

SALUD AMBIENTAL 2.0

MÓDULO 2. ANTENAS Y REDES DE TELECOMUNICACIONES

En esta unidad...

1. Radiación de una antena
2. Telefonía celular. Conceptos básicos de Telecomunicaciones
3. Redes WiFi, WiMax y otros

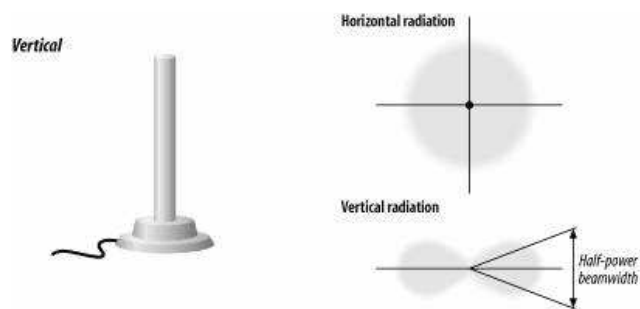
Introducción

En este segundo módulo vamos a conocer más de cerca cómo funcionan las telecomunicaciones, que se han convertido en la fuente de exposición a radiaciones no ionizantes más extendida. Nos centraremos en las antenas y en los terminales de telefonía móvil e inalámbrica.

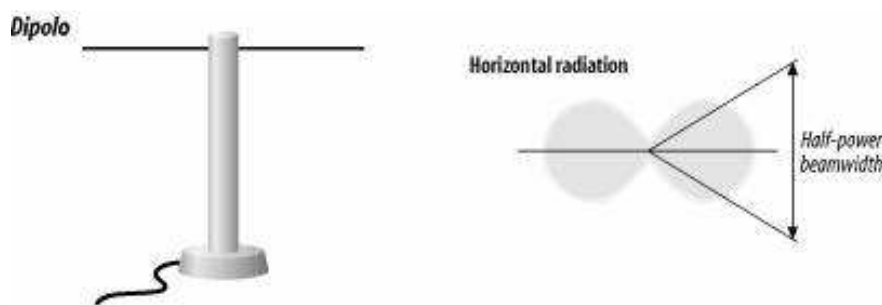
1. Radiación de una antena

Existen varios tipos de antenas, entre otras:

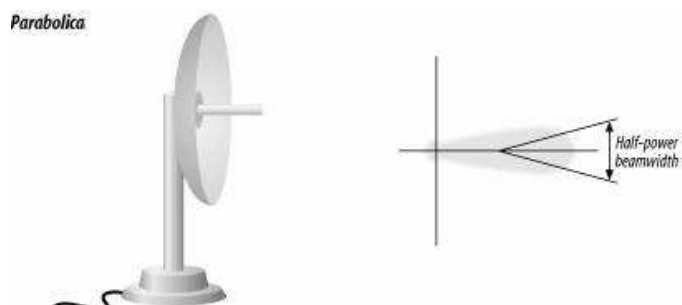
- Monopolo.



- Dipolo.



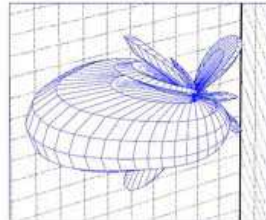
- Parabólicas.



- De array.



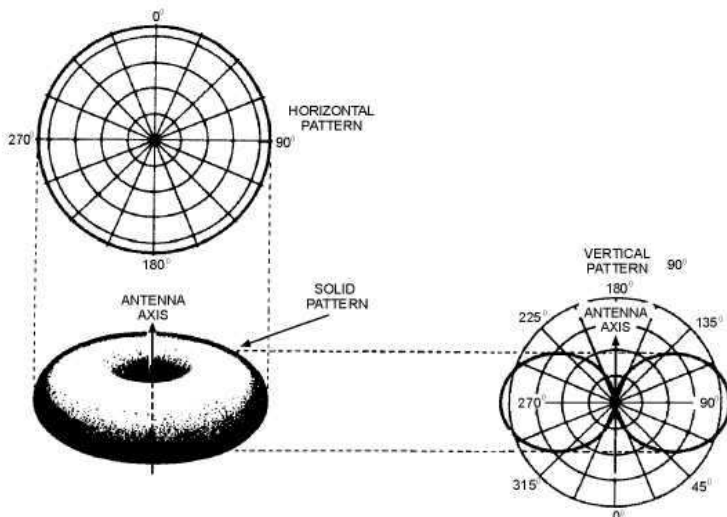
Diagrama de radiación de una antena de GSM



- Microstrip.

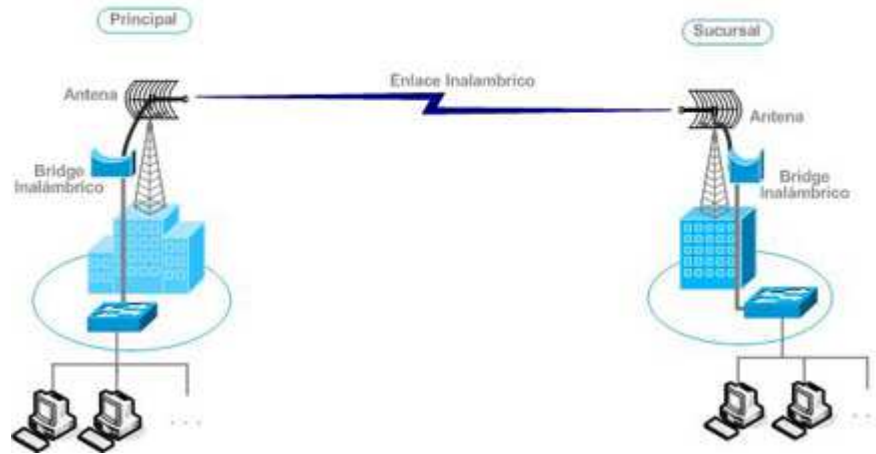


NOTA: La radiación horizontal es hacer un corte horizontal a la antena, es como si mirásemos la antena desde arriba. La radiación vertical es hacer un corte vertical a la antena, es como si la mirásemos de perfil.



Según las necesidades, frecuencia y potencia; se utilizara un tipo u otro de antena. Para telefonía móvil, se usan los tipos de array, para las azoteas y torretas; y monopolos, para interiores de edificios y estaciones de metro. Las antenas tipo microstrip se usan para los móviles y dispositivos WIFI. Las parabólicas se usan para radioenlaces, es decir, una antena apunta directamente a otra antena. Son las típicas para las transmisiones vía satélite

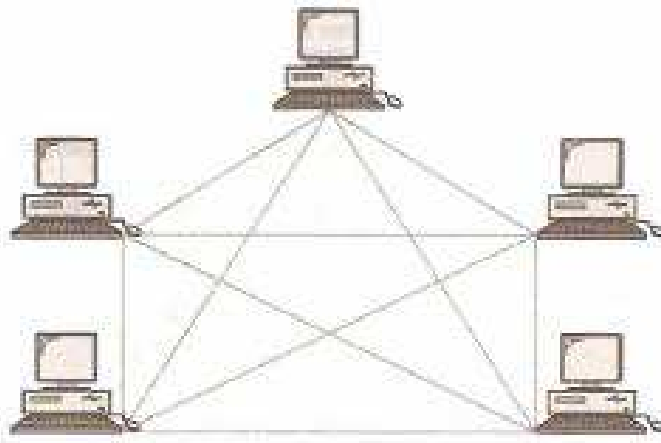
Sistema de Radio - Enlace



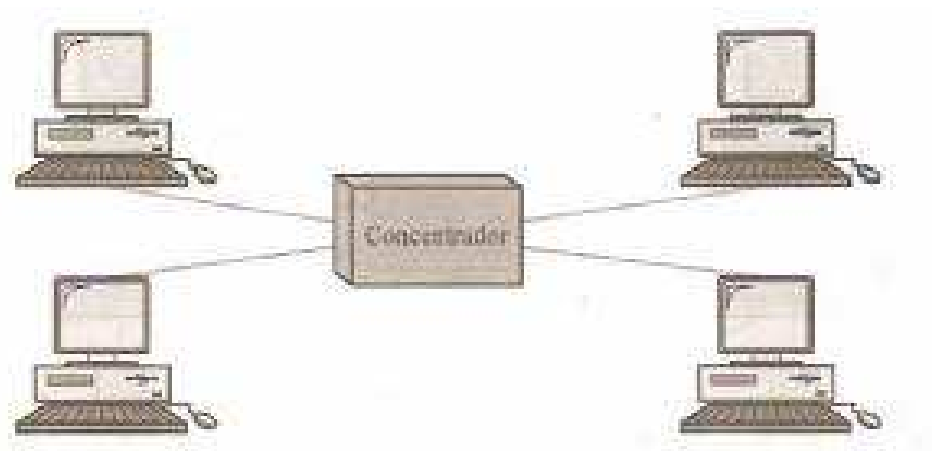
2. Telefonía celular. Conceptos básicos de Telecomunicaciones

Las redes de Telecomunicaciones se componen de equipos o nodos (pueden ser routers, concentradores, ordenadores, discos duros multimedia, móviles, manos libres inalámbricos, etc.) interconectados entre sí por algún medio físico (cables, fibra óptica, ondas electromagnéticas). Estos equipos pueden conectarse entre sí de diferentes formas o topologías:

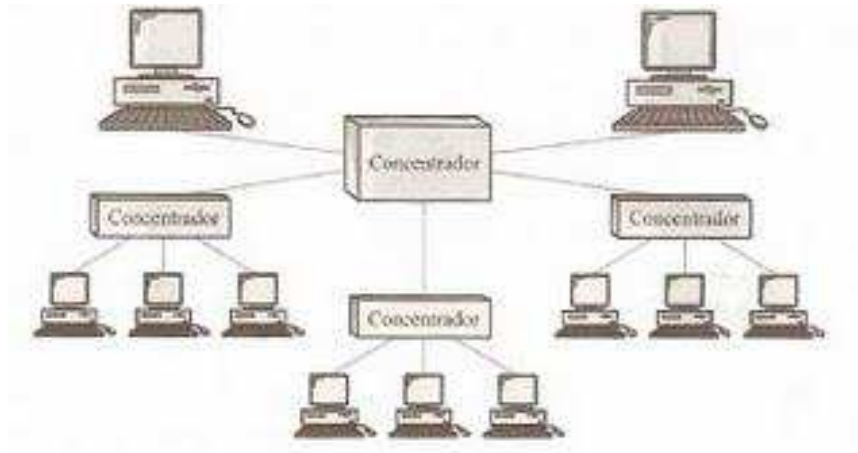
- En malla



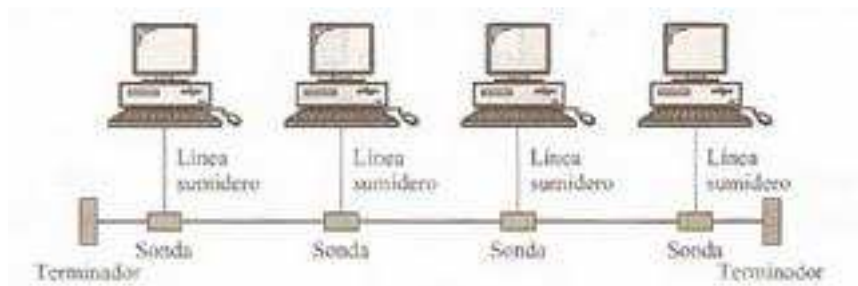
- En estrella



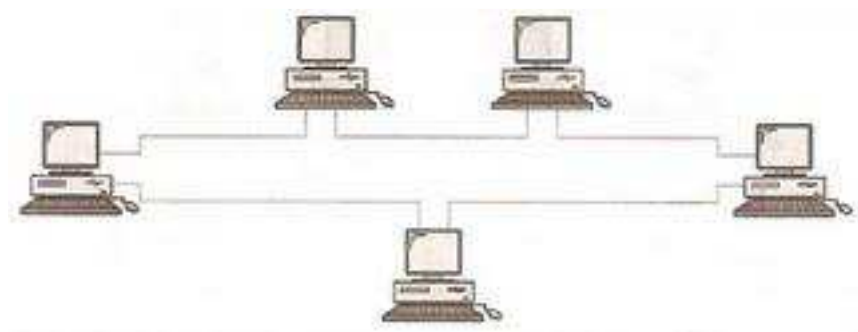
- En árbol



- En bus (en desuso)



- En anillo



Cada topología es adecuada para una determinada situación, por ejemplo, en nuestras casas lo normal es encontrarse la topología en estrella, todo está conectado a través del router-modem de ADSL (Concentrador). También es posible encontrarnos en algunas casas la topología en árbol, pero se necesitan mas concentradores.

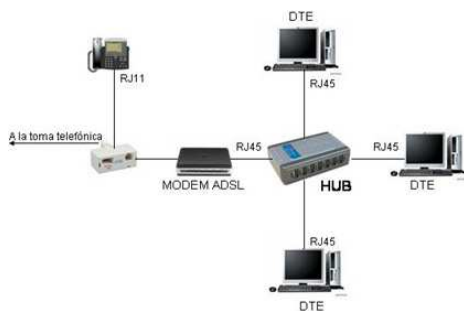
En pequeñas oficinas lo normal es encontrarse la topología de árbol, y si es una oficina más grande podremos encontrarnos la topología en malla, para los grandes ordenadores, y a partir de estos equipos, el resto de equipos se conectaría con la topología de árbol o de estrella.

Según el tamaño las redes de equipos, pueden llamarse:

- WPAN .- Wireless Personal Area Network, red de área personal. Es una pequeña red, normalmente conectada por Bluetooth o por infrarrojos. Son conexión punto a punto, es decir, equipo con equipo.



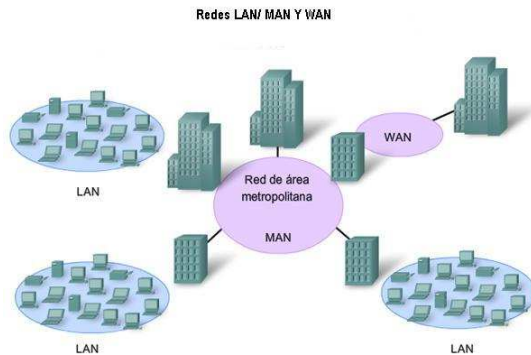
- LAN .- Local Area Network, red de área local. Por ejemplo, la red de una casa particular.



- WLAN .- Wireless LAN, LAN inalámbrica. Por ejemplo, WIFI.



- MAN .- Metropolitan Area Network. Da servicio a varias redes LAN.



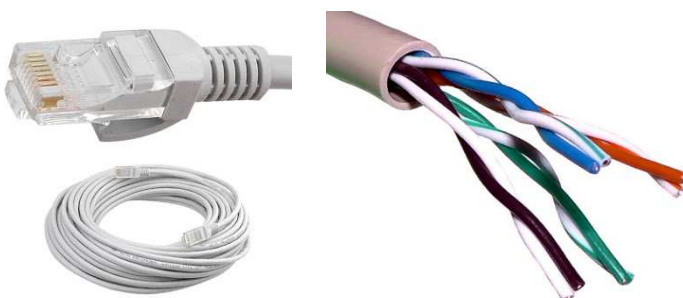
- WMAN .- Wireless MAN, MAN inalámbrica. Por ejemplo, WIMAX.
- WAN .- Wide Area Network, red de área extensa. Por ejemplo, la red propia de nuestro proveedor del servicio de internet (Movistar, Vodafone, Orange, Jazztel).
- WWAN .- Wireless WAN, WAN inalámbrica. La proporcionan los proveedores de telefonía móvil (Movistar, Vodafone, Orange, Yoigo, Jazztel). Existen varios estándares, son los llamados 2G (GSM), 3G (UMTS) y 4G (LTE).
- WWW .- World Wide Web, red informática mundial. Es la red a la que se conecta los proveedores de internet.

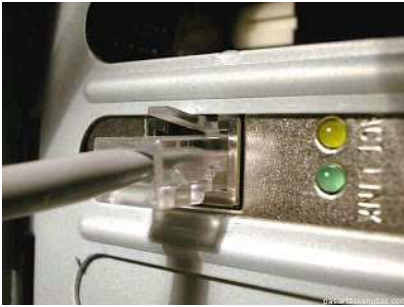
NOTA 1: Actualmente el MODEM ADSL y el Router están unidos en un solo equipo.

NOTA 2: Los conceptos MAN y WAN tienden a solaparse.

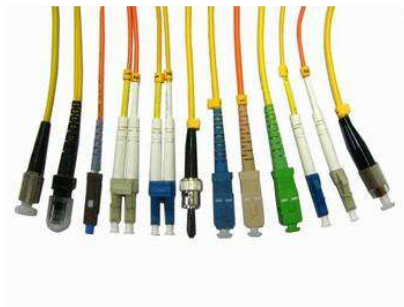
La conexión entre los equipos puede realizarse por medio de:

- Cable, normalmente se usa cable de ocho pares trenzados con conectores RJ45, también conocidos como cables de Ethernet.



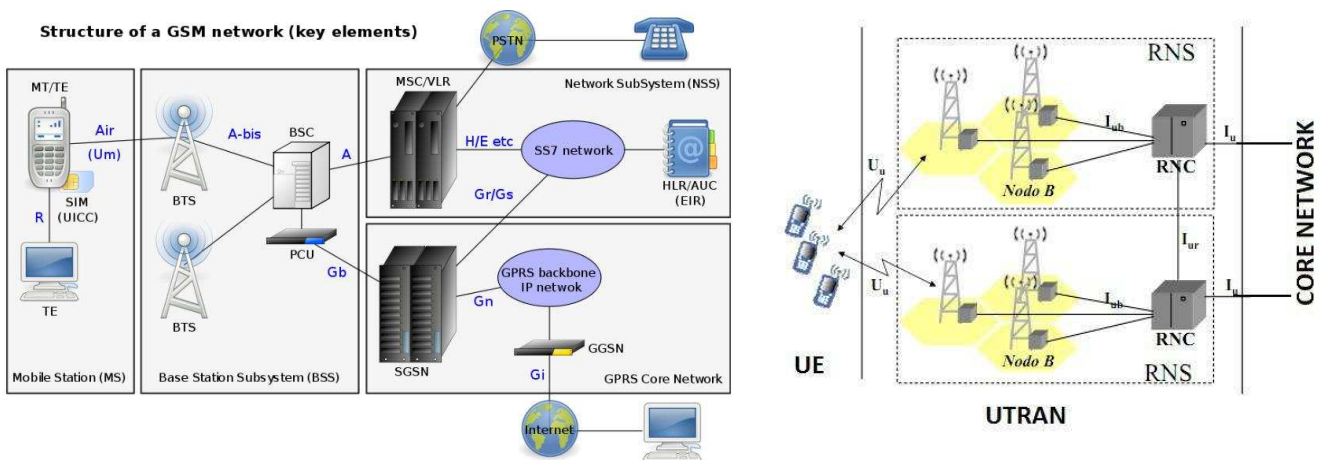


- Fibra óptica, muy adecuada para grandes distancias.



- Por ondas electromagnéticas, esta conexión es la que se usa en telefonía móvil, WIFI, Bluetooth, Wimax, etc. Cada tecnología inalámbrica o por radiofrecuencia, usa una frecuencia, así la telefonía móvil usa las bandas de 900, 1800 y 2100 MHz; WIFI usa las bandas de 2400 y 5000 MHz; Bluetooth la de 2400 MHz y Wimax la de 5000 MHz.

La telefonía celular es un caso particular de una red de telecomunicaciones, se compone de varios equipos, conectados entre si con una cierta topología y con un medio físico determinado. Cada interconexión es distinta.



Entre MSC (o SGSN) y BSC en GSM (2G) la topología sería en árbol y el medio físico sería fibra óptica o cable coaxial, lo mismo se puede decir de la conexión entre RNC y Core Network. Entre los móviles y las BTS's en GSM (2G) o Nodos-B en UTRAN (3G), la topología sería en estrella, y el medio físico sería por radiofrecuencia. Cada BTS o Nodo-B forma una celda, y cada celda está dividida en sectores; normalmente serán tres de 120 grados de apertura cada uno, pero pueden ser dos o incluso uno. A veces, no dan cobertura de 360 grados, por ejemplo, puede haber una celda de un sector con 90 grados de apertura. A las BTS's y a los Nodos-B también se les conoce como estación base.

Breve comparativa entre 2G y 3G:

2G	3G
Se definió para voz, y después se adaptó para poder manejar datos.	Se definió para dar servicio multimedia, es decir, voz y datos a la vez, incluyendo video llamada.
Velocidad máxima 114 Kbps	Velocidad máxima 42 Mbps
Trabaja en las frecuencias de 900 y 1800 en Europa.	Trabaja en la frecuencia de 2100 en Europa.
El tamaño de las celdas está entre 800 metros y 8 kilómetros, dependiendo de las circunstancias ambientales y de edificación.	El tamaño de las celdas es más pequeño que en GSM, debido al aumento de la frecuencia de trabajo.

3. Redes WiFi, WiMax y otros



En este apartado vamos a tratar varias tecnologías inalámbricas, Bluetooth, WIFI, WIMAX y DECT.

Bluetooth

Bluetooth es una especificación 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 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.

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  (Berkana).

Es un protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, que requieren corto alcance de emisión y basados en equipos 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.

Clase	Potencia máxima permitida (mW)	Potencia máxima permitida (dBm)	Alcance (aproximado)
Clase 1	100 mW	20 dBm	~100 metros
Clase 2	2.5 mW	4 dBm	~10 metros
Clase 3	1 mW	0 dBm	~1 metro

La velocidad máxima conseguida por los equipos ha ido en aumento con las versiones de Bluetooth:

Versión	velocidad
Versión 1.2	1 Mbit/s
Versión 2.0	3 Mbit/s
Versión 3.0	24 Mbit/s
Versión 4.0	24 Mbit/s

Lista de aplicaciones:

- Conexión sin cables vía OBEX, abreviatura de OBject EXchange, intercambio de datos.
- Transferencia de fichas de contactos, citas y recordatorios entre dispositivos vía OBEX.
- Reemplazo de la tradicional comunicación por cable entre equipos GPS y equipamiento médico.
- Controles remotos (tradicionalmente dominado por el infrarrojo).

- Enviar pequeñas publicidades desde anunciantes a dispositivos con Bluetooth. Un negocio podría enviar publicidad a teléfonos móviles cuyo Bluetooth (los que lo posean) estuviera activado al pasar cerca.
- Las consolas Sony PlayStation 3, Microsoft Xbox360 y Wii incorporan Bluetooth, lo que les permite utilizar mandos inalámbricos, aunque los mandos originales de la Wii funcionan mezclando la tecnología de infrarrojos y Bluetooth.
- Enlace inalámbrico entre sistemas de audio y sus altavoces.
- Manos libres de un teléfono móvil, tanto personal como para el coche.
- Ratones y teclados inalámbricos.

Cada red de Bluetooth tiene un dispositivo Master, el que inicia la conexión, alrededor del cual se forma la Piconet. En una piconet se pueden conectar 8 equipos o dispositivos, un master y 7 esclavos. Un dispositivo puede pertenecer a dos o más piconets, en una podrá esclavo y en otra master. Se pueden tener hasta 10 piconets conectadas entre sí.

WIFI

Esta nueva tecnología surgió por la necesidad de establecer un mecanismo de conexión inalámbrica que fuese compatible entre los distintos dispositivos. De esta forma, en abril de 2000 Wifi Alliance certifica la interoperabilidad de equipos según la norma IEEE 802.11b. Esto quiere decir que el usuario tiene la garantía de que todos los equipos que tengan el sello Wi-Fi pueden trabajar juntos sin problemas, independientemente del fabricante de cada uno de ellos.

La familia de estándares 802.11 ha ido naturalmente evolucionando desde su creación, mejorando el rango, velocidad de la transferencia de información y seguridad, entre otras cosas.

La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir el equivalente a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (Ethernet). Esto quiere decir que lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos; el resto es idéntico. Por tanto, una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) de cable 802.3 (Ethernet), pensada para uso doméstico y oficinas.

Estándar	802.11 Interés histórico, actualmente superado por 802.11b	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n Usa Tecnología MIMO (Multiple Input, Multiple Output) y si es posible, aumenta el ancho de banda
Velocidad	Hasta 2 Mbps	Hasta 54 Mbps	Hasta 11Mbps	Hasta 54 Mbps	Hasta 540 Mbps
Banda de Frecuencia	Infrarrojo o 2,4 GHz	5.15-5.35GHz 5.425-5.675GHz 5.725-5.875GHz	2.4-2.497GHz	2.4-2.497GHz	2,4 y 5 GHz
Cobertura		Cobertura baja, 50m. En interior y 150 m en exterior con mala conectividad con obstáculos	Buena cobertura, 100m en interior y 300 a 400m en exterior, con buena conectividad con determinados obstáculos.	Buena cobertura, 100m en interior y 300 a 400m en exterior, con buena conectividad con determinados obstáculos.	Buena cobertura, 100m en interior y 300 a 400m en exterior, con buena conectividad con determinados obstáculos.
Modos de Datos		6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1, 2, 5.5, 11Mbps	1, 2, 5.5, 11 Mbps y 6, 9, 12, 18, 34, 36, 48 Mbps	1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54, 121, 130, 144, 270, 300, 405, 450 Mbps

Wimax

WiMAX son las siglas de World Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad mundial para acceso por microondas, es un sistema de comunicaciones digital inalámbrico, también conocido como IEEE 802.16, destinado a redes inalámbricas de área metropolitana. Estándar creado para exteriores con enlaces de hasta 50 Km y velocidades de datos en torno a los 75 Mbps, ancho de banda variable entre 1,5 y 20 MHz. Usa las

frecuencias de 2 a 11 GHz (802.16a) y de 10 a 60 GHz (802.16). Una de las aplicaciones sería en zonas rurales y países en desarrollo.

	802.16	802.16a	802.16e
ESPECTRO	10 – 66 GHz	2 – 11 GHz	< 6 GHz
CONFIGURACION	LOS	NLOS	NLOS
VELOCIDAD DE DATOS	34 a 134 Mbps (Canal de 28 Mhz)	≤ 70 o 100 Mbps (Canal de 20 Mhz)	Hasta 15 Mbps
MODULACION	QPSK, 16-QAM, 64-QAM	256 Subportadoras OFDM usando QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM	Igual que 802.16a
MOVILIDAD	Fijo	Fijo	≤ 113 Km/h
ANCHO BANDA CANAL	20, 25, 28 Mhz	Seleccionable 1.25 a 20 Mhz	5 MHz (Planificado)
RADIO CELDA TIPICO	1.6 a 4.8 Km	4.8 a 8 Km	1.6 a 4.8 Km

Tiene dos modos de funcionamiento LOS (Line of Sight, línea de visión directa) y NLOS (No Line of Sight, sin línea de visión directa). Puede dar servicio a equipos que se están moviendo hasta 113 Km/h. El estándar sigue evolucionando y proporcionará velocidades de 300 Mbps y podrá dar servicio a equipos en movimiento hasta 250 Km/h.

DECT

Nacen como sustitutos del teléfono con cable en ambientes domésticos u oficina. Es una tecnología inalámbrica, DECT son las siglas de Digital Enhanced Cordless Telecommunications. Funcionan a distancias de 300 metros como máximo, en campo abierto. Usan la frecuencia entre 1880 y 1900 MHz con una potencia entre 100 y 250 mW.

El estándar ha ido evolucionando para el ahorro de energía, por lo que cada vez, los terminales transmiten a menos potencia y solo el tiempo necesario.

En resumen...

- Existen varios tipos de antenas, adecuadas para emitir en diferentes situaciones, según las necesidades de la comunicación.
- Las redes de telecomunicaciones se pueden clasificar según la forma de conectarse, su tamaño o el medio físico que usan.
- Las redes de telefonía usan distintas topologías y medios físicos para interconectar los diferentes equipos que poseen.
- Las redes inalámbricas se usan para transmitir voz (DECT), datos (Wifi, Wimax) o ambos (Bluetooth, Telefonía móvil).
- Los sistemas de comunicación inalámbricos usuales emplean frecuencias a partir de los 3 MHz, por lo que los equipos para bajas frecuencias no detectarán esta radiación.

Recursos adicionales

Para aprender más sobre electromagnetismo y radiaciones no ionizantes podéis visitar estos enlaces:

- Campos electromagnéticos y salud:
<http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/camposElectromagneticosSalud.pdf>
- Electromagnetismo y salud.
<http://electromagnetismoenlasalud.blogspot.com.es/2012/12/electromagnetismo-en-la-salud.html>
- Web de la Organización Mundial de la Salud referente a campos electromagnéticos:
<http://www.who.int/peh-emf/es/index.html>
- Plataforma Estatal Contra la Contaminación Electromagnética
<http://www.peccem.org/>
- Asociación Vallisoletana de Afectados por las Antenas De Telefonía
<http://www.avaate.org/>

Bibliografía

- Paul A. Tipler y Gene Mosca. *Física para la ciencia y la tecnología*. Ed. Reverté, 2005.
- Álvaro Gómez Vieites Y Carlos Otero Barros, *Redes de ordenadores e internet*. Ed. RA-MA Editorial, 2010
- José Dordoigne, *Redes informáticas , nociones fundamentales*. Ed. Eni, 2013
- José Manuel Huidobro Moya, *Redes y servicios de telecomunicaciones*. Ediciones Paraninfo, 2006