

## Índice

Introducción	3
¿Qué es Bluetooth?	4
Evolución de la tecnología Bluetooth	5
Arquitectura Bluetooth	6
Aspectos Técnicos	8
Aplicaciones Bluetooth	11
Problemas a solucionar	14
El futuro de Bluetooth y Conclusiones	15
Bibliografía	16

## Introducción

Con la llegada de la era de la información, la cantidad de datos que se mueven alrededor de las personas empezó a crecer constantemente y las tecnologías inalámbricas para voz y datos evolucionaron rápidamente para soportar el almacenamiento y movimiento de esta información. Incontables equipos electrónicos para el uso doméstico, personal y laboral fueron lanzados al mercado durante los últimos años pero ninguna tecnología pudo satisfacer la necesidad de interconectar a todos estos equipos en una red de área personal.

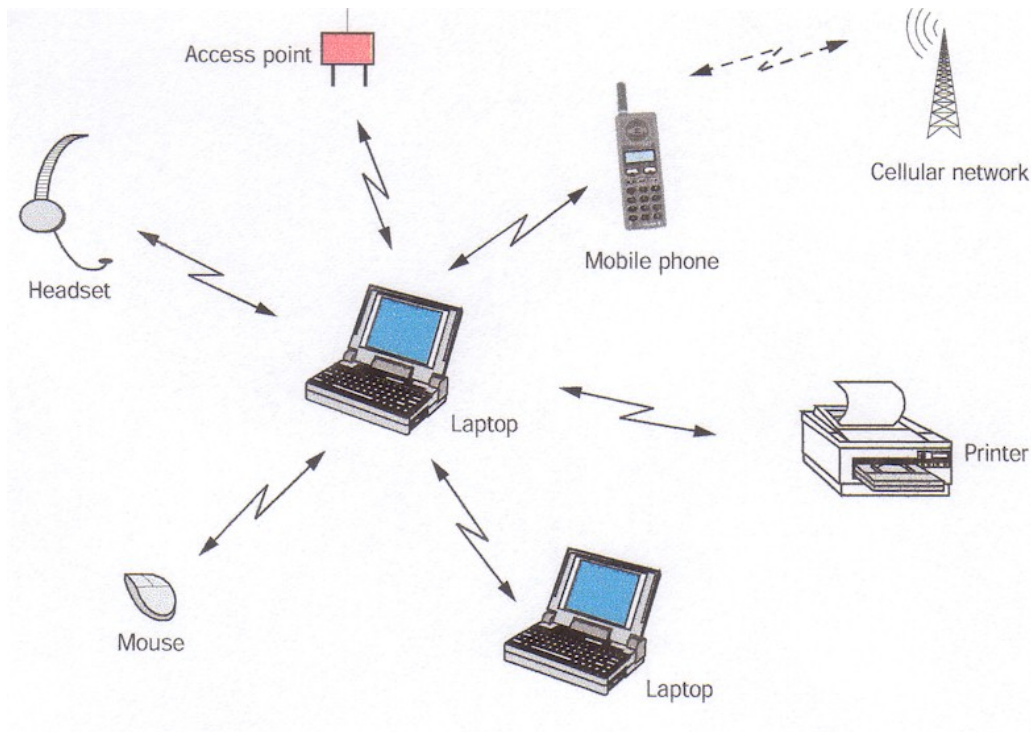
La demanda por un sistema que pudiera facilitar la conexión de dispositivos para la transmisión de datos y voz a través de distancias cortas sin cables creció enérgicamente. Bluetooth llenó esta importante necesidad de comunicación inalámbrica con su habilidad para comunicar datos y voz, usando una tecnología estándar de bajo consumo de energía, corto alcance y económicos, la cual puede ser integrada a diversos dispositivos, permitiendo así una movilidad total.

## ¿Qué es Bluetooth?

Es la norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia. Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre nuestros equipos personales.
- Lograr un precio accesible que permita venta en masa.

Bluetooth es un estándar inalámbrico para interconectar computadoras, dispositivos de comunicaciones y accesorios a través de radio de bajo consumo de energía, corto alcance y económicos. Esta tecnología permite comunicar múltiples dispositivos entre si, o que un dispositivo pueda controlar y administrar varios otros dispositivos.



## **Evolución de la tecnología Bluetooth**

En 1994 Ericsson inició un estudio para investigar la viabilidad de una interfaz de radio, de bajo costo y bajo consumo de energía, para la interconexión entre teléfonos móviles y otros equipos con la intención de eliminar los cables entre estos aparatos. Conforme éste proyecto avanzaba fue claro que éste tipo de enlace podía ser utilizado ampliamente en un gran número de aplicaciones, ya que tenía como principal virtud que se basaba en un chip económico.

A comienzos de 1997 Ericsson despertó el interés de otros fabricantes de equipos portátiles. En seguida se vio claramente que para que el sistema tuviera éxito, un gran número de equipos deberían estar equipados con esta tecnología. Esto fue lo que originó a principios de 1998, la creación de un grupo de interés especial (SIG – Special Interest Group), formado por 5 grandes empresas de tecnología: Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba e Intel (dos líderes del mercado de las telecomunicaciones, dos líderes del mercado de los PCS portátiles y un líder de la fabricación de chips). Al proyecto se le asignó el nombre Bluetooth en honor a Harald Bluetooth II (940 – 981), un rey vikingo que unificó a Dinamarca y Noruega.

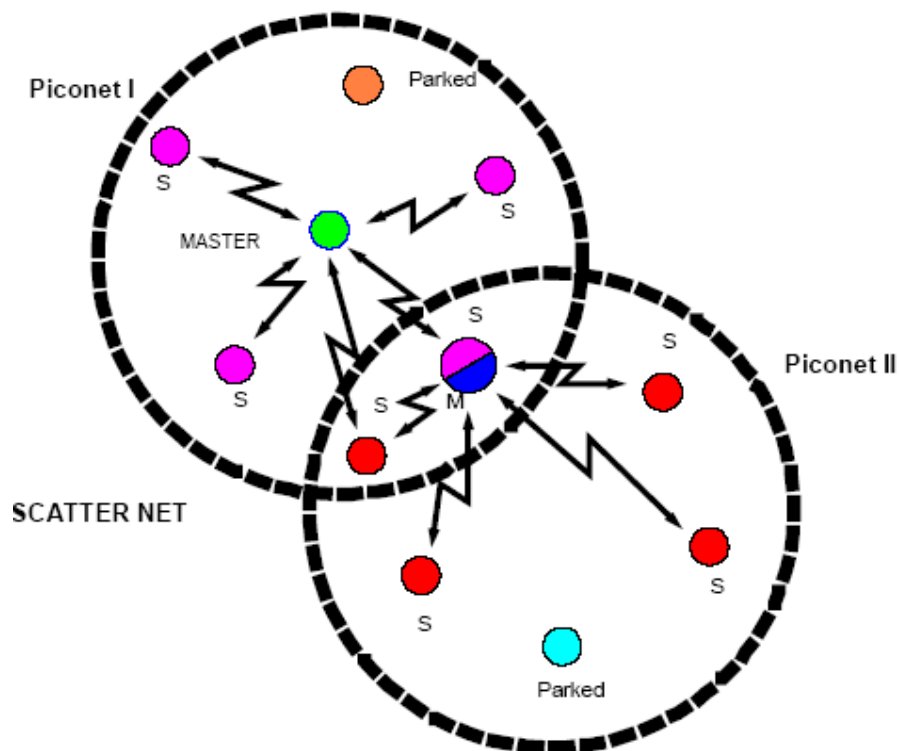
El propósito principal de este consorcio fue y es, el establecer un estándar para la interfaz aérea junto con su software de control, con el fin de asegurar la interoperabilidad de los equipos entre los diversos fabricantes.

Fruto del trabajo de este consorcio, apareció en julio de 1999 una especificación de 1500 páginas acerca de la versión 1.0 de Bluetooth. Un poco después el grupo de estándares IEEE que se encarga de las redes de área personal inalámbricas (WPAN – 802.15) adoptó como base el documento sobre Bluetooth y empezó a trabajar en él.

Aún cuando el IEEE aprobó en el 2002 el primer estándar para redes de área personal inalámbrica 802.15.1, el SIG de Bluetooth continúa las mejoras, encontrándose en fase de implantación la versión 1.2 de este estándar. A pesar de que las versiones del SIG y del IEEE difieren, se espera que en algún momento coincidan en un solo estándar.

## Arquitectura Bluetooth

La unidad básica de un sistema Bluetooth es una piconet, que consta de un nodo maestro y hasta 7 nodos esclavos activos a una distancia de 10 metros. Las unidades que se encuentran en el mismo radio de cobertura pueden establecer potencialmente comunicaciones entre ellas. Sin embargo, sólo aquellas unidades que realmente quieran intercambiar información comparten un mismo canal creando la piconet. Éste hecho permite que se creen varias piconets en áreas de cobertura superpuestas. A un grupo de piconets se le llama scatternet.



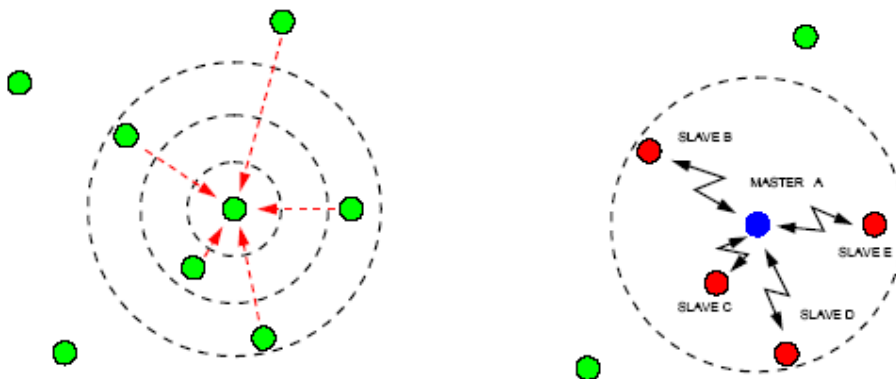
Además de los 7 nodos activos de una piconet pueden haber 255 nodos estacionados en la red. Estos son dispositivos que el nodo maestro ha cambiado a un estado de bajo consumo de energía para reducir el desgaste innecesario de energía. Lo único que un dispositivo en estado estacionado puede hacer es responder a una señal de activación por parte del maestro.

## Establecimiento de la Conexión

Para establecer la piconet, la unidad maestra debe conocer la identidad del resto de unidades que están en modo standby en su radio de cobertura. El maestro o aquella unidad que inicia la piconet transmite el código de acceso continuamente en periodos de 10 ms, que son recibidas por el resto de unidades que se encuentran en standby. El tren de 10 ms. de códigos de acceso de diferentes saltos de portadora, se transmite repetidamente hasta que el receptor responde o bien se excede el tiempo de respuesta.

Cuando una unidad emisora y una receptora seleccionan la misma portadora de salto, la receptora recibe el código de acceso y devuelve una confirmación de recibo de la señal, es entonces cuando la unidad emisora envía un paquete de datos que contiene su identidad y frecuencia de reloj actual. Después de que el receptor acepta éste paquete, ajustará su reloj para seleccionar el canal de salto correcto determinado por emisor. De éste modo se establece una piconet en la que la unidad emisora actúa como maestra y la receptora como esclava. Después de haber recibido los paquetes de datos con los códigos de acceso, la unidad maestra debe esperar un procedimiento de requerimiento por parte de las esclavas, diferente al proceso de activación, para poder seleccionar una unidad específica con la que comunicarse.

El número máximo de unidades que pueden participar activamente en una simple piconet es de 8, un maestro y siete esclavos, por lo que la dirección MCA del paquete de cabecera que se utiliza para distinguir a cada unidad dentro de la piconet, se limita a tres bits.



## Aspectos Técnicos

La especificación de Bluetooth define un enlace de radio de corto alcance (aprox. 10 metros) u opcionalmente un alcance medio (cerca de 100 metros) capaz de transmitir voz o datos a una capacidad máxima de 720kbps por canal.

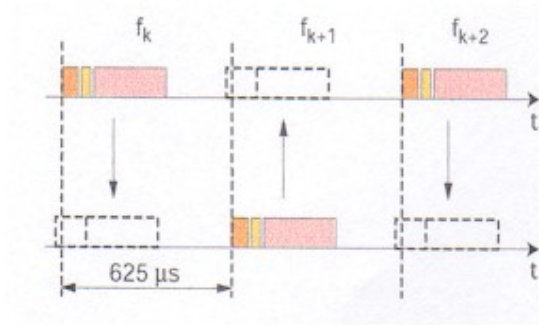
Opera en una frecuencia de banda global utilizada en muchos países para propósitos industriales, médicos y científicos (ISM) entre 2.40 ~ 2.48GHz, utilizando Spread Spectrum, Frequency Hopping, señal Full Duplex a una velocidad nominal de 1600 saltos/seg. La señal salta entre 79 frecuencias en intervalos de 1MHz para brindar un alto grado de inmunidad a la interferencia.

### Salto de Frecuencia

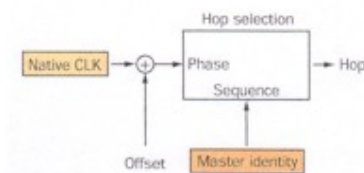
Debido a que la banda ISM está abierta a cualquiera, el sistema de radio Bluetooth deberá estar preparado para evitar las múltiples interferencias que pudieran ocasionarse. Éstas pueden ser evitadas utilizando un sistema que busque una parte no utilizada del espectro o un sistema de salto de frecuencia. En los sistemas de radio Bluetooth se utiliza 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 (frequency hopping). 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 (spread spectrum). En conclusión, con el sistema FH, se pueden conseguir transceptores de banda estrecha con una gran inmunidad a las interferencias.

### Definición de Canal

Como hemos comentado, Bluetooth utiliza un sistema FH/TDD (salto de frecuencia/división de tiempo duplex), en el que el canal queda dividido en intervalos de 625  $\mu$ s, llamadas ranuras de tiempo (time slots), donde cada salto de frecuencia es ocupado por una ranura de tiempo. Esto da lugar a una frecuencia de salto de 1600 veces por segundo, en la que un paquete de datos ocupa una ranura de tiempo para la emisión y otra para la recepción y que pueden ser usados alternativamente, dando lugar a un esquema de tipo TDD.



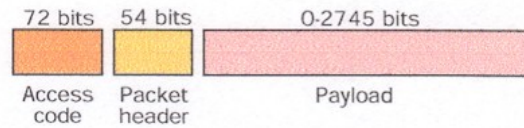
Dos o más unidades Bluetooth pueden compartir el mismo canal dentro de una piconet, donde una unidad actúa como maestra, controlando el tráfico de datos en la piconet que se genera entre las demás unidades, donde estas actúan como esclavas, enviando y recibiendo señales hacia el maestro. El salto de frecuencia del canal está determinado por la secuencia de la señal, es decir, el orden en que llegan los saltos y por la fase de esta secuencia. En Bluetooth, la secuencia queda fijada por la identidad de la unidad maestra de la piconet (un código único para cada equipo), y por su frecuencia de reloj. Por lo que, para que una unidad esclava pueda sincronizarse con una unidad maestra, ésta primera debe añadir un ajuste a su propio reloj nativo y así poder compartir la misma portadora de salto.



## Definición de Paquete

La información que se intercambia entre dos unidades Bluetooth se realiza mediante un conjunto de ranuras que forman un paquete de datos. Cada paquete comienza con un código de acceso de 72 bits, que se deriva de la identidad maestra, seguido de un paquete de datos de cabecera de 54 bits. Éste contiene importante información de control, como tres bits de acceso de dirección, tipo de paquete, bits de control de flujo, bits para la retransmisión automática de la pregunta, y chequeo de errores de campos de cabeza. Finalmente, el paquete que contiene la información, que puede seguir al de cabeza, tiene una longitud de 0 a 2745 bits. En cualquier caso, cada paquete que se intercambia en el canal está precedido por el código de acceso.





Los receptores de la piconet comparan las señales que reciben con el código de acceso, si éstas no coinciden, el paquete recibido no es considerado como válido en el canal y el resto de su contenido es ignorado.

## Seguridad

Para asegurar la protección de la información se ha definido un nivel básico de encriptación, que se ha incluido en el diseño del clip de radio para proveer de seguridad en equipos que carezcan de capacidad de procesamiento, las principales medidas de seguridad son:

- Una rutina de pregunta-respuesta, para autenticación
- Una corriente cifrada de datos, para encriptación
- Generación de una clave de sesión (que puede ser cambiada durante la conexión)

Tres entidades son utilizadas en los algoritmos de seguridad: la dirección de la unidad Bluetooth, que es una entidad pública; una clave de usuario privada, como una entidad secreta; y un número aleatorio, que es diferente por cada nueva transacción.

Como se ha descrito anteriormente, la dirección Bluetooth se puede obtener a través de un procedimiento de consulta. La clave privada se deriva durante la inicialización y no es revelada posteriormente. El número aleatorio se genera en un proceso pseudo-aleatorio en cada unidad Bluetooth.

## Aplicaciones Bluetooth

La tecnología inalámbrica Bluetooth revolucionó el mercado de la conectividad personal proporcionando libertad para las conexiones inalámbricas, permitiendo enlaces entre computadoras móviles, teléfonos móviles, PDAs, periféricos, y conexión a la Internet. Bluetooth también brinda servicios para la sincronización, intercambio de datos y mucho más. La tecnología Bluetooth ha redefinido de una forma muy significativa toda nuestra experiencia de conectividad.

Con las aplicaciones actualmente disponibles en el mercado los servicios que tenemos a nuestra disposición son:

### 1. Fin a los cables

Con la tecnología inalámbrica Bluetooth ya no se necesita de cables. Conexión segura y perfectamente integrada para el teclado y el ratón. La ventaja de usar Bluetooth en estos periféricos en vez de las tecnologías inalámbricas propietarias, es que nos hace fácil cambiar de dispositivo sin cambiar el tipo de tecnología, además de ser una tecnología extremadamente barata. También se puede poner la impresora donde se desea, sin necesidad de todos esos cables. Y funciona igual que con cables: sólo tiene que hacer clic en el botón "imprimir". Bluetooth además cuenta con consumo de energía optimizado y detección de bajo nivel de pilas.



## 2. Organización

Se permite la sincronización de las listas de direcciones y actualizaciones de calendarios entre el PC y los dispositivos de bolsillo y teléfonos móviles. Por ejemplo, agregue los nuevos contactos al PDA o teléfono móvil mientras está fuera. Cuando vuelva a la oficina inicie la sincronización con la libreta de direcciones del PC. Así se actualizan sus libretas de direcciones y calendarios en el PC.

La sincronización también funciona desde el PC al PDA o teléfono móvil, de modo que no necesita usar el minúsculo teclado o el lápiz para escribir un texto largo. Se utiliza la sincronización con el objetivo de no necesitar tener una base aparatosa en su mesa o cargar con accesorios adicionales cuando se viaja. Y puede sincronizarse el PDA y el PC sin siquiera sacar el PDA de la cartera. También es útil para guardar y editar la libreta de direcciones de su teléfono en la PC y conservar toda la información guardada en el teléfono ante una falla o extravío del teléfono.



## 3. Compartir datos

Con la "Wireless Personal Area Network" se puede incluso crear una red inalámbrica con cualquier PC o portátil equipado con Bluetooth. Se podría usar la red como una existente hoy en el mercado (802.11) a un costo más bajo, menor velocidad y corto alcance. Con ello se podrá transferir, compartir y hacer copias de seguridad de los archivos en las computadoras, podrá compartir la impresora, el acceso a Internet y otros recursos, como se haría con cualquier otra red inalámbrica.

Se puede hacer fotografías con una cámara digital integrada en el teléfono móvil o PDA y transferir las imágenes al PC sin la necesidad de cables. Además se pueden transferir archivos fácilmente entre el PC y los dispositivos Bluetooth, como los PDA o los teléfonos portátiles.



#### 4. Comunicación

Se puede recibir la notificación de los mensajes instantáneos SMS enviados al número de teléfono móvil y responder mediante el PC. Se puede recibir una notificación inmediata en el PC de todos los mensajes recibidos. Se los puede leer y guardar en el ordenador. También recibir notificación de todas las llamadas recibidas.

También puede escribir la respuesta en el PC con un teclado y pantalla de tamaño normal. Haga clic en el botón "enviar" y su mensaje se enviará automáticamente desde el PC a través de Bluetooth al teléfono móvil y finalmente a sus amigos. Puede llamarlo "SMS simplificado".

Reciba notificaciones de mensajes y llamadas de forma instantánea en la pantalla del PC. Reciba, guarde, escriba y envíe mensajes SMS desde el PC. Converse con facilidad: use el teclado y no la pantalla y teclado minúsculos del teléfono. Con el "headset" (traducido a veces como Casco Telefónico) Bluetooth, puede conversar de forma inalámbrica por Internet con MSN Messenger.

Agregar sonido a su experiencia de mensajería instantánea... ahora es fácil con el casco telefónico Bluetooth. Sólo necesita conectar el casco telefónico al PC mediante el concentrador inalámbrico Bluetooth y estará listo para conversar en línea o para oír las noticias.



## Problemas a solucionar

Por su puesto, Bluetooth todavía tiene algunos pequeños problema que solucionar. Los microchips no son tan baratos como se preveía que fuera en la actualidad. Por su parte, la velocidad de transmisión, aunque considerable, pronto quedará empujada por la capacidad de los móviles de tercera generación. Hoy ya se está trabajando en versiones que soportarán mayores velocidades de transmisión, pero está por verse hasta donde podrán seguir aumentando estas velocidades.

Y pese a que los dispositivos Bluetooth se reproducen en diversas compañías, no sucede lo mismo con los programas informáticos que deben regular su funcionamiento. Probablemente cuando existan muchos dispositivos Bluetooth en el mercado, las grandes empresas de tecnología se dispondrán a invertir más en esta tecnología y lanzar otros productos y soluciones.

La interoperabilidad, pilar sobre el que se sustenta Bluetooth, es uno de los factores que se someterán a tensiones en el largo plazo. Con miles de compañías diseñando productos y aplicaciones Bluetooth, será difícil mantenerlas a todas bajo el mismo manto.

Y tal vez el principal problema a solucionar sea la interferencia de esta tecnología con la 802.11 de IEEE. Por funcionar en la misma frecuencia, y tener el mismo propósito, interfiriendo la transmisión de datos de la otra tecnología (si instaladas en una misma sala) todavía se debate si estas tecnologías pelearán por un mismo espacio en el mercado, o si funcionarán de manera complementaria una a la otra. Con la difusión en el último año de equipos que utilizan la tecnología inalámbrica 802.11 (que llegó antes al mercado, pero que visa un segmento diferente) todavía no se ve un panorama de solución a este dilema. Aunque Nokia asegura minimizar esta interferencia en la versión 1.2 de las especificaciones de la tecnología (que salió al mercado solo este año, y tardará todavía un tiempo en estar funcionando en los equipos vendidos en el mercado), todavía no se tienen pruebas concretas de eso.

Veremos si el Consorcio (SIG de Bluetooth) soluciona los problemas existentes hoy en día y evoluciona la tecnología para que esta pueda incorporarse de forma masiva al mercado, brindando conectividad sencilla y barata.

## El futuro de Bluetooth y Conclusiones

Las aplicaciones de Bluetooth son casi infinitas y permiten cambiar radicalmente la forma en la que los usuarios interactúan con los teléfonos móviles y otros dispositivos.

Una de las primeras compañías en lanzar un producto Bluetooth ha sido Ericsson. Se trata de un teléfono móvil que se vende con unos auriculares activables mediante voz. De esta forma, se puede llevar el teléfono en el bolsillo o dejarlo en la guantera del automóvil mientras se envían y reciben llamadas.

Pero la fiebre Bluetooth no ha hecho sino empezar. En el año 2005 habrá más de 670 millones de dispositivos Bluetooth, según un estudio de Cahners In-Stat Group.

Alianzas como las de Nokia y Fuji permitirán a los propietarios de cámaras digitales hacer fotos para luego transmitir las a través del móvil a la impresora situada en casa o al disco duro del ordenador. Mientras, compañías como Motorola y JVC desarrollan conjuntamente tecnologías aún más avanzadas que harán estos avances extensibles al vídeo o al DVD.

En los próximos dos años Bluetooth se hará ubicuo y se incorporará a dispositivos como reproductores de MP3 o incluso electrodomésticos. La compañía japonesa Sony trabaja con fuerza en la implantación de microchips Bluetooth en toda su gama de productos. En sólo un par de años caminaremos escuchando música en un reproductor MP3 mientras descargamos nuevas canciones y actualizamos el repertorio musical a través del móvil (de tercera generación, por si hubiera duda).

La utilidad de Bluetooth sólo está delimitada por la imaginación de los ingenieros y los usuarios. Los más visionarios creen que los teléfonos móviles evolucionarán hacia otros dispositivos capaces de intercambiar información con cualquier aparato. Así, podremos subir al autobús y sentarnos mientras el billete nos es facturado a nuestro monedero electrónico; o pasearnos por el supermercado con el carro lleno de alimentos mientras la información de la tarjeta de crédito se transmite directamente a la cajera.

## Bibliografía

TANEMBAUM – Redes de Computadoras (4ª. Edición).  
Capítulo 4.7 (págs. 310/317).

Official Bluetooth Membership Site  
<http://www.bluetooth.org>

The Official Bluetooth Website  
<http://www.bluetooth.com>

Sitio de Apple sobre tecnología Bluetooth  
<http://www.apple.com/bluetooth/>

A Simple Comparison of Bluetooth™ and 802.11b  
<http://www.troygroup.com/wireless/downloads/books/whitepapers/bluetooth-80211b.pdf>

IOGear Bluetooth Guide  
<http://www.iogear.com/products/bluetoothguide.pdf>

Ericsson Technology Licensing  
<http://www.ericsson.com/bluetooth/>

Bluetooth—The universal radio interface for ad hoc, wireless connectivity  
[http://www.ericsson.com/about/publications/review/1998\\_03/14.shtml](http://www.ericsson.com/about/publications/review/1998_03/14.shtml)

La mejor información sobre tecnología Bluetooth  
<http://www.zonablueooth.com>

Bluetooth, la próxima revolución  
<http://www.baquia.com/com/legacy/14243.html>

Logitech  
<http://www.logitech.com>