

## Tecnología Bluetooth™ (recopilado de Internet y de 3Com®)

### Origen del nombre

Bluetooth (diente azul) debe su nombre al rey Harald II de Dinamarca -y luego de Noruega-, que alcanzó el cénit de su poder hacia finales del siglo X y que sucumbió bajo la flecha lanzada por el tutor de uno de sus hijos, que conspiraba contra su padre. Las teorías sobre el origen del nombre son diversas. La oficialista sostiene, frente a la desbocada imaginación de algunos que castigan sin piedad la pobre dentadura real, que el nombre proviene de dos palabras de origen danés que significan 'hombre notable' y 'piel oscura'.

Sea cual fuera el origen, a comienzos del siglo XXI, el rey Harald se ha transmutado en un pequeño transmisor de radiofrecuencia que permite conectar entre sí todo tipo de dispositivos electrónicos sin necesidad de utilizar cables. El transmisor está integrado en un pequeño microchip de 9x9 milímetros.

### Introducción

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



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

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

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

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

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

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

Aunque la modalidad de radio FHSS y el campo limitado de transmisión ofrecen una seguridad inherente, existen características adicionales que aseguran la privacidad y la seguridad. La autenticación de usuarios y dispositivos, y la encriptación de 128 bits protegen en contra de simulaciones o interceptaciones de datos. Además, existen tres niveles de seguridad - definidos por el usuario - que limitan la visibilidad y la accesibilidad de cualquier aparato equipado con Bluetooth a otros aparatos, brindando mayor seguridad para el sistema anfitrión y sus datos.

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

### 3Com y Bluetooth

- Las tarjetas Wireless Bluetooth PC Cards de 3Com conectan a las computadoras portátiles con otros dispositivos equipados con Bluetooth - en forma simple y segura - a distancias de hasta 10 metros. El software Bluetooth Connection Manager ofrece una interfaz intuitiva y fácil de usar, que soporta conexiones a través de la movilización de íconos en la pantalla (drag-and-drop), archivos compartidos y sincronización
- Los adaptadores de USB Wireless Bluetooth de 3Com ofrecen todos los beneficios de nuestras Bluetooth PC Cards a cualquier aparato que utilice puertos USB, incluyendo: computadoras portátiles y de escritorio, proyectores y escáners, para nombrar unos cuantos

3Com ya es un líder global en redes de datos, y su expansión a redes inalámbricas es un paso normal. El desarrollo de productos inalámbricos que ayuden a asegurar una conectividad sin interrupciones y facilidad de uso es crítico, a medida que los usuarios exigen más acceso inalámbrico para datos. Nuestra extensa experiencia en tecnología de redes, combinada con nuestra amplia línea de productos, nos coloca en una posición única para ofrecer a nuestros clientes las soluciones inalámbricas que desean y necesitan. Planeamos aprovechar nuestro liderazgo y experiencia en redes de cables para promover, desarrollar y expandir la visión del Bluetooth como un estándar global en tecnología inalámbrica.

3Com está entregando actualmente productos 802.11b. Esto no representa algún conflicto de intereses entre 3Com y el SIG de Bluetooth, 3Com está comprometido con ambas tecnologías. Cada una juega un papel importante, pero distinto. El 802.11b es el estándar para las redes inalámbricas de área local; básicamente, es una extensión inalámbrica del LAN, ofreciendo todos los servicios de Ethernet por cable y una conectividad continua para usuarios que se desplazan por el campo de alcance. El Bluetooth ofrece una conectividad espontánea para los dispositivos móviles de los usuarios y permite acceso instantáneo a información utilizando puntos de acceso LAN y WAN. Trabajando como tecnologías complementarias, estos estándares aseguran un acceso simple, inmediato y continuo a la información.

#### Interferencia

3Com está comprometido, tanto con el futuro del estándar Bluetooth, como con el del 802.11b. Continuaremos desarrollando soluciones que minimicen - y sucesivamente eliminen - la interferencia entre estas y otras tecnologías.

El Bluetooth utiliza la banda de 2.4 GHz, la cual no tiene licencia. Ésta también es utilizada por teléfonos celulares, hornos de microondas, monitores para bebés, HomeRF, los LANs inalámbricos 802.11b y otros más. Cualquier dispositivo diseñado para ser usado en una banda sin licencia deberá estar preparado para resistir interferencia, y los productos Wireless Bluetooth de 3Com han sido diseñados con esto en mente.

El Bluetooth y el 802.11b son tecnologías casi totalmente complementarias. Las soluciones Bluetooth están diseñadas para redes personales con un énfasis en movilidad y economía. Estas soluciones permiten conectar todos sus aparatos Bluetooth: computadoras portátiles, dispositivos de mano, teléfonos celulares y otros más. Además, usted tendrá acceso parcial al LAN y al WAN, a través de un punto de acceso o conexión de marcado. Por otro lado, las redes 802.11b están diseñadas para extender o reemplazar a las redes convencionales de cables, usando potencias de radio más altas en canales fijos de mayor ancho de banda, para poder ofrecer el rendimiento necesario para soportar una gama completa de servicios de LAN e Internet.

Hoy en día pueden coexistir las tecnologías Bluetooth y 802.11b, con ciertos límites. Aunque el potencial de interferencia es bastante bajo, usted necesita saber que existe la posibilidad de que las dos tecnologías interfieran entre sí, pero solamente cuando estén transmitiendo simultáneamente en localidades muy cercanas. Si la interferencia ocurre, es probable que sea debido a una interrupción de la señal del 802.11b; es posible que haya pérdida de datos, pero no habrá daños físicos a ninguno de los sistemas. Aunque es muy probable que los usuarios no noten este tipo de interferencia, en los casos en los que sea evidente, es suficiente apartar los aparatos para resolver el problema. No obstante, hay ocasiones en las que será necesario cesar la operación de uno de los dos aparatos.

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

El SIG del Bluetooth y el IEEE están trabajando en el desarrollo de tecnología para reducir - y sucesivamente eliminar - la interferencia entre estos sistemas. No hay razón para retardar la implementación de ninguna de las dos tecnologías por miedo a problemas de coexistencia. Aunque existen problemas potenciales, las comunidades del Bluetooth y el 802.11b están próximas a ofrecer soluciones. 3Com está comprometido con el futuro, tanto del estándar Bluetooth, como del 802.11b, y está investigando técnicas de coexistencia en el espacio aéreo. Por lo tanto, continuaremos desarrollando soluciones que minimizarán y eliminarán la interferencia entre estas y otras tecnologías. Para el año 2005, más de 670 millones de aparatos estarán equipados con tecnología inalámbrica Bluetooth.

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

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

## Bluetooth SIG

Las especificaciones de Bluetooth fueron desarrolladas por un grupo de intereses especiales (Special Interest Group (SIG) de Bluetooth), soportado por nueve compañías promotoras: 3Com, Ericsson, IBM, Intel, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia y Toshiba. Hoy en día, más de 2000 compañías adoptivas han acogido el estándar y están desarrollando rápidamente productos Bluetooth. Para finales del año 2005, más de 670 millones de aparatos estarán equipados con tecnología inalámbrica Bluetooth, ofreciendo una base inalámbrica de conectividad e intercambio de información (Cahners In-Stat Group, 2001).

Todos los miembros del SIG del Bluetooth son adoptivos. Las pláticas están abiertas a todas las compañías que son miembros, pero los privilegios de voto están reservados para las nueve compañías promotoras. No obstante, las compañías adoptivas pueden participar en la toma de decisiones, desarrollando grupos de trabajo con los puestos ocupados por su propio personal. Los promotores son responsables de la dirección general y la promoción del Bluetooth; comprometiendo recursos (financieros y humanos) para la administración del SIG. Las compañías promotoras también trabajan de cerca con grupos de trabajo adoptivos enfocados en especificaciones, interoperabilidad y mercadotecnia.

El SIG del Bluetooth es un ejemplo excelente de una organización cuyo "todo es mayor a la suma de sus partes". Aunque cada compañía del grupo de promotores aporta fortalezas únicas al proyecto, la especificación y las soluciones de productos son el resultado del esfuerzo coordinado del equipo. El objetivo del grupo promotor es dirigir los esfuerzos del SIG del Bluetooth, creando un foro para mejorar y promover el estándar Bluetooth y ofrecer un vehículo de prueba para su interoperabilidad.

En 3Com aportamos al grupo promotor nuestra extensa experiencia en tecnología móvil, conocimientos de ingeniería avanzada y liderazgo en redes de datos, que complementan las fortalezas de otros promotores: Lucent, Microsoft y Motorola; y los cinco miembros fundadores: Ericsson, Noria, IBM, Intel y Toshiba.

El grupo adoptivo representa una amplia gama de compañías de diversas industrias. Por ejemplo: las industrias de semiconductores, telecomunicaciones, computación y periféricos, productos del consumidor, redes, automotriz y muchas otras más. Una lista completa de compañías adoptivas se encuentra disponible en: <http://www.bluetooth.com/>.

Esta tecnología es tan valiosa para tantos fabricantes por lo siguiente:

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

Las posibilidades para esta tecnología de bajo costo y baja potencia son ilimitadas.

Existen rumores de que Francia, Japón y otros países no permitirán que el Bluetooth opere en sus países. El SIG del Bluetooth está trabajando para superar las inquietudes individuales de la utilización de la banda ISM de 2.4 GHz. Recientemente, tanto Francia como el Japón, anunciaron que sus inquietudes habían sido resueltas, y que los productos serían permitidos. Como con cualquier otro avance tecnológico, se espera que se susciten este tipo de vacilaciones; pero, hasta ahora, no se espera que ninguno de los problemas impida el éxito del Bluetooth.

## Beneficios

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

Los usuarios podrán acceder, entre otros, a horarios de vuelos y de clases, mapas locales, ofertas especiales en áreas públicas tales como escuelas, aeropuertos, centros comerciales y salas de exhibición. A continuación, presentamos algunos ejemplos de cómo el Bluetooth puede simplificar su vida:

- En el aeropuerto, Susana y Tomás usan sus computadoras portátiles Bluetooth para contactar el servicio de abordaje de la aerolínea a través de un punto de acceso Bluetooth cercano, y descubren que su vuelo estaba retrasado dos horas. Después de la autenticación de seguridad, confirmaron sus asientos y obtuvieron pases de abordar digitales. Mientras Tomás envía un email a su hotel y a su compañía de renta de automóviles informándoles de su retraso, Susana revisa sus documentos para el subcontratista. Desafortunadamente, uno de los archivos adjuntos hace falta... No hay ningún problema: Susana marca el LAN de la compañía, usando su teléfono celular Bluetooth, y transfiere el apéndice que le faltaba. Misión cumplida.
- Cerca de la cancha, Julia descansa con sus hijos después de una ardua semana de trabajo. Usando su dispositivo de mano Bluetooth y uno de los puntos de acceso en el estadio, Julia consulta el sitio en la Web del equipo jugador, para obtener el promedio del pitcher. Cuando su equipo favorito hace alguna jugada espectacular, el hijo de Julia puede enviar los detalles a su amigo por medio de un email. Más tarde, cuando les da hambre a sus hijos, Julia usa su dispositivo de mano para ordenar y pagar hot-dogs y bebidas. La cena se sirve en sus propios asientos, ¡así nadie se pierde ninguna parte de la acción!
- En el centro comercial, Luis encuentra ofertas especiales en sus tiendas favoritas. Está buscando un suéter de casimir a menos de \$150, así que hace una búsqueda del artículo y deja que los comerciantes respondan, a veces hasta con un descuento. Luis obtiene varias respuestas; algunas tiendas incluso ofrecen fotos a color de suéteres y pantalones o sombreros que coordinan. Uno de los suéteres está a muy buen precio. Ahora es hora

de comprar un disco compacto. Luis entra en su tienda favorita de música y conecta los auriculares a su dispositivo de mano; así puede escuchar los discos compactos de los escaparates de música, además de cientos de otros más que son transmitidos de una sola estación.

En las organizaciones, a la larga, la tecnología inalámbrica Bluetooth permitirá que los empleados sean más efectivos. Después de alguna reunión, los usuarios no tienen que regresar a sus escritorios para sincronizar sus dispositivos de mano, revisar sus mensajes o su email. Los usuarios pueden tomar mejores decisiones porque tienen acceso a la información más reciente, utilizando sus aparatos clientes de la tecnología Bluetooth.

Bluetooth puede simplificar su vida, permitiendo que sus usuarios accedan a información fácil- y rápidamente.

Además, no tienen que desperdiciar su tiempo conectando computadoras portátiles a proyectores e impresoras; todo eso se hace de forma inalámbrica.

- En las oficinas centrales de la compañía, el equipo del Proyecto Cebra se reúne en la sala de conferencias principal. Cada miembro lleva consigo su computadora portátil Bluetooth y la mayoría tienen dispositivos de mano equipados con la misma tecnología. En cuanto encienden sus computadoras portátiles, cada una se conecta con el punto de acceso Bluetooth de la sala de conferencias, lo que los enlaza a todos los demás y al LAN. Los nuevos miembros intercambian tarjetas de presentación en forma inalámbrica, y el líder del equipo distribuye electrónicamente la agenda y el calendario del proyecto a todos los presentes. Después, el líder comienza la presentación en PowerPoint en el proyector Bluetooth, controlando la presentación y haciendo anotaciones en la pantalla desde su PDA Bluetooth. A medida que progresa la junta, el líder de proyecto obtiene dibujos de manufactura de una base de datos de ingeniería en el LAN y las muestra en las pantallas. Cuando alguien propone la visita de un subcontratista de otra localidad, el grupo revisa los horarios de las aerolíneas, compra los boletos y notifica al proveedor por email. Al terminar la junta, la secretaria del equipo distribuye electrónicamente las minutas a todos los participantes

## Futuro

Debido a que el Bluetooth se enfoca en aparatos 'personales', no tomará mucho tiempo en que la tecnología se convierta en una tecnología "totalmente madura" y forme una parte integral de nuestro cotidiano vivir. Se están desarrollando aplicaciones para mercados clave tales como el hogar, la oficina, la industria automotriz, entretenimiento y mucho más. Las posibilidades para esta tecnología de bajo costo y potencia son ilimitadas.

Múltiples fabricantes de computadoras portátiles han anunciado que la tecnología Bluetooth estará integrada de forma estándar en muchos de sus productos, como lo han hecho muchos fabricantes de otros dispositivos móviles. Hoy en día, el costo de un radio Bluetooth es más o menos alto debido a que la mayoría de los fabricantes se encuentran en la primera iteración de esta tecnología. No obstante, el vertiginoso número de fabricantes que desarrollarán las soluciones Bluetooth creará un ambiente competitivo. Esto deberá servir para reducir rápidamente los costos del radio a aproximadamente cinco dólares. Una vez que la tecnología Bluetooth llegue a este precio y los usuarios tengan confianza en que los productos serán interoperables, veremos que los fabricantes cambiarán - de los envíos de módulos adicionales - al envío de Bluetooth como un estándar integrado. A este ritmo, creemos que la captación de la tecnología no se verá afectada.

## Más detalles técnicos

*Banda de frecuencia libre:* para poder operar en todo el mundo es necesaria una banda de frecuencia abierta a cualquier sistema de radio independientemente del lugar del planeta donde nos encontremos. Sólo la banda ISM (médico-científica internacional) de 2,45 Ghz cumple con éste requisito, con rangos que van de los 2.400 Mhz a los 2.500 Mhz, y solo con algunas restricciones en países como Francia, España y Japón.

*Salto de frecuencia:* Debido a que la banda ISM está abierta a cualquiera, el sistema de radio Bluetooth deberá estar preparado para evitar las múltiples interferencias que se pudieran producir. Éstas pueden ser evitadas utilizando un sistema que busque una parte no utilizada del espectro o un sistema de salto de frecuencia. En los sistemas de radio Bluetooth se suele utilizar el método de salto de frecuencia debido a que ésta tecnología puede ser integrada en equipos de baja potencia y bajo coste. Éste sistema divide la banda de frecuencia en varios canales de salto, donde, los transceptores, durante la conexión van cambiando de uno a otro canal de salto de manera pseudo-aleatoria. Con esto se consigue que el ancho de banda instantáneo sea muy pequeño y también una propagación efectiva sobre el total de ancho de banda. En conclusión, con el sistema FH (Salto de frecuencia), se pueden conseguir transceptores de banda estrecha con una gran inmunidad a las interferencias.

*Inmunidad a las interferencias:* Como se mencionó anteriormente Bluetooth opera en una banda de frecuencia que está sujeta a considerables interferencias, por lo que el sistema ha sido optimizado para evitar éstas interferencias. En este caso la técnica de salto de frecuencia es aplicada a una alta velocidad y una corta longitud de los paquetes (1600 saltos/segundo, para slots-simples). Los paquetes de datos están protegido por un esquema ARQ (repetición automática de consulta), en el cual los paquetes perdidos son automáticamente retransmitidos, aun así, con este sistema, si un paquete de datos no llegase a su destino, sólo una pequeña parte de la información se perdería. La voz no se retransmite nunca, sin embargo, se utiliza un esquema de codificación muy robusto. Éste esquema, que está basado en una modulación variable de declive delta (CSVD), que sigue la forma de la onda de audio y es muy resistente a los errores de bits. Éstos errores son percibidos como ruido de fondo, que se intensifica si los errores aumentan.

Tecnología	BLUETOOTH	IEEE 802.11.b	IEEE 802.11.a	HyperLAN2	HomeRF
Velocidad	1 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	1,2,10 Mbps
Frecuencia	2.4 GHz	2.4 GHz	5.0 GHz	5.0 GHz	2.4 GHz