

TECNOLOGIA BLUETOOTH: CONEXIÓN SIN CABLES

CARLOS ALBERTO CARDOZO CARDENAS

JAVIER MAURICIO MASTRASCUSA GRISOLLE

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA DE INDIAS

2003

TECNOLOGIA BLUETOOTH: CONEXIÓN SIN CABLES

CARLOS ALBERTO CARDOZO CARDENAS

JAVIER MAURICIO MASTRASCUSA GRISOLLE

**Monografía para optar al título de
Ingeniero de Sistemas**

Director

GIOVANNY VÁSQUEZ

Ingeniero de Sistemas

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA

2003

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Cartagena, 4 de Noviembre de 2003

Cartagena, Noviembre de 2003

Señores:

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO.

Facultad de Ingeniería de Sistemas – CUTB.

La Ciudad

Cordial saludo:

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada **“TECNOLOGIA BLUETOOTH: CONEXIÓN SIN CABLES”** para su estudio y evaluación, como requisito fundamental para obtener el Título de Ingeniero de Sistemas.

En espera que éste cumpla con las normas pertinentes establecidas por la Institución me despido.

Atentamente.

Carlos Alberto Cardozo Cárdenas

Cartagena, Noviembre de 2003

Señores:

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO.

Facultad de Ingeniería de Sistemas – CUTB.

La Ciudad

Cordial saludo:

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada **“TECNOLOGIA BLUETOOTH: CONEXIÓN SIN CABLES”** para su estudio y evaluación, como requisito fundamental para obtener el Título de Ingeniero de Sistemas.

En espera que éste cumpla con las normas pertinentes establecidas por la Institución me despido.

Atentamente.

Javier Mauricio Mastrascusa Grisolle

Cartagena, Noviembre de 2003

Señores:

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO.

Facultad de Ingeniería de Sistemas – CUTB.

La Ciudad.

Cordial saludo.

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada **“TECNOLOGIA BLUETOOTH: CONEXIÓN SIN CABLES”**, para su estudio y evaluación, la cual fue realizada por los estudiantes CARLOS ALBERTO CARDOZO CARDENAS Y JAVIER MAURICIO MASTRASCUSA GRISOLLE del cual acepto ser su director.

En espera que éste cumpla con las normas pertinentes establecidas por la institución me despido.

Atentamente.

Giovanny Vásquez

Ingeniero de Sistemas.

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D.T.C.H.

Yo **Carlos Alberto Cardozo Cárdenas**, identificado con número de cédula 9236718 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

CARLOS ALBERTO CARDOZO CARDENAS

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D.T.C.H.

Yo **Javier Mauricio Mastrascusa Grisolle**, identificado con número de cédula 7920232 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

JAVIER MAURICIO MASTRASCUSA GRISOLLE

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	2
ESTRATEGIAS DE DESARROLLO	2
1. ESTRATEGIA No.1: CARACTERISTICAS GENERALES	4
1.1 LOS ORÍGENES DE BLUETOOTH	5
1.2 ¿DE DONDE VIENE EL NOMBRE?	6
1.3 VENTAJAS DE BLUETOOTH	8
1.3.1 Bluetooth vs. IrDa	8
1.3.2 Bluetooth vs. HomeRF y WLAN	9
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA	10
1.4.1 Tipos de enlaces	10
1.4.2 Orientado al trabajo en Red	12
1.4.3 Voz sobre Bluetooth	12
1.4.4 Video sobre Bluetooth	14
1.4.5 Interferencias	15
1.4.6 Seguridad	16
1.5 REDES DE ÁREA PERSONAL	18
1.6 TOPOLOGÍA BLUETOOTH	19

1.7 ENLACES FÍSICOS	21
1.7.1 Enlaces SCO	21
1.7.2 Enlaces ACL	22
1.8 PAQUETES BLUETOOTH	23
1.8.1 Código de Acceso	24
1.8.2 Cabecera	26
1.8.3 Carga Útil	30
2. ESTRATEGIA No.2: ASPECTOS TECNICOS	32
2.1 ¿QUÉ SON LOS PROTOCOLOS?	32
2.2 PILA DE PROTOCOLOS BLUETOOTH	32
2.3 PROTOCOLOS FUNDAMENTALES DE BLUETOOTH	35
2.3.1 Banda Base	35
2.3.2 Protocolo de Gestor de Enlace (LMP)	36
2.3.3 Protocolo de adaptación y control de enlace lógico (L2CAP)	37
2.3.4 Protocolo de Descubrimiento de Servicios (SDP)	38
2.4 PROTOCOLOS DE SUSTITUCIÓN DE CABLES	38
2.4.1 RFCOMM	38
2.4.2 Protocolos de control de telefonía	40
2.5 INTERFAZ DEL CONTROLADOR DE HOST (HCI)	41
2.5.1 Arquitectura USB HCI	42
2.5.2 Capa de transporte HCI USB	43

2.6	PROCOLOS ADOPTADOS	44
2.6.1	PPP	44
2.6.2	TCP/UDP/IP	44
2.6.3	Protocolo OBEX	45
2.6.4	Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas (WAP)	45
3.	ESTRATEGIA No.3: ASPECTOS DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS)	46
3.1	QoS DEL GESTOR DE ENLACE (LMP)	46
3.2	QoS DE CONTROL DEL ENLACE LÓGICO (L2CAP)	47
3.2.1	Solicitud de configuración (Configuration Request)	47
3.2.2	Implementaciones L2CAP	47
3.3	FUNCIONAMIENTO DEL MENSAJE QOS	49
4.	ESTATEGIA No.4: IMPLEMENTACION DE ENLACE PUNTO – PUNTO	52
4.1	DISPOSITIVOS EXISTENTES EN EL MERCADO	52
4.2	COMO INSTALAR LOS CONTROLADORES DEL ADAPTADOR	55
4.3	CONFIGURACIÓN	60
4.3.1	Conexión serial	68
5.	CONCLUSIONES	72
6.	RECOMENDACIONES	75
	TERMINOS Y DEFINICIONES	76
	BIBLIOGRAFIA	80
	LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	81
	ANEXOS	83

INTRODUCCION

Las comunicaciones inalámbricas en principio fueron utilizadas para transmisión de voz e imagen como son la radio y la televisión. Con la evolución y el progreso de la microelectrónica los enlaces inalámbricos empezaron a utilizarse también para la transmisión de datos a alta velocidad utilizando bandas de frecuencia muy elevadas, con hardware cada vez más reducido y a bajo costo. Gracias a esto se desarrolló la interfaz de radio Bluetooth, la cual es una tecnología para transmisión de datos por radio frecuencia que utiliza conceptos modernos de comunicaciones aplicados en otros sistemas actuales de transmisión de voz y datos como es el caso de telefonía móvil celular, interfaces de aire en sistemas móviles de tercera generación 3G (CDMA2000, WCDMA), sistemas de posicionamiento global (GPS), Acceso Múltiple Satelital, entre otros.

Dentro de este contexto de desarrollo y evolución de las comunicaciones inalámbricas hemos seleccionado como objeto de esta investigación la tecnología Bluetooth, por considerar que es una solución inalámbrica económica, fiable, fácil de usar y que funciona sin necesidad de línea de visión directa. Además, esta tecnología se destaca porque no necesita inicializarse ya que siempre se esta ejecutando en un segundo plano.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

El presente trabajo pretende dar una visión general de lo que es la emergente tecnología Bluetooth, sus características generales y técnicas, aplicaciones, limitaciones y ventajas con respecto a otras tecnologías, su futura proyección, entre otros.

ESTRATEGIAS DE DESARROLLO

Para el logro de este objetivo hemos considerado necesario estructurar y desarrollar las siguientes cuatro estrategias:

ESTRATEGIA No.1: CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Realizamos una breve introducción en la que se explica qué es Bluetooth, cuáles son las motivaciones que han llevado a su definición y qué nos va a ofrecer. Hacemos un poco de historia para ver de dónde proviene el curioso nombre que ha adoptado esta tecnología. Debido a que Bluetooth no es la única tecnología inalámbrica en el mercado, realizaremos un análisis comparativo con algunas de éstas, haciendo especial hincapié en IrDA, HomeRF y WLAN.

ESTRATEGIA No.2: ASPECTOS TÉCNICOS

En primer lugar, describimos la arquitectura de protocolos de Bluetooth, donde se han definido una serie de protocolos específicos que constituyen el núcleo de Bluetooth y se han adoptado otros protocolos ya existentes, como TCP, IP, WAP,

etc. Iremos desglosando cada uno de los protocolos específicos viendo cómo se estructuran y las principales funciones que llevan a cabo.

Dos son los protocolos específicos a nivel de enlace: LMP y L2CAP. Veremos cómo el primero es el encargado de establecer enlaces entre dispositivos y de gestionarlos y funciones de autenticación y cifrado. L2CAP adapta los protocolos de niveles superiores al protocolo BaseBand y trabaja en paralelo con LMP. Los siguientes protocolos que describiremos serán el SDP, para poder descubrir servicios ofrecidos a los clientes; el RFCOMM, protocolo de suma importancia debido a que es el encargado de emular las conexiones.

ESTRATEGIA No.3: ASPECTOS DE CALIDAD DE SERVICIO.

Haremos un compendio acerca de la calidad de servicio en Bluetooth, describiendo los parámetros de configuración necesarios para proporcionar control de admisión.

ESTRATEGIA No.4: APLICACIONES COMERCIALES.

Mostraremos algunos de los productos comerciales Bluetooth con sus características. Igualmente, documentaremos los pasos para implementar una red punto a punto mediante dos dispositivos USB 3com Bluetooth.

1. ESTRATEGIA No.1: CARACTERISTICAS GENERALES

La especificación Bluetooth comprende una solución integrada consistente en hardware, software y requerimientos de interoperabilidad. El conjunto de especificaciones Bluetooth desarrollado por Ericsson y otras compañías responde a las necesidades de conectividad inalámbrica de corto alcance para redes Ad-Hoc. El protocolo de banda base de Bluetooth es una combinación de conmutación de circuitos y de paquetes, lo que la hace apropiada tanto para voz como para datos.

La tecnología inalámbrica Bluetooth se implementa en transceptores de corto alcance diminutos y de bajo costo en los dispositivos móviles disponibles hoy en día, ya sea integrada directamente en tarjetas de expansión existentes, o añadida mediante dispositivos adaptadores, como una tarjeta Pc-card insertada en un portátil. En potencia, esto puede hacer que los dispositivos que utilicen la especificación Bluetooth sean la tecnología inalámbrica más barata de implementar.

La tecnología inalámbrica Bluetooth utiliza la banda de radio ISM mundialmente disponible y que no requiere licencia, de 2,4 Ghz. Las bandas ISM(Industrial, Scientific, Medical; aplicaciones industriales, científicas y médicas) incluyen los rangos de frecuencia entre 902 – 928 Mhz y 2,4 – 2,484 Ghz, que no requieren

una licencia de operador otorgada por las autoridades, reguladoras de telecomunicaciones. El uso de una banda de frecuencia común, significa que puede llevar dispositivos que utilicen la especificación Bluetooth virtualmente a cualquier parte del mundo, y serán capaces de enlazar con otros dispositivos similares, independientemente de que país este visitando.

1.1 LOS ORIGENES DE BLUETOOTH

En 1994, Ericsson Mobile Communications, la compañía global de telecomunicaciones con base en Suecia, comenzó un estudio para investigar la viabilidad de una interfaz de radio de baja potencia y bajo costo entre teléfonos móviles y sus accesorios. El objetivo de estudio era hallar una forma de eliminar los cables entre teléfonos móviles y tarjetas Pc-card, auriculares y otros dispositivos. El estudio era parte de un proyecto mas amplio que investigaba como diferentes dispositivos de comunicaciones se podrían conectar a la red celular a través de un teléfono móvil. La compañía determino que el último enlace en ese tipo de conexión debería ser un enlace de radio de corto alcance. A medida que se progresaba el proyecto, se hizo evidente que las aplicaciones de un enlace de radio de corto alcance eran virtualmente ilimitadas.

El trabajo de Ericsson en esta área, atrajo la atención de IBM, Intel, Nokia y Toshiba.

Estas compañías formaron el SIG Bluetooth, en mayo de 1998, grupo que había aumentado a más de 1500 compañías en abril del 2000, más rápido que el crecimiento de cualquier otro consorcio inalámbrico. Las compañías desarrollaron conjuntamente la especificación Bluetooth 1.0, que vio la luz en julio de 1999. La especificación consiste en dos documentos: El núcleo fundamental, que proporciona especificaciones de diseño; y el perfil fundamental, que proporciona las directrices para interoperabilidad. El documento del núcleo especifica componentes tales como la radio, la banda base, el gestor de enlace, el protocolo de descubrimiento de servicios, el nivel de enlace y la interoperabilidad con diferentes protocolos de comunicación. El documento de perfil especifica los protocolos y procedimientos requeridos para distintos tipos de aplicaciones Bluetooth.

A las 5 compañías fundadoras del SIG Bluetooth se les unieron 3Com, Lucent, Microsoft y Motorola para formar el llamado <<grupo de promotores>>. El objetivo del grupo de promotores es dirigir los esfuerzos del SIG Bluetooth, creando un forum para mejorar la especificación Bluetooth y proporcionando un mecanismo para las pruebas de interoperabilidad.

1.2 ¿DE DONDE VIENE EL NOMBRE?

Los ingenieros de Ericsson denominaron Bluetooth a la nueva tecnología inalámbrica para honrar a un rey vikingo Danés del siglo X.

¹Harald Bluetooth reino desde 940 a 985 y se le atribuye no solo la unificación de este país, sino también la adopción del cristianismo. En esa época, los daneses vivían en pequeñas comunidades bajo la autoridad de jefes locales, algunos de los cuales aterrorizaron las ciudades costeras de Europa, con sus incursiones piratas vikingas para conseguir esclavos y botín.

Durante siglos, los Daneses habían venerado a los dioses Thor y Odin. A medida, que el cristianismo dominaba a Europa, la lucha entre cristianos y paganos se extendió por las áreas ocupadas por los Daneses.

La historia dice que Harald era hijo del rey Gorm, el viejo de Dinamarca y de Thyra, que se decía que era hija de un noble inglé. Cuando llevaban unos 25 años de reinado, el sacerdote Poppo impresionó a Harald, sujetando una pieza de metal al rojo vivo con sus manos desnudas sin producirse ninguna herida. Poppo explicó que su fe en Dios le protegía, lo que convenció a Harald de los poderes del Cristianismo. La aceptación del Cristianismo por el rey Harald y su subsiguiente bautismo hizo mucho para aliviar las luchas religiosas en Dinamarca.

Los objetivos de la tecnología inalámbrica Bluetooth son también la unificación y la armonía: específicamente, el permitir a diferentes dispositivos que se comuniquen a través de un estándar ampliamente aceptado para la conectividad inalámbrica.

¹ Gilster, Diane McMichael. Bluetooth End to End: Wiley, John & Sons, incorporated, 2002. p. 4

1.3 VENTAJAS DE BLUETOOTH

La tecnología Bluetooth es una especificación tecnológica global para los dispositivos de comunicaciones y redes inalámbricas de bajo costo y pequeño formato entre computadoras, teléfonos móviles y otros dispositivos portátiles. Los dispositivos Bluetooth están ideados para reemplazar las conexiones de cable entre computadoras, periféricos y otros dispositivos electrónicos.

La tecnología inalámbrica Bluetooth permite que los dispositivos se comuniquen unos con otros tan pronto como entran en el radio de acción, en lugar de requerir que el usuario abra una aplicación o pulse un botón para iniciar un proceso. De hecho, una de las principales ventajas de la especificación Bluetooth es que no necesita iniciarse: siempre esta en funcionamiento, ejecutándose en un segundo plano. Los dispositivos ni siquiera requieren estar en la línea de visión, para comunicarse entre sí. Al contrario que los infrarrojos, los dispositivos pueden penetrar muros y maletines.

1.3.1 Bluetooth vs. IrDa. Una de las diferencias entre Bluetooth e Infrarrojos es que Bluetooth no requiere “línea de vista” para transferir datos. La tecnología Bluetooth esta habilitada para transmitir voz y datos, y esto permite que los usuarios tengan una red de área personal (PAN), definida en un radio de 10 mts. En este rango, los dispositivos Bluetooth pueden comunicarse entre sí.

Tabla 1. Bluetooth vs. IrDa

	Infrarrojos	Bluetooth
Rata de Transmisión (Datos)	4 Mbps	1 Mbps (próxima a 10Mbps)
línea de vista?	Si	No
Conectar mas de dos dispositivos?	No	Si (Hasta 8 dispositivos)
Internet	Si	Si
Capacidad de voz	No	Si

1.3.2 Bluetooth vs. HomeRF y WLAN. HomeRF es posiblemente una tecnología de competencia para Bluetooth, sin embargo esto no puede asegurarse debido a que Bluetooth podría reemplazar a HomeRF en el hogar o inclusive podría coexistir con esta. Lo que si esta claro, es que HomeRF no puede sustituir a Bluetooth para ámbitos fuera del hogar. Una situación similar ocurre cuando un dispositivo Bluetooth ingresa a una oficina provista de una WLAN (Wireless LAN, Lan inalámbrica). Aunque Bluetooth, HomeRF y WLAN operan en la misma frecuencia, la tasa de transferencia para estos dispositivos podría variar significativamente. Sin embargo, la coexistencia entre ellos es posible debido a una técnica llamada expansión de espectro, con la cual se minimizan las interferencias para dispositivos que trabajan a la misma frecuencia.

HomeRF, WLAN y Bluetooth no podrían ser usadas en el mismo ambiente. HomeRF se centra en el hogar, WLAN se centra en áreas empresariales y Bluetooth se centra en el usuario.

Tabla 2. Bluetooth Vs HomeRF

	HomeRF	Bluetooth
Ambiente	Hogar	Usuarios
Rango	50 mts	10 a 100 mts
Salto de Frecuencia	50 Saltos / seg	1600 saltos / seg
estándar Abierto?	Si	Si
Frecuencia	2,4 Ghz(Banda ISM)	2,4 Ghz(Banda ISM)
Datos y voz	Dato y 6 canales de voz	Dato y 3 canales de voz
Rata de transmisión	1 Mbps	1 Mbps

Tabla 3. Bluetooth Vs WLAN

	WLAN	Bluetooth
Tasa de transmisión	11 Mbps	1 Mbps
Rango	30 a 1000 mts	10 a 100 mts
Frecuencia	2,4 Ghz(Banda ISM)	2,4 Ghz(Banda ISM)

1.4 DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA

1.4.1 Tipos de enlaces. En la especificación Bluetooth se han definido dos tipos de enlaces para soportar aplicaciones de voz y datos: Un enlace asíncrono sin conexión (ACL, Asynchronous Connectionless) y un enlace sincrónico orientado a conexión (SCO, Synchronous Connection-Oriented). Los enlaces ACL soportan tráfico de datos sin garantía de entrega; la información transmitida puede ser datos del usuario o datos de control.

Los enlaces SCO soportan voz en tiempo real y tráfico multimedia, utilizando un ancho de banda reservado. Tanto la voz como los datos se transmiten en forma de paquetes y la especificación Bluetooth permite implementar enlaces ACL y SCO al mismo tiempo.

Los enlaces Asíncronos sin conexión soportan conexiones simétricas o asimétricas, de conmutación de paquetes y punto multipunto, que son las que se suelen utilizar para datos. Para conexiones simétricas la transferencia de datos máxima es de 433,9 kbps en ambas direcciones, de envío y recepción. Para conexiones asimétricas, la transferencia de datos máxima es de 723,2 kbps en una dirección y 57,6 kbps en la dirección opuesta. Si se detectan errores en el dispositivo receptor, se envía una notificación en la cabecera del paquete de retorno, de manera que solo necesitan transmitirse los paquetes erróneos.

Los enlaces sincrónicos orientados a conexión ofrecen conexiones simétricas, de conmutación de circuitos, punto a punto que son las que se suelen utilizar para voz. Hay disponibles para voz tres canales sincrónicos de 64 kbps cada uno. Los canales se crean utilizando modulación por pulso codificado (PCM, Pulse Code Modulation, aunque también se usan las siglas en castellano MIC) o modulación diferencial de pendiente continuamente variable (CVSD, Continuously Variable Slope Delta).

PCM es el estándar para codificar voz en forma analógica a formato digital de unos y ceros para su transmisión por la red telefónica. CVSD es otro estándar para codificación analógica digital que ofrece más inmunidad a las interferencias y es, por tanto más adecuado que PCM para comunicaciones de voz sobre un enlace inalámbrico. El esquema apropiado para la codificación de voz se elige tras una negociación entre los gestores de enlace de cada dispositivo.

1.4.2 Orientado al trabajo en red. Cuando se trata de una red Ad-Hoc de datos, un dispositivo equipado con una radio que utiliza la especificación Bluetooth establece contacto instantáneo con una o más radios similares equipadas tan pronto como entran dentro del radio de acción mutuo. Cada dispositivo posee una dirección univoca de 48 bits de control de acceso al medio (MAC, Medium Access Control), como esta especificado en los estándares IEEE 802 para redes de área local. Para voz, cuando un teléfono móvil que utiliza la tecnología inalámbrica Bluetooth entra dentro del radio de acción de otro teléfono móvil con tecnología inalámbrica Bluetooth integrada, las conversaciones tienen lugar sobre un enlace de radio localizado punto a punto. Cuando la conexión no implica a ningún proveedor de servicios de telecomunicaciones, no hay ningún costo de llamada.

1.4.5 Voz sobre Bluetooth. La especificación Bluetooth permite que los terminales telefónicos que la cumplen se utilicen de tres maneras diferentes. En primer lugar, los teléfonos del hogar o de la oficina pueden actuar como teléfonos

Inalámbricos conectándose a la red telefónica general de conmutación (RTGC) e incurriendo en un gasto de utilización por minuto. Este escenario incluye la realización de llamadas de una estación base de voz, la realización de llamadas entre dos terminales vía la estación base, y el acceso de servicio suplementario proporcionado por una red externa.

En segundo lugar, los teléfonos que utilizan la tecnología inalámbrica Bluetooth pueden conectarse directamente con otros teléfonos, con el objeto de funcionar como radios portátiles. Llamado escenario de Intercomunicación, esta conexión no implica ningún costo de utilización con el operador de telecomunicaciones.

En tercer lugar, el teléfono puede funcionar como teléfono móvil conectado a la infraestructura celular e incurrir en los costos de comunicación por móvil correspondiente.

La especificación Bluetooth soporta tres canales de voz. Además de conexiones de voz de corto alcance, tipo radio teléfono, un canal de voz puede utilizarse para un enlace de radio entre un auricular y un teléfono móvil, permitiéndole tener las manos libres para tareas más importantes, como conducir sin tener que conectar ningún cable.

1.4.4 Video sobre Bluetooth. Además de la voz la especificación Bluetooth es capaz de soportar transmisión de video entre dispositivos. La comunicación entre dispositivos se gestiona mediante TCP/IP, ejecutándose sobre el protocolo de nivel de enlace de la especificación Bluetooth. TCP/IP proporciona la base para implementar el protocolo RTP (Real-Time Transfer Protocol, protocolo de transferencia en tiempo real), lo que asegura que los paquetes de video estén correctamente sincronizados. Hasta el momento la velocidad de transmisión es de solo 10 imágenes por segundo en formato QCIF (Quarter Common Intermediate Format, formato intermedio común de cuarto de pantalla), por lo que la calidad de la imagen es mucho menor que la ofrecida por la televisión a 30 imágenes por segundo.

MPEG (Moving Picture Expert Group, o grupo de expertos de imágenes en movimiento) es la organización internacional, gestionada conjuntamente por la ISO (International Organization for Standardization, organización internacional de estandarización) y la IEC (International Electrotechnical Commission, comisión electrotécnica internacional) que propone formatos para la compresión de señales de audio y video que permitan garantizar su eficiente almacenamiento y transmisión. MPEG-1 comprende la grabación en soportes físicos como lo son CD-ROMS, mientras que el formato MPEG-2 establece estándares para la radiodifusión y para otros equipos de audio y video como los DVD. MPEG-4 se centra principalmente en las aplicaciones inalámbricas del tipo a que se dirige la

especificación Bluetooth, así como también en aplicaciones multimedia basadas en web. Un elemento clave de MPEG-4 es un formato de compresión de señales de video apropiado para aplicaciones caracterizadas por una transmisión de datos inestable, incluyendo aplicaciones que funcionen a través de enlaces inalámbricos e Internet.

1.4.5 Interferencias. La expansión de espectro permite combatir las interferencias procedentes de otros dispositivos que también trabajan en la banda de 2,4 Ghz de espectro de radio, que no requiere licencia, incluyendo la de los hornos microondas y otros aparatos utilizados en el hogar, así como algunas redes locales inalámbricas utilizadas en la oficina. En lugar de permanecer en una frecuencia, cada dispositivo de expansión de espectro salta 1600 veces por segundo entre 79 frecuencias distintas. El dispositivo que inicia la conexión le dirá al otro dispositivo que secuencia de saltos utilizar. Si hay demasiadas interferencias en una frecuencia, la transferencia se pierde durante solo 1 milisegundo. Para aumentar la fiabilidad, el sistema puede enviar cada bit de dato por triplicado. El resultado es que varias docenas de personas en la misma habitación pueden utilizar dispositivos Bluetooth sin interferencias significativas.

Las interferencias son una preocupación primordial en entornos corporativos, en los que puede que se estén utilizando redes LAN inalámbricas. La tecnología

inalámbrica Bluetooth utiliza la misma tecnología de expansión de espectro que las LAN inalámbricas basadas en el estándar 802.11 y ambas trabajan en el mismo espectro de radio de 2,4 Ghz. Aunque el enlace inalámbrico utilizado por los dispositivos Bluetooth trabaja sobre distancias más cortas que las utilizadas en redes locales tipo 802.11, ocasionalmente ambas pueden ocupar el mismo espacio. Cuando una conexión Bluetooth, colisiona con una conexión inalámbrica, una o ambas conexiones pueden verse interferidas, dando como resultado un error de transmisión. Cuando esto sucede, los esquemas de colección de errores tanto en la LAN como en los enlaces Bluetooth corregirán los errores de bit. El uso de diferentes secuencias de saltos de frecuencia minimiza la posibilidad de una interferencia, como lo hace el mecanismo de expansión en toda la banda de frecuencia.

1.4.6 Seguridad. La especificación Bluetooth incluye numerosas características de seguridad. Además de su alcance limitado y la utilización de saltos de frecuencias, que hace que la interceptación de la señal sea de entrada extremadamente difícil, la especificación Bluetooth emplea funciones del nivel de enlace, como la autenticación y cifrado. La autenticación evita el acceso no deseado a datos y funciones críticas y protege contra la suplantación por parte de los hackers que intenten hacerse pasar por usuarios autorizados. El cifrado codifica los datos durante la transmisión para evitar escuchas y mantener la privacidad del enlace. Además, la tecnología inalámbrica Bluetooth incluye la

generación de una clave de sesión que se puede cambiar en cualquier momento durante una conexión. Incluso en el caso improbable de que un hacker pueda interceptar una conexión, no podrá permanecer en la picorred mucho tiempo.

La seguridad es importante no solo para asegurar la privacidad de sus mensajes y archivos a medida que viajan por el aire, sino también para asegurar la integridad de las transacciones de comercio electrónico. De igual manera, la especificación Bluetooth también ofrece una arquitectura de seguridad flexible, que hace posible garantizar el acceso a los dispositivos y servicios <<confiables>>, sin proporcionar acceso a otros dispositivos y servicios no fiables.

En la arquitectura de seguridad Bluetooth, los dispositivos desconocidos o no confiables pueden que requieran una autorización basada en algún tipo de interacción del usuario, antes de que se les otorgue acceso. Los dispositivos confiables son aquellos que han sido autenticados previamente y a los que se les ha permitido acceso basándose en su clave de nivel de enlace. Para esos dispositivos, la clave de enlace puede almacenarse en la base de datos de dispositivo, e identifica a ese dispositivo como confiable para futuros intentos de acceso.

La arquitectura de seguridad de la especificación Bluetooth solo autentica dispositivos, no usuarios. Esto significa que un dispositivo confiable que sea robado o prestado se puede utilizar como si todavía estuviera en posesión del dueño. Si hay una necesidad de autenticación del usuario, se deben emplear métodos de seguridad suplementarios de nivel de aplicación, como la introducción de un nombre de usuario y contraseña, como sería el caso si se utilizara para transacciones móviles de comercio electrónico.

1.5 REDES DE AREA PERSONAL

Uno de los objetivos comúnmente compartidos por el IEEE y el SIG Bluetooth es impulsar el uso de las redes de área personal (PAN, Personal área Network) inalámbricas. El grupo de trabajo 802.15 del IEEE tiene como punto de mira la creación de estándares que proporcionen la base para un amplio rango de dispositivos de consumo interoperables, estableciendo estándares universalmente aceptados para las comunicaciones digitales inalámbricas.

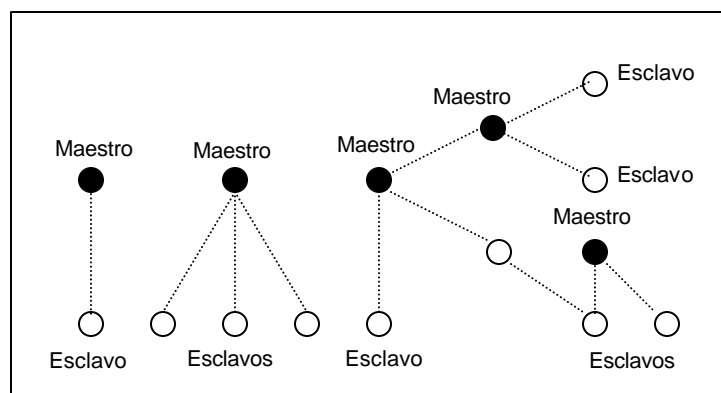
El objetivo del grupo de trabajo 802.15 es crear un estándar de consenso que tenga amplias aplicaciones en el mercado y resuelva de forma eficaz el tema de la coexistencia con otras soluciones de red inalámbrica. Mientras que las tecnologías LAN inalámbricas de IEEE 802.11 han sido diseñadas específicamente para dispositivos que se hallen dentro o en los alrededores de oficinas o el hogar, los dispositivos que utilicen redes pan inalámbricas IEEE 802.15 y la tecnología

inalámbrica Bluetooth podrán ser utilizados en cualquier país por personas viajando en automóviles, aviones y barcos.

1.6 TOPOLOGIA BLUETOOTH

Los dispositivos dentro de una picorred juegan dos papeles: el de maestro o el de esclavo (Figura 1). El maestro es el dispositivo de una picorred cuyo reloj y secuencia de salto se utilizan para sincronizar a todos los demás dispositivos (Es decir, los esclavos) de la picorred. La unidad que lleva a cabo el procedimiento de búsqueda y establece las conexiones es, de manera predeterminada, el maestro de la conexión. Los esclavos son unidades de la picorred que se sincronizan con el maestro mediante su reloj y su secuencia de salto.

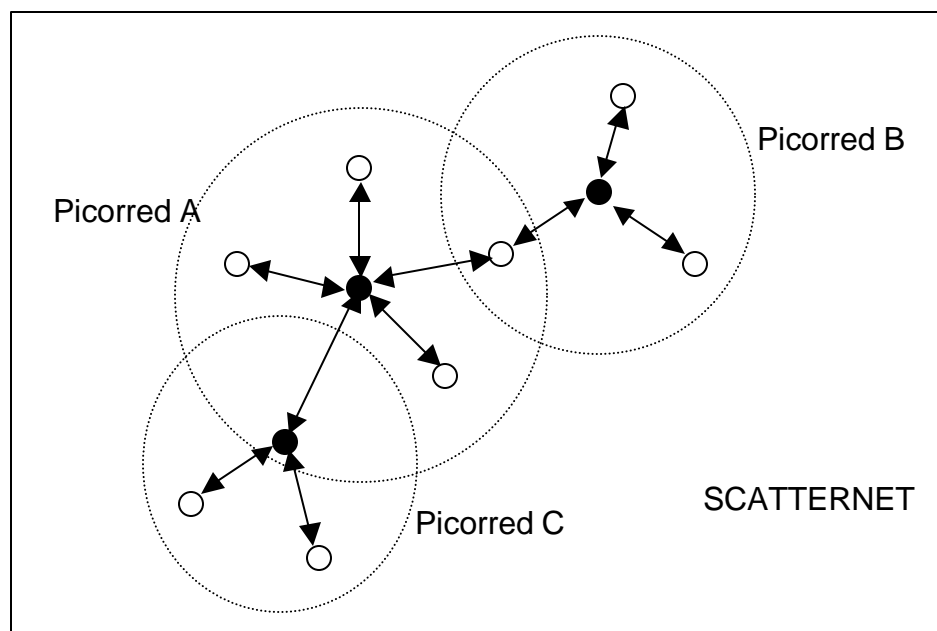
Figura 1. Posibles Topologías



La topología Bluetooth se puede describir más acertadamente como una estructura de picorredes múltiples. Dado que la especificación Bluetooth soporta

tanto conexiones punto a punto, como punto a multipunto, se pueden establecer y enlazar varias picorredes en una topología llamada de red dispersa (scatternet) siempre que surga la necesidad (Figura 2).

Figura 2. Scatternet



Las picorredes no están coordinadas, y los saltos de frecuencia suceden de forma independiente. Se pueden establecer y enlazar a voluntad varias picorredes, donde cada una se identifica por una secuencia de salto de frecuencias diferentes. Todos los usuarios que participan en la misma picorred se sincronizan con la correspondiente secuencia de saltos. Aunque no se permite la sincronización de diferentes picorredes en la banda ISM, las unidades que utilizan la tecnología inalámbrica Bluetooth pueden participar en diferentes picorredes gracias a una

multiplexación por división de tiempo (TDM). Esto permite a una unidad participar de forma secuencial en diferentes picorredes, estando activa en solo una picorred cada vez.

1.7 ENLACES FISICOS

1.7.1 Enlaces SCO. El enlace SCO es un enlace punto a punto entre un maestro y un esclavo en una picorred. El maestro mantiene el enlace SCO utilizando franjas reservadas a intervalos regulares. El enlace ACL es un enlace punto a multipunto entre el maestro y todos los esclavos que participan en una picorred. En las franjas no reservadas para uno o más enlaces SCO, el maestro puede establecer un enlace ACL por cada franja con cualquier esclavo, incluyendo el/los ya ocupado/s en un enlace SCO.

El enlace SCO es un enlace simétrico punto a punto entre el maestro y uno o más esclavos específicos. El enlace SCO suele soportar información ligada al tiempo, como conversaciones de voz. Como el enlace SCO reserva franjas, se le considera una conexión de conmutación de circuitos entre el maestro y el esclavo. El maestro establece el enlace SCO enviando un mensaje de establecimiento vía el protocolo de gestión de enlace (LM, Link Management). Este mensaje contiene los parámetros de tiempo y especifica las franjas reservadas.

El maestro puede soportar hasta tres enlaces SCO al mismo esclavo o a diferentes esclavos en una picorred. Un esclavo puede soportar hasta tres enlaces SCO del mismo maestro, o dos enlaces SCO si estos se originan en maestros diferentes. Como los paquetes transportados por enlaces SCO contienen información sensible desde el punto de vista temporal, nunca se retransmiten si hay errores. El maestro envía paquetes al esclavo por los enlaces SCO a intervalos regulares, contados en franjas, en las franjas reservadas para la comunicación. Al esclavo, siempre se le permite responder con un paquete en la siguiente franja esclavo-maestro, a menos que la franja maestro-esclavo anterior estuviera dirigida a un esclavo diferente. Si el esclavo no detecta su propia dirección en la cabecera del paquete, todavía se le permite devolver un paquete en la franja reservada.

1.7.2 Enlaces ACL. ²En las franjas no reservadas para enlaces SCO, el maestro puede intercambiar paquetes con cualquier esclavo por cada franja. El enlace ACL ofrece una conexión de conmutación de paquetes entre el esclavo y todos los esclavos activos que participen en una picorred. El enlace ACL soporta tanto servicios asíncronos como sincronos pero entre un maestro y un esclavo solo puede haber activo un enlace ACL. Para la mayor parte de los paquetes ACL, se aplica la retransmisión de paquetes para asegurar la integridad de los datos.

² García Díaz, Jorge F. Estudio Tecnológico Bluetooth: Universidad Carlos III Madrid. 2002. p.23.

Se permite que un esclavo devuelva un paquete ACL en la franja esclavo-maestro solo si el maestro se ha dirigido a el en la franja maestro-esclavo precedente. Si el esclavo no detecta su propia dirección en la cabecera del paquete, no se le permite transmitir. A los paquetes ACL que no están dirigidos a un esclavo específico se les considera paquetes de difusión dirigidos a todos los esclavos. Si no hay datos que enviar a través de un enlace ACL y no se requiere sondeo, no tiene lugar ninguna transmisión.

1.8 PAQUETES BLUETOOTH

La especificación Bluetooth define el uso de dos tipos de paquetes: SCO y ACL. Los paquetes SCO se utilizan en los enlaces asíncronos para voz y se encaminan al puerto de voz de entrada y salida sincrónico. No incluyen un mecanismo de comprobación de errores y nunca se retransmiten porque el retardo disminuiría la calidad de voz. Los paquetes ACL se utilizan en el enlace asíncrono. La información transportada puede ser datos del usuario o datos de control. Como los datos transportados sobre un enlace asíncrono no son sensibles a los retardos, puede que los paquetes incluyan un mecanismo de control de errores y se puede utilizar la retransmisión para corregir aquellos paquetes que se hayan corrompido durante la transmisión.

El formato general de los paquetes (Figura 3) utilizado en la tecnología inalámbrica Bluetooth consiste en tres partes: Código de acceso, cabecera y carga útil.

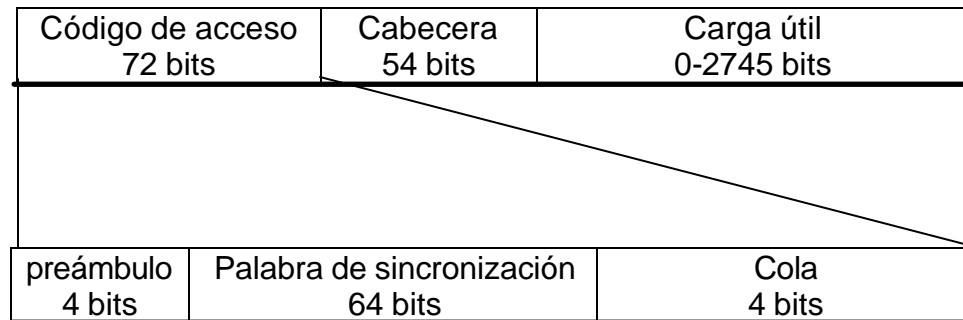
Figura 3. Formato general de paquete para Bluetooth

Código de acceso 72 bits	Cabecera 54 bits	Carga útil 0-2745 bits
-----------------------------	---------------------	---------------------------

1.8.1 Código de acceso. ³Cada paquete comienza con un código de acceso, que se utiliza para propósitos de señalización. Los campos del código de acceso consisten en un preámbulo, una palabra de sincronización y una cola (Figura 4). El preámbulo indica la llegada de un paquete a receptor. La palabra de sincronización se utiliza para sincronizar el tiempo con el receptor. El receptor realiza una correlación con la palabra de sincronización contenida en el código de acceso, lo que da como resultado un mecanismo de señalización muy robusta. La cola se agrega a la palabra de sincronización tan pronto como una cabecera de paquete aparece después del código de acceso. El número de bits en el código de acceso puede variar, dependiendo de si le sigue la cabecera de un paquete. Si le sigue, el código de acceso tiene una longitud de 72 bits; sino, solo de 68 bits.

³ Muller, Nathan J. Tecnología Bluetooth: McGraw-Hill, 2002. p. 69 - 74

Figura 4. Formato de Código de acceso



Las funciones ofrecidas por el código de acceso pueden variar, dependiendo del modo de funcionamiento del dispositivo Bluetooth. Así, hay tres tipos de código de acceso:

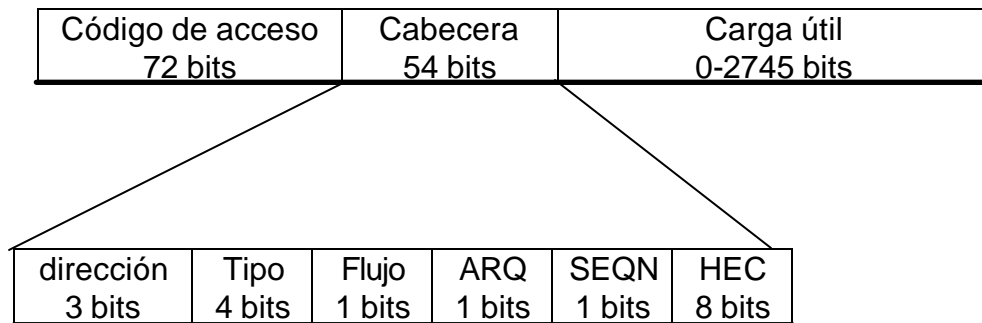
- ❖ Código de acceso al canal (CAC, Channel Access Code). El código de acceso al canal identifica a una picorred. Este código se incluye en todos los paquetes intercambiados en el canal de la picorred. Todos los paquetes enviados en la misma picorred comienzan con el mismo CAC.
- ❖ Código de acceso a dispositivos (DAC, Device Access Code). El código de acceso a dispositivo se utiliza para procedimientos especiales de señalización, como la función de busca y la respuesta a la misma. La función de busca implica la transmisión de una serie de mensajes con el objetivo de establecer un enlace de comunicaciones con una unidad activa

dentro de un área de cobertura. Cuando esa unidad responde, se puede establecer el enlace de comunicaciones.

- ❖ Código de acceso de indagación (IAC, Inquiry Access Code). Hay dos tipos de código de acceso de indagación: general y dedicado. Un código de acceso de indagación general es común a todos los dispositivos. Se utiliza para descubrir otras unidades Bluetooth que estén dentro del radio de acción. El código de acceso de indagación dedicado es común para un grupo dedicado de unidades Bluetooth que comparten una característica común. Se utiliza para descubrir solo dichas unidades Bluetooth dedicadas que estén dentro del radio de acción.

1.8.2 Cabecera. Si se utiliza, la cabecera contiene información del control de enlace (LC, Link Control) y consiste en 6 campos, con un total de 18 bits (Figura 5).

Figura 5. Formato de la Cabecera



Dirección de miembro activo. Este campo de tres bits se utiliza para distinguir entre los miembros activos que participan en la picorred. En una picorred, se conectan uno o más esclavos a un solo maestro. Para identificar por separado cada esclavo, se asigna a cada esclavo una dirección temporal de 3 bits para utilizarse cuando este se encuentre activo. Los paquetes que se intercambian entre el maestro y el esclavo, llevan la dirección del miembro activo de ese esclavo. En otras palabras, la dirección del esclavo se utiliza tanto en paquetes maestro esclavo como en paquetes esclavo maestro. Se reserva una dirección todos ceros para difundir paquetes del maestro a todos los esclavos. Los esclavos que son desconectados pierden sus direcciones y se les deben asignar una de nuevo cuando vuelvan a entrar a la picorred.

Tipo. Este campo de cuatro bits se utiliza como código que especifica el tipo de paquete. La interpretación de este código depende del tipo de enlace asociado

con el paquete: O un enlace SCO, o un enlace ACL. Hay cuatro tipos diferentes de paquetes SCO y siete tipos diferentes de paquetes ACL. El código de tipo también indica el número de franjas que ocupara el paquete actual.

Flujo. Este campo de 1 bit se utiliza para el control del flujo de paquetes por el enlace ACL. Cuando el buffer del receptor para el enlace ACL esta lleno, se devuelve una señal de <<parada>> para detener la transmisión de datos. La señal de parada solo se aplica para los paquetes ACL. Los paquetes que incluyen únicamente información de control de enlace o los paquetes SCO pueden seguir recibándose.

Cuando se vacía el buffer del receptor, se devuelve una señal de <<continuar>>. Cuando no se reciben paquetes, o la cabecera del paquete tiene un error común, se presupone una señal <<continuar>>.

Petición de repetición automática. Este campo de 1 bit se emplea para informar al dispositivo transmisor de una transferencia con éxito de datos útiles. El éxito de la recepción se comprueba por medio de un código de redundancia cíclica (CRC). La notificación devuelta puede ser en forma de confirmación positiva (ACK, Positive acknowledgment) o confirmación negativa (NAK, Negative acknowledgment). Si los datos útiles se reciben en orden correcto, se devuelve una señal ACK, y sino, se devuelve una señal NAK. Cuando no se recibe ningún

mensaje de ninguna clase, se supone un NAK. El ACK/NAK viene incluido en la cabecera del paquete de retorno.

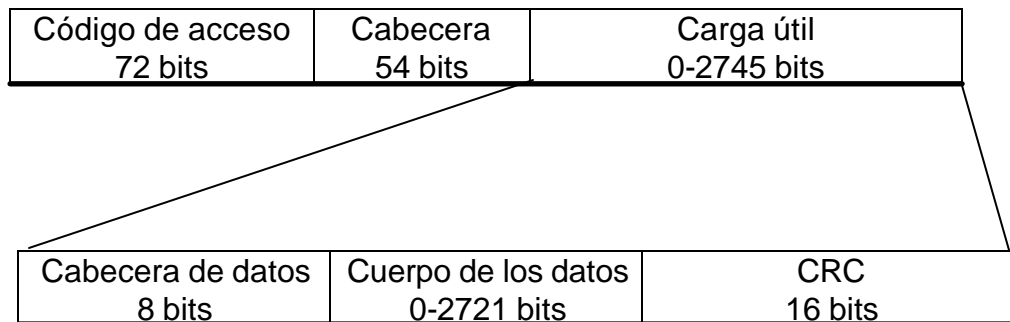
Número de secuencia. Este campo de 1 bit proporciona un esquema de numeración secuencial para poner el flujo de paquete de datos en el orden correcto cuando alcancen el dispositivo receptor. Por cada nuevo paquete transmitido que contiene datos con un valor CRC, se invierte el bit de número de secuencia para filtrar las transmisiones al llegar al dispositivo de destino.

Si hay una transmisión debido a la falta de confirmación ACK, el destino recibe el mismo paquete dos veces. La comparación del número de secuencia de los paquetes consecutivos quiere decir que se pueden descartar las retransmisiones correctamente recibidas.

Comprobación de error de cabecera. Este campo de 8 bits se utiliza para comprobar la integridad de la cabecera. Después de inicializarse el generador HEC, se calcula un valor de comprobación de error de cabecera (HEC, Header Error Check) para los bits de la cabecera. El receptor inicializa su circuito HEC para que pueda interpretar el valor. Si el valor HEC no coincide, se ignora el paquete entero.

1.8.3 Carga útil. La parte final del formato general del paquete es la carga útil. En la carga útil, hay dos tipos de campo: el campo de voz (Sincrono) y el campo de datos (asíncrono). Los paquetes ACL solo tienen campo de datos y los paquetes SCO solo tienen campo de voz. La excepción es el paquete de voz y datos (DV, Data Voice), que tiene ambos. El campo de datos se compone de tres segmentos: cabecera de datos, cuerpo de datos y posiblemente un código CRC (Figura 6).

Figura 6. Formato de la carga útil



Cabecera de datos. Solo los campos de datos tienen una cabecera de datos. Esta cabecera tiene 1 o 2 bytes de largo y especifica el canal lógico, controla el flujo en los canales lógicos y tiene un indicador de longitud de carga útil. El indicador de longitud indica el número de bytes en el cuerpo de los datos, excluyendo la cabecera de datos y el código CRC.

Cuerpo de los datos. El cuerpo de los datos incluye información del usuario. La longitud del cuerpo de los datos se indica en el campo de longitud contenido en la cabecera de datos.

Generación del código CRC. Tras inicializarse el generador CRC, se calcula el código de redundancia cíclica de 16 bits sobre la información que se ha de transmitir y luego se adjunta a la información.

2. ESTRATEGIA No.2: ASPECTOS TECNICOS (ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO BLUETOOTH)

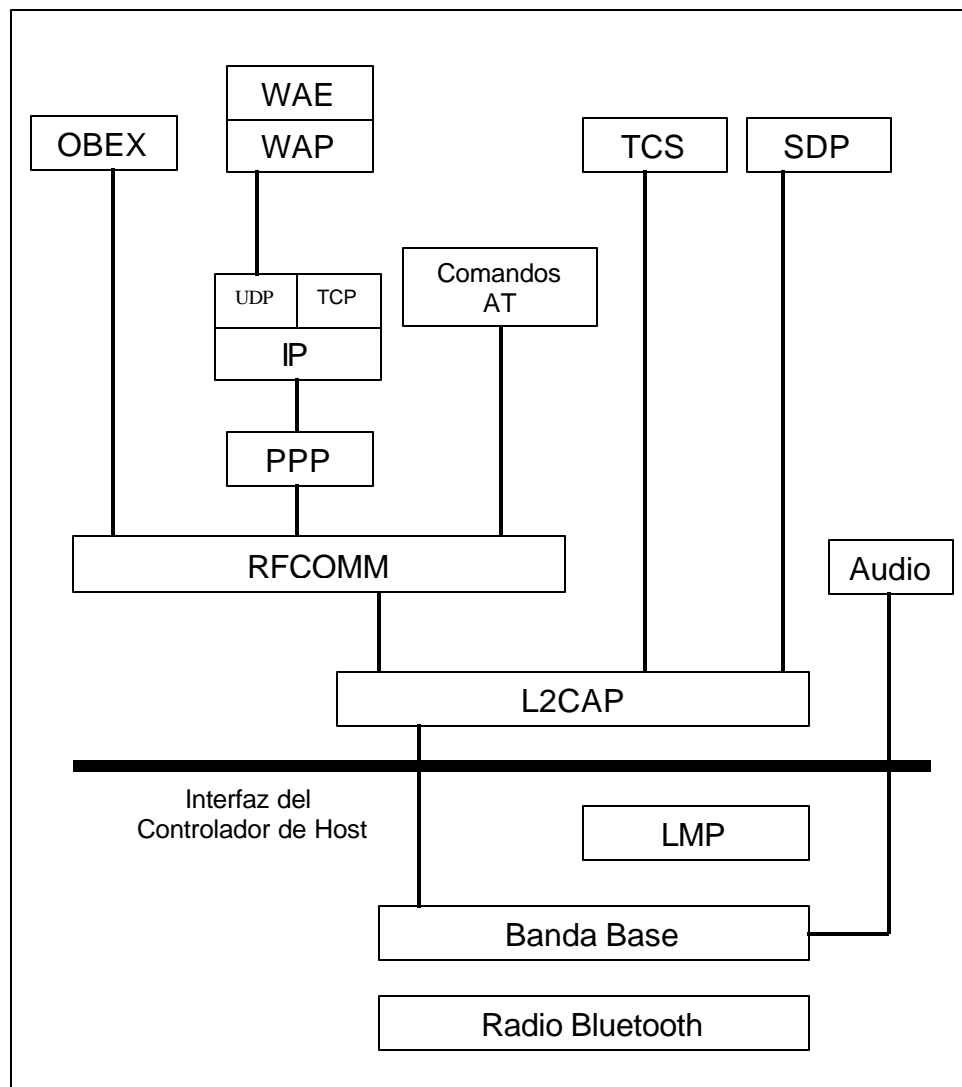
2.1 ¿QUÉ SON LOS PROTOCOLOS?

Los protocolos son una forma estructurada en la que los dispositivos intercambian información. Para cada tipo de tecnología de red, incluyendo la especificación Bluetooth, hay un conjunto de protocolos o reglas que definen exactamente como se pasan los mensajes por el enlace. El protocolo define el formato de esos mensajes, incluyendo que partes se le reservan para cosas como la dirección, el control de errores y los datos de usuario.

2.2 PILA DE PROTOCOLOS BLUETOOTH

Al igual que OSI, la especificación Bluetooth utiliza un sistema de niveles en su arquitectura de protocolo. Y, también al igual que OSI, el objetivo final de la especificación Bluetooth es permitir que las aplicaciones escritas de acuerdo con la especificación Bluetooth puedan interoperar entre si. La interoperabilidad se logra cuando las aplicaciones situadas en dispositivos separados se ejecutan sobre pilas de protocolos idénticas. Cada aplicación distinta utiliza una pila de protocolos diferentes. Independientemente de la aplicación específica, la pila de protocolos asociada utiliza unos niveles Bluetooth de enlace de datos y físico comunes (Figura 7).

Figura 7. Pila de Protocolos Bluetooth



No todas las aplicaciones utilizan todos los protocolos de la pila de protocolos Bluetooth; en su lugar, pueden ejecutarse sobre una o más porciones verticales de la pila, aprovechándose de un servicio en particular para soportar la aplicación principal. Los protocolos también pueden tener otras relaciones entre si.

Por ejemplo, protocolos como L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Layer, Nivel de adaptación y control de enlace lógico) y TCS BIN (Telephony Control Specification Binary, especificación de control de telefonía – binario) puede utilizar LMP (Link Manager Protocol, Protocolo de gestor de enlace) cuando hay una necesidad de controlar el enlace.

La pila completa de protocolos comprende tanto protocolos específicos de la tecnología inalámbrica Bluetooth, por ejemplo LMP y L2CAP, como protocolos como OBEX (Object Exchange Protocol, Protocolo de intercambio de objetos), UDP (User Datagram Protocol, Protocolo de datagramas de usuario) y WAP (Wireless Application Protocol, Protocolo de aplicaciones inalámbricas), que pueden ser utilizados con muchas otras plataformas. Al diseñar los protocolos de la pila de protocolos Bluetooth, en lugar de reinventar la rueda, sencillamente se reutilizaron en los niveles superiores los protocolos existentes para propósitos distintos. Esta manera de hacer las cosas no solo aceleró el desarrollo de la especificación Bluetooth, sino que también facilitó la adaptación de aplicaciones heredadas para que funcionaran con la tecnología inalámbrica Bluetooth, y ayudó a asegurar un funcionamiento correcto y una interoperabilidad de estas aplicaciones.

Al ser la especificación Bluetooth abierta, ello permite que muchas aplicaciones ya desarrolladas por los fabricantes se aprovechen inmediatamente de los sistemas hardware y software que cumplan con la especificación Bluetooth.

Esta apertura también posibilita que los fabricantes implementen libremente sus propios o comúnmente utilizados protocolos de aplicación encima de los protocolos específicos de la tecnología inalámbrica Bluetooth. Así, la especificación abierta expande enormemente el número de aplicaciones nuevas y heredadas que pueden aprovecharse por completo de las capacidades que ofrece la tecnología inalámbrica Bluetooth.

2.3 PROTOCOLOS FUNDAMENTALES DE BLUETOOTH

Los protocolos fundamentales son específicos de la tecnología inalámbrica Bluetooth, habiendo sido desarrollados por el SIG Bluetooth. RFCOMM y el protocolo TCS BIN también fueron desarrollados por el SIG Bluetooth pero se basan en estándares existentes. Los protocolos fundamentales, más la radio Bluetooth, son requeridos por la mayoría de dispositivos Bluetooth, mientras que el resto de protocolos solo se utilizan cuando se necesitan.

2.3.1 Banda base. El nivel de Banda base permite el enlace físico de RF entre unidades Bluetooth dentro de una picorred. Como los sistemas RF Bluetooth utilizan la tecnología de expansión de espectro por saltos de frecuencia, donde los paquetes se transmiten por franjas de tiempo predefinidas por frecuencias predefinidas, este nivel utiliza procedimientos de averiguación y localización para sincronizar la frecuencia de saltos de transmisión y los relojes de los diferentes dispositivos Bluetooth.

Este nivel proporciona los dos tipos diferentes de enlaces físicos, con sus correspondientes paquetes de banda base: sincrónico orientado a la conexión (SCO) y asíncrono sin conexión (ACL), que pueden transmitir de forma multiplexada sobre el mismo enlace RF. Los paquetes ACL solo se utilizan para datos, mientras que un paquete SCO puede contener solo audio o una combinación de audio o dato. Todos los paquetes de audio y de datos pueden ofrecerse con diferentes niveles de corrección de errores, y se pueden cifrar para asegurar la confidencialidad. Además, a los mensajes de control y de gestión de enlace se les asigna un canal especial a cada uno.

Los paquetes que contienen datos de audio se pueden transferir entre uno o más dispositivos Bluetooth, haciendo posible la existencia de varios modelos de uso. Los datos de audio en los paquetes SCO se encaminan directamente hacia y desde la banda base, y no pasan por L2CAP. El modelo de audio es relativamente sencillo dentro de la especificación Bluetooth; dos dispositivos Bluetooth cualesquiera pueden enviar y recibir datos de audio entre ellos simplemente abriendo un enlace audio.

2.3.2 Protocolo de gestor de enlace (LMP). LMP es el responsable de la configuración y control de enlace entre dispositivos Bluetooth, incluyendo el control y negociación del tamaño de los paquetes de banda base. También se utiliza para la seguridad: autenticación y cifrado; generación, intercambio y comprobación de

las claves de cifrado y de enlace. LMP también controla los modos de administración de energía y los ciclos de trabajo del dispositivo de radio Bluetooth, y los estados de conexión de una unidad Bluetooth dentro de una picorred.

El gestor de enlace del lado receptor filtra e interpreta los mensajes LMP, por lo que nunca pasan a los niveles superiores. Los mensajes LMP tienen una prioridad más elevada que los datos de usuario. Si un gestor de enlace necesita enviar un mensaje, no se verá retrasado por el tráfico L2CAP. Además, los mensajes LMP no se confirman explícitamente ya que el canal lógico ofrece un enlace suficientemente fiable, lo que hace a las confirmaciones innecesarias.

2.3.3 Protocolo de adaptación y control de enlace lógico (L2CAP). El protocolo de adaptación y control de enlace lógico (L2CAP) soporta la multiplexación de protocolos de nivel superior, la segmentación y reensamblado de paquetes, y los mecanismos de calidad de servicio (QoS, Quality of Service). L2CAP permite que protocolos y aplicaciones de nivel superior transmitan y reciban paquetes de datos de hasta 64 kilobytes de longitud. Aunque el protocolo de banda base ofrece los tipos de enlace SCO y ACL, L2CAP está definido solo para enlaces ACL y no hay planeado para enlaces SCO. Los canales de calidad de voz para aplicaciones de audio y telefonía suelen funcionar sobre enlaces SCO de banda base.

Sin embargo, los datos de audio pueden ensamblarse en paquetes y enviarse utilizando protocolos de comunicación que funcionen sobre L2CAP.

2.3.4 Protocolo de descubrimiento de servicio (SDP). Los servicios de descubrimiento son un elemento importante en la arquitectura Bluetooth ya que proporcionan la base para todos los modelos de uso. Por medio de SDP, se puede consultar la información de los dispositivos, los servicios que ofrecen y las características de dichos servicios. Habiendo localizado los servicios disponibles en las cercanías, el usuario puede elegir cualquiera de ellos. Después de eso, se puede establecer una conexión entre dos o más dispositivos Bluetooth.

2.4 PROTOCOLOS DE SUSTITUCION DE CABLE

La especificación Bluetooth incluye dos ⁴protocolos que suministran señalización de control a través de enlaces inalámbricos, emulando el tipo de señalización que normalmente se asocia con los enlaces por cable.

2.4.1 RFCOMM. RFCOMM es simplemente un protocolo de transporte con elementos adicionales para la emulación de los 9 circuitos de los puertos serie RS-232 (EIA/TIA-232-E). Soporta hasta 60 conexiones simultáneas entre dos dispositivos Bluetooth.

⁴ Gilster, Diane McMichael. Bluetooth End to End: Wiley, John & Sons, incorporated, 2002. p. 8.

El número de conexiones que pueden ser usadas simultáneamente en un dispositivo Bluetooth es específico de la implementación.

RFCOMM soporta aplicaciones que hacen uso del puerto serie de un dispositivo. En una configuración simple, el segmento de comunicaciones es un enlace Bluetooth de un dispositivo a otro (Figura 8). Donde el segmento de comunicaciones es otra red, se utiliza la tecnología inalámbrica Bluetooth para la ruta entre el dispositivo y un dispositivo de conexión a la red, como un modem. RFCOMM solo se ocupa de la conexión entre dispositivos Bluetooth en el caso de una conexión directa, o entre el dispositivo Bluetooth y un modem en el caso de una red. RFCOMM puede soportar otras configuraciones, como módulos que se comunican vía tecnología inalámbrica Bluetooth por un lado y ofrecen una interfaz de cable por el otro, como se muestra en la (Figura 9). Estos dispositivos no son realmente un modem, pero ofrecen un servicio similar.

Figura 8. Conexión directa entre dos dispositivos

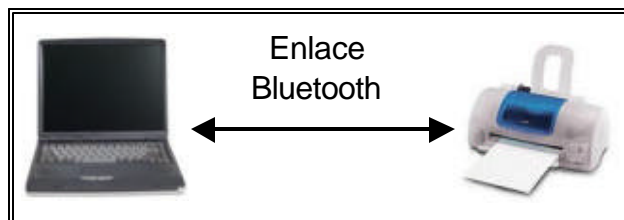


Figura 9. Interfaz Bluetooth e interfaz de Cable



2.4.2 Protocolos de control de telefonía. TCS BIN es un protocolo orientado a bit que define la señalización de control de llamada para establecer llamadas de voz y datos entre dispositivos Bluetooth. También define los procedimientos de gestión de movilidad para manejar grupos de dispositivos TCS Bluetooth. Además de TCS BIN, el SIG Bluetooth ha definido un conjunto de comandos AT que definen como pueden conectarse un modem y un teléfono móvil en varios modelos de uso.

El protocolo TCS realiza las siguientes funciones:

- ❖ Control de llamada (CC): señalización para el establecimiento y liberación de las llamadas de voz y datos entre dispositivos Bluetooth.
- ❖ Gestión de grupos (GM): señalización para facilitar el manejo de grupos de dispositivos Bluetooth.

- ❖ TCS no orientado a conexión (CL): intercambio de información de señalización que no esté relacionada con llamadas entrantes.

2.5 INTERFAZ DEL CONTROLADOR DE HOST (HCI)

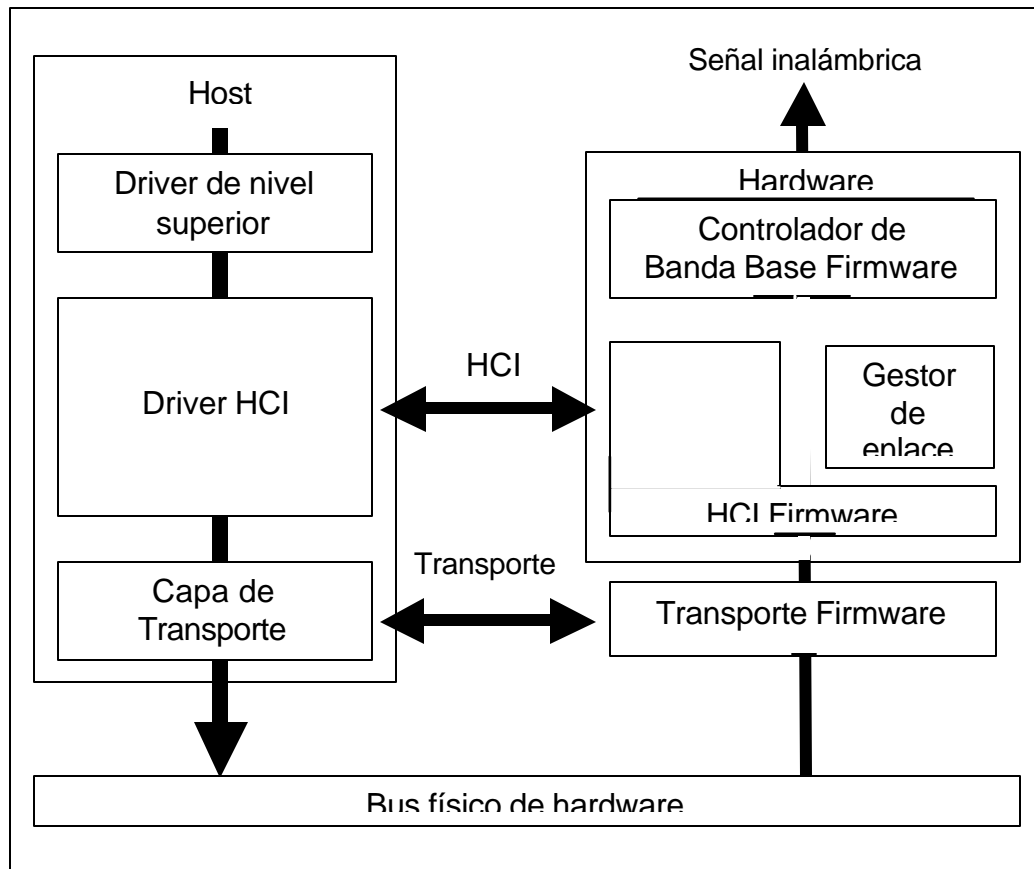
⁵HCI proporciona una interfaz uniforme para acceder a las capacidades hardware Bluetooth.

En la (Figura 10) aparecen las capas inferiores. El firmware HCI implementa los comandos hardware HCI mediante el acceso a los comandos de gestión a nivel de enlace, a los registros hardware de estado, registros de control y de eventos.

Entre el driver residente HCI y el firmware HCI pueden existir varias capas. Estas capas intermedias son las que proporcionan la capacidad de transferir datos sin tener que conocer éstos perfectamente, es decir, transferencia pura y dura.

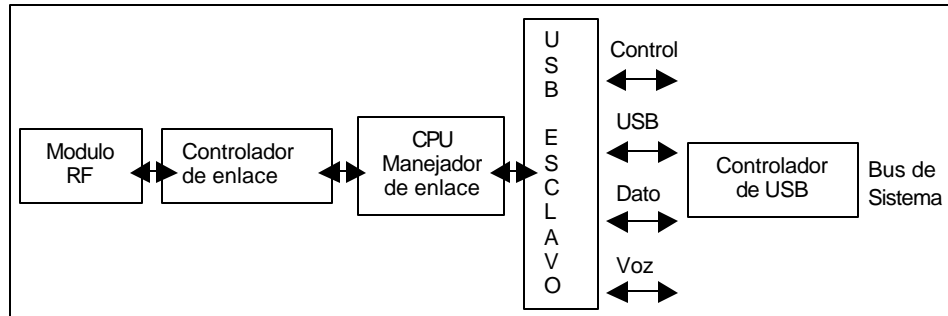
⁵ Spaker, Rebecca. Bluetooth Basics: www.embedded.com/internet/0007/0007ia1.htm

Figura 10. Interfaz del controlador de host (HCI)



2.5.1 Arquitectura USB HCI. La (Figura 11) muestra la conexión Bluetooth al host PC vía USB HCI. USB puede manejar varios canales lógicos sobre el mismo canal físico. Por lo tanto, los canales de voz, datos y control no requieren ninguna interfaz física adicional. Hay que destacar que en esta arquitectura no hay acceso directo a los registros y memoria del módulo Bluetooth sobre USB, por lo que la comunicación se realiza a través de comandos HCI y de la capa de transporte HCI.

Figura 11. Arquitectura USB HCI



2.5.2 Capa de transporte HCI USB. Según las especificaciones, es muy recomendable que el dispositivo USB sea de alta velocidad. Nos encontramos con dos interfaces:

- ❖ Interfaz cero: sin opciones de configuración. Envío hacia un punto terminal sin modificar el ancho de banda.
- ❖ Interfaz uno: proporciona un ancho de banda escalable. Tiene cuatro opciones de configuración basadas en los requisitos del ancho de banda.

Una trama HCI, consistente en una cabecera y los datos, debe estar presente en una transacción USB, la cual se define como una o más tramas USB que contienen los datos procedentes de una petición IO. Por ejemplo, un paquete de datos ACL que contenga 256 bytes en total se podría enviar sobre la interfaz cero

hacia un punto terminal en una petición E/S. Esa petición requeriría cuatro tramas USB de 64 bytes y formaría por tanto una transacción.

2.6 PROTOCOLOS ADOPTADOS

La especificación Bluetooth emplea varios protocolos existentes, que se reutilizan para diferentes propósitos en los niveles superiores. Esto permite que las aplicaciones más antiguas funcionen con la tecnología inalámbrica Bluetooth y ayuda a asegurar un correcto funcionamiento e interoperabilidad de estas aplicaciones con aplicaciones más modernas diseñadas específicamente para dispositivos Bluetooth.

2.6.1 PPP. Se trata de un protocolo a nivel de red que en la tecnología Bluetooth es diseñado para correr sobre RFCOMM y poder así llevar a cabo conexiones punto a punto. Los paquetes enviados y recibidos son paquetes IP.

2.6.2 TCP/UDP/IP. Estos protocolos están definidos por el IETF (Internet Engineering Task Force) y son ampliamente usados para comunicación a través de Internet. Actualmente constituyen la familia de protocolos más extendida en el mundo. El acceso a estos protocolos es independiente del sistema operativo aunque tradicionalmente se han implementado usando modelos de programación con sockets.

La implementación de estos protocolos en dispositivos Bluetooth permite la comunicación con otro dispositivo que se encuentre conectado a Internet.

2.6.3 Protocolo OBEX. OBEX es un protocolo de sesión desarrollado por IrDA para intercambiar objetos de una forma simple. OBEX, que proporciona la misma funcionalidad básica que HTTP pero de una forma ‘más ligera’, usa un modelo cliente-servidor y es independiente del mecanismo de transporte, dado que realiza un transporte de base fiable. También nos proporciona un modelo para representar objetos, operaciones, y define un objeto de listado de carpetas que se usa para poder navegar por los contenidos de las carpetas situadas en dispositivos remotos.

2.6.4 Protocolo de aplicaciones inalámbricas (WAP). El propósito del protocolo WAP (Wireless Application Protocol) es proporcionar contenidos y servicios de Internet a teléfonos móviles celulares y otros dispositivos inalámbricos. La idea de Bluetooth de adoptar WAP se basa en querer reutilizar las aplicaciones software desarrollados para el WAE (WAP Application Environment), entre las que se incluye navegadores WML que puedan interactuar con aplicaciones en el PC. Los formatos de contenido WAP sobre Bluetooth son WML, WMLScript y WTA.

3. ESTRATEGIA No.3: ASPECTOS DE CALIDAD DE SERVICIO (QOS)

Diversos dispositivos de Bluetooth pueden tener requisitos diferentes para la tasa de transferencia de datos, variación de retardo y la confiabilidad. La especificación proporciona la calidad de servicio (QOS) para las características de enlaces según los requisitos de las capas superiores de aplicación o protocolos.

3.1 QoS DEL GESTOR DE ENLACE (LMP)

El gestor de enlace ofrece capacidades QoS, que se determinan mediante un intervalo de sondeo, que es la cantidad máxima de tiempo entre transmisiones subsiguientes del maestro a un esclavo en particular. Como tal, se utiliza el intervalo de sondeo para la asignación de ancho de banda y el control de la latencia. El intervalo de sondeo está garantizado, excepto cuando hay colisiones con búsqueda y exploración de indagación. Además, el maestro y el esclavo negocian el número de repeticiones para los paquetes de difusión (NBC, Number of repetitions for BroadCast packets). El maestro puede notificarle a un esclavo una nueva calidad de servicio. En este caso, el maestro notifica al esclavo el nuevo intervalo de sondeo y el nuevo valor NBC. El esclavo no puede rechazar la notificación. Alternativamente, el maestro y el esclavo pueden intentar negociar dinámicamente la calidad de servicio según sea necesario. En este caso, cada dispositivo puede aceptar o rechazar una nueva calidad de servicio.

3.2 QoS DE CONTROL DEL ENLACE LOGICO (L2CAP)

3.2.1 Configuration Request (Solicitud de configuración). Este paquete se envía para establecer un contrato inicial de transmisión por el enlace lógico entre dos entidades L2CAP, y también para renegociar este contrato cuando se requiera. Durante una sesión de renegociación, se suspende todo el tráfico de datos en el canal, a la espera del resultado. La decisión sobre la cantidad de tiempo o de mensajes invertida en arbitrar los parámetros del canal antes de dar por finalizada la negociación se deja a la implementación, pero en ningún caso será de más de 120 segundos.

3.2.2 Implementaciones L2CAP. Las implementaciones L2CAP solo están obligadas a soportar servicios optimizados sin garantía de entrega; el soporte para cualquier otro tipo de servicio es opcional. Los servicios optimizados obligatorios no requieren ningún tipo de garantía, por lo que si no se coloca ninguna opción de calidad de servicio en el paquete Configuration Request, se supone que se trata de un servicio optimizado y no garantizado. Si se requiere alguna garantía de calidad de servicio, se debe enviar una solicitud de configuración de calidad de servicio, especificando los siguientes parámetros:

- ❖ **Tasa de créditos (Token rate).** Es la velocidad a la que se conceden los créditos de tráfico, en bytes por segundo.

Una aplicación puede enviar datos a esta velocidad de modo continuo. Las ráfagas de datos se pueden enviar hasta el tamaño del buffer de créditos. Mientras que no se haya consumido una ráfaga de datos, la aplicación debe limitarse a la tasa de créditos. Para un servicio optimizado sin garantía de entrega, la aplicación obtiene tanto ancho de banda como sea posible. Para un servicio garantizado, la aplicación obtiene el máximo de ancho de banda disponible en el momento de la solicitud.

- ❖ **Tamaño de buffer de créditos (bucket size).** Es el tamaño del buffer de créditos en bytes. Si el buffer está lleno, las aplicaciones deben esperar o descartar datos. Para un servicio optimizado sin garantía de entrega, la aplicación consigue un buffer tan grande como sea posible. Para un servicio garantizado, el espacio máximo del buffer estará disponible para la aplicación en el momento de la solicitud.
- ❖ **Ancho de banda de pico (peak bandwidth).** Expresado en bytes por segundo, limita la rapidez a la que se pueden enviar paquetes de forma consecutiva desde las aplicaciones. Algunos sistemas intermediarios pueden aprovecharse de esta información para realizar una asignación de recursos más eficiente.

- ❖ **Latencia (Latency).** Es el retardo máximo aceptable entre la transmisión de un bit por el emisor y su transmisión inicial por el aire, expresado en microsegundos.

- ❖ **Variación del retardo (Delay variation).** Es la diferencia, en microsegundos, entre el máximo y el mínimo retardo posible que experimenta un paquete al viajar por un canal. Este valor es utilizado por las aplicaciones para determinar la cantidad de espacio de buffer en el lado receptor necesario para restaurar el patrón de transmisión de datos original.

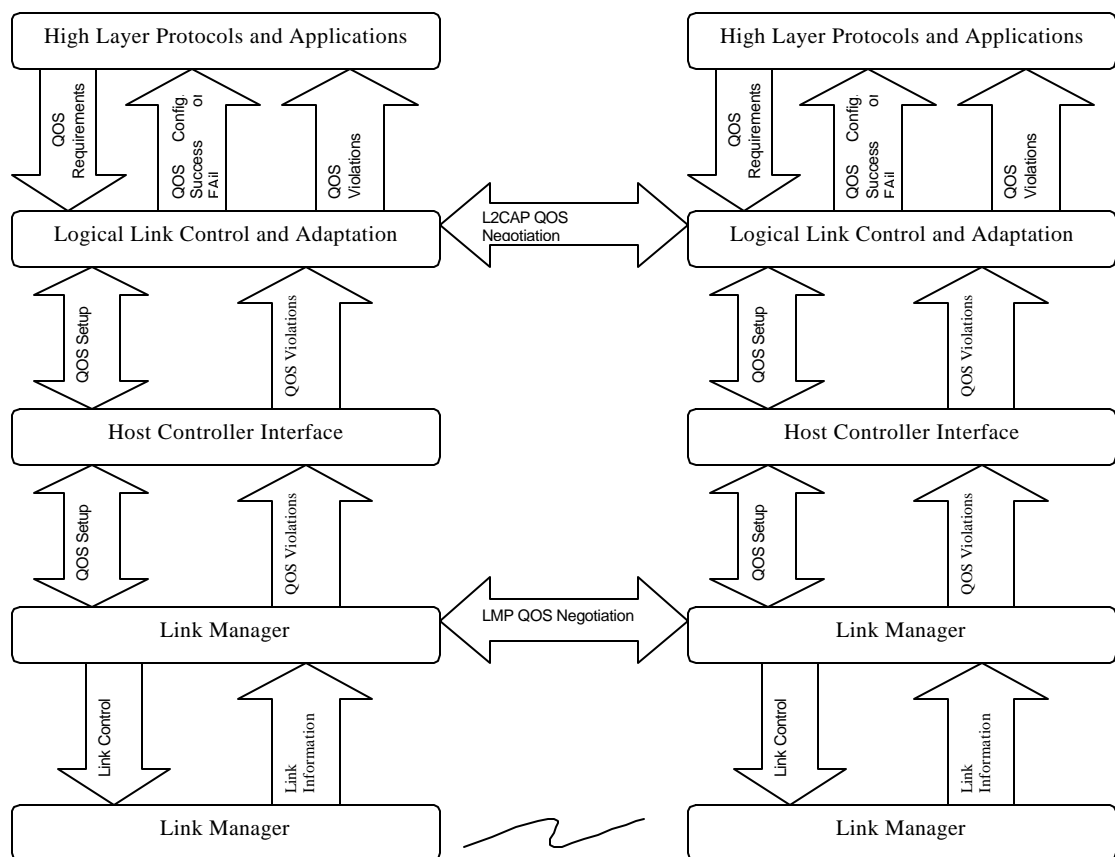
3.3 FUNCIONAMIENTO DEL MENSAJE QoS

La (Figura 12) muestra el funcionamiento del mensaje QoS a través de la pila de protocolo Bluetooth. La creación y configuración de mensajes de QoS fluyen verticalmente arriba y debajo de las capas de la pila, mientras que el protocolo de gestor de enlace (LMP) y el protocolo de adaptación y control del enlace lógico (L2CAP) configuran QoS en negociaciones punto a punto. El protocolo de gestor de enlace realmente implementa las políticas de QoS para configurar y controlar los enlaces de la banda base y tiene varias maneras de intentar resolver la petición de QoS que L2CAP solicita.

Cuando se establece un primer enlace, QoS es requerido desde la capa superior L2CAP.

Entonces los paquetes de negociación de la configuración de QoS se envían entre L2CAP local y remoto. El protocolo de gestor de enlace proporciona capacidades de QoS según las peticiones de L2CAP. En sistemas con Interfaz del controlador del host (HCI), esta interacción entre L2CAP y el protocolo de gestor de enlace se logra con una serie de comandos y eventos de HCI.

Figura 12. Funcionamiento del mensaje QoS



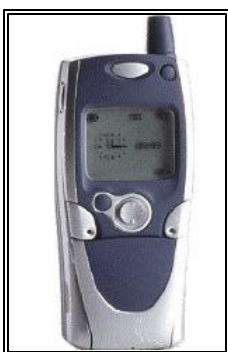
Los comandos de LMP se pueden utilizar para configurar el intervalo del dialogo, el intervalo máximo entre los paquetes enviados de maestro a esclavo, y los tiempos de repetición de paquetes broadcast. La completa configuración de ⁶QoS se genera cuando LMP ha finalizado su configuración. Si esta falló, el mensaje será enviado de nuevo a una capa superior para decidir si se debe intentar otra vez o pasar por alto. Si es exitosa, el canal entonces se abrirá para la transferencia de datos en el nivel de QoS deseado. Incluso, si un canal ha sido configurado, es importante que las aplicaciones estén enteradas si su QoS no es la requerida, de manera que se pueda elegir cerrar el canal en vez de que funcione en una calidad inadecuada, o cerrar otros enlaces para mejorar el mismo. En tal caso, las capas inferiores envían eventos de violación de QoS para informarle a las capas superiores y dejarlas decidir qué hacer al respecto.

⁶ Geert Heijenk, Martin van der Zee. Quality of Service in Bluetooth Networking part 1, 2001.

4. ESTRATEGIA No.4: IMPLEMENTACION DE UN ENLACE PUNTO – PUNTO

4.1 DISPOSITIVOS EXISTENTES EN EL MERCADO

A continuación mostramos algunos ejemplos de hardware Bluetooth desarrollados.



Alcatel one touch 700 Wap Bluetooth

Peso: 88gr. Tamaño: 122x48x25 mm

Batería: LiPo 780mAH

Hasta 5 horas de conversación y hasta 320 h. en espera
Soporta: GPRS, WAP 2.0, Bluetooth, entrada de texto T9, memoria para 1000 números, directorio multicampos, organizador sincronizado con el PC, display de 96x 64 píxels, iconos animados, hasta 8 líneas: SMS & emessaging. Incluye reconocimiento de voz para marcación automática.



Ericsson R520

Peso: 105gr. Tamaño: 130x50x16 mm

Hasta 7 h 35 min de conversación y hasta 200 h en espera
Ofrece completa conectividad inalámbrica gracias a su chip Bluetooth, eliminando la necesidad de cables entre el teléfono móvil y otros dispositivos. Puede usarse con el Bluetooth headset de Ericsson o conectarse a un PC con Ericsson Bluetooth PC Card El R520 es un teléfono de triple banda (900/1800/1900) que soporta además de Bluetooth GSM, GPRS y HSCSD (High Speed Circuit Switching Data). Posee además un navegador WAP que facilita la navegación por Internet.



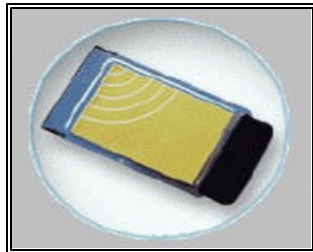
Ericsson T36

Se trata del primer teléfono móvil Bluetooth de Ericsson gracias a la incorporación del chip Bluetooth Ericsson. Soporta además HSCSD, GPRS, WAP 1.2 (para la Internet móvil), y es tribanda (900/1800/1900) A finales de octubre del 2000 Ericsson hizo público que no iba a fabricar comercialmente este modelo.



Bluetooth Headset

Headset que se conecta al teléfono móvil mediante enlace radio en lugar del cable. Se trata de uno de los primeros accesorios manos libres Bluetooth. Implementa los siguientes perfiles: Generic Access Profile, Headset Profile



Digianswer Bluetooth Demo & Development PC

Basada en Digianswer Bluetooth Core, un DSP que implementa las especificaciones 1.0b de Bluetooth. Ha sido diseñada para poder proporcionar a los desarrolladores una plataforma de test de aplicaciones y desarrollo software/hardware



PCMCIA Bluetooth Card

Proporciona una potente conexión radio Bluetooth de +20 dBm, llegando a obtenerse un alcance de hasta 100 m con total control de potencia. Emplea una antena cerámica de altas prestaciones. La tecnología CARDBUS nos permite minimizar el consumo de potencia, y la PC Card nos avisa en los instantes en que nos llega una señal Bluetooth.



Punto de Acceso Bluetooth TDK

Permite a los usuarios conectarse en red y con servicios de Internet, en la oficina y casa. TDK ofrece un conjunto de unidades que dan las mejores prestaciones en ambos entornos. En casa, el punto de acceso módem viene con soporte V.90 para enlaces de datos de alta velocidad. En la oficina, el acceso LAN incorpora múltiples Bluetooth radio para proporcionar enlaces de datos concurrentes con los diferentes dispositivos Bluetooth que ahí podamos tener. Garantiza el ancho de banda a cada usuario Bluetooth..



Adaptador USB de 3com

Conexiones fiables a velocidades de hasta 1 Mbps y a una distancia de hasta 10 metros (33 pies). Bluetooth Connection Manager, de 3Com, realiza la detección automática y permite administrar los dispositivos y los recursos con sólo 'señalar y pulsar'. El factor de forma USB es válido tanto para las computadoras de escritorio como para los portátiles. La posibilidad de compartir archivos con sólo 'arrastrar y soltar' facilita en gran medida el intercambio de información. Integra autenticación, encriptación y tres niveles de control de acceso definidos por el usuario



Adaptador USB de TDK

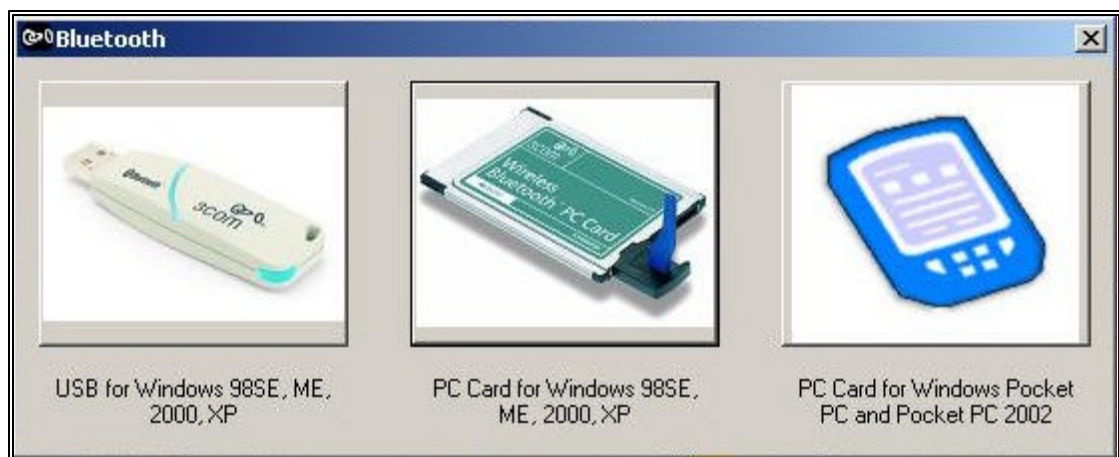
Para aplicaciones USB, el adaptador USB de TDK permite a los usuarios acceder a otras unidades Bluetooth. Enchufando directamente al puerto USB, los usuarios se pueden sincronizar con otros periféricos Bluetooth y controlar, por ejemplo, sus handsets.

4.2 COMO INSTALAR LOS CONTROLADORES DEL ADAPTADOR

Instalación del adaptador USB y de los puertos Virtual COM para los sistemas operativos Windows

1. Con el equipo encendido y Windows 98 SE, Me, 2000 o XP, inserte el CD de instalación Bluetooth en la unidad de CD-ROM. La función de inicio automático pone en marcha la instalación. Si el equipo tiene esta función desactivada, haga clic en Inicio>Ejecutar y escriba d:\setup.exe (d: corresponde a la unidad de CD-ROM).
2. Seleccione una de las opciones siguientes (Figura 13):

Figura 13. Opciones de Instalación adaptador USB 3com



- ❖ USB para Windows 98SE, ME, 2000 o XP
- ❖ PC Card para Windows 98 SE, ME, 2000 o XP

Posteriormente, seleccionamos USB for Windows 98SE, ME, 2000 o XP y a continuación aparecerá la siguiente ventana (Figura 14).}

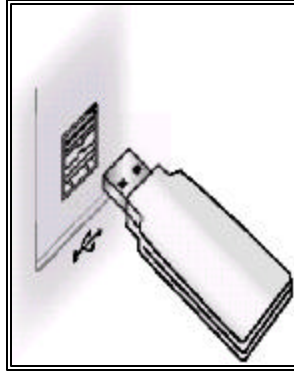
Figura 14. Menú del instalador del servicio 3com Bluetooth



Luego seleccionamos la opción Instalar el Producto Bluetooth. De esta forma se instalara automáticamente el software Bluetooth Manager necesario para utilizar el adaptador USB y así poder comunicarse con otros dispositivos.

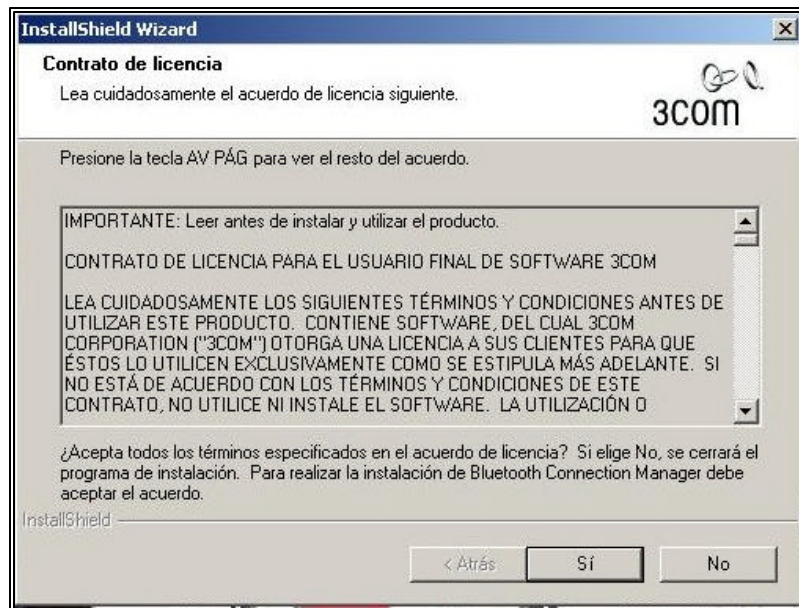
3. Posteriormente insertamos el adaptador USB en el puerto USB (Figura 15).
Empujando hacia dentro de la ranura hasta notar que se coloca firmemente.

Figura 15. Como insertar el adaptador USB 3com



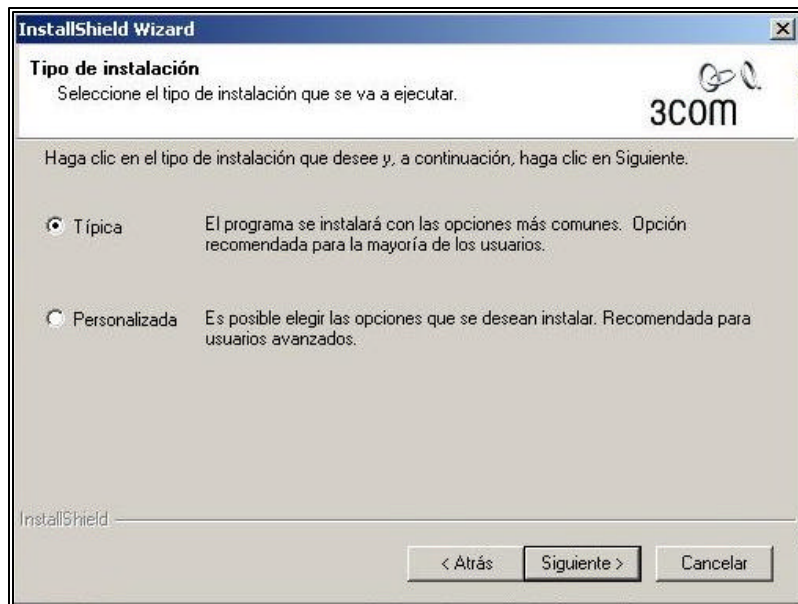
4. A continuación, aparecerá un dialogo donde se pide aceptar la licencia de instalación del producto y software. Damos click en Si (Figura 16).

Figura 16. Contrato de Licencia 3com



5. Ahora seleccionamos el tipo de instalación deseado y a continuación damos click en siguiente (Figura 17). Recomendamos la instalación típica.

Figura 17. Tipo de instalación 3com



6. Luego proporcionamos un nombre para el dispositivo Bluetooth (Figura 18). Por defecto el toma el nombre del equipo.

Figura 18. Nombre del dispositivo Bluetooth



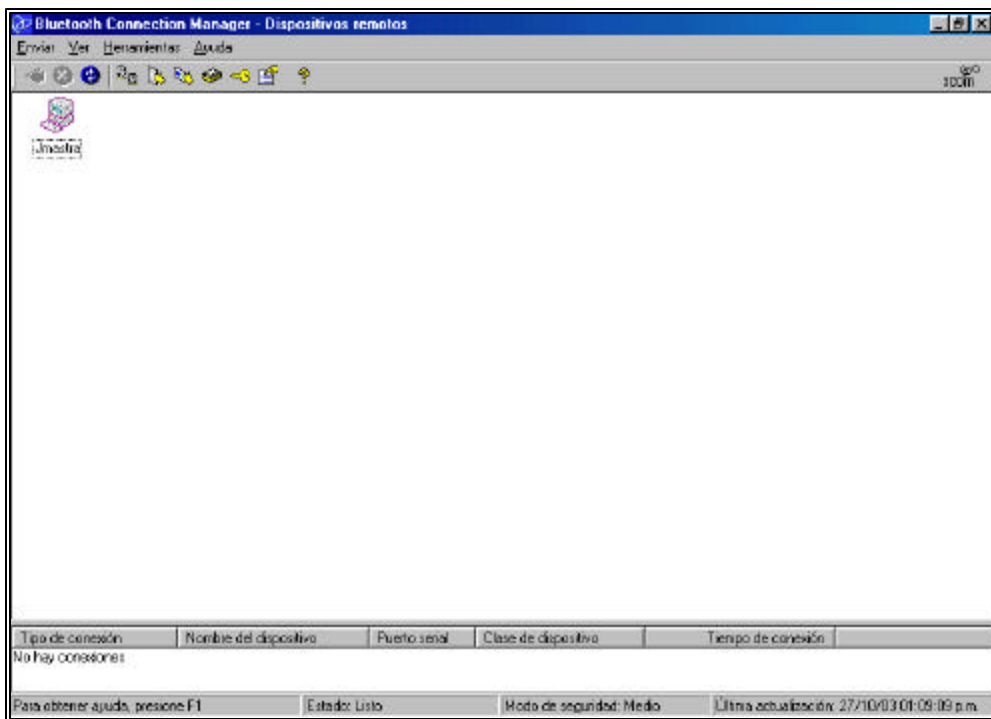
7. Reiniciamos el equipo siempre que se indique tal cosa. El equipo pasará por un breve proceso de instalación durante el cual se mostrarán varias ventanas que indicarán lo que se está instalando.

8. Por ultimo, después de reiniciar el sistema se ejecutara automáticamente el software Bluetooth Connection Manager. Luego, abrimos el programa dando doble click sobre su icono en el System Tray (Figura19). A continuación tendremos la visualización del Bluetooth Connection Manager (Figura 20).

Figura 19. Icono del system tray 3com Bluetooth



Figura 20. Bluetooth Connection Manager 3com



4.3 CONFIGURACION

El panel de control Bluetooth aparece en el panel de control de Microsoft Windows (Inicio>Configuración>Panel de control) o se puede ver al seleccionar Opciones desde el menú Herramientas en Bluetooth Connection Manager. El panel de control Bluetooth presenta tres fichas de configuración (Figura 21):

- ❖ General
- ❖ Seguridad
- ❖ Enviar Archivo

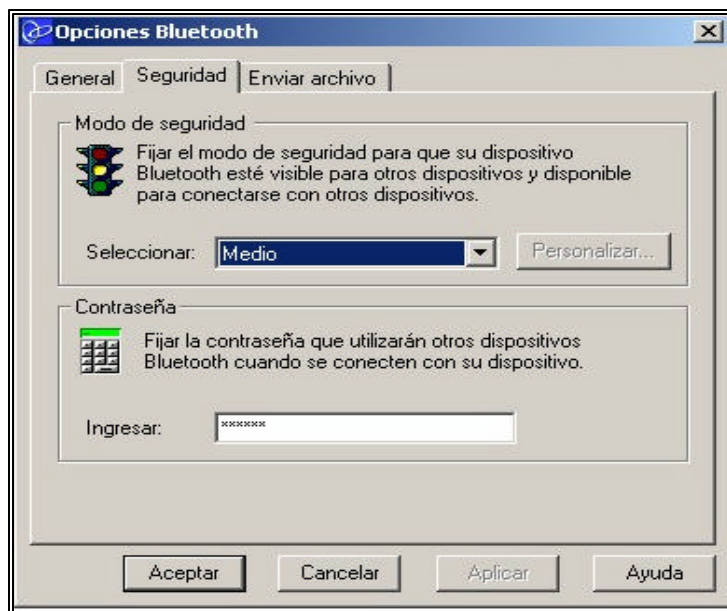
Figura 21. Opciones Bluetooth Connection Manager



Ficha General. La ficha General le permite especificar la configuración para su dispositivo Bluetooth local. Estos valores incluyen Nombre del dispositivo, Tipo de computadora e Intervalo de actualización periódica. Actualización se refiere al descubrimiento de dispositivos, la cual busca transmisiones de radio de otros dispositivos dentro del alcance del suyo y luego actualiza la vista Dispositivos.

Ficha Seguridad. La ficha Seguridad le permite establecer opciones de seguridad, tales como seleccionar el modo de seguridad deseado e ingresar o cambiar su contraseña Bluetooth (Figura 22).

Figura 22. Opciones seguridad Bluetooth

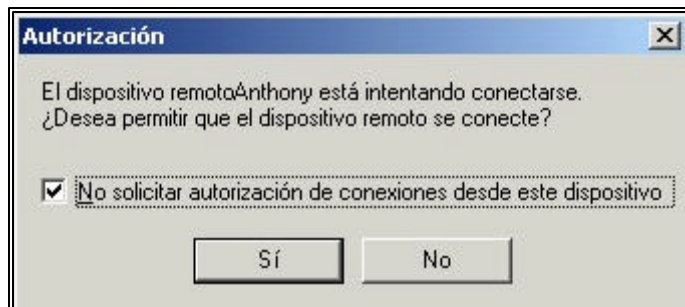


Nivel bajo. El modo de seguridad bajo permite que otros dispositivos vean el suyo. Los otros dispositivos no requieren contraseña de autenticación para conectarse con su dispositivo o servicios.

Nivel medio. La seguridad media significa que otros dispositivos pueden descubrir el suyo; sin embargo, deben ingresar una contraseña para conectarse

con su dispositivo. Además, se le solicitará que autorice las conexiones desde dispositivos remotos utilizando el siguiente cuadro de diálogo (Figura 23).

Figura 23. Autorización

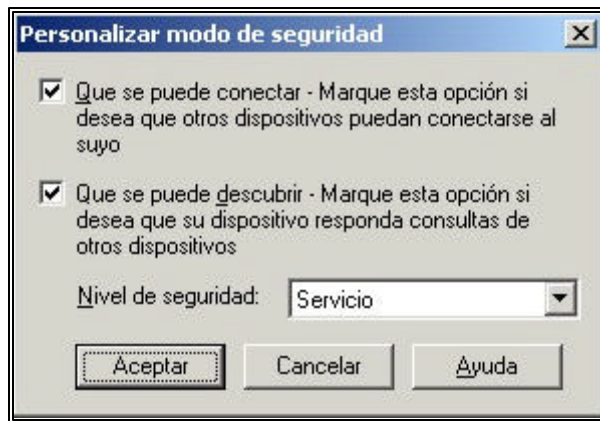


Al seleccionar Sí, el otro dispositivo puede conectarse a su servicio. Consulte Propiedades del dispositivo remoto para comprender las especificaciones de contraseña y autorización relacionadas a la seguridad.

Nivel alto. El modo de seguridad alto difiere del medio en el sentido que requiere una contraseña para el descubrimiento de servicio y nombre, así como para conexiones a servicios. El modo de seguridad alto no requiere autorización.

Nivel personalizado. El modo personalizado le permite establecer sus propias preferencias de seguridad (Figura 24).

Figura 24. Personalizar modo de seguridad



Es importante comprender la siguiente configuración de seguridad, si selecciona el modo de seguridad personalizado.

Que se puede descubrir. Un dispositivo Bluetooth se puede descubrir si está visible para dispositivos remotos que realizan consultas. Un dispositivo que se puede descubrir responde consultas enviadas por dispositivos remotos.

Que se puede conectar. Un dispositivo tiene la capacidad de conectarse si permite conexiones desde otros dispositivos y responde señales emitidas por éstos.

Niveles de seguridad 1, 2 y 3 de Bluetooth. Los niveles de seguridad para los dispositivos Bluetooth determinan si es necesaria la autenticación y autorización

de un dispositivo, cuando un dispositivo remoto se conecta al suyo. Hay tres niveles de seguridad Bluetooth:

- ❖ Ninguno: No se requiere autenticación o autorización.

- ❖ Nivel de servicio: Se requiere autenticación y autorización para que otros dispositivos se conecten a sus servicios.

- ❖ Nivel de enlace: Se requiere autenticación para conectarse a su dispositivo. Su dispositivo tiene una barrera de seguridad que requiere una contraseña al iniciar un intento de conexión. Se solicita una contraseña al dispositivo remoto cuando realiza cualquier conexión, aún cuando fuera para descubrimiento de servicio o nombre.

Enviar archivos. Para enviar archivos, siga los siguientes pasos:

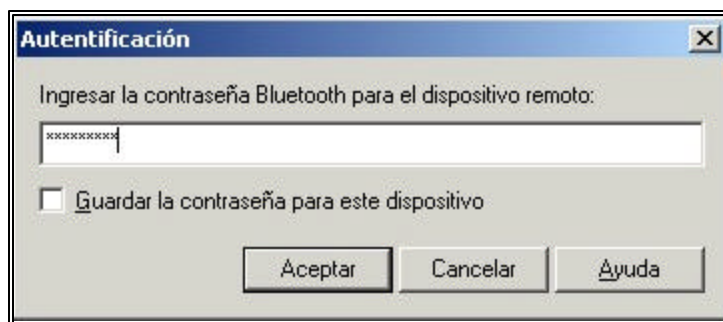
1. En Bluetooth Connection Manager, seleccione el dispositivo remoto al que desea enviar su archivo o archivos, dando un solo click sobre el mismo.

2. Seleccione el o los archivos realizando una de las siguientes acciones:

- ❖ Utilice la función arrastrar y soltar para soltar el o los archivos en el dispositivo remoto usando el ratón.
- ❖ En el menú Archivo o barra de herramientas, haga clic en Enviar archivo y examine para buscar los archivos que desea enviar, selecciónelos y haga clic en Aceptar.

A continuación aparece la ventana de dialogo de autenticación, la cual pide la clave de acceso al equipo remoto, pues de lo contrario no se podrán enviar los archivos, dado que los dispositivos tienen un nivel de seguridad medio (Figura 25).

Figura 25. Autenticación

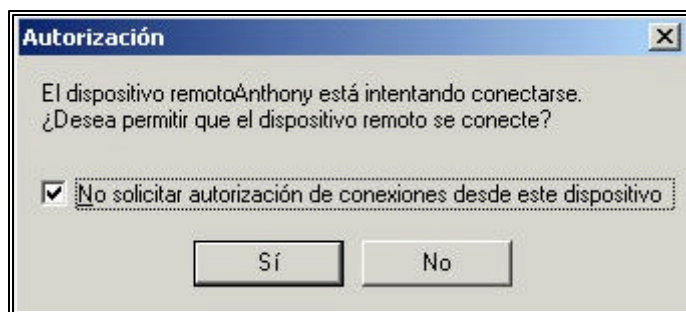


Mientras se envían sus archivos, un cuadro de diálogo de estado muestra el progreso de la transferencia. Cuando ésta llega al 100 por ciento, se ha completado el envío de los archivos al dispositivo remoto. Si se producen errores

durante la transferencia, haga clic en Mostrar errores para obtener una lista de los archivos que no se pudieron enviar.

Recibir archivos. La autenticación exige que el usuario remoto ingrese una contraseña para poder enviarle datos. Si el modo de seguridad se fijó en Medio o Alto, el dispositivo remoto debe ingresar la contraseña la primera vez que intenta conectarse con el dispositivo. Desde ese momento en adelante, tiene acceso a sus servicios y puede intercambiar archivos con usted. Cuando se le pregunta si desea recibir un archivo y selecciona Sí, significa que permite que el dispositivo se conecte con el suyo (Figura 26).

Figura 26. Autorización remota



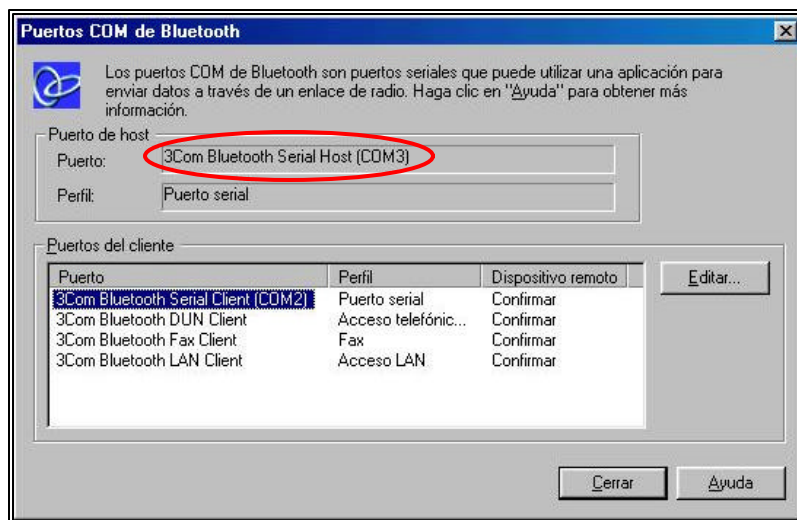
Si no desea que le pidan permiso cada vez que el dispositivo intenta realizar una conexión, haga clic en No solicitar autorización de conexiones desde este dispositivo. En adelante, el dispositivo remoto no necesitara recibir autorización para enviarle archivos.

4.3.1 Conexión serial. Las conexiones seriales permiten que las aplicaciones existentes utilicen los puertos COM inalámbricos Bluetooth del mismo modo que lo harían con un puerto serial normal. Cualquier aplicación que se comunique a través de un puerto COM puede utilizar un puerto serial Bluetooth virtual para conectarse a un dispositivo Bluetooth externo.

Para configurar el Host debemos seguir los siguientes pasos:

1. Seleccione Puertos COM del menú Herramientas de Bluetooth Connection Manager para mostrar el cuadro de diálogo Puertos COM. Registre el número de puerto COM del puerto host serial de Bluetooth (Figura 27).

Figura 27. Puertos COM Bluetooth

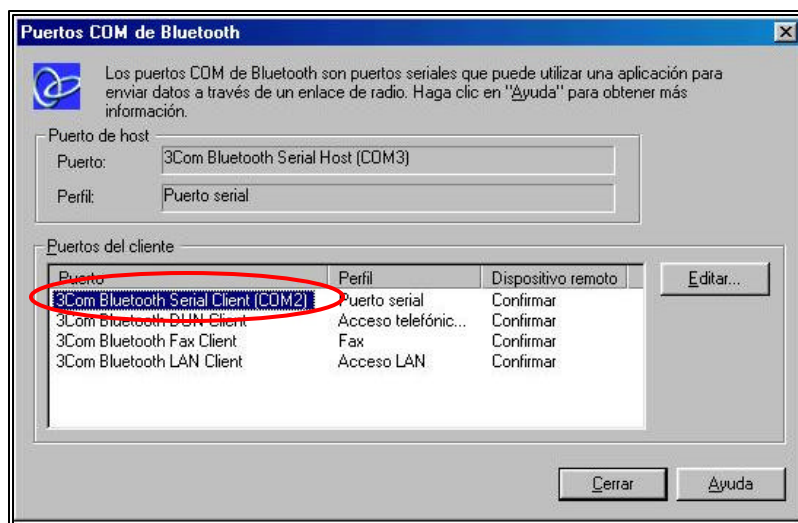


2. Teniendo el puerto COM del host, en este caso COM3 configuramos la aplicación que vamos a usar como host para que utilice el puerto COM3. Cuando dicha aplicación se ejecute, automáticamente la aplicación escuchara al puerto COM3, el cual estará a espera de llamadas de otro dispositivo Bluetooth por enlace serial.

Para configurar el cliente debemos seguir los siguientes pasos:

1. Seleccione Puertos COM desde el menú Herramientas para mostrar el cuadro de diálogo Puertos COM de Bluetooth. Registre el número de puerto COM del puerto de cliente serial de Bluetooth (Figura 28).

Figura 28. Puertos COM Bluetooth



2. Teniendo el puerto COM del Cliente, en este caso el COM2 configuramos la aplicación que vamos a usar como cliente para que utilice el puerto COM2.
3. Luego simplemente ejecutamos la aplicación y automáticamente el puerto COM2 se abre y se visualiza el cuadro Seleccionar dispositivos remotos (Figura 29).

Figura 29. Seleccionar dispositivo remoto



4. Cuando aparece el cuadro de diálogo Seleccionar dispositivo remoto, seleccione de la lista el dispositivo del host. Si tal dispositivo no figura en la lista, asegúrese de que se pueda descubrir y seleccione Actualizar.

5. Luego haga click en Conectar y automáticamente se establecerá el enlace serial virtual Bluetooth. Entonces la aplicación se ejecutara como si se tuviera una conexión serial por cable.

5. CONCLUSIONES

1. Al finalizar el proyecto logramos una red Bluetooth operativa de 2 nodos a una distancia menor a 10 mts, para transmisión de datos, la cual nos permitió entender el funcionamiento de la interfaz de radio Bluetooth, establecer las ventajas y desventajas de su uso en la implementación de redes de corto rango. Basados en nuestra investigación acerca del funcionamiento de los enlaces Bluetooth, obtuvimos la habilidad necesaria para implementar aplicaciones de hardware y software a todo tipo de industria que lo requiera dentro de las limitaciones y ventajas que nos ofrece esta tecnología. A su vez, se realizó una documentación detallada, la cual permitirá integrar el uso de este desarrollo de investigación como material de consulta dentro de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la CUTB.
2. La especificación Bluetooth puede facilitar la conexión no solo al sistema telefónico o a Internet, sino también entre dispositivos. De hecho, el enfoque de alto nivel de la tecnología inalámbrica Bluetooth, su bajo costo de integración y facilidad de configuración tiene el potencial de cambiar los actuales paradigmas de conectividad de redes y computadoras móviles. Además, la tecnología inalámbrica Bluetooth soporta tanto voz como datos en una amplia gama de aplicaciones, nos ofrece múltiples posibilidades y

grandes ventajas con respecto a otras tecnologías. Así, por ejemplo, los usuarios de redes 802.11, no pueden moverse de la zona de alcance mientras que con un teléfono móvil Bluetooth se podrá conectar a Internet y a la intranet de una compañía. La eliminación de los cables en entornos domésticos y pequeñas oficinas, lo que se denomina SOHO (Small Office Home Office) nos evitará las molestias y los riesgos de incendio e accidentes que representa tener cables por todos lados.

3. Con respecto a la topología punto a punto y punto a multipunto, podemos concluir que su administración es prácticamente sencilla ya que cada uno de los nodos se administra mediante un software de gestión llamado Bluetooth Connection Manager, permitiendo altas prestaciones para su uso en el hogar y pequeña oficina, dado que permite transferir archivos de manera óptima y de igual manera, permite utilizar aplicaciones que necesitan de comunicación serial. En nuestra red punto a punto, basada en tecnología Bluetooth, la conexión requerida para ejecutar nuestra aplicación se realiza mediante una emulación de puerto serial RS-232, y esto lo comprobamos cuando ejecutamos la aplicación en java, pues esta demostró ser totalmente funcional bajo Bluetooth. Teniendo como base estos resultados concluimos que Bluetooth emula de una manera muy precisa una conexión por cable serial. Ahora bien, si es el caso de una aplicación que no trabaja bajo puertos seriales, sería necesaria la ayuda de

una aplicación auxiliar que utilice la especificación Bluetooth a ambos lados del enlace.

4. Bluetooth nos brinda más opciones, y se trata de la posibilidad de acceder a los servicios de una LAN, para esto los dispositivos Bluetooth utilizan un punto de acceso a LAN (LAP, LAN Access Point) como conexión inalámbrica a una red de área local. Una vez conectados, los terminales de datos operan como si ellos estuviesen conectados a la LAN mediante una conexión de acceso telefónico a redes, todo esto se realiza utilizando el protocolo punto a punto (PPP) sobre RFCOMM.

Finalmente, podemos concluir que estamos ante una tecnología que va a tener un gran impacto en el ámbito de las telecomunicaciones, pero que se encuentra en su fase de desarrollo y aun le queda mucho camino por recorrer, lo que posibilitaría que Bluetooth sea una tecnología ampliamente utilizada.

6. RECOMENDACIONES

Con fines investigativos y prácticos, se considera la posibilidad de adquirir los dispositivos requeridos para una configuración total de una red bluetooth, incluyendo PDA, Puntos de Acceso, y los restantes adaptadores Bluetooth para completar una red de 8 nodos con acceso a la LAN de la CUTB, de manera que los estudiantes puedan realizar practicas e incluso desarrollar software para este tipo de redes inalámbricas. Además sugerimos que se implemente una red completa Bluetooth en Decanatura de Sistemas, comunicando así cada uno de los profesores, permitiéndoles estar conectados todo el tiempo teniendo como ventaja , la comodidad de una conexión sin cables, sin restricciones de movilidad dentro de un rango de 10 mts, transferencia rápida de archivos y cierto grado de comunicación personal.

En cuanto a la administración de la red Bluetooth, se recomienda el cambio frecuente de contraseñas. Igualmente y de gran cuidado es no usar la tecnología Bluetooth en el mismo radio de acción de la tecnología HomeRF puesto que son incompatibles y pueden tener altas probabilidades de interferencias.

Finalmente se sugiere implementar un nivel adicional de seguridad mediante software con el fin de asegurar que cada equipo este siendo utilizado por un usuario autorizado.

TERMINOS Y DEFINICIONES

Ancho de Banda Pico. Expresado en bytes por segundo, indica el límite de velocidad a la que se puede enviar paquetes extremo a extremo desde una aplicación.

Área de Cobertura. El área en que dos unidades Bluetooth pueden intercambiar mensajes con una calidad y rendimiento aceptables.

Asimétrico. Un tipo de enlace asíncrono sin conexión (ACL) que opera a dos velocidades diferentes en las direcciones de subida y de bajada de la red. Para las conexiones asimétricas, la especificación Bluetooth establece una velocidad de dato máxima hasta 723,2 kbps en la dirección de bajada, mientras que permite hasta 57,6 kbps en la dirección de subida.

Asíncrona. Una forma de comunicación de datos que encierra cada byte con un bit de arranque y un bit de parada, como medio de sincronizar la transmisión entre los dispositivos emisor y receptor.

Autenticación. El proceso de verificar la identidad de un dispositivo en el otro extremo del enlace. En los sistemas con tecnología inalámbrica Bluetooth, esto se

consigue mediante un procedimiento de autenticación basado en la clave de enlace almacenada o mediante un emparejamiento.

Banda Base. Se refiere al nivel físico del protocolo Bluetooth, que entre otras cosas gestiona los enlaces y canales físicos.

Ciente. El dispositivo Bluetooth que puede cargar y/o descargar objetos de datos en o desde un servidor.

Colgado. Se refiere a la capacidad de un terminal de finalizar una llamada, liberando así todos los recursos de radio utilizados por la llamada.

Descubrimiento. Un termino utilizado para describir los procesos y mecanismos por los cuales un dispositivo conectado a la red o a un servicio software toman conciencia de la red a la que están conectados y descubre que servicios de la red están disponibles.

Descubrimiento de dispositivos. El mecanismo para solicitar y recibir la dirección Bluetooth, el reloj y la clase de dispositivo.

Descubrimiento de servicios. La capacidad de descubrir las funcionalidades ofrecidas por los dispositivos o hosts conectados.

Esclavo. Una unidad dentro de una picorred que esta sincronizada con el maestro a través de su reloj y secuencia de saltos. Hasta 7 esclavos pueden estar relacionados con un maestro de esta forma dentro de una misma picorred.

Latencia. El retardo máximo aceptable desde que el emisor transmite un bit hasta su transmisión inicial por el aire, expresado en milisegundos o microsegundos.

Maestro. Es el dispositivo de una picorred cuyo reloj y secuencia de saltos se utilizan para sincronizar a todos los otros dispositivos de la picorred.

Perfil. Define los protocolos y características necesarios para soportar un modelo de uso concreto. Si dos dispositivos de diferentes fabricantes son conformes con la misma especificación de perfil del SIG Bluetooth, deberán ser capaces de interoperar cuando sean empleados para ese modelo de uso y ese servicio concreto.

Picorred. Un conjunto de unidades que comparten un canal común constituye una picorred. Puede soportarse hasta 8 dispositivos interconectados en una misma picorred, pudiendo haber un maestro y 7 esclavos.

QoS. En lo que respecta a la señalización L2CAP, puede solicitarse un rendimiento garantizado para una aplicación durante el establecimiento de la

conexión. En una solicitud de configuración de calidad de servicio, pueden especificarse parámetros tales como la variación de retardo (microsegundos), ancho de banda pico (bytes/segundos) y la latencia (microsegundos). Si no se especifica ninguna opción QoS en la solicitud, se asume un servicio no garantizado.

Red de Área personal. Un concepto de redes en el que todos los dispositivos utilizados en la vida diaria por una persona se comunican y trabajan conjuntamente, compartiendo la información y los servicios entre todos los dispositivos.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ Bray. Jennifer, Sturman. Charles. Bluetooth 1.1: Connect Without Cables. USA: Prentice Hall, 2001.
- ❖ Muller. Nathan J. Tecnología Bluetooth. España: Mc Graw Hill 2002.
- ❖ Gilster, Diane McMichael. Bluetooth End to End: Wiley, John & Sons, incorporated, 2002.
- ❖ <http://www.bluetooth.com>
- ❖ <http://www.bluetooth.org>
- ❖ <http://www.howstuffworks.com/bluetooth2.htm>
- ❖ <http://www.webopedia.com/TERM/P/piconet.html>
- ❖ <http://www.utilicom.com/support/spread.shtml>
- ❖ <http://www.ietf.org/proceedings/00jul/SLIDES/ipobt-agenda/sld004.htm>
- ❖ <http://www.palowireless.com>
- ❖ <http://www.zonebluetooth.com>
- ❖ <http://www.ericsson.com/>
- ❖ <http://www.ieee.org/>
- ❖ <http://www.intersil.com/>
- ❖ <http://www.siliconwave.com/>
- ❖ <http://lat.3com.com/lat/products/wireless/bluetooth/faq.html>
- ❖ <http://www.optimize.com/>
- ❖ <http://www.3com.com/>

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

	pág
Tabla 1 Bluetooth vs. IrDa	9
Tabla 2 Bluetooth Vs HomeRF	10
Tabla 3 Bluetooth Vs WLAN	10
Figura 1 Posibles Topologías	19
Figura 2 Scatternet	20
Figura 3 Formato general de paquete para Bluetooth	24
Figura 4 Formato de Código de acceso	25
Figura 5 Formato de la Cabecera	27
Figura 6 Formato de la carga útil	30
Figura 7 Pila de Protocolos Bluetooth	33
Figura 8 Conexión directa entre dos dispositivos	39
Figura 9 Interfaz Bluetooth e interfaz de Cable	40
Figura 10 Interfaz del controlador de host (HCI)	42
Figura 11 Arquitectura USB HCI	43
Figura 12 Funcionamiento del mensaje QoS	50
Figura 13 Opciones de Instalación adaptador USB 3com	55
Figura 14 Menú del instalador del servicio 3com Bluetooth	56
Figura 15 Como insertar el adaptador USB 3com	57

Figura 16 Contrato de Licencia 3com	57
Figura 17 Tipo de instalación 3com	58
Figura 18 Nombre del dispositivo Bluetooth	59
Figura 19 Icono del system tray 3com Bluetooth	60
Figura 20 Bluetooth Connection Manager 3com	60
Figura 21 Opciones Bluetooth Connection Manager	61
Figura 22 Opciones seguridad Bluetooth	62
Figura 23 Autorización	63
Figura 24 Personalizar modo de seguridad	64
Figura 25 Autenticación	66
Figura 26 Autorización remota	67
Figura 27 Puertos COM Bluetooth	68
Figura 28 Puertos COM Bluetooth	69
Figura 29 Seleccionar dispositivo remoto	70

ANEXOS

Esquema general de la solución Bluetooth tanto para el hogar como para la oficina.

Bluetooth home solutions

Home theater
Enjoy complete video and audio systems installed in seconds with no unsightly wires that restrict placement.

Remote access
Move to the patio or garden to access your office PC, check and answer email without being tethered to a telephone cord.

New wireless feature
For added convenience, your cell phone becomes your cordless phone at home.

Wireless networking
Move a mouse without wires and transmit data to peripheral components without cables. Networking is a breeze.

Digital images
Send digital images to remote locations to view on PCs or monitors without cables.

About TI's chip set
TI's chip set saves space and power. It provides excellent simultaneous voice and data transmission, extending the range up to five times the distance of the Bluetooth specification.

TI Bluetooth chip set
An access point device — any device connected to a phone line — that includes the TI Bluetooth™ chip set can transmit voice and data to other Bluetooth enabled systems.

Bluetooth office solutions

Net meetings
Vide Conferencing and net meetings are easier with wireless technology.

Handsfree convenience
Walk and talk without being tethered to a phone line.

Cellular phone link
For added convenience, your cell phone becomes your cordless phone at work.

Auto-updating
Master phone lists, calendars and other data update automatically between wireless devices such as PDAs.

Internet access
Access internet sites, transmit and download files and send email with wireless modems.

Wireless networking
Printers without cables, mouse controls without wires, work stations without a maze of connections.

About TI's chip set
TI's chip set makes wireless networking easy in small office/home-office environments. It provides excellent simultaneous voice and data transmission, extending the range up to five times the distance of the Bluetooth specification.

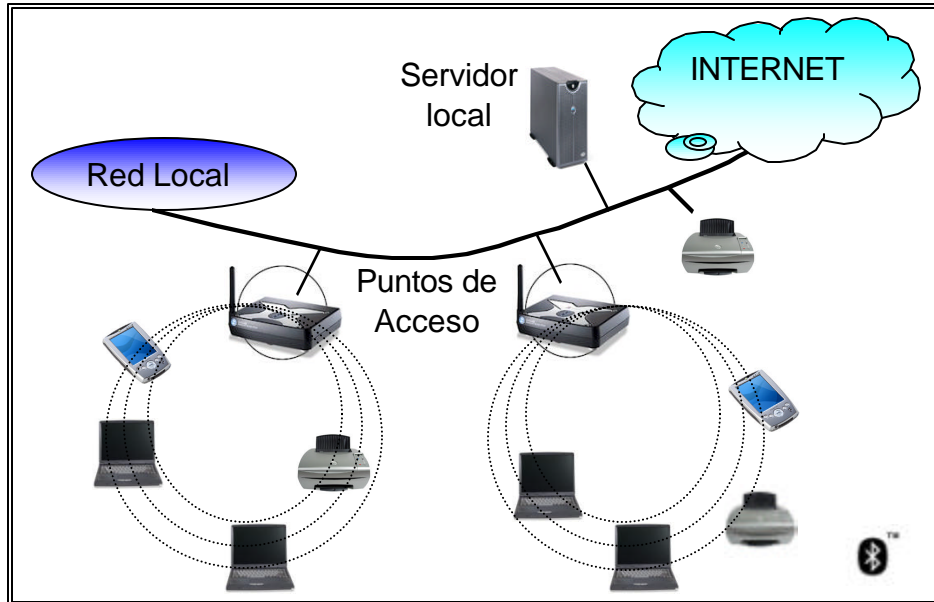
TI Bluetooth chip set
An access point device (such as a cordless phone connected to phone line) that includes the TI Bluetooth™ chip set can transmit voice and data to any other Bluetooth wireless devices in the office.

TI Bluetooth chip set
An access point device (such as a cordless phone connected to phone line) that includes the TI Bluetooth™ chip set can transmit voice and data to any other Bluetooth wireless devices in the office.

TI Bluetooth chip set
An access point device (such as a cordless phone connected to phone line) that includes the TI Bluetooth™ chip set can transmit voice and data to any other Bluetooth wireless devices in the office.

© Texas Instruments Incorporated Bluetooth is a trademark of Telefonaktiebolaget L.M. Ericsson.

Red Bluetooth acoplada a la LAN mediante Puntos de Acceso.



Aplicación de una red Bluetooth en el entorno ejecutivo.

