos electrónicos de consumo, dentro del hogar, para diferentes aplicaciones. Utiliza, también, la misma banda de 2.4 GHz, pero no interfiere con **Bluetooth™**. Gracias al método de salto de frecuencia, que en este caso es de 50 por segundo.

Las principales aplicaciones que encuentra HomeRF son en la conexión inalámbrica de un ordenador a otros dispositivos electrónicos de consumo, como son vídeos, electrodomésticos, juguetes avanzados, impresoras, centralitas, teléfonos inalámbricos, etcétera, con un rango de distancia que alcanza hasta los 50 metros.

Al igual que **Bluetooth™**, HomeRF utiliza el salto de frecuencia para evitar interferencias; admite la comunicación de datos hasta 2 Mbit/s y permite conectar hasta un total de 127 dispositivos. Soporta comunicación de voz y datos, permitiendo hasta 6 conversaciones. El grupo de trabajo (HRFWG), formado en Marzo de 1998 por compañías como Compaq, Ericsson, Hewlett-Packard, IBM, Intel, Microsoft, Motorola, entre más de 100, han desarrollado el Protocolo SWAP (Shared Wireless Access Protocol), basado en el estándar IEEE 802.11 para datos y en DECT para voz, que se usará en esta aplicación.

4.6.1 Topología. Descripción.



Acceso de diferentes dispositivos a la red HomeRF.

Fig. IV.7

HomeRF no admite funcionamiento "ad hoc", sino que tiene una estructura predeterminada (red gestionada). Los dispositivos conectados pueden interactuar con la red de dos maneras diferentes, con Punto de Conexión o sin él.

En el primer caso cada dispositivo interactúa directamente con la red. Entre tales dispositivos se encuentran productos de automatización doméstica como interruptores de la luz.

El segundo caso proporciona comunicación de voz interactiva y crítica controlada por un Punto de Conexión (acceso a Internet, teléfonos inalámbricos). Este punto de conexión podría ser un ordenador personal que conecte con los dispositivos a través de interfases como Universal Serial Bus (USB), una tarjeta o módem interfase Home RF. El Punto de Conexión también podría utilizarse para dar soporte al suministro de potencia para prolongar la vida de las pilas de los dispositivos programando el modo "standby".

En cuanto a la comunicación entre los dispositivos para el intercambio de información existen dos posibilidades:

- Modo de funcionamiento Host/Client. Es el utilizado en transmisión de voz, aplicaciones Internet centralizadas, y en algunas aplicaciones más.
- Modo Peer-To-Peer. Es el más eficiente para compartir recursos como un dispositivo DVD o una impresora.

HomeRF soporta ambos modos simultáneamente.

4.6.2. Otras Características.

Prestaciones.

La especificación HomeRF 1.0 contemplaba llegar a 1Mbps utilizando modulación 2 FSK y hasta 2Mbps utilizando 4 FSK, pero ante la ausencia de un espacio de mercado claro en precios y prestaciones, los miembros de la HomeRF presionaron el año pasado a la FCC norteamericana para que les concediera más ancho de banda en la banda espectral donde se mueven, los 2.4Ghz.

Una vez concedido, desarrollaron la especificación HomeRF 2.0, recientemente aparecida en el mercado (26 de Noviembre de 2001), que llega a los 10Mbps.

Compresión y encriptación de datos: Blowfish.

Para la compresión de datos utiliza el algoritmo LZRW3-A. Para la encriptación de los datos utiliza el algoritmo "blowfish", un algoritmo con un trillón de códigos similar al GSM A5 pero más robusto, con una clave de 128 bits.

Blowfish fue creado por Bruce Schneier, autor del libro Applied Cryptography (considerado por muchos como la "biblia" en cuestiones de criptografía). Utiliza claves de hasta 448 bits y, hasta el momento, ha resistido con éxito todos los ataques. Por ello y por su estructura, se le considera uno de los algoritmos más seguros, a pesar de lo cual no se utiliza masivamente. Tal vez se deba a su relativa juventud (la del algoritmo, no la de Schneier). Su autor no ha patentado el método para que pueda ser empleado sin limitaciones.

Ha sido diseñado para ser rápido (cifra datos en modo de 32-bit a razón de 26 ciclos de reloj por byte). Es compacto (puede correr ocupando menos de 5Kb de memoria), simple (las únicas operaciones que se utilizan son sumar, XOR, y buscar la tabla de particiones en operaciones de 32-bits), seguro (la longitud de la clave de Blowfish es variable y puede tener una longitud de hasta 448 bits), y robusto (a diferencia de DES, la seguridad de Blowfish no disminuye por simples errores de programación).

El algoritmo de cifrado por bloques Blowfish, que cifra datos en **bloques de 64-bits** al mismo tiempo, es dividido en dos partes: **claves de expansión y cifrado de datos**.

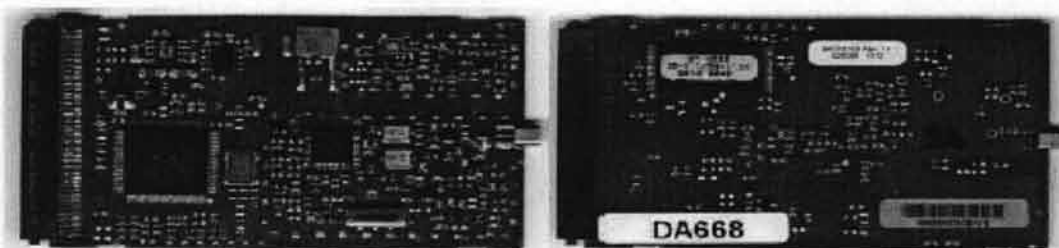
Las **claves de expansión** convierten una clave de más de 448 bits en varias subclaves que totalizan 4168 bytes.

El **cifrado de datos** consiste en una función simple que permite 16 iteraciones. Cada iteración llamada *Around@* consiste en la permutación de una clave dependiente y una sustitución de una clave y datos dependiente.

Blowfish utiliza un gran número de subclaves que deben ser preprocesadas antes de cualquier proceso de cifrado o descifrado.

La ordenación-P consiste en 18 subclaves de 32-bits, P_1, P_2, \dots, P_{18} y hay cuatro subcajas de 32-bit con 256 entradas cada una: $S_{1,0}, S_{1,1}, \dots, S_{1,255}; S_{2,0}, S_{2,1}, \dots, S_{2,255}; S_{3,0}, S_{3,1}, \dots, S_{3,255}; S_{4,0}, S_{4,1}, \dots, S_{4,255}$.

NIC (Network Interface Card). En la siguiente ilustración se ve una de las tarjetas utilizadas por HomeRF 1.0.



Vistas superior e inferior de una NIC de HomeRF.

Fig. IV.8

Roaming:

Es la capacidad de un sistema para permitir la traslación de dispositivos a lo largo del mismo. En HomeRF debido a su carácter doméstico, lo interpretan como sacar dispositivos fuera de la casa. Por ejemplo, para sacar un portátil o una PDA al jardín.

En HomeRF 1.0 no estaba prevista esta situación aunque había tecnología basada en éste que lo soportaba, pero HomeRF 2.0 si contempla roaming explícitamente.

4.6.3 Aplicaciones

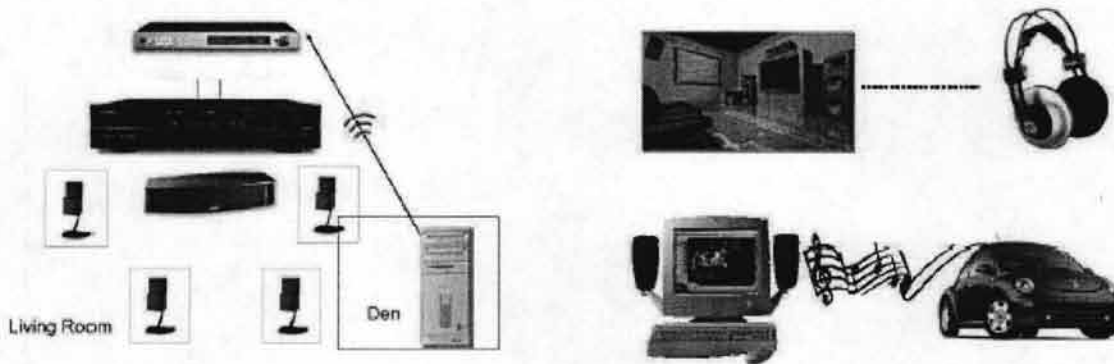


Fig. IV.9

Transmisión de audio

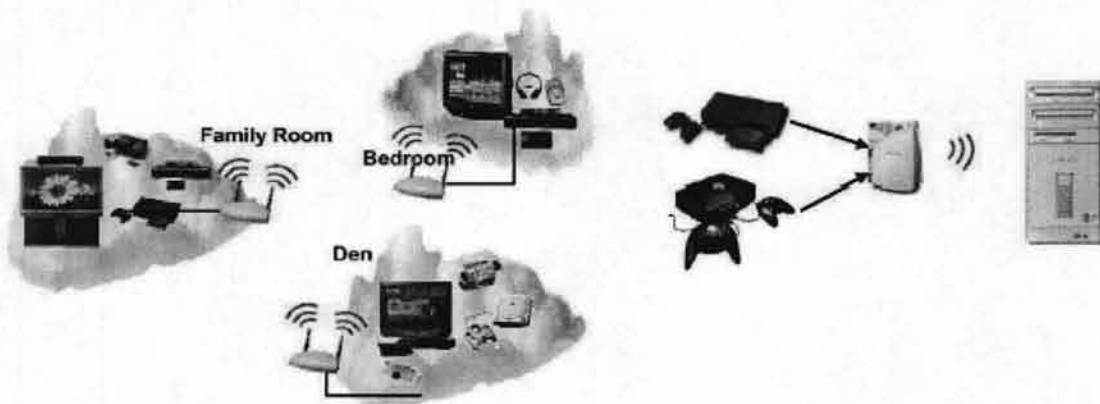


Fig. IV.10

Transmisión de video y juego en red.

En las dos figuras anteriores se pueden contemplar varias aplicaciones que pueden funcionar sobre HomeRF. En la figura IV.9 observamos cómo se puede transmitir desde un ordenador personal música hacia un equipo de sonido, y como éste puede distribuirla por una serie de altavoces repartidos por toda la casa sin necesidad de cableado.

Ese mismo equipo podrá transferir la música al automóvil y éste podrá almacenarla y disponer de ella durante el viaje, cuando se fabriquen los dispositivos necesarios. También se ve cómo el equipo de música envía la música a unos cascos inalámbricos.

En la figura IV.10 se observan más aplicaciones multimedia, como son la distribución de vídeo, por ejemplo desde una videocámara a diferentes dispositivos de visualización o desde un dispositivo de reproducción de video como pueda ser un DVD o un video VHS. También se ve cómo se puede interaccionar un ordenador personal con una consola de juego o simplemente jugar desde diferentes puntos de la casa.

Además de esto hay que considerar todas las aplicaciones que se han mencionado a lo largo del apartado como puedan ser transmisión de voz, o compartición de recursos hardware.

4.7. PDA (Palm).

PDA, es un dispositivo móvil u ordenador de bolsillo (por su tamaño), que contiene diferentes utilidades, algunas de ellas vienen directamente de fábrica, como ser, agenda (Date Book), calculadora, libreta de direcciones (Address Book) y un anotador de ideas (Memo Pad). Y otras pueden ser bajadas desde Internet, donde hay mas de 10.000 Aplicaciones orientadas a diferentes áreas de interés (juegos, finanzas, documentos, etcétera). Pasar información desde diferentes sitios de Internet.



Fig. IV.11
Varios Dispositivos con los que puede comunicarse Palm mediante Bluetooth

4.7.1. Descripción del equipo PDA.

Reconocimiento de escritura. La pantalla del PDA, es sensible al tacto y tiene un sistema de entrada de datos llamada Grafitti que reconoce la escritura. Simplemente con el uso del bolígrafo incluido (llamado "Stylus") y escribe en la pantalla.

Puede compartir información con un ordenador, los diseñadores de PDA, tuvieron bastante visión de futuro (después de años de investigación del mercado, mil millones de dólares de inversión de la industria de los portátiles y una gran lista de productos fallidos). Para darse cuenta que el propósito de un PDA, no es reemplazar al ordenador de sobremesa, sino complementarlo.

Se Puede transferir información desde un PDA a un ordenador fácilmente. La base incluida (que es el intermediario entre un PDA y un ordenador). Se conecta a un puerto serie (COM). Simplemente se pone un PDA, en la base, se pulsa un botón (Hot Sync), y la información del PDA, se transferirá al ordenador en cuestión de segundos.

Además permite compartir información con otros usuarios, porque tiene conexión con infrarrojos. Simplemente se apunta el PDA a otro, se pulsa, el botón de agenda durante tres segundos, y la tarjeta virtual será transferida ("beam") al PDA, de un amigo. También se pueden transmitir aplicaciones y datos. Y por igual transferir datos.

Textos electrónicos Avantgo^{****}, es una aplicación imprescindible. Con ella se puede bajar, en forma de canales, periódicos, revistas y por supuesto noticias.

Hay otro tipo de texto electrónico es el e-book^{§§§§}. Hay una gran variedad de libros electrónicos en la red, y con un lector como Smartdoc se puede hacer que el texto baje por la pantalla a la velocidad que se elija.

Existen tres formas para conectar un PDA y tener servicio móvil:

- Conexión con tu móvil vía infrarrojo.
- Conexión de cable serial al móvil.
- Mediante módem para PDA.

^{****} Sistema de navegación fuera de línea (sin conexión) mediante el cual una serie de paginas (que Avantgo llama canales) se descarga en nuestro PDA al realizar una sincronización (siempre que estemos conectados a Internet), para que una vez desconectados en cualquier lugar navegar por ellas libremente.

^{§§§§}

Capítulo V.

Aplicaciones y Alternativas de Bluetooth™.

Las aplicaciones que puede haber con esta tecnología son de lo más variado. Desde la implementación de una red inalámbrica hasta la posibilidad de transferir una fotografía de una cámara a un móvil para enviarla por correo electrónico, o transferirla a una impresora para imprimirla en ausencia de hilos. Hewlett Packard tiene previsto comercializar una impresora con estas características en las próximas fechas.

Desde el punto de vista profesional, la aplicación más práctica, sin duda es la posibilidad de montar una red inalámbrica en salas o entornos que ofrezcan dificultades para montar una LAN (Red de Área Local) convencional. Para ello se utiliza un punto de acceso y cada puesto lleva instalado una tarjeta de ordenador con esta tecnología.

Sin embargo, en este sentido, se ha desarrollado otra tecnología sin hilos, las redes Wireless, basadas en la especificación 802.11a y 802.11b de la IEEE. Esta subdivisión se basa en la capacidad de transferencia, mientras la primera abarca aquellas con un régimen de hasta 2 Mbps, la segunda alcanza aquellas con un ancho de banda de hasta 11 Mbps. Empresas como Compaq, Lucent, 3Com o SMC, por citar algunas, ya tienen productos en el mercado.

Estas redes inalámbricas ofrecen un mayor ancho de banda que las basadas en la tecnología **Bluetooth™** y sus especificaciones están recogidas por el organismo competente, en este caso la IEEE. De la misma manera, este organismo recoge las especificaciones de la tecnología **Bluetooth™** (IEEE 802.15 WPAN/ Red de Área Personal) para redes personales. En definitiva, la llegada de esta tecnología a los hogares ha sufrido un retraso respecto a lo previsto, sin embargo el futuro es de lo más prometedor.

El futuro de **Bluetooth™** está fuertemente cargado por expectativas de las 2000 compañías pertenecientes al **Bluetooth™** SIG. Cada desarrollador ha colaborado en la visión conjunta que se tiene para la tecnología, y los casos de uso que están planeados son altamente diversos.

Por el lado de la IEEE, se espera que **Bluetooth™** conforme a la Norma IEEE 802.15.2 dé coexistencia con las redes WLAN y que surjan versiones de alta

y baja velocidad, para aplicaciones de multimedia y de dispositivos de baja complejidad respectivamente.

Al crearse estos estándares, se ampliarían aún más las posibilidades para el uso de **Bluetooth™**, por ejemplo, para el modelo de baja velocidad y baja complejidad (IEEE 802.15 TG 4) se esperan las siguientes aplicaciones:

- Sensores
- Juguetes interactivos
- Carnets inteligentes
- Controles remotos
- Dispositivos para la automatización del hogar

En general, dispositivos que deben tener un alto grado de simplicidad, bajo costo, bajos requerimientos de tasa de transferencia y que deben mantener una vida de batería de varios meses o varios años.

Por el otro lado, los dispositivos de alto desempeño, cuyo estándar está siendo desarrollado por el grupo IEEE 802.15 TG 3, definirán un nuevo nivel de alto rendimiento y bajo consumo eléctrico en aplicaciones de procesamiento de imágenes digitales y en el campo de multimedia.

Por el lado del **Bluetooth™** SIG y sus compañías patrocinantes se ha creado ya una buena cantidad de soluciones propuestas y han implantado una buena cantidad de escenarios de prueba, algunos de los más interesantes se explicaran a continuación:

- a) Automatización Hotelera: la cadena de hoteles Holiday Inn, Axis Communications AB y Registry Magic han juntado sus esfuerzos para convertir el Holiday Inn de Wall Street en el primer hotel en prestar servicios inalámbricos. La tecnología permitirá a los huéspedes hacer su registro de entrada (check-in) y registro de salida (check-out), entrar a sus habitaciones, utilizar Internet, recibir mensajes de voz, y pagar comidas en el restaurante del hotel.

Paralelamente, hay iniciativas como la de la compañía i-Wap para simplificar tareas de la administración hotelera, como por ejemplo el monitoreo de consumo de mini-bar.

Todavía está por verse el impacto que pueda tener **Bluetooth™**. sobre la operación hotelera y si podrá influir positivamente en la captación de nuevos clientes. Sin embargo se trata de una tecnología que muy fácilmente puede significar un punto clave en la historia de esta industria si se juegan correctamente las cartas.

-
- b) Acceso a Internet en aeropuertos: muchos ejecutivos que viajan regularmente se ven cada vez más en necesidad de tener acceso continuo a su correo electrónico y páginas web. Hasta ahora la solución adoptada por muchos suele ser una llamada telefónica a un número de acceso de su proveedor o una complicada y costosa conexión a través de un teléfono celular. Actualmente, compañías como American Airlines y TWA están implantando el servicio de Internet inalámbrico en sus salas de espera de primera clase. A pesar de los esfuerzos de ambas compañías, han encontrado un gran número de obstáculos para la implantación del servicio. El hecho que principalmente ha retardado la implantación de **Bluetooth™** dentro de esta área es que se trata de una tecnología en vías de desarrollo. Adicionalmente, las operadoras de los aeropuertos y las compañías de telefonía de larga distancia, al ver sus intereses en peligro, han comenzado a dificultar deliberadamente la entrada de las WPAN en las instalaciones de los aeropuertos.
- c) Acceso a información en trenes: BT Syncordia y Midland Mainline han comenzado pruebas para verificar la factibilidad de utilizar intranets basados en **Bluetooth™** dentro de sus vagones. Dentro de los trenes, los usuarios tendrán acceso a ciertas páginas web de noticias obtenidas con antelación y almacenadas en un "Caché" del tren. Posiblemente, se contempla la posibilidad de que los pasajeros adquieran sus boletos a través de este medio. Una conexión "en vivo" en los trenes haría mucho más interesante la implantación de ésta propuesta.
- d) Uso de dispositivos **Bluetooth™** para optimizar operaciones industriales:
- e) Uso de dispositivos BLIP: Ericsson, compañía creadora del movimiento **Bluetooth™**, ha lanzado un nuevo concepto para empujar la utilización de dispositivos de esta tecnología en la calle, como manera de fomentar su uso para fines comerciales y alimentar su desarrollo. La unidad BLIP, que contiene un pequeño sistema corriendo una versión especial de Linux, permite montar aplicaciones interactivas de entretenimiento e información en establecimientos comerciales y lugares públicos.

5.1. Bluetooth™ una realidad futurista.

El estándar podría consolidarse de forma generalizada si se consigue superar uno de sus principales inconvenientes, su comercialización. Es decir, hasta ahora, el acoplamiento de los aparatos tecnológicos tanto en su aspecto puramente estricto como en términos de factibilidad de uso, representa un obstáculo para su comercialización a gran escala.

Otro de los problemas que enfrenta es que algunos fabricantes han retrasado su adquisición de productos disponibles en el mercado. Al parecer, su optimismo les impidió ser objetivos en cuanto al tiempo que tardará en desarrollar los productos y sus costes.

A pesar de todo, ya se están realizando los primeros ensayos en centros públicos como hoteles, áreas comerciales y aeropuertos. Algunos pasajeros pueden acceder a Internet desde las salas de espera de ciertas compañías, o inclusive abrir la puerta de su habitación de hotel utilizando un PDA. El estándar también encuentra posibilidades en la industria, en la medicina, como mando a distancia universal, para conectar electrodomésticos o cámaras de seguridad.

Es tan amplia la gama de aplicaciones que pueden darse con **Bluetooth™**, estos son algunos de los escenarios para los futuros productos que estén usando esta tecnología:

- Automatización en el hogar.
- Comercio electrónico.
- Control Industrial.
- Industria Automotriz.
- Sistemas de Vigilancia.
- Control de Acceso.

Dentro de los principales productos comerciales que tendrán **Bluetooth™** se pueden listar:

- Periféricos Inalámbricos (teclado, ratón, monitor, impresora, bocinas).
- Accesorios como, manos libres, diademas y audífonos para teléfonos móviles celulares
- Cámaras digitales.
- Módulo Integrado en Ordenadores Portátiles.
- Módulo Integrado en Teléfonos celulares.
- Módulo Integrado en Computadoras de Bolsillo.
- Puntos de acceso: Puente universal hacia otras redes.

5.2. Conceptos de Domótica.

5.2.1. ¿Qué es la Domótica?

La palabra DOMÓTICA esta siendo una de las expresiones que más se relacionan con el progreso en los últimos años, sin embargo este concepto no sería del todo cierto. El concepto de "DOMÓTICA", sí es relativamente reciente, sin embargo no es la tecnología, que este concepto conlleva, lo que es reciente (salvo algunas excepciones), sino la aplicación de dicha tecnología que esta palabra lleva en su significado. Aplicación de la tecnología y la automática a la vida doméstica.

La evolución hacia el concepto de DOMÓTICA proviene de la disgregación en dos conceptos diferentes, de lo que se ha llamado durante mucho tiempo "Edificios Inteligentes". Por un lado, se tienen los llamados Sistemas de Gestión de Edificios. Estos sistemas "gestionan" y dirigen las acciones y consumos, proporcionando informes detallados de consumos y ahorros, priorizando unos automatismo sobre otros, y "gestionando" toda la vida "automática" en el edificio. Esto puede llegar a hacer sentir a los habitantes del edificio que están viviendo con alguien más, con el "gestionador", que nos les permite hacer "esas cosas prohibidas", es decir, se corre el riesgo deshumanizar algo tan privado como es la vida doméstica.

La Domotica es la integración de los sistemas electro-técnicas en el hogar provenientes de sectores como la electricidad, la electrónica, la informática, la robótica y las telecomunicaciones. Los áreas principales son:

- Automatización y Control que abarca el control (apagar/encender, abrir/cerrar y regular) de aplicaciones y dispositivos domésticos como iluminación, climatización, persianas/toldos, puertas y ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, suministro de agua, gas, electricidad, etcétera.
- Seguridad de personas, bienes, incidencias y averías con alarmas de intrusión y cámaras de vigilancia, alarmas personales y alarmas técnicas de incendio, humo, agua, gas, fallo de suministro eléctrico etcétera.
- Voz y Datos incluye textos, imágenes y sonidos con redes locales, intercambio y compartiendo recursos entre todos los dispositivos, acceso a Internet y a nuevos servicios (telefonía sobre IP, televisión digital etcétera).

-
- Audio y Video que abarca información, teleservicios, entretenimiento, diversión, educación con radio, televisión, audio/video multi-room, cine en casa, videojuegos; captura, tratamiento y distribución de imágenes fijas/dinámicas y de sonido dentro y fuera de la casa.

La finalidad de la domótica es cubrir y mejorar necesidades de los usuarios, con ayuda de nuevas tecnologías, aplicaciones y servicios, como:

- Aumentar la seguridad

La seguridad, no solo es aquella vieja sirena que se activa cuando alguien intenta forzar una puerta, ahora es algo más, es el dispositivo inteligente que puede llamar a la oficina si alguien amenaza la seguridad de un hogar, es el dispositivo que puede encender las luces simulando una presencia en casa y disuadir así a los amigos de lo ajeno, o activar una cámara que grabe en vídeo al intruso.

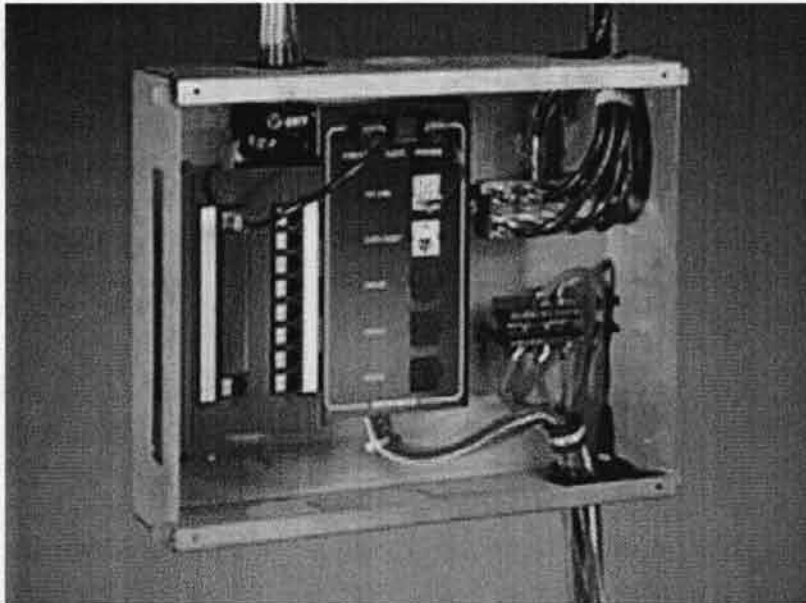


Figura V.1

- Incrementar el confort

La mayor parte de los equipos caseros de audio, vídeo, televisión poseen un mando a distancia. ¿No sería maravilloso disponer de un solo mando? ¡Complicado! NO, de momento aun en ingles, pero todo lo anterior y además varias cosas más se pueden controlarlo con la VOZ.

- Mejorar las comunicaciones

Entre los mundos de la electrónica y la informática existirá esa comunicación que hará posible todo lo anterior, y además se ha pensado en que un usuario no puede empezar esta bella historia de amor recableando toda su

casa, los fines de semana son para salir al campo o a la playa, todos los productos propuestos tienen la ventaja de usar una tecnología "X10" que aunque parezca mentira lleva 15 años en el mercado y más instalaciones que ninguna otra en el mercado internacional. "X-10" es popular pero esto no es su máxima cualidad, su éxito reside en utilizar las líneas de corriente y los enchufes para desarrollar toda su inteligencia.

- Ahorrar energía, dinero y tiempo

Inmediatamente rentable, los sistemas inteligentes permiten una buena gestión de la calefacción, del aire acondicionado, de aquellas luces que se ha olvidado apagar y todo a base de una gestión cómoda e inteligente.

- Facilitar el control integral de la casa
- Ofrecer nuevos servicios

5.2.2 Protocolos y Estándares

Inicialmente, la única manera de construir una instalación domótica era con el uso de sensores y actuadores que se unían, con una arquitectura centralizada, a un autómata o controlador que tenía embarcada toda la inteligencia que se exigía a la vivienda. Casi siempre eran sistemas propietarios, muy pocos flexibles y que hacían muy difícil y costoso el aumento de las prestaciones.

Pero desde hace pocos años, gracias a la drástica bajada de los precios del hardware electrónico, es posible construir sensores y actuadores con inteligencia suficiente como para implementar "una red de área local" de control distribuido. Con una arquitectura distribuida y apoyándose en tecnologías o estándares como el X-10, el EIB, el Lonworks, entre otros, la domótica ha ganado en facilidad de uso e instalación, en flexibilidad, en modularidad y en interconectividad a la vez que ha reducido su coste, y ampliado el abanico de productos, de fabricantes y de instaladores que trabajan en este campo.

En las arquitecturas distribuidas, las redes de control se pueden intercambiar los telegramas mediante cables de pares trenzados, con corrientes portadoras sobre la misma red de baja tensión (powerline communication), vía radio, por fibras ópticas, con cable coaxial, etc. Siendo las dos primeras las de uso más frecuente, el resto se usan allí donde alguna de sus prestaciones es imprescindible debido a los requisitos de la instalación.

A pesar de la aparición de estándares y tecnologías que han abaratado y reducido la complejidad de las instalaciones domóticas, hasta la fecha esta industria no ha tenido la difusión y demanda esperada por parte de los propietarios de las viviendas. Muy poca gente estaba dispuesta a pagar los costes adicionales que implica construir una "vivienda inteligente", la sensación entre el valor añadido y los costes en que se incurren no justificaba, para la mayoría de los usuarios, la inversión.

Pero ahora, gracias a Internet, estamos viendo como están apareciendo multitud de fabricantes y proveedores de servicios que están desarrollando nuevos productos y servicios que conjugan lo mejor de Internet (bajo coste, amplia difusión, presentación Web y WAP) con tecnologías de redes de datos y control asequibles y estandarizadas que creemos que van a darle a la domótica el empujón definitivo para despegar.

Quizás a partir de ahora, aunque los profesionales del sector sabemos que el concepto de domótica lleva implícitos el telecontrol y la telemetría de la vivienda, sería más interesante empezar a usar el término "Teledomótica" para llamar la atención de las sinergias que se están produciendo entre Internet, la telefonía móvil y la domótica en sí.

En este punto, hay que comentar que las Pasarelas Residenciales y el acceso a Internet de banda ancha (Always-On), juegan un papel muy importante, sino imprescindible, para que el mercado de la Teledomótica adquiera un tamaño importante. Las pasarelas (gateways) serán las encargadas de adaptar los protocolos y los flujos de datos de las redes externas de acceso (Internet) a las redes internas de datos y control de la vivienda. Permitirán que varias PC's compartan archivos, impresoras y acceso único a Internet, a la vez que adaptan los datos de las redes de control de la vivienda a los protocolos típicos de Internet. Además deberán actuar como cortafuegos (firewalls) impidiendo que terceros puedan acceder a las redes internas de una vivienda. Estas pasarelas residenciales permitirán ofrecer al propietario de la vivienda no sólo Teledomótica, sino además entretenimiento (descargas de audio y video), interfaces para el comercio electrónico, alarmas médicas y cuidado de personas discapacitadas, entre otros.

El acceso a Internet de banda ancha aporta la conexión permanente de la vivienda a las redes públicas de datos. Con este acceso, y con tarifas orientadas al tráfico de datos en vez al tiempo de la llamada, los propietarios podrán telecontrolar las viviendas casi en tiempo real, podrán recibir correos electrónicos o mensajes en los móviles cuando sucedan eventos o alarmas y todo ello a unos precios muy competitivos (tarifa plana).

El objetivo de las siguientes páginas es realizar una presentación de las tecnologías, protocolos y sistemas propietarios que creemos que más están contribuyendo a la industria de la domótica. Algunos de estos estándares o protocolos tendrán un papel clave en el desarrollo de la Teledomótica mediante pasarelas residenciales.

5.2.3 Redes

La era Internet está cambiando la forma en que la gente usa sus ordenadores y demás dispositivos electrónicos. Cada vez más los usuarios necesitan herramientas que les permitan intercambiar y transferir información de unos equipos a otros. La redes de datos residenciales (Home Networking en el mundo anglosajón) implica la distribución de audio, video y datos entre dispositivos de la vivienda, asegurando la interoperatividad.



Figura V.2

En esta sección se exponen las tecnologías disponibles más adecuadas para crear redes de datos que permitan intercambiar información entre dispositivos de una vivienda o SOHOs (Small Office/Home Office). Aunque algunas de ellas no se pueden considerar que ofrezcan las prestaciones de lo que se entiende por una Red de Área Local (LAN) pura, intercambio de datos entre dos o más dispositivos, se detallan en estas páginas por considerar que tendrán una aplicación muy relevante en las viviendas inteligentes.

Hay que destacar que este apartado no cubre lo que se entiende por red de control, la cual, con menor ancho de banda, sólo será usada para aplicaciones de automatización y control en la vivienda.

Desde el punto de vista de Casadomo^{*****}, se exponen las características, ventajas e inconvenientes de las tecnologías más relevantes y su aportación para facilitar las nuevas formas de vida y hábitos de las personas que habitan o trabajan en ellas. Como es lógico, no están todas las tecnologías disponibles, sino sólo aquellas que a día de hoy tienen o tendrán una presencia razonable en el mercado.

***** <http://www.casadomo.com>

Diversidad de Tecnologías y Estándares

Hay un poco de caos en el ámbito de las redes de datos residenciales. Al contrario del mundo de las oficinas donde Ethernet 10Base-T en sus diferentes categorías es el líder indiscutible, en el mundo de la vivienda hay diferentes tecnologías que compiten por buscar el hueco y liderazgo.

En la práctica no se está imponiendo una única tecnología en las viviendas que permita interconectar todos los dispositivos de esta o de sus usuarios. Se usa el concepto de isla de tecnología, la cual cubre la demanda de interconexión entre un conjunto reducido de dispositivos. Por ejemplo, **Bluetooth™** permite conectar teléfonos móviles, agendas PDA's y ordenadores, formando una isla. Por otro lado, en la misma vivienda, se podría usar el USB para conectar con impresoras u escáneres, mientras que Ethernet sería usado para el acceso a las comunicaciones del router ADSL. Por lo tanto en una misma vivienda pueden convivir diferentes tecnologías formando las islas respectivas.

Pero algunas de estas tecnologías compiten en robar la parcela de otra y ofrecer soluciones para el mismo problema de interconexión. En la práctica, todas ellas tienen sus ventajas e inconvenientes, por lo que se demuestra que ninguna es el ideal para todo tipo de tráfico, sino que dependerá de los servicios que se quieren disfrutar.

Además de las ventajas e inconvenientes de cada una, se presentan nuevas versiones de esos estándares constantemente, que aunque aumentan las prestaciones y mejoran la funcionalidad general de las misma, no hace sino confundir a los clientes y usuarios potenciales, los cuales deben subsanar errores e incompatibilidades.

LAN, WLAN, PAN y WPAN

En el ámbito de la redes residenciales se definen los términos:

- LAN: red de área local, por ejemplo Ethernet.
- WLAN: red de área local inalámbrica. Por ejemplo, WiFi o IEEE 802.11b.
- PAN: red de área personal.
- WPAN: red de área personal inalámbrica. Por ejemplo, **Bluetooth™**.

La red de área personal inalámbrica constituye el paso siguiente y último en la escala de redes en términos de extensión, después de las LAN. La conectividad en distancias cortas con tecnología radio o WPAN no compite en estos momentos, tal como aparece el estado de la tecnología en el mercado, con el ámbito de las WLAN, pues cada una de ellas tiene claramente especificado su ámbito de aplicación y sus propias características.

El problema entre WLAN y WPAN se plantea en términos de coexistencia. Las WPAN, al igual que las WLAN, funcionan en la banda ISM de 2.4 GHz. En este contexto, aparece con claridad la necesidad de desarrollar normas de amplia aplicabilidad que traten los temas de coexistencia e interoperatividad con otras soluciones de red tanto inalámbricas como cableadas; para ello, el IEEE 802.15 está desarrollando una intensa actividad en este campo.

Tecnologías

Atendiendo a la necesidad de instalar nuevos cables o no, se puede clasificar en 3 categorías:

- Nuevos cables: son aquellas que obligan a instalar una infraestructura cableada en las viviendas, destacan Ethernet (IEEE 802.3), IEEE 1394 (FireWire), USB 2.0 (Universal Serial Bus) o incluso las red de fibra óptica. Aunque el coste de instalación es elevado por contra son las que necesitan menos inversión en equipamiento y accesorios (tarjetas de acceso o drivers), de hecho muchos ordenadores y dispositivos vienen por defecto equipados con esos interfaces.
- Sin nuevos cables: son aquellas que usan la infraestructura actual de la vivienda para crear la red de área local. Destacan la HomePNA, la cual usa el par telefónico instalado para proporcionar una toma de datos allí donde hay una toma telefónica, y la HomePlug, la cual usa la red de baja tensión de la vivienda para que cada enchufe sea, potencialmente, una toma de red.
- Inalámbricas o vía radio: destacan **Bluetooth™** (PAN), HomeRF y las diferentes versiones del estándar IEEE-802.11 (el más conocido es el 802.11b conocido como WiFi). Proporcionan movilidad total en la vivienda

pero su ancho de banda está limitado en proporción al coste de las mismas. Las versiones más potentes del IEEE 802.11 son capaces de llegar a los 54 Mbps y son empezando a ser usadas en SOHOs, aeropuertos y hospitales, pero su precio es muy elevado como para entrar en el mercado residencial. HomeRF está enfocado para la transmisión inalámbrica de voz y datos dentro de la vivienda.

Bluetooth™, en su versión 1.0, contempla la transmisión de datos hasta los 720 Kbps en un sentido, hasta los 10 metros de cobertura y garantizando la transmisión en tiempo real para el streaming de audio y vídeo comprimidos. El Home RF llega a los 10 Mbps y también permite mantener conversaciones de audio o streaming de vídeo sin interrupciones. Por el contrario la tecnología WiFi (IEEE 802.11b) llega hasta los 11 Mbps y un rango de 100 metros, pero es incapaz de garantizar el determinismo y latencia necesaria como para mantener conversaciones de Voz sobre IP o streaming de vídeo sin cortes o retardos.

Las tecnologías HomePlug e inalámbricas tienen como ventaja principal su "ubicuidad", esto es, una alta disponibilidad de poder acceder a la red en cualquier parte de la vivienda y que no necesitan obras o reformas (supuesta en marcha es inmediata). Pero el mayor inconveniente es que el coste del equipamiento (tarjetas de acceso o NIC, Network Interface Card) son varias veces mayor que en el caso de Ethernet 10Base-T, por ejemplo.

Otra limitación de las redes HomePNA, HomePlug y de las tecnologías inalámbricas es que siempre están en un orden de magnitud 10 veces menor de ancho de banda o velocidad binaria, respecto a las tecnologías cableadas de coste similar o incluso inferior.

Por ejemplo, el coste de un punto con acceso WiFi es mucho más alto que la solución equivalente con Ethernet Categoría 5 y, por otro lado, ciertas noticias que han ido apareciendo últimamente, la seguridad de las tecnologías inalámbricas está muy por debajo de lo que sería de esperar. Ahora mismo una tarjeta WiFi para ordenador portátil o para una agenda PDA ronda los 150 euros, mientras que una tarjeta de red Ethernet 10/100Mbps está por los 30 euros para ordenador de sobremesa y 90 euros para portátil.

Para las redes inalámbricas se cree que será el WiFi la tecnología preferida. En menor medida algunos productos HomeRF le quitarán algo de mercado. Pero suponemos que los usuarios necesitan intercambiar grandes cantidades de información (PC's, impresoras, JukeBox MP3, servidores de vídeo, acceso a Internet, y similares).

Para el ámbito de las redes personales, **Bluetooth™** e IrDA, son las tecnologías ideales por precio y prestaciones. Armar/Desarmar la alarma desde el

propio móvil cuando se entra o sale de casa, auriculares inalámbricos para escuchar el radio o la TV, manos libres para el móvil o el teléfono fijo, intercambio de datos entre agendas o móviles, cámaras digitales que envían las fotos recién sacadas al PC o al servidor de entretenimiento. En definitiva, usar los móviles o las agendas como mandos a distancia universales para todos los dispositivos de la vivienda y intercambiar datos entre dispositivos de forma rápida y sencilla.

¿Qué instalo en mi nueva vivienda?

La experiencia de Casadomo, acumulada después de realizar multitud de proyectos para particulares y promotores, es que si se va a construir, reformar o comprar una vivienda, se recomienda que se exija al promotor o constructor que instale tomas Ethernet en todas las habitaciones y salas de la vivienda, esto es, que realice una instalación de cableado estructurado de categoría 5 mejorado con una concentración a un pequeño armario donde se pueda configurar que tomas tiene acceso simultáneo al router ADSL, a la pasarela residencial o al MODEM de Cable. Con esta solución, la nueva vivienda podrá asumir los retos de interconexión que se planteen en un futuro, se tendrá acceso a Internet desde toda la vivienda con un coste razonable y una mayor seguridad que con las soluciones inalámbricas.

Si se tiene previsto intercambiar información entre equipos con interfaces como FireWire, USB, etc, se podrán crear islas con esas tecnologías si se especifican anticipadamente estos requisitos al arquitecto/constructor o, en el último caso, directamente al electricista. En la mayoría de los casos sólo consiste en que este deje preparados unos tubos vacíos de mayor tamaño del normal para que un futuro se puedan meter los cables necesarios. Por ejemplo, si se va a instalar un equipo de Home Cinema en un salón y se desea conectarlo también a la PC, habrá que prever la instalación de tubos y cables adecuados entre ambas ubicaciones.

Si algún día se necesita movilidad total dentro de la vivienda se puede recurrir a WiFi (802.11b), pero comprando sólo un punto de acceso (base radio conectada a Ethernet) y tantas tarjetas NIC WiFi como se necesiten (PCMCIA para el portátil o agenda), PCI o externa a través de USB para el ordenador de sobremesa.

Teniendo en cuenta el caos comentado de tecnologías y estándares, en Casadomo se opina que esta combinación de Cableado Estructurado Cat.5e, WiFi y las islas respectivas son la solución más adecuada en este momento.

5.2.4. Métodos de Acceso

En esta sección se exponen los métodos de acceso a Internet disponibles en varios países, destacando las características más importantes de estos desde el punto de vista de Casadomo, esto es, pensando en los nuevos servicios residenciales que han llegado o están por llegar (domótica, vigilancia vía Internet, Vídeo bajo demanda, pago-por-visión, etc). Para cada uno de ellos, se puede destacar lo siguiente:

Domótica

Para la domótica (telecontrol y telemetría de la vivienda), el punto quizás más importante es la conexión permanente de esta con Internet ("Always-On Connection"), incluso más que la velocidad o el ancho de banda disponible. La conexión mediante MODEM telefónico exige un proceso de marcado y establecimiento de llamada que puede llevar más de medio minuto en el mejor de los casos, pero gracias a las nuevas tecnologías con conexión permanente, cada vez hay más sistemas de telecontrol de viviendas desde una página web o un móvil con WAP con unas prestaciones muy buenas.

Vigilancia vía Internet

Cuando los propietarios desean observar lo que ocurre dentro las viviendas con webcams o cámaras conectadas a video servidores, se trata de aprovechar los bajos costes de Internet, para desde cualquier punto remoto y con un simple navegador, conectarse a la estas cámaras y poder comprobar el estado de la vivienda observando directamente las escenas enfocadas por estas. En este caso la velocidad ascendente si es un parámetro importante.



Figura V.3

Vídeo bajo demanda, pago-por-visión

En algunos casos a estos servicios se los engloba dentro del término iTV (Interactive TV) o televisión interactiva, donde el usuario necesitará de un gran ancho de banda descendente si desea disfrutar de un servicio de calidad.

En general éstos son métodos de acceso convencionales que exigen un establecimiento de llamada y que facturan por minutos transcurridos (modem telefónico 56K/V.90, RDSI y GSM). A estos en algunos casos son catalogados como métodos de acceso a Internet de banda estrecha, si se les compara con las nuevas tecnologías que proporcionan velocidades mucho más elevadas o "banda ancha". En este último caso, además las tecnología permite la conexión permanente a Internet, dando lugar a que se factura con tarifa plana o por cantidad de octetos transmitidos.

Las últimas licencias concedidas para operar sistemas de radio fija a 3.5 y a 26 GHz, y el próximo advenimiento de las redes móviles de tercera generación han contribuido a ampliar el abanico de posibilidades en el ámbito de las tecnologías de acceso. Mientras, las redes cableadas (especialmente las redes HFC (híbridas fibra-coaxial) y también las ADSL) proporcionan ya una realidad en cuanto a facilidades de banda ancha.

En la práctica, todos los sistemas tienen sus ventajas e inconvenientes, por lo que se demuestra que ninguno de los sistemas de acceso existentes es el ideal para todo tipo de situaciones, sino que dependiendo de los servicios que se quieran ofrecer y del tipo de entorno, las características de los sistemas determinarán cuál es el más adecuado para cada situación.

Actualmente, la oferta disponible de redes de acceso de banda ancha es muy completa y variada, tanto las basadas en sistemas cableados como en sistemas inalámbricos.

Métodos de acceso convencionales:

- RTC con modem 56K / V.90
- RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)
- GSM (Groupe Spécial Mobile)

Métodos con Conexión Permanente cableadas:

- xDSL
- Redes de Cable (Cable Modem)
- Otras Tecnologías (Ondas Portadoras)

Métodos con Conexión Permanente inalámbricos:

- GPRS/UMTS
- LMDS
- Satélite
- TV Digital Terrestre

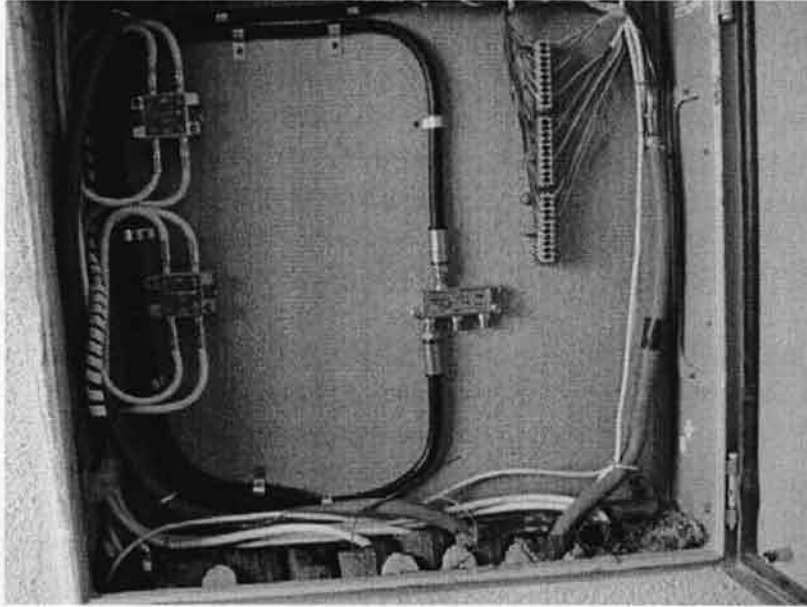


Figura V.4

5.2.5. Pasarelas (Gateways) Residenciales

Una Pasarela Residencial es un dispositivo que conecta las infraestructuras de telecomunicaciones (datos, control, automatización, ...) de la vivienda a una red pública de datos, como por ejemplo Internet. La Pasarela Residencial normalmente combina las funciones de un router, de un hub, de un modem con acceso a Internet para varios PC's, de cortafuegos (firewalls) e incluso de servidor de aplicaciones de entretenimiento, como Vídeo/Audio bajo demanda, de comunicaciones, como VoIP (telefonía sobre Internet) o de telecontrol como la domótica.

Son el producto que permitirá la conectividad total de los hogares con el mundo exterior. Será capaz de telecontrolar electrodomésticos, sistemas de seguridad, de domótica, de gestión energética, equipos de electrónica de consumo como vídeos y TV's, ordenadores personales y muchos más.

La necesidad

Las Pasarelas Residenciales vienen a cubrir las necesidades actuales de convergencia que se están produciendo con la aparición e instalación de nuevas tecnologías de comunicaciones. Primero, gracias al aumento imparable del número de conexiones a Internet ya sea con modem corriente 56Kbps (banda estrecha) y, sobre todo con modems ADSL o de Cable (banda ancha).

Segundo, el número de viviendas con uno o más PC's continua aumentando, además de la aparición de nuevos dispositivos y electrodomésticos que necesitan estar en red para implementar nuevas y útiles prestaciones. De hecho, además de la tecnología Ethernet, están apareciendo multitud de tecnologías como el HomePlug, HomeRF, HomePNA, IEEE 802.11x, **Bluetooth™**, que son capaces de transferir datos a varios Mbps sin necesidad de instalar nuevos cables en las viviendas.

Entonces, en pocos años, en una vivienda típica será muy normal encontrarse por un lado una **conexión de banda ancha** a Internet y por otro una **red de datos interna** que permita compartir ficheros o impresoras y ejecutar aplicaciones distribuidas de entretenimiento. Por lo tanto, sin hay varios equipos en la vivienda que tienen recursos necesarios como para conectarse a Internet ¿Cuál es la forma óptima de compartir dicha conexión? ¿Instalando varias rosetas telefónicas y pagando varios accesos a Internet? ¿Instalando en cada equipo las funciones de cortafuegos o de proxy?. Parece que la forma más lógica es instalar una red de datos interna a la vivienda y que un único dispositivo, como la Pasarela Residencial se encargue de gestionar un punto único de acceso a Internet. Si encima, esta conexión es de banda ancha, gracias a

ADSL o el modem de Cable, e incorpora las funcionalidades mencionadas en la definición anterior, se dispondrá de un servicio de calidad que está optimizado desde el punto de vista económico y de explotación (seguridad y autenticación, direccionamiento de dispositivos o DNS interno, etc).

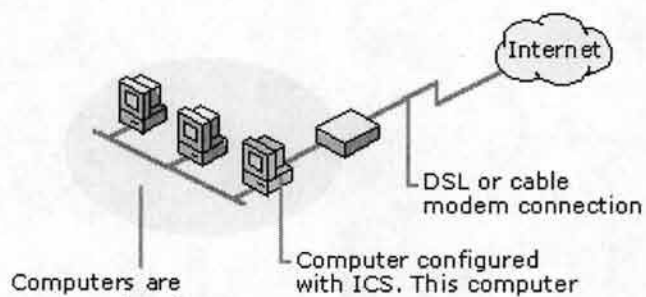


Figura V.5
Diagrama que muestra como se comparte una conexión ADSL a Internet en una LAN



Figura V.6
Modem ADSL

5.3. Aplicaciones de la Domótica en un futuro.

5.3.1. Una Visión en la Operación del Edificio Inteligente del Futuro.

Un Edificio Inteligente es aquél que provee de un ambiente productivo y de costo eficiente a partir de la optimización e interrelación de los cuatro elementos que lo componen: Su Estructura, su Sistema, sus Servicios y su Administración. El Edificio Inteligente ayuda a sus propietarios, administradores y ocupantes a realizar sus actividades con confort, seguridad y flexibilidad a costos convenientes para su comercialización. El Edificio Inteligente debe satisfacer hoy día las necesidades de sus propietarios e inquilinos, puede ser fácilmente remodelado o ampliado para futuras necesidades, debe ahorrar en el costo de sus sistemas y de su operación.

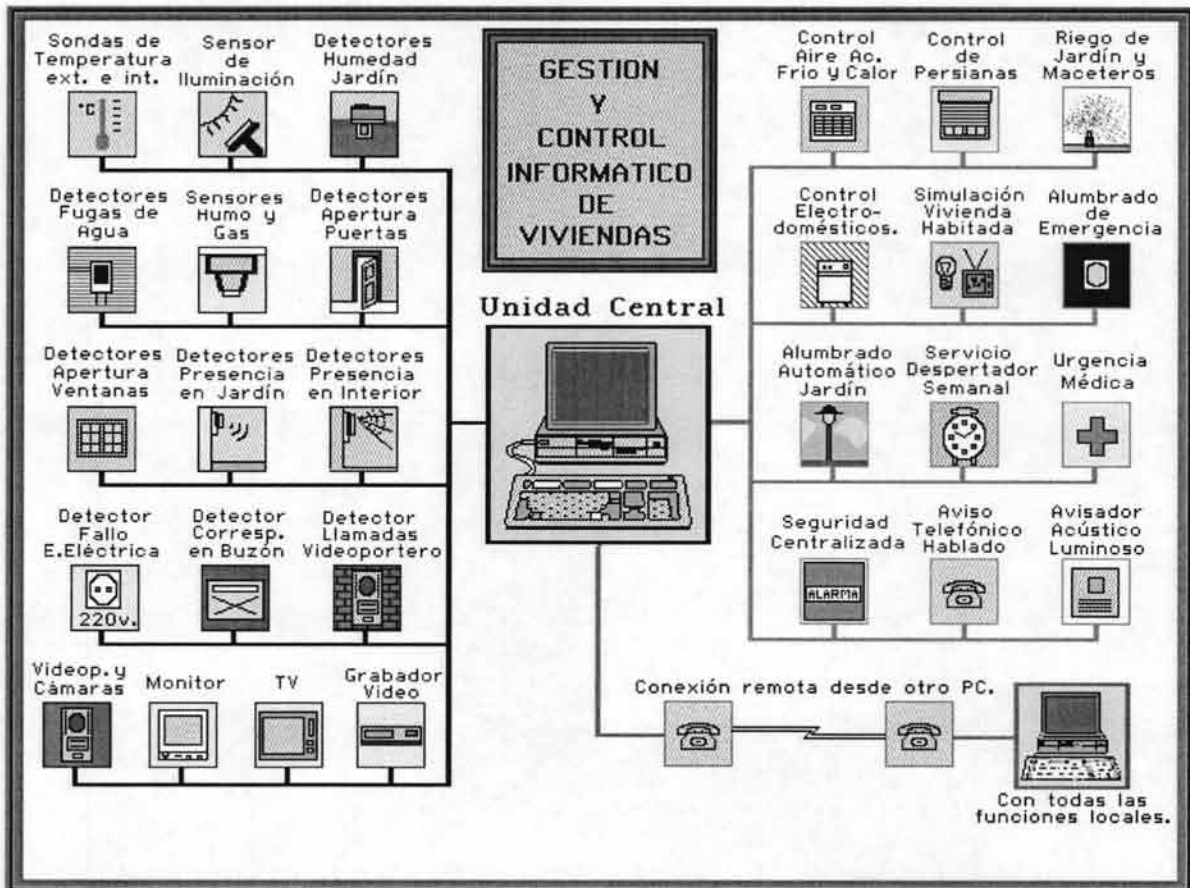


Figura V.7

Los sistemas de un Edificio Inteligente son: el de telecomunicaciones (voz), la automatización del trabajo de oficinas (información), la automatización del edificio (confort), los cuales trabajan de manera separada. Sin embargo, si estos sistemas trabajaran conjuntamente, el edificio trabajaría mejor. Es decir, un Edificio Inteligente requiere de Sistemas Inteligentes, lo cual lleva a proponer los sistemas de integración. Éstos tienen como objetivo el ahorro en el costo de instalación y operación, son de gran influencia tecnológica y deben construir un sistema experto de decisiones de soporte y de información, la cual al transmitirse de forma electrónica evita los errores humanos comunes en la transferencia por papel.

El nivel de integración requiere la liga de la comunicación compartiendo de forma continua la información en procesos conectados de persona a persona. Así, un ambiente de calidad de un edificio consiste en presentar un alto nivel que el propietario puede escoger para proveer salud, confort, productividad y seguridad a sus ocupantes, y por otro lado eficiencia en el uso de la energía, y financiera para el propietario.

Para poder medir la calidad del ambiente de un Edificio se deben considerar los siguientes puntos:

- Las percepciones del usuario.
- El microclima.
- La calidad de los servicios (cafetería, fotocopiado, correspondencia, teléfono, etcétera)
- La calidad arquitectónica y mecánica del edificio.
- Los costos de operación.

El apropiado nivel de calidad de un ambiente de trabajo depende de las funciones del edificio y está determinado por su propietario o administrador. Lo mínimo aceptable es que el sistema opere como fue diseñado con todos sus estándares y códigos. Es decir, que la calidad del ambiente de un Edificio Inteligente debe estar basada en la abierta integración a su arquitectura, en la incorporación de equipos de manufactura original, el manejo en los servicios, en la utilización del poder eléctrico y en la calidad del aire interior del edificio, es decir; buscar un sistema de integración de los servicios de información, de los sistemas de control, del acondicionamiento del aire, de la administración del edificio, del control de los elevadores, de la seguridad del edificio, del control de los accesos, de los sistemas contra incendios, de los sistemas de iluminación, entre los principales sistemas de un Edificio Inteligente; bajo un protocolo de comunicación compatible como lo son LonWorks y BACnet llamado Metasys.

Bienvenido a la "casa inteligente"

La casa del futuro diseñada por Cisco muestra cómo la tecnología de Internet es ya una parte de la vida diaria, cambiando la forma de trabajar, vivir, jugar y aprender. En ella se pueden cumplir las tareas más comunes, incluso si se está fuera. Sólo tiene que abrir el navegador y teclear su solicitud, la casa hace el resto...

1 La cocina
Una nueva generación de electrodomésticos inteligentes se enlazan a la Internet permitiendo ser programados, y operados a distancia, y realizan compras en línea, entre otras funciones.
Toda la casa posee pantallas

2 Cuarto principal
Puede conectarse a cualquiera de las computadoras de la casa y tener contacto con cualquier integrante de la familia, aún a distancia.

3 Los aparatos que controlan la casa y los electrodomésticos se comunican a través de una red Ethernet que emplea la línea telefónica. Una conexión DSL de banda ancha proporciona el ingreso a Internet. Una red de cable coaxial provee la señal de televisión, video "a la carta" y satélite.

Cuarto de los niños
Tiene cámaras de videoconferencia para que los padres, desde su trabajo, supervisen las tareas y pasatiempos de sus hijos. La conexión a la Internet permite acceder a centros de juegos "en línea".

4 La sala
Dedicada al entretenimiento y la interacción social. Televisión satelital y video "a la carta".
Captura, codifica y difunde cualquier fuente de video en tiempo real, satélite, cable, TeVe, DVD, etc.

5 Estudio
El acceso de banda ancha proporciona comunicación instantánea de fax, video y transferencia de datos.
Una tecnología convergente integra todas sus comunicaciones, sin importar el tipo de mensaje, al precio de llamadas locales.

6 Cámaras
Capturan imágenes en vivo, conectan a la Red y pueden ser vistas en forma remota usando el navegador.

Monitor de salud
Sistema interactivo que reúne información sobre su estado de salud, proporciona recomendaciones e intercambia mensajes.

Así, puede interactuar con cualquier ambiente e incluso recibir a alguien y permitirle entrar a la casa, aunque usted no esté.

Para más información, comuníquese con los distribuidores Premier de Cisco en la Península. Dred, al teléfono 942-22-13; Conectividad e Ingeniería Especializada, al 944-93-44, e Integración Tecnológica Digital, al 927-60-97 y 926-42-60.

FUENTE: Cisco, www.cisco.com

Figura V.8

Interoperabilidad

El futuro hogar inteligente del siglo XXI se compone de un sistema de comunicación que facilita la "Interoperabilidad" entre sus sistemas.

Por Interoperabilidad se entiende aquella habilidad de conectar sistemas de control de diferentes fabricantes en un sistema central de automatización.

La interoperabilidad existe desde 1970 en sistemas neumáticos y controladores electrónicos, y es a partir de la década de los 80 en que surgen los controladores digitales DDC, sin olvidar que cada uno de los fabricantes desarrolla su propio protocolo.

Hoy día, se utilizan microprocesadores para controlar la variedad de equipos mecánicos en un edificio como lo es el aire acondicionado, sistema contra incendio, iluminación y elevadores. Estos microprocesadores han establecido métodos propios de comunicación (protocolos, diferentes según el fabricante). Lo cual, ha llevado a la necesidad de buscar integrar fácilmente los sistemas de control a un sistema central, es decir, a manejar el sistema de interoperabilidad.



Figura V.9

Los nuevos protocolos estándar son fundamentalmente:

BACnet, creado por ASHRAE y su principal función es facilitar la interoperabilidad entre sistemas creando con ello grandes posibilidades en el campo de la automatización y de los edificios inteligentes. BACnet establece el formato en que la información debe ser transmitida, basado en las siete capas de información utilizado por ISO 9000. Utiliza el concepto de objetos y propiedades para intercambiar datos análogos binarios y archivos. Elimina la necesidad de mantener las numerosas interfases especiales e integra medios de comunicación de alta tecnología que son aceptados por la industria LonTalk.

Conclusiones y Recomendaciones

Como se puede ver en el presente trabajo, las comunicaciones inalámbricas están revolucionando la forma en que se llevan a cabo las comunicaciones digitales en nuestros días. El desarrollo de las tecnologías inalámbricas, se está dando en varios ámbitos como es desde la conexión de dispositivos periféricos a un ordenador personal, hasta la creación de redes de área local (LAN) y red amplia (WAN).

Si bien aún estas redes no son tan veloces, ni seguras como las redes cableadas, parece que solo es cuestión de tiempo, la tecnología seguirá avanzando y poco a poco iremos viendo dispositivos cada vez más veloces y seguros como lo son actualmente los cables.

Por otro lado, la industria del entretenimiento y la comodidad en casa también ha evolucionado mucho tecnológicamente, existen en el mercado una gran diversidad de dispositivos de control que nos permiten controlar (valga la redundancia) diversos componentes de nuestro hogar, como son puertas, ventanas, luz, teléfono, agua, cámaras de circuito cerrado, etcétera; ya no es únicamente el control remoto del televisor, sino que ahora podemos tener todo un centro de control para automatizar muchas tareas y servicios de nuestro hogar.

Una de las aplicaciones más interesantes, tanto en casa como en la oficina, es el poder deshacernos de tantos cables, ya que en nuestro ordenador personal, mientras más dispositivos queramos conectar a él, más cables tendremos.

Es aquí donde las tecnologías inalámbricas pueden darnos la solución y comodidad esperada, y **Bluetooth™** es una de las mejores, ya que como hemos visto, realiza la comunicación por medio de radiofrecuencia, lo que le da varias ventajas sobre la comunicación por medio de infrarrojo que necesita visión directa entre dispositivos para realizar la comunicación. Además de que cuenta con un mayor campo de acción (10 metros o más) y un sistema de seguridad en la comunicación (por medio del FHSS) que también ayuda a evitar la interferencia con otros dispositivos en el mismo rango de frecuencias (2.4 GHz).

En la actualidad se han estado desarrollando muchos productos con la tecnología **Bluetooth™**, teléfonos, PDA's, tarjetas para ordenadores, etcétera; aunque, aún no hay para los dispositivos de control utilizados en la domótica. Sin embargo, **Bluetooth™** se está convirtiendo en una tecnología muy popular y con gran aceptación, es por ello que no debe pasar mucho tiempo para que estos dispositivos de control lleven integrado un chip **Bluetooth™**.

ANEXO I

Glosario

A

ACK: Acknowledgement. Acuse de recibos. Son enviados por unos dispositivos de red a otros para indicar que algún evento ha ocurrido (por ejemplo, que se ha recibido un mensaje).

ACL: Asíncrono no Orientado a Conexión es para transmitir datos soportan transmisión tanto simétrica como asimétrica.

Ad-Hoc: Es un sistema de red wireless (802.11) que permite a los clientes que están situados en un rango determinado pueden conectarse entre ellos sin necesidad de la presencia de un Punto de Acceso. En este tipo de red, cualquier cliente puede hacer las veces de punto de acceso proporcionando a los demás acceso a internet o cualquier otro servicio. También se le denomina Peer to Peer, o IBSS (referido al estándar 802.11). El otro sistema de red Wireless que emplea Puntos de Acceso se le denomina Infraestructura.

ADSL: Abreviación de Asymmetric Digital Subscriber Line, el ADSL es un método de transmisión de datos a través de las líneas telefónicas de cobre tradicionales a velocidad alta. Los datos pueden ser descargados a velocidades de hasta 1,544 Mbps y cargados a velocidades de hasta 128 Kbps. Esa es la razón por la cual se le denomina asimétrico. Esta tecnología es adecuada para el web, ya que es mucho mayor la cantidad de datos que se envían del servidor a un ordenador personal que lo contrario.

ARQ: Automatic Request for Repeat or Retransmission. Pedido automático de repetición o retransmisión. Prestación en comunicaciones en la cual el receptor pide al transmisor que vuelva a enviar un bloque o trama porque el receptor detectó errores.

ASP: (Application Service Provider)

Proveedor de Servicios de Aplicaciones, es un servidor que aloja aplicaciones para comercio electrónico, formación a distancia, subasta, gestión de empresas, etc.

Ancho de banda: Medida de capacidad de comunicación o velocidad de transmisión de datos de un circuito o canal.

B

BACNet: El BACnet es un protocolo norteamericano para la automatización de viviendas y redes de control que fue desarrollado bajo el patrocinio de una asociación norteamericana de fabricantes e instaladores de equipos de calefacción y aire acondicionado.

El principal objetivo, a finales de los años ochenta, era la de crear un protocolo abierto (no propietario) que permitiera interconectar los sistemas de aire acondicionado y calefacción de las viviendas y edificios con el único propósito de realizar una gestión energética inteligente de la vivienda.

Se definió un protocolo que implementaba la arquitectura OSI de niveles y se decidió empezar usando, como soporte de nivel físico, la tecnología RS-485 (similar al RS-232 pero sobre un par trenzado y transmisión diferencial de la señal, para hacer más inmune esta a las interferencias electromagnéticas).

Bluetooth: Nombre tomado de un rey Danés del siglo X llamado Harald Blatan (Bluetooth). Unificó su región a pesar de que en esa época no había comunicación entre los pueblos aledaños. De ahí se tomó el nombre de esta nueva tecnología ya que su principal objetivo es hacer un estándar de comunicación en cualquier parte del mundo con tecnología inalámbrica.

BLIP: Bluetooth™ Local Infotainment Point. Es un dispositivo que ofrece servicios basados en localización para proveer de información local a través de tecnología inalámbrica **Bluetooth™**. Contiene un sistema con una versión especial de Linux, monitorea aplicaciones de información y entretenimiento en lugares públicos y comerciales.

Backbone: Una línea de alta velocidad o una serie de conexiones que forman un mayor ancho de banda en una red. El término es relativo de un Back-bone en una pequeña red, mucho más pequeña, que muchas líneas no back-bones en una red grande.

Banda amplia: Ruta/circuito de comunicaciones de capacidad media. Suele indicar una velocidad de 64000 bps a 1544 Mbps.

Banda ancha: Ruta/circuito de comunicaciones de gran capacidad. Normalmente implica una velocidad superior a 1544 Mbps.

Base de datos: Conjunto de información para varios usuarios. Suele admitir la selección de acceso aleatorio y múltiples "vistas" o niveles de abstracción de los datos subyacentes.

Baudio (bps. bits por segundo): Número de elementos de señalización que pueden transmitirse por segundo en un circuito.

BBS (Bulletin Board System): Un boletín computarizado y sistema de anuncios que permite a las personas establecer mesas de debates, transferencia de archivos (upload, download), y realiza anuncios con las personas conectadas al mismo tiempo. Existen miles, tal vez millones de BBS's en todo el mundo, la mayoría son muy pequeños, que emplean un solo clon IBM PC con 1 ó 2 líneas telefónicas. Algunos son muy grandes y las líneas entre el BBS y un sistema como CompuServe se cruzan en algún punto, pero no está claramente señalado.

Bridge: Puente. Dispositivo que pasa todos los mensajes de una red a otra sin distinguir a cuál red pertenece el destino del mensaje.

Broadcasting: Radiodifusión. Transmisión radioeléctrica, destinada a ser recibida por el público en general; transmisión simultánea de señales radioeléctricas a un número ilimitado de aparatos receptores. Las emisiones de radiodifusión son generalmente de índole recreativa, informativa, cultural o cívica y pueden incluir programas musicales, deportivos, de radioteatro, de participación del público, de variedades, de transmisión de actos o espectáculos desde el lugar donde se desarrollan, así como radionovelas, noticiarios, charlas, etc.

Browser: Un software de cliente que es empleado para aprovechar diversos recursos de Internet. Es comúnmente llamado Navegador.

BOT: es el término coloquial para programas que escuchan una conversación y responden en un canal IRC.

BPS: Bits por segundo. Medida de velocidad de un módem.

C

Celda. Célula: Un área de cobertura proporcionada por un Punto de Acceso. El espacio físico en el que un número de dispositivos de redes inalámbricas pueden comunicarse. Puesto que es posible tener células solapándose así como células aisladas los saltos entre células están establecidos por alguna regla.

CDMA: Code División Multiple Access. Acceso Múltiple por División de Tiempo. Técnica digital de acceso múltiple por división de códigos.

Cliente: Se considera un cliente es a cualquier equipo conectado en una red.

CSMA/CD: (Sensor de portadora de accesos múltiples con detección de colisiones). Método de transmisión de datos en donde todas las estaciones pueden mandar datos con una señal eléctrica sumada (portadora). En caso de que existan transmisiones simultáneas detectan las colisiones. Es la base de la topología Ethernet.

Cobertura: Área geográfica próxima a un nodo o estación base que recibe suficiente señal para mantener una conexión. Depende de diversos factores como tipo de antena, ubicación, topografía del terreno, potencia de la señal, etcétera.

CVSD: Continuous Variable Slope Delta Modulation. Modulación delta de pendiente variable continua.

D

DSP: Procesador de señales digitales. Un circuito DSP funciona como filtro para las comunicaciones inalámbricas, separando el ruido de la señal

DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunications. Norma de armonización de las comunicaciones domésticas (o profesionales) a través de terminales sin cables. Los aparatos DECT utilizan comunicación digital sin cables para que puedan ofrecer una vasta gama de funciones y una calidad sonora muy buena. Si se pretende comprar un teléfono sin cable para la casa tendrá que garantizarse previamente si utiliza la tecnología DECT

Drag & Drop: Arrastrar y Soltar. Técnica usual en las interfaces gráficas, en la cual un objeto es seleccionado con el mouse, arrastrado y soltado sobre otro objeto gráfico, con el fin de realizar una acción que involucra el objeto manipulado y el objeto destino.

E

Espectro Disperso: Spread Spectrum. SS. Es una técnica de comunicación, se aplicó casi exclusivamente para objetivos militares, hasta comienzos de los años noventa. Esta técnica se comenzó a usar en redes locales que comunican PC's entre sí a través de cables, lo que hace posible que por medio de PC's se pueda enviar correo dentro de un edificio determinado, por ejemplo.

Posteriormente se empleó en redes "Radio LAN" (RLAN), que constituyen una comunicación inalámbrica entre una cantidad determinada de PC's y recientemente en las redes IEEE 802.11. Para poder captar un programa radial hay que sintonizar con un emisor que está en una determinada frecuencia. Emisores diferentes están en diferentes frecuencias. Cada emisor ocupa un pequeño trozo de la banda emisora dentro de la cual se concentra la potencia de

emisión irradiada. Ese trozo de la banda, también llamado amplitud de banda, tiene que ser lo suficientemente grande como para que los emisores cercanos no sean interferidos. A medida que la amplitud de banda es más angosta, pueden funcionar más emisores en una banda de frecuencia.

Enlace Punto a Punto: Enlace en el que las comunicaciones están dirigidas entre dos puntos de conexión concretos. En Redes Wireless suelen ser las conexiones que enlazan dos nodos para ampliar el alcance de la red, o para conectar dos redes remotas. Se suelen emplear antenas directivas de gran ganancia (dependiendo de la distancia que separe los nodos).

Ethernet: Ethernet es una red de 10 a 1000 Mbps que utiliza cables dedicados en el hogar o la oficina. Los usuarios deben estar conectados físicamente a la red en todo momento para poder acceder a la misma.

F

FEC: Forward error correction code. Éste método es diseñado para reducir el número de Retransmisión.

Frequency Hopping: Salto de frecuencia.

FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum. Espectro disperso con salto de señal. Es una técnica que se utiliza en las redes inalámbricas haciendo que la transmisión cambie constantemente de frecuencia en patrones conocidos previamente por el transmisor y el receptor. Una vez sincronizados, la señal es captada solo por los radios involucrados y si hay algún radio "escuchando", se representará como un impulso de baja duración en el canal determinado, sin presentar toda la información en un mismo lugar.

Full Duplex: Ambas direcciones al mismo tiempo es realizado por multiplexaje de división de tiempo.

G

Gateway de Wap: Servidor que controla la comunicación hacia una terminal móvil.

GPS: Global Positioning System. Sistema de Posicionamiento Global. Se refiere a dispositivos que a través de conexión con un satélite nos permite conocer datos sobre un lugar concreto en la superficie terrestre. Un sistema GPS nos puede dar datos como latitud, longitud, altitud sobre el nivel del mar, distancia entre dos puntos concretos, incluso cálculo de áreas (con el software apropiado). Para

montar redes inalámbricas puede ser muy útil para conocer la altitud y calcular la distancia que separa la ubicación de futuros nodos.

GSM: Global System for Mobile Communications. Es un estándar de telefonía digital desarrollado en Europa, cuya característica más visible es un tarjeta-chip SIM que se inserta dentro del aparato telefónico en el cual se almacenan los datos del usuario.

H

HCI: Host Controller Interface. Interfase Controladora de Anfitrión. Una (aplicación opcional) capa que provee una interfase de comunicación por medio de comandos a las capas de LMP (Link Management Protocol) y Banda Base.

Hertzio: Medida de la frecuencia con la que una señal cambia de valor en ciclos que van de cero a los valores máximos y mínimos. 1 Hz = 1 ciclo/segundo. Múltiplos (necesarios, pues las transmisiones utilizan frecuencias muy altas): KHz (KiloHz), MHz (MegaHz), GHz (GigaHz), THz (TeraHz).

Host: Computadora en red capaz de brindar algún servicio. Se utiliza para denominar a una computadora principal que puede desarrollar los procesos por sí misma y recibir usuarios.

I

IEEE 802.X: Es un conjunto de normas que definen las características físicas de las redes, dictadas por el IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers). En estas normas también se define el control de acceso al medio (MAC).

- **802.1** Estándar definido relativo a los algoritmos para enrutamiento de cuadros o frames (la forma en que se encuentra la dirección destino).
- **802.2** Define los métodos para controlar las tareas de interacción entre la tarjeta de red y el procesador (nivel 2 y 3 del OSI) llamado LLC.
- **802.3** Define las formas de protocolos Ethernet CSMA/CD en sus diferentes medios físicos (cables)
- **802.4** Define cuadros Token Bus tipo ARCNET.
- **802.5** Define hardware para Token Ring.
- **802.6** Especificación para redes tipo MAN (de área metropolitana).
- **802.7** Especificaciones de redes con mayores anchos de banda con la posibilidad de transmitir datos, sonido e imágenes.
- **802.8** Especificación para redes de fibra óptica time Token Passing/FDDI
- **802.9** Especificaciones de redes digitales que incluyen video.
- **802.11** Estándar para redes inalámbricas con línea visual. Dentro de este estándar existen las siguientes extensiones:

- **802.11a** Estándar superior al 802.11b, pues permite velocidades teóricas máximas de hasta 54 Mbps (en vez del máximo de 11 Mbps del 802.11b), apoyándose en la banda de los 5GHz (en vez de los 2,4GHz del 802.11b). A su vez, elimina el problema de las interferencias múltiples que existen en la banda de los 2,4 GHz (hornos microondas, teléfonos digitales DECT, **Bluetooth™**).
- **802.11b** Extensión de 802.11 para proporcionar 11 Mbps usando DSSS. También conocido comunmente como Wi-Fi (Wireless Fidelity): Término registrado promulgado por la WECA para certificar productos IEEE 802.11b capaces de interoperar con los de otros fabricantes. Es el estándar más utilizado en las comunidades Wireless.
- **802.11e** Estándar encargado de diferenciar entre video, voz y datos. Inconveniente: encarecimiento de los equipos.
- **802.11g** Utiliza la banda de 2,4 GHz (como el 802.11b), pero permite transmitir sobre ella a velocidades teóricas de 54 Mbps (como el 802.11a). ¿Cómo lo consigue? Cambiando el modo de modulación de la señal, pasando de "Complementary Code Keying" a "Orthogonal Frequency Division Multiplexing". Así, en vez de tener que adquirir tarjetas wireless nuevas, bastaría con cambiar su firmware interno. Posibles problemas y caídas de rendimiento al crecer el número de usuarios.
- **802.11i** Conjunto de referencias en el que se apoyará el resto de los estándares, en especial el futuro 802.11a. El 802.11i supone la solución al problema de autenticación al nivel de la capa de acceso al medio, pues, sin ésta, es posible crear ataques de denegación de servicio.
- **802.12** Comité para formar el estándar do 100 base VG que sustituye CSMA/CD por asignación de prioridades.
- **802.14** Comité para formar el estándar de 100 base VG sin sustituir CSMA/CD.

La mayor parte de las redes cableadas cumplen la norma 802.3, especificación para las redes ethernet basadas en CSMA/CD, o la norma 802.5, especificación para las redes Token Ring. Existe un comité 802.11 trabajando en una normativa para redes inalámbricas de 1, 2, 5.5 11Mbps. La norma tendrá una única capa MAC para las siguientes tecnologías: Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) e infrarrojos.

IrDA: Infrared Data Association. Redtooth. Estándar de comunicaciones por medio de infrarrojos, requiere de visión directa entre los dispositivos, no puede atravesar cuerpos opacos.

ISDN: Red digital de servicios integrados. (También llamada RDSI) Juego de normas de la transmisión a gran velocidad de información simultánea de voz,

datos e información a través de menos canales de los que serían necesarios de otro modo, mediante el uso de la señalización fuera de banda.

L

LAP: Link Acces Protocol.

LAN: Red de área local.

LC: Link Controller / Controlador de enlace.

LLC: Logical Link Control. Control de enlace lógico. Viene definido por el comité 802.2 del IEEE.

LMP: Link Management Protocol.

M

MAC: Media Access Control. Control de Acceso al Medio. Se trata de uno de los dos subniveles del nivel físico en la pila de protocolos OSI. De aplicación principal en Ethernet y Token Ring.

Microonda: No existe en la práctica acuerdo universal respecto a los límites que definen el espectro de las microondas. De acuerdo con su origen, el término debería aplicarse únicamente a las ondas de longitud inferior a 1 cm (frecuencias superiores a 30 Ghz); pero como a las longitudes de onda comprendidas entre 1 cm y 1 m, todavía predominan las características ópticas de las ondas electromagnéticas, es frecuente en la literatura científica aplicar el término microondas a las ondas con longitudes inferiores a un metro (frecuencias superiores a 300 Mhz). Por otra parte, como muchas de las ventajas de la propagación óptica existen también en el margen de 1 a 10 m, a veces se encuentra justificado llamar microondas a las ondas inferiores a 10 m (frecuencias superiores a 30 Mhz). Según lo dicho el término microondas puede referirse a cualquier gama de ondas (sean de VHF, UHF, DHF o EHF) cuyas propiedades de propagación, reflexión, refracción y difracción sean semejantes a las de las ondas luminosas (propiedades ópticas o casi ópticas). Existen, no obstante todo lo anterior, dos definiciones modernas casi coincidentes y de adopción muy generalizada: según la primera, son microondas las ondas con longitudes inferiores a aproximadamente 33.3 cm (frecuencias superiores a 890 Mhz); según la segunda, son microondas las ondas cuya longitud esté comprendida entre 30 y 0.3 cm (frecuencias entre 1 y 100 GHz).

Modelo OSI: La Organización Internacional de Estándares (ISO) a desarrollado un modelo de red que consiste en siete niveles o capas diferentes (OSI). Para

estandarizar estas capas, y los enlaces entre ellas, diferentes porciones de un protocolo dado puede ser modificados a medida que avanza la tecnología o por requerimiento de los sistemas.

Las siete capas son:

1. Capa Física
2. Capa de Enlace
3. Capa de Red
4. Capa de Transporte
5. Capa de Sesión
6. Capa de Presentación
7. Capa de Aplicación

El estándar IEEE 802.11 comprende la capa física (PHY) y la porción baja de la capa de enlace también conocida como Controlador de Acceso al Medio (MAC).

P

PDA: Asistente personal digital.

PICONET: Una red de dispositivos que se conectan utilizando **Bluetooth™**. Una piconet puede constar de dos a ocho dispositivos. En una piconet, habrá siempre un master y los demás serán esclavos

PHY: Physical Signaling Layer. Capa Física.

Puerta de Enlace: (Gateway en Inglés) Dispositivo que permite conectar dos redes a sistemas diferentes. Es la puerta de entrada de una red hacia otra.

Puntos de acceso: La misión principal del punto de acceso suele ser dar acceso a la red fija, la comunicación entre nodos móviles se hace a través del punto de acceso cada nodo móvil ha de asociarse a un punto de acceso antes de transmitir: los puntos de acceso envían periódicamente una señal de baliza. Un punto de acceso es simplemente un concentrador/puente (hub/bridge). Puede construirse con un ordenador, una tarjeta inalámbrica y una tarjeta fija.

Protocolo (de comunicación): Norma para el intercambio de información por vía electrónica.

R

Radiofrecuencia: Cuando una AC (corriente alterna) sirve de entrada a una antena, se genera un campo electromagnético adecuado para las comunicaciones inalámbricas, que cubren el espectro desde los 9 KHz hasta los miles de GHz.

Repetidor: Amplificador u otro dispositivo que recibe señales débiles y emite señales correspondientes más fuertes con o sin modificación de las formas de onda; puede ser transmisión en un sentido o en ambos.

Routers: Un interruptor de información que maneja las conexiones entre diferentes redes. Un router identifica las direcciones de la información que pasa a través del interruptor, determina que ruta debe tomar la transmisión y recolecta la información en "paquetes", que luego son enviados a su destino.

Ruido: Fenómeno electromagnético variable que se manifiesta en las radiofrecuencias, aparentemente no lleva información y es susceptible de superponerse o combinarse con una señal útil. Puede estar provocado por muchos tipos de elementos, aparatos eléctricos y electrónicos, fenómenos atmosféricos, etc. Es muy importante colocar las antenas de forma que se reciba la menor cantidad de ruido para establecer conexiones estables.

S

SIG: Grupo de Intereses Especiales (Special Interests Group).

SCO: Síncrono Orientado a Conexión. Es usado para voz.

SCATTERNET: Dos o mas independientes y no sincronizadas piconets.

SWAP: Shared Wireless Access Protocol.

T

TCS: Telephony Control Protocol.

TCP/IP: Se trata de un conjunto de protocolos desarrollados por ARPA (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados). Es ampliamente utilizado en interredes corporativas debido a sus características superiores para la comunicación de redes WAN. El protocolo TCP establece la secuencia de transmisión de los paquetes a través de la red. El término TCP/IP se utiliza frecuentemente para designar en forma genérica al conjunto completo de protocolos relacionados.

TIM: Time to Market.

Trunking: Un servicio de telefonía móvil. Los servicios de trunking son comunicaciones móviles por radio a través de sistemas troncalizados que por las bandas de frecuencia que utilizan (de 800MHz, 450MHz y 150MHz) tienen varias ventajas; entre ellas, entrar al sistema con prioridades a partir de un canal que se transforma en una serie de canales.

U

UMTS: Servicios Universales de Telecomunicaciones Móviles. Protocolo desarrollado para la telefonía móvil de tercera generación.

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

W

WAN: Red de Área Amplia.

WAP: Wireless Application Protocol.

Wi-Fi: (Wireless Fidelity) Sinónimo del estándar IEEE 802.11b. Protocolo de transmisión inalámbrica que logra alcanzar desde 2 Mbps hasta un máximo teórico de 11 Mbps. Este estándar fue creado por un grupo de fabricantes de dispositivos inalámbricos para mantener la compatibilidad entre sus productos. Permite crear redes de ordenadores sin que exista un cable de por medio, usando para ello ondas de radio.

WML: (Wireless Markup Language) Lenguaje de programación para terminales pequeñas en comunicación inalámbrica.

BIBLIOGRAFÍA

www.iies.es/teleco/publicac/publbit/bit123/quees.html

www.bluetooth.com

www.soniericsson.com

<http://www.cft.gob.mx/html/agitec/cuadro/pdf/hf.pdf>

www.iies.es/teleco/publicac/publbit/bit123/quees.html

<http://www.btwsa.com.ar/siteDocs/blueTooth.asp>

<http://www.domotica.net>

<http://www.casadomo.com>

<http://www.cofetel.gob.mx>

<http://3com.com>

<http://agilent.com>

<http://www.ieee.com/portal/index.jsp>

- Título: Microondas.
Autor: Gupta, Keshav Chandra
Ver. En español Guillermo Garcia Talavera.
Editorial: Limusa 1983.
- Título: Redes de comunicaciones
Autor: Martinez Bauset Jorge
Editorial: Universidad Politecnica de Valencia, Escuela Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones, 1999.
- Título: Data and computer communications
Autor: Stallings William
Editorial: Macmillan 1994.
- Título: Redes locales y TCP/IP
Autor: Raya Cabrera Jose Luis
Editorial: Alfaomega 1997.
- Título: El libro de las comunicaciones del pc
Autor: Carballar José
Editorial: Alfaomega-Rama. 2001