

INTRODUCCION

En los últimos tiempos la informática es la herramienta más poderosa que el hombre ha tenido en sus manos y que en este momento interviene de forma directa o indirecta en, prácticamente, todas las actividades humanas. Dejar que esta herramienta sea controlada y restringida por agentes solo interesados en su propio lucro supone un perjuicio para las sociedades. La interconectividad inalámbrica constituye una oportunidad histórica de tomar el control de nuestro propio destino. Por esta razón es hora ya que empresas, instituciones, universidad y hogares hagamos conciencia, y busquemos la manera de explotar de mejor manera este recurso.

Desde siempre el anhelo de todos los usuarios de computadores personales o de portátiles, ha sido el poder contar con el Internet en todo su hogar u oficina sin necesidad de estar relegado a un solo sitio, pudiendo movilizarse a través de toda la casa o de todas las oficinas que pueden constituir una institución o empresa. Como consecuencia de esto todos buscamos alternativas para lograr alcanzar y cumplir con esta meta, más sin embargo han aparecido múltiples dispositivos que facilitan la intercomunicación pero en algunos casos los equipos no cubren toda el área necesaria para poder tener comunicación entre los dispositivos.

La mejor manera de alcanzar este objetivo es equipar las computadoras de la oficina y las portátiles con transmisores y receptores de radio de onda corta que permita comunicarse. Todo esto hizo que más empresas busquen comercializar las redes inalámbricas, para satisfacer las necesidades de comunicación tanto a clientes como instituciones.

En la actualidad casi todas las empresas e instituciones cuentan con una red inalámbrica según el MINTEL uno de cada 20 hogares cuentan con tecnología inalámbrica llámese a estas comunicaciones con celulares a través de infrarrojos, bluetooth o las WLAN, esto ha llevado que muchas más personas se interesen por la investigación de esta tecnología que ya no es tan nueva pero que siguen siendo un aporte para la sociedad en su conjunto.

En las estadísticas gubernamentales se puede observar que cada persona de un universo de 10 tiene un artefacto que soporta comunicaciones inalámbricas en sus distintas presentaciones, lo que hace imperiosa la necesidad de investigar tecnologías complementarias que ayuden a cubrir muchas más áreas de trabajo de dispositivos electrónicos.

El objetivo del presente tema de estudio fue demostrar que mediante una red inalámbrica mesh podremos brindar un mejor servicio de intercomunicación entre computadoras, adicionalmente flexibilidad para el traslado de los computadores de un lado a otro dentro o fuera del área de cobertura del concentrador de una

WLAN institucional o empresarial, adicionando un valor agregado que es la seguridad de la información, precautelando las actividades de los usuarios de red.

De las fortalezas de la presente investigación es el poder contar con suficiente información bibliográfica, además de que se basó íntegramente en los estándares internacionales para las configuraciones, no podemos dejar de mencionar la importante colaboración de los señores Docentes de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales los cuales nos sirvieron como modelo para poder llegar alcanzar los objetivos.

Este trabajo de investigación para una mejor interpretación se lo ha estructurado en tres capítulos:

El primer capítulo corresponde a la descripción de algunos aspectos importantes de las redes Inalámbricas, de las WLAN (Wireless Local ÁREA Network) redes MESH, Bluetooth, Infrarrojos, así como información de las Seguridades, servidores, etc.

El segundo corresponde a la investigación de campo, la misma que se realizó mediante una entrevista a los docentes de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, las encuestas realizadas a los estudiantes de los últimos ciclos de la Carrera de Sistemas sobre el conocimiento de estándares y tecnologías alternativas de una red inalámbrica.

El tercer capítulo consta la fase de análisis de equipos, coberturas de la señal de radio alcance en las redes inalámbricas, previo el estudio de la factibilidad técnica-tecnológica y económica de la institución que nos prestó las facilidades para llevar a cabo la investigación.

Finalmente las conclusiones con sus respectivas recomendaciones producto del presente trabajo de investigación.

CAPITULO I

1 FUNDAMENTACION TEÓRICA DE LA RED INALÁMBRICA WLAN

Una red de área local inalámbrica, también conocida como WLAN (wireless local area network), es un sistema de comunicación inalámbrica flexible, muy utilizada como alternativa a las redes de área local cableadas o como extensión de éstas. Usan tecnologías de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Estas redes van adquiriendo importancia en muchos campos, como almacenes o para manufactura, en los que se transmite la información en tiempo real a una terminal central. También son muy populares en los hogares para compartir el acceso a Internet entre varias computadoras

Utilizan ondas de radio para llevar la información de un punto a otro sin necesidad de un medio físico guiado. Al hablar de ondas de radio nos referimos normalmente a portadoras de radio, sobre las que va la información, ya que realizan la función de llevar la energía a un receptor remoto. Los datos a transmitir se superponen a la portadora de radio y de este modo pueden ser extraídos exactamente en el receptor final.

A este proceso se le llama modulación de la portadora por la información que está siendo transmitida. Si las ondas son transmitidas a distintas frecuencias de radio, varias portadoras pueden existir en igual tiempo y espacio sin interferir entre ellas. Para extraer los datos el receptor se sitúa en una determinada frecuencia, frecuencia portadora, ignorando el resto. En una configuración típica de LAN sin cable los puntos de acceso (transceiver) conectan la red cableada de un lugar fijo mediante cableado normalizado. El punto de acceso recibe la información, la almacena y la transmite entre la WLAN y la LAN cableada. Un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios y puede funcionar en un rango de al menos treinta metros y hasta varios cientos. El punto de acceso (o la

antena conectada al punto de acceso) es normalmente colocado en alto pero podría colocarse en cualquier lugar en que se obtenga la cobertura de radio deseada. El usuario final accede a la red WLAN a través de adaptadores. Estos proporcionan una interfaz entre el sistema de operación de red del cliente (NOS: Network Operating System) y las ondas, mediante una antena.

La naturaleza de la conexión sin cable es transparente a la capa del cliente¹.

1.1 SISTEMAS DE REDES Y TENDENCIAS A LAS TELECOMUNICACIONES

Uno de los retos para las empresas es precisamente la integración de dispositivos personales en la organización. Antes las empresas asignaban un equipo de cómputo al empleado y se preocupaban de darle todas las herramientas para que se conectara de manera segura y oportuna remotamente; hoy en día las organizaciones se están abriendo y dando espacio a dispositivos personales como smartphones y tablets y eso es un gran reto, porque están dejando que los empleados tengan acceso desde sus dispositivos personales al corazón de IT, para tener conectividad, ser productivos y procesar toda la información de pedidos o ventas, entre otras cosas", explicó.

Este fenómeno, aclaró, se gestó desde hace varios años con la asignación de teléfonos celulares a los empleados que necesitaban estar en comunicación, de tal forma que los ejecutivos solían cargar dos equipos. Esa duplicidad, explica Tovar, ha ido desapareciendo con el incremento en el uso de las tablets y smartphones personales con fines de productividad empresarial.

Sin embargo, esto conlleva en muchos casos, a que ahora sean los usuarios los que paguen por utilizar su teléfono con fines laborales en vez de que las compañías paguen celulares para sus empleados, y que éstos los utilicen para fines personales. Ante esta perspectiva, Tovar considera que la conectividad se dará

¹Tomado del Diccionario Digital Wikipedia:
http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_%C3%A1rea_local_inal%C3%A1brica

más allá de quién pague el internet: "Cada empresa va a tener un modelo diferente, hay algunas como Cisco que permiten el trabajo en casa, pero también creo que se generarán sistemas híbridos y que no es obligación del empleado poner a disposición de la empresa el uso de su dispositivo, pero sí es una tendencia que estaremos viendo en los próximos años.

Por otro lado, en lo que se refiere a telecomunicaciones móviles, el analista considera que vamos a ver crecimiento en algunos servicios, como el de plan de marcación corta desde un conmutador con telefonía fija hacia una red de teléfonos móviles. "Se verá este servicio de marcación de cuatro dígitos para comunicarse con los celulares empresariales; Alestra ya lo está ofreciendo, de hecho se ha aliado con Telefónica para ofrecer algunos servicios, como la marcación corta en redes corporativas", expresó.

De hecho, de acuerdo con gráficos de Select, proporcionados por su gerente de redes y telecomunicaciones, la penetración de las líneas fijas descendió de 2010 a 2011. Esta tendencia es aún más marcada en el mercado empresarial que en el residencial, cuya participación de mercado en número de líneas se redujo de 27% en 2010 a 24% el año pasado. "Es importante que los operadores encuentren formas alternativas de sustituir esos ingresos"

Paralelamente al descenso en el uso de telefonía fija, el uso de internet se incrementó de 2010 a 2011. La gráfica de Select muestra un incremento en el uso de ancho de banda tanto para los operadores fijos (11%) como para los cableros (21%) y los operadores móviles, los cuales experimentaron un fuerte crecimiento de 180% contra su participación de banda ancha en el 2010.

Finalmente, en términos de telecomunicaciones, este año se hablará mucho de la migración a IPv6. Sin embargo, no es un tema que impactará mucho al mercado.

IPv6 surge como una necesidad de asignar direcciones IP no solamente a los equipos de cómputo, sino también a las tablets, smartphones y otros dispositivos. Tovar explica que, de acuerdo con los operadores, la cantidad de direcciones IP asignadas son suficientes para cubrir la demanda de los años que vienen. Sin

embargo, "la mayoría de los fabricantes de equipo de telecomunicaciones ya están incluyendo versiones de IPv6, de tal manera que hoy en día todos los equipos que se están moviendo en el mercado ya cuentan con IPv6"²

1.1.1 SISTEMAS DE REDES

Una red de computadoras, también llamada red de ordenadores, red de comunicaciones de datos o red informática, es un conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios.

Como en todo proceso de comunicación se requiere de un emisor, un mensaje, un medio y un receptor. La finalidad principal para la creación de una red de computadoras es compartir los recursos y la información en la distancia, asegurar la confiabilidad y la disponibilidad de la información, aumentar la velocidad de transmisión de los datos y reducir el costo general de estas acciones. Un ejemplo es Internet, la cual es una gran red de millones de computadoras ubicadas en distintos puntos del planeta interconectadas básicamente para compartir información y recursos.

La estructura y el modo de funcionamiento de las redes informáticas actuales están definidos en varios estándares, siendo el más importante y extendido de todos ellos el modelo TCP/IP basado en el modelo de referencia OSI. Este último, estructura cada red en siete capas con funciones concretas pero relacionadas entre sí; en TCP/IP se reducen a cuatro capas. Existen multitud de protocolos repartidos por cada capa, los cuales también están regidos por sus respectivos estándares.

²Tomado de la revista digital PCWorld: <http://www.pcworld.com.mx/Articulos/21051.htm>

1.1.2 ELEMENTOS DE UNA RED INALAMBRICA

1.1.2.1 SERVIDOR

En informática, un servidor es una computadora que forma parte de una red, provee servicios a otras computadoras denominadas clientes.

También se suele denominar con la palabra servidor a:

Una aplicación informática o programa que realiza algunas tareas en beneficio de otras aplicaciones llamadas clientes. Algunos servicios habituales son los servicios de archivos, que permiten a los usuarios almacenar y acceder a los archivos de una computadora y los servicios de aplicaciones, que realizan tareas en beneficio directo del usuario final. Este es el significado original del término. Es posible que un ordenador cumpla simultáneamente las funciones de cliente y de servidor.



Grafico. 1.1: Servidor de Rack

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor>

Una computadora en la que se ejecuta un programa que realiza alguna tarea en beneficio de otras aplicaciones llamadas clientes, tanto si se trata de un ordenador central (*mainframe*), un miniordenador, una computadora personal, una PDA o un sistema embebido; sin embargo, hay computadoras destinadas únicamente a proveer los servicios de estos programas: estos son los servidores por antonomasia.

Un servidor no es necesariamente una máquina de última generación de grandes proporciones, no es necesariamente un superordenador; un servidor puede ser

desde una computadora vieja, hasta una máquina sumamente potente (ej.: servidores web, bases de datos grandes, etc. Procesadores especiales y hasta varios terabytes de memoria). Todo esto depende del uso que se le dé al servidor. Si usted lo desea, puede convertir al equipo desde el cual usted está leyendo esto en un servidor instalando un programa que trabaje por la red y a la que los usuarios de su red ingresen a través de un programa de servidor web como Apache.

Hay algunos tipos comunes de servidores: *es el que almacena varios tipos de archivos y los distribuye a otros clientes en la red.*

- **Servidor de impresiones:** controla una o más impresoras y acepta trabajos de impresión de otros clientes de la red, poniendo en cola los trabajos de impresión (aunque también puede cambiar la prioridad de las diferentes impresiones), y realizando la mayoría o todas las otras funciones que en un sitio de trabajo se realizaría para lograr una tarea de impresión si la impresora fuera conectada directamente con el puerto de impresora del sitio de trabajo.
- **Servidor de correo:** almacena, envía, recibe, enruta y realiza otras operaciones relacionadas con email para los clientes de la red.
- **Servidor de fax:** almacena, envía, recibe, enruta y realiza otras funciones necesarias para la transmisión, la recepción y la distribución apropiadas de los fax.
- **Servidor de la telefonía:** realiza funciones relacionadas con la telefonía, como es la de contestador automático, realizando las funciones de un sistema interactivo para la respuesta de la voz, almacenando los mensajes de voz, encaminando las llamadas y controlando también la red o el Internet, p. ej., la entrada excesiva de la voz sobre IP (VoIP), etc.
- **Servidor proxy:** realiza un cierto tipo de funciones a nombre de otros clientes en la red para aumentar el funcionamiento de ciertas operaciones (p. ej., prefetching y depositar documentos u otros datos que se soliciten muy

frecuentemente), también proporciona servicios de seguridad, o sea, incluye un cortafuegos. Permite administrar el acceso a internet en una red de computadoras permitiendo o negando el acceso a diferentes sitios Web.

- **Servidor del acceso remoto (RAS):** controla las líneas de módem de los monitores u otros canales de comunicación de la red para que las peticiones conecten con la red de una posición remota, responde llamadas telefónicas entrantes o reconoce la petición de la red y realiza la autenticación necesaria y otros procedimientos necesarios para registrar a un usuario en la red.
- **Servidor de uso:** realiza la parte lógica de la informática o del negocio de un uso del cliente, aceptando las instrucciones para que se realicen las operaciones de un sitio de trabajo y sirviendo los resultados a su vez al sitio de trabajo, mientras que el sitio de trabajo realiza la interfaz operadora o la porción del GUI del proceso (es decir, la lógica de la presentación) que se requiere para trabajar correctamente.
- **Servidor web:** almacena documentos HTML, imágenes, archivos de texto, escrituras, y demás material Web compuesto por datos (conocidos colectivamente como contenido), y distribuye este contenido a clientes que la piden en la red.
- **Servidor de base de datos:** provee servicios de base de datos a otros programas u otras computadoras, como es definido por el modelo cliente-servidor. También puede hacer referencia a aquellas computadoras (servidores) dedicadas a ejecutar esos programas, prestando el servicio.
- **Servidor de reserva:** tiene el software de reserva de la red instalado y tiene cantidades grandes de almacenamiento de la red en discos duros u otras formas del almacenamiento (cinta, etc.) disponibles para que se utilice con el fin de asegurarse de que la pérdida de un servidor principal no afecte a la red. Esta técnica también es denominada clustering.

- **Servidor de Seguridad:** Tiene software especializado para detener intrusiones maliciosas, normalmente tienen antivirus, antispymware, antimalware, además de contar con cortafuegos redundantes de diversos niveles y/o capas para evitar ataques, los servidores de seguridad varían dependiendo de su utilización e importancia.

1.1.2.2 TERMINALES

En informática una estación de trabajo (*workstation*) es un microordenador de altas prestaciones destinado para trabajo técnico o científico. En una red de computadoras, es una computadora que facilita a los usuarios el acceso a los servidores y periféricos de la red. A diferencia de una computadora aislada, tiene una tarjeta de red y está físicamente conectada por medio de cables u otros medios no guiados con los servidores. Los componentes para servidores y estaciones de trabajo alcanzan nuevos niveles de rendimiento informático, al tiempo que ofrecen fiabilidad, compatibilidad, escalabilidad y arquitectura avanzada ideales para entornos multiproceso.

Lo de las computadoras en general, las computadoras promedio de hoy en día son más poderosas que las mejores estaciones de trabajo de una generación atrás. Como resultado, el mercado de las estaciones de trabajo se está volviendo cada vez más especializado, ya que muchas operaciones complejas que antes requerían sistemas de alto rendimiento pueden ser ahora dirigidas a computadores de propósito general. Sin embargo, el hardware de las estaciones de trabajo está optimizado para situaciones que requieren un alto rendimiento y fiabilidad, donde generalmente se mantienen operativas en situaciones en las cuales cualquier computadora personal tradicional dejaría rápidamente de responder.

Actualmente las estaciones de trabajo suelen ser vendidas por grandes fabricantes de ordenadores como HP o Dell y utilizan CPUs x86-64 como Intel Xeon o AMD Opteron ejecutando Microsoft Windows o GNU/Linux. Apple Inc. y Sun

Microsystems comercializan también su propio sistema operativo tipo UNIX para sus workstations

1.1.2.3 ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto se denomina *espectro electromagnético* o simplemente *espectro* a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia.

Dicha radiación sirve para identificar la sustancia de manera análoga a una huella dactilar. Los espectros se pueden observar mediante espectroscopios que, además de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas sobre el mismo, como son la longitud de onda, la frecuencia y la intensidad de la radiación

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio. Se cree que el límite para la longitud de onda más pequeña posible es la longitud de Planck mientras que el límite máximo sería el tamaño del Universo aunque formalmente el espectro electromagnético es infinito y continuo

1.1.2.4 MEDIO AMBIENTE

Por medio ambiente se entiende todo lo que rodea a un ser vivo. Acondiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o de la sociedad en su vida.¹ Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también comprende seres vivos entre otros

objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura. El 5 de junio se celebra el Día Mundial del Medio Ambiente.

1.1.2.5 SWITCH INHALAMBRICO

Switch traducido significa interruptor. Se trata de un dispositivo utilizado en redes de área local inalámbrica (WLAN - Wireless Local Area Network), una red local inalámbrica es aquella que cuenta con una interconexión de computadoras relativamente cercanas sin necesidad de cables, ya que se comunican por medio de ondas de radio. La función primordial del Switch inalámbrico es unir varias redes entre sí sin examinar la información, lo que le permite trabajar de manera muy veloz, ya que solo evalúa la dirección de destino, aunque actualmente se combinan con la tecnología Router para actuar como filtros y evitar el paso de tramas de datos dañadas.

1.1.2.6 ACCES POINT

Un punto de acceso inalámbrico (WAP o AP por sus siglas en inglés: Wireless Access Point) en redes de computadoras es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación alámbrica para formar una red inalámbrica. Normalmente un WAP también puede conectarse a una red cableada, y puede transmitir datos entre los dispositivos conectados a la red cable y los dispositivos inalámbricos. Muchos WAPs pueden conectarse entre sí para formar una red aún mayor, permitiendo realizar "roaming". Por otro lado, una red donde los dispositivos cliente se administran a sí mismos —sin la necesidad de un punto de acceso— se convierten en una red ad-hoc. Los puntos de acceso inalámbricos tienen direcciones IP asignadas, para poder ser configurados. Los puntos de acceso (AP) son dispositivos que permiten la conexión inalámbrica de un equipo móvil de cómputo con una red. Generalmente los puntos de acceso tienen como función principal permitir la conectividad con la red, delegando la tarea de ruteo y direccionamiento a servidores, ruteadores y switches. La mayoría de los AP

siguen el estándar de comunicación 802.11 de la IEEE lo que permite una compatibilidad con una gran variedad de equipos inalámbricos. Algunos equipos incluyen tareas como la configuración de la función de ruteo, de direccionamiento de puertos, seguridad y administración de usuarios. Estas funciones responden ante una configuración establecida previamente. Al fortalecer la interoperabilidad entre los servidores y los puntos de acceso, se puede lograr mejoras en el servicio que ofrecen, por ejemplo, la respuesta dinámica ante cambios en la red y ajustes de la configuración de los dispositivos. Los AP son el enlace entre las redes cableadas y las inalámbricas. El uso de varios puntos de acceso permite el servicio de roaming. El surgimiento de estos dispositivos ha permitido el ahorro de nuevos cableados de red. Un AP con el estándar IEEE 802.11b tiene un radio de 100 m aproximadamente

Son los encargados de crear la red, están siempre a la espera de nuevos clientes a los que dan servicios. El punto de acceso recibe la información, la almacena y la transmite entre la WLAN (Wireless LAN) y la LAN cableada.

Un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios y puede funcionar en un rango de al menos treinta metros y hasta varios cientos. Este o su antena normalmente se colocan en alto pero podría colocarse en cualquier lugar en que se obtenga la cobertura de radio deseada.

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

1.1.2.7 TARJETAS DE RED INALAMBRICAS

Una tarjeta de red o adaptador de red es un periférico que permite la comunicación con aparatos conectados entre sí y también permite compartir

recursos entre dos o más computadoras (discos duros, CD-ROM, impresoras, etc). A las tarjetas de red también se les llama NIC (por *network interface card*; en español "tarjeta de interfaz de red"). Hay diversos tipos de adaptadores en función del tipo de cableado o arquitectura que se utilice en la red (coaxial fino, coaxial grueso, Token Ring, etc.), pero actualmente el más común es del tipo Ethernet utilizando una interfaz o conector RJ-45.

Aunque el término tarjeta de red se suele asociar a una tarjeta de expansión insertada en una ranura interna de un computador o impresora, se suele utilizar para referirse también a dispositivos integrados (del inglés *embedded*) en la placa madre del equipo, como las interfaces presentes en las videoconsolas Xbox o las computadoras portátiles. Igualmente se usa para expansiones con el mismo fin que en nada recuerdan a la típica tarjeta con chips y conectores soldados, como la interfaz de red para la Sega Dreamcast, las PCMCIA, o las tarjetas con conector y factor de forma CompactFlash y Secure Digital SIO utilizados en PDAs.

Cada tarjeta de red tiene un número de identificación único de 48 bits, en hexadecimal llamado dirección MAC (no confundir con Apple Macintosh). Estas direcciones hardware únicas son administradas por el Institute of Electronic and Electrical Engineers (IEEE). Los tres primeros octetos del número MAC son conocidos como OUI e identifican a proveedores específicos y son designados por la IEEE.

Se denomina también NIC al circuito integrado de la tarjeta de red que se encarga de servir como interfaz de Ethernet entre el medio físico (por ejemplo un cable coaxial) y el equipo (por ejemplo una computadora personal o una impresora). Es un circuito integrado usado en computadoras o periféricos tales como las tarjetas de red, impresoras de red o sistemas integrados (*embed* en inglés), para conectar dos o más dispositivos entre sí a través de algún medio, ya sea conexión inalámbrica, cable UTP, cable coaxial, fibra óptica, etc.

La mayoría de tarjetas traen un zócalo vacío rotulado BOOT ROM, para incluir una ROM opcional que permite que el equipo arranque desde un servidor de la red con una imagen de un medio de arranque (generalmente un disquete), lo que

permite usar equipos sin disco duro ni unidad de disquete. El que algunas placas madre ya incorporen esa ROM en su BIOS y la posibilidad de usar tarjetas CompactFlash en lugar del disco duro con sólo un adaptador, hace que comience a ser menos frecuente, principalmente en tarjetas de perfil bajo

También son NIC las tarjetas inalámbricas o wireless, las cuales vienen en diferentes variedades dependiendo de la norma a la cual se ajusten, usualmente son 802.11a, 802.11b y 802.11g. Las más populares son la 802.11b que transmite a 11 Mbit/s (1,375 MB/s) con una distancia teórica de 100 metros y la 802.11g que transmite a 54 Mbit/s (6,75 MB/s).

La velocidad real de transferencia que llega a alcanzar una tarjeta WiFi con protocolo 11.b es de unos 4 Mbit/s (0,5 MB/s) y las de protocolo 11.g llegan como máximo a unos 20 Mbit/s^[cita requerida]. Actualmente el protocolo que se viene utilizando es 11.n que es capaz de transmitir 600 Mbit/s. Actualmente la capa física soporta una velocidad de 300 Mbit/s, con el uso de dos flujos espaciales en un canal de 40 MHz. Dependiendo del entorno, esto puede traducirse en un rendimiento percibido por el usuario de 100 Mbit/s.

1.2 BLUETOOTH

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar los cables y conectores entre éstos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Los dispositivos que con mayor frecuencia utilizan esta tecnología pertenecen a sectores de las telecomunicaciones y la informática personal, como PDA, teléfonos móviles, computadoras portátiles.

El nombre procede del rey danés y noruego Harald Blåtand, cuya traducción al inglés es Harald Bluetooth, conocido por unificar las tribus noruegas, suecas y danesas y por convertirlos al cristianismo. La idea de este nombre fue propuesta por Jim Kardach que desarrolló un sistema que permitiría a los teléfonos móviles comunicarse con los ordenadores y unificar la comunicación de los sistemas digitales.

El logo de Bluetooth son las runas de las iniciales del nombre y el apellido. ✠ la (Hagall) y la ᚷ (Berkana).

Se denomina Bluetooth al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, que requieren corto alcance de emisión y basados en transceptores de bajo costo.

Los dispositivos que incorporan este protocolo pueden comunicarse entre ellos cuando se encuentran dentro de su alcance. Las comunicaciones se realizan por radiofrecuencia de forma que los dispositivos no tienen que estar alineados y pueden incluso estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión es suficiente. Estos dispositivos se clasifican como "Clase 1", "Clase 2" o "Clase 3" en referencia a su potencia de transmisión, siendo totalmente compatibles los dispositivos de una clase con los de las otras

En la mayoría de los casos, la cobertura efectiva de un dispositivo de clase 2 se extiende cuando se conecta a un transceptor de clase 1. Esto es así gracias a la mayor sensibilidad y potencia de transmisión del dispositivo de clase 1, es decir, la mayor potencia de transmisión del dispositivo de clase 1 permite que la señal

llegue con energía suficiente hasta el de clase 2. Por otra parte la mayor sensibilidad del dispositivo de clase 1 permite recibir la señal del otro pese a ser más débil.

Los dispositivos con Bluetooth también pueden clasificarse según su ancho de banda:

Versión	Ancho de banda
Versión 1.2	1 Mbit/s
Versión 2.0 + EDR	3 Mbit/s
Versión 3.0 + HS	24 Mbit/s
Versión 4.0	24 Mbit/s

Tabla 1.1: Tipos de Versiones de Bluetooth

Fuente:<http://es.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

La utilidad Bluetooth fue desarrollada como un reemplazo del cable en 1994 por Jaap Haartsen y Mattisson Sven, que estaban trabajando para Ericsson en Lund, Suecia. La utilidad se basa en la tecnología de saltos de frecuencia de amplio espectro.

Las prestaciones fueron publicadas por el Bluetooth Special Interest Group (SIG). El SIG las anunció formalmente el 20 de mayo de 1998. Hoy cuenta con una membresía de más de 14.000 empresas en todo el mundo. Fue creado por Ericsson, IBM, Intel, Toshiba y Nokia, y posteriormente se sumaron muchas otras compañías. Todas las versiones de los estándares de Bluetooth están diseñadas para la compatibilidad hacia abajo, que permite que el último estándar cubra todas las versiones anteriores

La especificación de Bluetooth define un canal de comunicación de máximo 720 kbit/s (1 Mbit/s de capacidad bruta) con rango óptimo de 10 m (opcionalmente 100 m con repetidores).

La frecuencia de radio con la que trabaja está en el rango de 2,4 a 2,48 GHz con amplio espectro y saltos de frecuencia con posibilidad de transmitir en Full Duplex con un máximo de 1600 saltos/s. Los saltos de frecuencia se dan entre un total de 79 frecuencias con intervalos de 1 MHz; esto permite dar seguridad y robustez.

La potencia de salida para transmitir a una distancia máxima de 10 metros es de 0 dBm (1 mW), mientras que la versión de largo alcance transmite entre 20 y 30 dBm (entre 100 mW y 1 W).

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

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

Arquitectura hardware

El hardware que compone el dispositivo Bluetooth está compuesto por dos partes:

- un dispositivo de radio, encargado de modular y transmitir la señal
- un controlador digital, compuesto por una CPU, por un procesador de señales digitales (DSP - Digital Signal Processor) llamado Link Controller (o controlador de Enlace) y de las interfaces con el dispositivo anfitrión.

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

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

1.2.1 BLUETOOTH v1.0 y v1.0b

Las versiones 1.0 y 1.0b han tenido muchos problemas, y los fabricantes tenían dificultades para hacer sus productos interoperables. Las versiones 1.0 y 1.0b incluyen en hardware de forma obligatoria la dirección del dispositivo Bluetooth (BD_ADDR) en la transmisión (el anonimato se hace imposible a nivel de protocolo), lo que fue un gran revés para algunos servicios previstos para su uso en entornos Bluetooth.

1.2.2 BLUETOOTH v1.1

- Ratificado como estándar IEEE 802.15.1-2002
- Muchos errores en las especificaciones 1.0b se corrigieron.
- Añadido soporte para canales no cifrados.

- Indicador de señal recibida (RSSI).

1.2.3 BLUETOOTH v1.2

Esta versión es compatible con USB 1.1 y las principales mejoras son las siguientes:

- Una conexión más rápida y Discovery (detección de otros dispositivos bluetooth).
- Salto de frecuencia adaptable de espectro ampliado (AFH), que mejora la resistencia a las interferencias de radio frecuencia, evitando el uso de las frecuencias de lleno en la secuencia de saltos.
- Mayor velocidad de transmisión en la práctica, de hasta 721 kbit/s,³ que en v1.1.
- Conexiones Sincrónicas extendidas (ESCO), que mejoran la calidad de la voz de los enlaces de audio al permitir la retransmisión de paquetes corruptos, y, opcionalmente, puede aumentar la latencia de audio para proporcionar un mejor soporte para la transferencia de datos simultánea.
- Host Controller Interface (HCI) el apoyo a tres hilos UART.
- Ratificado como estándar IEEE 802.15.1-20054
- Introdujo el control de flujo y los modos de retransmisión de L2CAP.

1.2.4 BLUETOOTH v2.0 + EDR

Esta versión de la especificación principal Bluetooth fue lanzado en 2004 y es compatible con la versión anterior 1.2. La principal diferencia es la introducción de una velocidad de datos mejorada (EDR "Enhanced Data Rate" "mayor velocidad de transmisión de datos") para acelerar la transferencia de datos. La tasa nominal de EDR es de 3 Mbit / s,³ aunque la tasa de transferencia de datos práctica es de 2,1 Mbit / s.³ EDR utiliza una combinación de GFSK y Phase Shift Keying modulación (PSK) con dos variantes, $\pi/4$ -DQPSK y 8DPSK.⁵ EDR puede

proporcionar un menor consumo de energía a través de un ciclo de trabajo reducido.

La especificación se publica como "Bluetooth v2.0 + EDR", lo que implica que EDR es una característica opcional. Aparte de EDR, hay otras pequeñas mejoras en la especificación 2.0, y los productos pueden reclamar el cumplimiento de "Bluetooth v2.0" sin el apoyo de la mayor tasa de datos. Por lo menos un dispositivo de estados comerciales "sin EDR Bluetooth v2.0" en su ficha técnica.⁶

1.2.5 BLUETOOTH v2.1+EDR

Bluetooth Core Version especificación 2.1 + EDR es totalmente compatible con 1.2, y fue adoptada por el Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group) el 26 de julio de 2007.⁵

La función de titular de la 2.1 es Secure Simple Pairing (SSP): se mejora la experiencia de emparejamiento de dispositivos Bluetooth, mientras que el aumento del uso y la fuerza de seguridad. Vea la sección de enlace de abajo para más detalles.⁷

2.1 permite a otras mejoras, incluida la "respuesta amplia investigación" (EIR), que proporciona más información durante el procedimiento de investigación para permitir un mejor filtrado de los dispositivos antes de la conexión, y oler subrating, lo que reduce el consumo de energía en modo de bajo consumo.

1.2.6 BLUETOOTH v3.0 + HS

La versión 3.0 + HS de la especificación principal Bluetooth⁵ fue aprobado por el Bluetooth SIG el 21 de abril de 2009. Bluetooth 3.0 + HS soporta velocidades de transferencia de datos teórica de hasta 24 Mbit / entre sí, aunque no a través del enlace Bluetooth propiamente dicho. La conexión Bluetooth nativa se utiliza para

la negociación y el establecimiento mientras que el tráfico de datos de alta velocidad se realiza mediante un enlace 802.11. Su principal novedad es AMP (Alternate MAC / PHY), la adición de 802,11 como transporte de alta velocidad. Estaban inicialmente previstas dos tecnologías para incorporar en AMP: 802.11 y UWB, pero finalmente UWB no se encuentra en la especificación.

La incorporación de la transmisión a alta velocidad no es obligatoria en la especificación y por lo tanto, los dispositivos marcados con "+ HS" incorporan el enlace 802.11 de alta velocidad de transferencia de datos. Un dispositivo Bluetooth 3.0, sin el sufijo "+ HS" no apoyará a alta velocidad, y sólo admite una característica introducida en Bluetooth 3.0 + HS (o en CSA1).⁹

Alternativa MAC / PHY

Permite el uso de alternativas MAC y PHY para el transporte de datos de perfil Bluetooth. La radio Bluetooth está siendo utilizada para la detección de dispositivos, la conexión inicial y configuración del perfil, sin embargo, cuando deben enviarse grandes cantidades de datos, se utiliza PHY MAC 802.11 (por lo general asociados con Wi-Fi) para transportar los datos. Esto significa que el modo de bajo poder de la conexión Bluetooth se utiliza cuando el sistema está inactivo, y la radio 802.11 cuando se necesitan enviar grandes cantidades de datos.

Unicast de datos sin conexión

Datos de los permisos de servicio para ser enviado sin establecer un canal L2CAP explícito. Está diseñado para su uso en aplicaciones que requieren baja latencia entre la acción del usuario y la reconexión / transmisión de datos. Esto sólo es adecuado para pequeñas cantidades de datos. Control de energía mejorada Actualización de la función de control de potencia para eliminar el control de lazo abierto de energía, y también para aclarar las ambigüedades en el control del poder presentado por los esquemas de modulación nuevo añadido para EDR.

Control de potencia mejorada elimina las ambigüedades mediante la especificación de la conducta que se espera. Esta característica también añade control de potencia de bucle cerrado, es decir, RSSI filtrado puede empezar como se recibe la respuesta. Además, un "ir directamente a la máxima potencia" solicitud ha sido introducido. Con ello se espera abordar el tema auriculares pérdida de enlace normalmente se observa cuando un usuario pone su teléfono en un bolsillo en el lado opuesto a los auriculares. La alta velocidad (AMP) característica de la versión 3.0 de Bluetooth se basa en 802,11, pero el mecanismo de AMP fue diseñado para ser utilizado con otras radios también. Fue pensado originalmente para UWB, pero la WiMedia Alliance, el organismo responsable por el sabor de la UWB destinado a Bluetooth, anunciado en marzo de 2009 que fue la disolución. El 16 de marzo de 2009, la WiMedia Alliance anunció que iba a entrar en acuerdos de transferencia de tecnología para la WiMedia Ultra-Wideband (UWB) especificaciones. WiMedia ha transferido todas las especificaciones actuales y futuros, incluido el trabajo sobre el futuro de alta velocidad y las implementaciones de energía optimizado, el Bluetooth Special Interest Group (SIG), Wireless USB Promoter Group y el Foro de Implementadores USB. Después de la finalización con éxito de la transferencia de tecnología, marketing y relacionados con cuestiones administrativas, la WiMedia Alliance dejará de operar.^{10 11 12 13 14}

En octubre de 2009, el Bluetooth especial de desarrollo del Grupo de Interés en suspensión de UWB como parte de la alternativa MAC / PHY, v3.0 + Bluetooth solución HS. Un número pequeño, pero significativo, de antiguos miembros de WiMedia no tenía y no iba a firmar con los acuerdos necesarios para la transferencia de propiedad intelectual. El SIG de Bluetooth se encuentra ahora en el proceso de evaluar otras opciones para su plan de acción a largo plazo.¹⁵

1.2.7 BLUETOOTH v4.0

El SIG de Bluetooth ha completado la especificación del Núcleo de Bluetooth en su versión 4.0, que incluye Bluetooth clásico, Bluetooth de alta la velocidad y protocolos Bluetooth de bajo consumo. Bluetooth de alta velocidad se basa en Wi-Fi, y Bluetooth clásico consta de protocolos Bluetooth legado. Esta versión ha sido adoptada el 30 de junio de 2010. Bluetooth baja energía (BLE) es un subconjunto de Bluetooth v4.0 con una pila de protocolo completamente nuevo para la rápida acumulación de enlaces sencillos. Como alternativa a los protocolos estándar de Bluetooth que se introdujeron en Bluetooth v1.0 a v4.0 está dirigido a aplicaciones de potencia muy baja corriendo una célula de la moneda. Diseños de chips permiten dos tipos de implementación, de modo dual, de modo único y mejoradas versiones anteriores.

- En una implementación de un solo modo de la pila de protocolo de energía de baja se lleva a cabo únicamente. RSE16 Nordic Semiconductor¹⁷ y Texas Instruments¹⁸ han dado a conocer solo las soluciones Bluetooth modo de baja energía.

En una puesta en práctica de modo dual, funcionalidad Bluetooth de bajo consumo se integra en un controlador Bluetooth clásico existente. En la actualidad (2011-03) las empresas de semiconductores han anunciado la disponibilidad de chips de cumplimiento de la norma: Atheros, CSR, Broadcom¹⁹ ²⁰ y Texas Instruments. Las acciones de arquitectura compatible con todas las de la radio actual Bluetooth clásico y la funcionalidad que resulta en un aumento del costo insignificante en comparación con Bluetooth Classic. El 12 de junio de 2007, Nokia y Bluetooth SIG anunciaron que Wibree formará parte de la especificación Bluetooth, como una tecnología de muy bajo consumo Bluetooth.²¹

El 17 de diciembre de 2009, el Bluetooth SIG adoptado la tecnología Bluetooth de bajo consumo como el rasgo distintivo de la versión 4.0.²² Los nombres provisionales Wibree y Bluetooth ULP (Ultra Low energía) fueron abandonados y el nombre BLE se utilizó durante un tiempo. A finales de 2011, los nuevos

logotipos "Smart Bluetooth Ready" para los anfitriones y "Smart Bluetooth" para los sensores se presentó como la cara pública del general BLE.²³

Costo reducido de un solo modo de fichas, lo que permitirá a los dispositivos altamente integrada y compacta y con una ligera capa de enlace de proporcionar ultra-bajo la operación de energía en modo inactivo, la detección de dispositivos simples y confiables de punto a multipunto de transferencia de datos con avanzadas de ahorro de energía y seguridad conexiones encriptadas con el menor coste posible

1.3 INFRARROJOS

Las redes por infrarrojos nos permiten la comunicación entre dos modos, usando una serie de leds infrarrojos para ello. Se trata de emisores/receptores de las ondas infrarrojas entre ambos dispositivos, cada dispositivo necesita al otro para realizar la comunicación por ello es escasa su utilización a gran escala.

Esa es su principal desventaja, a diferencia de otros medios de transmisión inalámbricos (Bluetooth, Wireless, etc.)

Los patrones de radiación del emisor y del receptor deben de estar lo más cerca posible y que su alineación sea correcta. Como resultado, el modo punto-a-punto requiere una línea-de-visión entre las dos estaciones a comunicarse. Este modo punto-a-punto conectado a cada estación

Son métodos de emisión radial, es decir que cuando una estación emite una señal óptica, ésta puede ser recibida por todas las estaciones al mismo tiempo en la célula. En el modo casi-difuso las estaciones se comunican entre si, por medio de superficies reflectantes. No es necesaria la línea-de-visión entre dos estaciones, pero sí deben de estarlo con la superficie de reflexión. Además es recomendable que las estaciones estén cerca de la superficie de reflexión, ésta puede ser pasiva ó

activa. En las células basadas en reflexión pasiva, el reflector debe de tener altas propiedades reflectivas y dispersivas, mientras que en las basadas en reflexión activa se requiere de un dispositivo de salida reflexivo, conocido como satélite, que amplifica la señal óptica. La reflexión pasiva requiere más energía, por parte de las estaciones, pero es más flexible de usar

El poder de salida de la señal óptica de una estación, debe ser suficiente para llenar completamente el total del cuarto, mediante múltiples reflexiones, en paredes y obstáculos del cuarto. Por lo tanto la línea-de-vista no es necesaria y la estación se puede orientar hacia cualquier lado. El modo difuso es el más flexible, en términos de localización y posición de la estación, sin embargo esta flexibilidad esta a costa de excesivas emisiones ópticas. Por otro lado la transmisión punto-a-punto es el que menor poder óptico consume, pero no debe de haber obstáculos entre las dos estaciones. Es más recomendable y más fácil de implementar el modo de radiación casi-difuso. La tecnología infrarroja está disponible para soportar el ancho de banda de Ethernet, ambas reflexiones son soportadas (por satélites y reflexiones pasivas)

1.4 REDES AD HOC

Una red ad hoc es una red inalámbrica descentralizada.¹ La red es ad hoc porque cada nodo está preparado para reenviar datos a los demás, los routers llevan normalmente, a cabo esa función. También difiere de las redes inalámbricas convencionales en las que un nodo especial, llamado punto de acceso, gestiona las comunicaciones con el resto de nodos.

Las redes ad hoc antiguas fueron las PRNETs de los años 70, promovidas por la agencia DARPA del Departamento de Defensa de los Estados Unidos después del proyecto ALOHAnet.

La naturaleza descentralizada de las redes ad hoc hace de ellas las más adecuadas en aquellas situaciones en las que no puede confiarse en un modo central y mejora su escalabilidad comparada con las redes inalámbricas tradicionales, desde el punto de vista teórico² y práctico³

Las redes ad hoc son también útiles en situaciones de emergencia, como desastres naturales o conflictos bélicos, al requerir muy poca configuración y permitir un despliegue rápido. El protocolo de encaminamiento dinámico permite que entren en funcionamiento en un tiempo muy reducido.

Por su aplicación pueden clasificarse como:

- Redes móviles ad hoc (MANETs).
- Redes inalámbricas mesh.
- Redes de sensores.

1.5 REDES DE SENSORES

Una red de sensores (del inglés sensor network) es una red de ordenadores pequeñísimos («nodos»), equipados con sensores, que colaboran en una tarea común.

Las redes de sensores están formadas por un grupo de sensores con ciertas capacidades sensitivas y de comunicación inalámbrica los cuales permiten formar redes ad hoc sin infraestructura física preestablecida ni administración central.

Las redes de sensores es un concepto relativamente nuevo en adquisición y tratamiento de datos con múltiples aplicaciones en distintos campos tales como entornos industriales, domótica, entornos militares, detección ambiental.

Esta clase de redes se caracterizan por su facilidad de despliegue y por ser auto configurables, pudiendo convertirse en todo momento en emisor, receptor, ofrecer servicios de encaminamiento entre nodos sin visión directa, así como registrar

datos referentes a los sensores locales de cada nodo. Otra de sus características es su gestión eficiente de la energía, que les permite obtener una alta tasa de autonomía que las hacen plenamente operativas.

La miniaturización de ordenadores creciente dio a luz la idea de desarrollar computadoras extremadamente pequeñas y baratas que se comunican de forma inalámbrica y se organizan autónomamente. La idea de estas redes es repartir aleatoriamente estos nodos en un territorio grande, el cual los nodos observan hasta que sus recursos energéticos se agoten. Los atributos «pequeño», «barato» y «autónomo» dieron a conocer la idea como polvo inteligente (smart dust).

Por el momento, las redes de sensores es un tema muy activo de investigación en varias universidades, aunque ya empiezan a existir aplicaciones comerciales basadas en este tipo de redes. La red de sensores hasta la fecha más grande consistió de 800 nodos y fue puesta en servicio el 27 de agosto de 2001 para duración breve en la universidad de Berkeley para demostrar la potencia de esa técnica en una presentación. Algunos sistemas han resultado ser aplicable muy variadamente, por ejemplo Berkeley Motes, Pico-Radio, Smart-Dust y WINS.

La evolución de redes de sensores tiene su origen en iniciativas militares. Por eso no hay mucha información sobre la fuente de la idea.

Como predecesor de las redes de sensores modernos se considera Sound Surveillance System (SOSUS), una red de boyas sumergidas instaladas en los Estados Unidos durante la Guerra Fría para detectar submarinos usando sensores de sonido.

La investigación en redes de sensores cerca de 1980 comenzó con el proyecto Distributed Sensor Networks (DSN) de la agencia militar de

investigación avanzada de Estados Unidos Defense Advanced Research Projects Agency(DARPA).

Es probable que hoy mismo haya proyectos militares que sigan haciendo investigaciones en esa área.

Áreas de aplicación

Pasando de largo las aplicaciones militares, éstas tienen usos civiles interesantes como vemos a continuación:

- Eficiencia energética: Red de sensores se utilizan para controlar el uso eficaz de la electricidad, como el caso de Japón y España.
- Entornos de alta seguridad: Existen lugares que requieren altos niveles de seguridad para evitar ataques terroristas, tales como centrales nucleares, aeropuertos, edificios del gobierno de paso restringido. Aquí gracias a una red de sensores se pueden detectar situaciones que con una simple cámara sería imposible.
- Sensores ambientales: El control ambiental de vastas áreas de bosque o de océano, sería imposible sin las redes de sensores. El control de múltiples variables, como temperatura, humedad, fuego, actividad sísmica así como otras. También ayudan a expertos a diagnosticar o prevenir un problema o urgencia y además minimiza el impacto ambiental de la presencia humana.
- Sensores industriales: Dentro de fábricas existen complejos sistemas de control de calidad, el tamaño de estos sensores les permite estar allí donde se requiera.
- Automoción: Las redes de sensores son el complemento ideal a las cámaras de tráfico, ya que pueden informar de la situación del tráfico en ángulos muertos que no cubren las cámaras y también pueden informar a conductores de la

situación, en caso de atasco o accidente, con lo que estos tienen capacidad de reacción para tomar rutas alternativas.

- **Medicina:** Es otro campo bastante prometedor. Con la reducción de tamaño que están sufriendo los nodos sensores, la calidad de vida de pacientes que tengan que tener controlada sus constantes vitales (pulsaciones, presión, nivel de azúcar en sangre, etc), podrá mejorar sustancialmente.
- **Domótica:** Su tamaño, economía y velocidad de despliegue, lo hacen una tecnología ideal para domotizar el hogar a un precio asequible.

Es imaginable que los nodos no sólo puedan observar sino también reaccionar para activar funciones de otros sistemas.

Características de una red sensora

Las redes de sensores tienen una serie de características propias y otras adaptadas de las redes Ad-Hoc:

- **Topología Dinámica:** En una red de sensores, la topología siempre es cambiante y éstos tienen que adaptarse para poder comunicar nuevos datos adquiridos.
- **Variabilidad del canal:** El canal radio es un canal muy variable en el que existen una serie de fenómenos como pueden ser la atenuación, desvanecimientos rápidos, desvanecimientos lentos e interferencias que puede producir errores en los datos.
- **No se utiliza infraestructura de red:** Una red sensora no tiene necesidad alguna de infraestructura para poder operar, ya que sus nodos pueden actuar de emisores, receptores o enrutadores de la información. Sin embargo, hay que destacar en el concepto de red sensora la figura del nodo recolector (también

denominados sink node), que es el nodo que recolecta la información y por el cual se recoge la información generada normalmente en tiempo discreto. Esta información generalmente es adquirida por un ordenador conectado a este nodo y es sobre el ordenador que recae la posibilidad de transmitir los datos por tecnologías inalámbricas o cableadas según sea el caso.

- Tolerancia a errores: Un dispositivo sensor dentro de una red sensora tiene que ser capaz de seguir funcionando a pesar de tener errores en el sistema propio.
- Comunicaciones multisalto o broadcast: En aplicaciones sensoras siempre es característico el uso de algún protocolo que permita comunicaciones multi-hop, léase AODV, DSDV, EWMA u otras, aunque también es muy común utilizar mensajería basada en broadcast.
- Consumo energético: Es uno de los factores más sensibles debido a que tienen que conjugar autonomía con capacidad de proceso, ya que actualmente cuentan con una unidad de energía limitada. Un nodo sensor tiene que contar con un procesador de consumo ultra bajo así como de un transceptor radio con la misma característica, a esto hay que agregar un software que también conjugue esta característica haciendo el consumo aún más restrictivo.
- Limitaciones hardware: Para poder conseguir un consumo ajustado, se hace indispensable que el hardware sea lo más sencillo posible, así como su transceptor radio, esto nos deja una capacidad de proceso limitada.
- Costes de producción: Dada que la naturaleza de una red de sensores tiene que ser en número muy elevada, para poder obtener datos con fiabilidad, los nodos sensores una vez definida su aplicación, son económicos de hacer si son fabricados en grandes cantidades

1.6 REDES MESH

La red inalámbrica mallada es una red en malla (mesh) implementada sobre una red inalámbrica LAN.

Las redes inalámbricas malladas, redes acopladas, o redes de malla inalámbricas de infraestructura, para definir las de una forma sencilla, son aquellas redes en las que se mezclan las dos topologías de las redes inalámbricas, la topología Ad-hoc y la topología infraestructura. Básicamente son redes con topología de infraestructura pero que permiten unirse a la red a dispositivos que a pesar de estar fuera del rango de cobertura de los puntos de acceso están dentro del rango de cobertura de alguna tarjeta de red (TR) que directamente o indirectamente está dentro del rango de cobertura de un punto de acceso (PA).

Permiten que las tarjetas de red se comuniquen entre sí, independientemente del punto de acceso. Esto quiere decir que los dispositivos que actúan como tarjeta de red pueden no mandar directamente sus paquetes al punto de acceso sino que pueden pasárselos a otras tarjetas de red para que lleguen a su destino.

Para que esto sea posible es necesario el contar con un protocolo de enrutamiento que permita transmitir la información hasta su destino con el mínimo número de saltos (Hops en inglés) o con un número que aun no siendo el mínimo sea suficientemente bueno. Es resistente a fallos, pues la caída de un solo nodo no implica la caída de toda la red.

La tecnología mallada siempre depende de otras tecnologías complementarias, para el establecimiento de backhaul debido a que los saltos entre nodos, provoca retardos que se van añadiendo uno tras otro, de forma que los servicios sensibles al retardo, como la telefonía IP, no sean viables.

La utilización de Wimax 5,4 Ghz puede ser una solución de backhaul, aceptable para fortalecer el alcance de la red mallada, pero en muchos casos supone la renuncia a la banda 5,4 Ghz, para dar accesos a usuarios.

Utilizando tecnologías licenciadas (por ejemplo 802.16, en la banda de 3,5Ghz), para la creación del backhaul, es posible ofrecer accesos a los usuarios en 2,4 Ghz y en 5,4Ghz. Esto posibilita que los usuarios dispongan del 80% más de canales libres, aumentando el número de usuarios concurrentes en un 60-80%.

A modo de ejemplo podemos ver la estructura de una red inalámbrica mallada formada por siete nodos. Se puede ver que cada nodo establece una comunicación con todos los demás nodos

Hay más de 60 esquemas competentes para el encaminamiento de paquetes a través de redes malladas. Algunos de éstos incluyen:

- AODV (Ad-hoc On Demand Distance Vector)
- B.A.T.M.A.N. (Better Approach To Mobile Adhoc Networking)
- BMX (Batman eXperimental)
- BATMAN-ADV (Batman Advance (capa2))
- PWRP (Predictive Wireless Routing Protocol)
- DSR (Dynamic Source Routing)
- OLSR (Optimized Link State Routing protocol)
- TORA (Temporally-Ordered Routing Algorithm)
- HSLs (Hazy-Sighted Link State)
- Babel (a loop-free distance-vector routing protocol)

El IEEE está desarrollando un conjunto de estándares bajo el título 802.11s para definir una arquitectura y un protocolo para la red mallada ESS.