

# LAS TECNOLOGÍAS WIFI/WIMAX: ASPECTOS TECNOLÓGICOS



DIPUTACIÓN DE BADAJOZ

**Eladio Maqueda Gil**

Red Provincial de Comunicaciones Seguras e Informática  
Descentralizada

Área de Planificación y NNTT

Diputación de Badajoz

[emaqueda@dip-badajoz.es](mailto:emaqueda@dip-badajoz.es)

# Estación cliente

Abrimos un portátil, se conecta a una red inalámbrica y navega. El portátil->estación

¿Qué hay detrás de todo esto? ¿Qué hay que montar?



El portátil -> chip para procesar señales de radio y una antena (integrada en la carcasa)

Si no la tiene-> tarjeta inalámbrica+antena (pueden ir juntas)

Antena -> mayor calidad de señal y alcance.

# Antenas más habituales

Antena dipolo para montaje en pared interior o exterior (8,5 dBi) Alcance: 3 Km a 2 Mb/s  
Antena de parabol de 2,14 dBi de ganancia



Antena Yagi exterior (13,5 dBi)  
Alcance: 6 Km a 2 Mb/s, 2 Km a 11 Mb/s



Antena Parabólica exterior (20 dBi)  
Alcance: 10 Km a 2 Mb/s, 5 Km a 11 Mb/s



# El medio

¿Cómo nos hemos conectado?

Ondas de radio en los 2,4GHz o en los 5Ghz.

Frecuencias que no necesitan licencia.

Cualquiera puede emitir. En esta frecuencia operan microondas, mandos a distancia (garajes), bluetooth...

Está limitada la potencia a 100mW. Con antenas menos.

# Bella Curiosidad

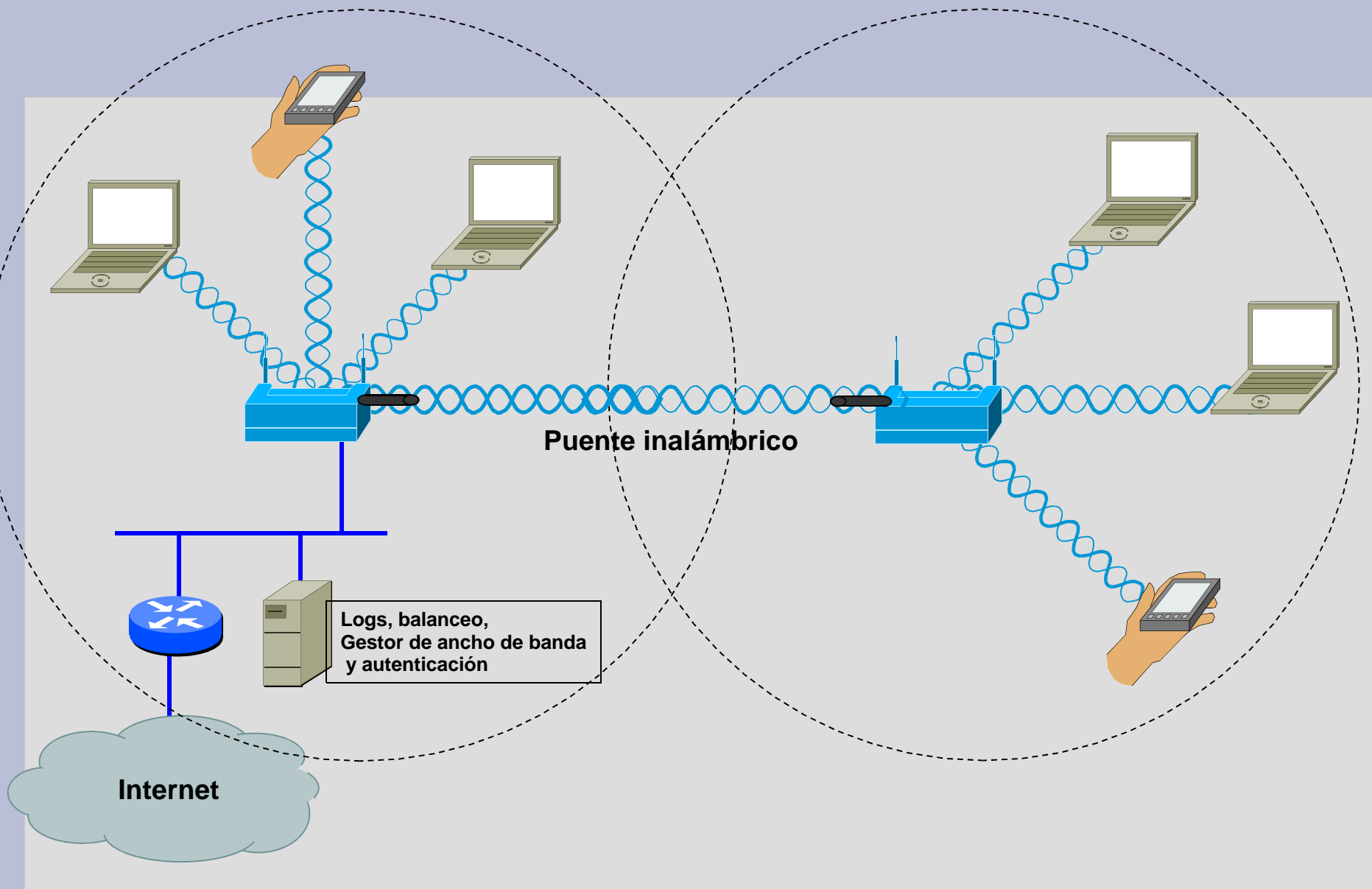


(FHSS) Espectro disperso por salto de frecuencia fue inventado por la actriz austríaca (e ingeniero de telecomunicaciones) Hedy Lamarr en 1941, como sistema de radio para guiar los misiles de los aliados contra Hitler

Se usa en las versiones primeras de wifi

Aún se usa en Bluetooth así que miren de nuevo a sus móviles y los verán más bellos.

# Diseño de la solución



# Dificultades I

Cada AP un canal distinto → solapamiento

Roaming entre celdas (o BSS)

Elegir banda de emisión (2,4 o 5Ghz).

Elegir tecnologías: 802.11b, 802.11g, 802.11h, 802.11n, Wimax,...

Visión directa entre AP y AP con estaciones.

Cobertura de toda la población:

Plazas y tejados → pocos AP.

Todas las calles → muchos AP.

Dentro de todas las casas → inviable.

# Dificultades II

Caída conexión a Internet o demasiados usuarios  
→ varias adsl y balancear ellas.

Autenticar usuarios y cifrado → varias opciones

Número máximo usuarios por celda → ¿100?

Registro de lo que se navega → Legislación

Velocidad (un 60% de rendimiento por diseño del protocolo, exceso de tramas de gestión y control, además de las de datos).

Limitar que un usuario acapare todo el ancho de banda.



# ¿Qué necesitamos?

Una tarjeta y su antena en PC (100€-150€).

Estudio de cobertura.

Un AP con sus antenas en cada celda.

Instalación y alimentación.

Varias ADSL o conexiones a Internet.

Servidor(es) central:

Log, autenticación, gestor ancho de banda, balanceo de adsl, filtro, estadísticas, servicio de configuración, proxy,...

# ¿Qué necesitamos? II

Un local con cobertura ADSL y se pueda poner una antena, donde estarán:

Adsl

Servidores

una red: servidores, AP, adsl.

un AP conectado a la red que de Internet a los demás.

Una antena

Propiedad o cesión de uso de los lugares de las antenas.

# ¿Qué necesitamos? III

Software.

Mantenimiento equipamiento.

Instaladores para antenas de usuarios.

Coste de la infraestructura: entre 6.000 y 18.000€.

Coste Internet mensual (depende caudales y número de líneas).

# Comparación WiMAX vs WiFi

Las técnicas de transmisión utilizadas por WiMAX (especialmente en 802.16e) son más avanzadas y eficientes que la de WiFi .  
WiMAX ofrece mayores alcances y rendimientos, normalmente con menor interferencia, con o sin visión directa

Hay una capacidad mínima garantizada para cada estación.

Actualmente WiMAX está muy poco extendido y su precio es mayor que el de WiFi, pero esto puede cambiar cuando se popularice y entre en juego la economía de escala

Se puede combinar WiMAX para el acceso al ISP y WiFi para la red doméstica. También por ejemplo usar enlaces inalámbricos 802.16d para conectar APs 802.11

# Comparación tecnologías inalámbricas

Tipo de red	WWAN (Wide)	WMAN (Metropolitan)	WLAN (Local)	WPAN (Personal)
Estándar	GSM/GPRS/UMTS	IEEE 802.16	IEEE 802.11	IEEE 802.15
Certificación		WiMAX	WiFi	Bluetooth, ZigBee
Velocidad	9,6/170/2000 Kb/s	15-134 Mb/s	1-54 Mb/s	Hasta 721 Kb/s
Frecuencia	0,9/1,8/2,1 GHz	2-66 GHz	2,4 y 5 GHz Infrarrojos	2,4 GHz
Rango	35 Km	1 – 50 Km	30 - 150 m	10 m
Técnica radio	Varias	Varias	FHSS, DSSS, OFDM	FHSS
Itinerancia (roaming)	Sí	Sí (802.16e)	Sí	No
Equivalente a:	Conex. telef. (módem)	ADSL, CATV	LAN	Cables de conexión

# Conectividad en redes wifi

Cada red inalámbrica (ad hoc, BSS o ESS) se identifica por un SSID (Service Set Identifier) que es una cadena de hasta 32 caracteres alfanuméricos

Cualquier estación que pretenda participar en una red debe configurarse con el SSID correcto

Si una red inalámbrica, o sea un SSID, no tiene configurada ninguna protección cualquier estación puede conectarse a ella asociándose a uno de sus APs (normalmente al que le envíe una señal más intensa)

Cada AP de la red inalámbrica mantiene en todo momento una relación de las estaciones que tiene asociadas (identificadas por sus direcciones MAC)

En redes inalámbricas la asociación a un AP equivale a conectarse por cable a un switch en una red ethernet

# Autenticación

Una red inalámbrica sin protección está muy expuesta a ataques. Para evitarlos se debe utilizar algún protocolo de protección, como WEP, WPA, etc.

Cuando se utiliza protección la red va a obligar a las estaciones a autenticarse antes de asociarlas

La autenticación se hace antes de asociarse y no se hace al reasociarse.

Cuando una estación cambia de AP dentro de un mismo SSID solo tiene que reasociarse, no reautenticarse

La autenticación se hace con un determinado SSID, la asociación con un determinado BSSID

# Enlace punto a punto tipo WiMAX

Instalado entre Rectorado y Palau de Cerveró UPV  
(1 Km)



**Equipo: Alvarion BreezeNet B100**  
**Antena de 21 dB integrada en el equipo**  
**Caudal radio max.: 108 Mb/s**  
**Caudal datos max.: 70 Mb/s**  
**Canal de 20 MHz seleccionable (5,5-5,7 GHz)**



**Interfaz 100BASE-T**  
**Actúa como puente remoto transparente**  
**Soporta QoS (802.1p) y VLANs (802.1Q)**  
**Gestionable por SNMP**  
**Precio: \$8.000 (la pareja)**



# Estándares 802 vigentes o en proceso

Estándar	Nombre oficial	Situación
802	Overview & Architecture	Aprobado
802.1	Bridging & Management	Aprobado
802.2	Logical Link Control	Aprobado
802.3	CSMA/CD Access Method (Ethernet)	Aprobado
802.5	Token Ring Access Method	Aprobado
→ 802.11	Wireless (WiFi)	Aprobado
802.12	Demand Priority Access Method	Aprobado
→ 802.15	Wireless Personal Area networks (Bluetooth)	Aprobado
→ 802.16	Broadband Wireless Metropolitan Area Network (WiMAX)	Aprobado
→ 802.17	Resilent Packet Rings	Aprobado
802.18	Radio Regulatory Technical Advisory Group	
→ 802.19	Coexistence Technical Advisory Group	
→ 802.20	Mobile Broadband Wireless Access	Draft 1/2006
→ 802.21	Media Independent Handover	Creado 3/2004
802.22	Wireless Regional Area network	Creado 11/2004

# Grupos de trabajo 802.11

Grupo	Contenido	Aprobación	Productos
802.11	IR, Banda 2,4 GHz transmisión hasta 2 Mb/s	7/1997	1999
802.11a	Banda 5 GHz transmisión hasta 54 Mb/s. América	9/1999	2001
802.11b	Banda 2,4 GHz transmisión hasta 11 Mb/s	9/1999	1999
802.11c	Procedimiento de operación de los puentes	2001	
802.11d	Extensiones de roaming internacionales (entre países)	2001	
802.11e	Mejoras de Calidad de Servicio, incluyendo ráfagas de paquetes	2005	
802.11F	Protocolo para la comunicación entre APs en un DS (retirado 2006)	7/2003	
802.11g	Banda 2,4 GHz, transmisión hasta 54 Mb/s	6/2003	2003
802.11h	Banda 5 GHz transmisión hasta 54 Mb/s. Compatible para Europa	10/2003	
802.11i	Seguridad (corrección de fallos al protocolo WEP)	7/2004	
802.11j	Banda de 4,9 y 5 GHz en Japón	2004	
802.11k	Mejoras en la medición de recursos de radio	2007?	
802.11l	Reservado, no se utilizará		
802.11m	Revisión e interpretación de los estándares	Pend.	
802.11n	Alto rendimiento con MIMO (Multiple input multiple output)	2008?	14/4/2006
802.11o	Reservado, no se utilizará		
802.11p	Acceso inalámbrico para vehículos en movimiento	2008?	
802.11q	Reservado, no se utilizará (puede confundirse con 802.1q)		
802.11r	Roaming rápido	2007?	
802.11s	Mallado del ESS (Extended Service Set)	2008?	
802.11T	Recomendaciones para evaluación de rendimiento	2008?	
802.11u	Interoperabilidad con redes externas (p. ej. celulares)	Pend.	
802.11v	Gestión de redes inalámbricas	Pend.	
802.11w	Tramas de gestión protegidas	Pend.	
802.11x	Reservado, no se utilizará (puede confundirse con 802.1x)		
802.11y	Operación 3650-3700 en USA	2009?	

# Evolución de 802.11

Fecha	Estándar	Velocidad	Rendimiento (Throughput)	Medio físico	Alcance interior	Alcance exterior
1986	Propietario	860 Kb/s		FHSS 900 MHz	20 m	100 m
1993	Propietario	2 Mb/s	0,9 Mb/s	FHSS 2,4 GHz	20 m	100 m
1997	802.11 (legacy)	2 Mb/s	0,9 Mb/s	Infrarrojos FHSS 2,4 GHz DSSS 2,4 GHz	20 m	100 m
1999	802.11a	54 Mb/s	23 Mb/s	OFDM 5,7 GHz	35 m	120 m
1999	802.11b	11 Mb/s	4,3 Mb/s	DSSS 2,4 GHz	38 m	140 m
2003	802.11g	54 Mb/s	19 mb/s	OFDM 2,4 GHz	38 m	140 m
6/2009 (est.)	802.11n	248 Mb/s	74 Mb/s	MIMO 2,4 GHz y 5 GHz	70 m	250 m
9/2008	802.11y	54 Mb/s	23 Mb/s	3,7 GHz	50 m	5 Km

# Rendimientos máximos esperados de redes 802.11 (en Mb/s)

Distancia (m)	802.11b	802.11a	802.11g puro	802.11g mixto	802.11g con RTS/CTS	802.11n
3	5,8	24,7	24,7	14,7	11,8	
15	5,8	19,8	24,7	14,7	11,8	
30	5,8	12,4	19,8	12,7	10,6	
45	5,8	4,9	12,4	9,1	8,0	
60	3,7	0	4,9	4,2	4,1	
75	1,6	0	1,6	1,6	1,6	
90	0,9	0	0,9	0,9	0,9	

# Estándares 802.16

'legacy'



Estándar	802.16, 802.16a, 802.16c	802.16d (802-16-2004)	802.16e
Completado	2001, 2002, 2003	Julio 2004	7 Dic. 2005
Frecuencias	10 - 66 GHz	2 - 11 GHz (3,5 y 5,8 GHz)	2 - 6 GHz (2,3 y 2,5 GHz)
Condiciones	LOS (Line of Sight)	Near-LOS	No LOS
Anchura de canal	20-28 MHz	1,75-20 MHz	1,25-20 MHz
Caudal	Hasta 134 Mb/s	Hasta 70 Mb/s	Hasta 35 Mb/s
Transmisión	SCA (Single Carrier)	OFDM 256	OFDMA 2048
Movilidad	Fijo	Fijo y Portable (Nómada)	Fijo y Móvil (roaming)
Alcance	5 Km	30 Km	10 Km
Mercado	Urbano. Acceso a Internet, servicios de video, etc.	Urbano, suburbano, rural. SME, WiFi, Puentes inalámbricos, PDAs, teléfonos inteligentes	Urbano, suburbano, rural. SME, WiFi, Puentes inalámbricos, PDAs, teléfonos inteligentes

# Relación antena-potencia

Relación ganancia-potencia para 802.11b

Las normativas fijan una potencia máxima de emisión y una densidad de potencia (potencia por unidad de superficie). Por tanto con una antena de mucha ganancia es preciso reducir la potencia (esto no es controlado por los equipos) Los límites varían según el 'dominio regulatorio'. Por ejemplo en 'EMEA' (Europa, Medio Oriente y África) los límites son los de la tabla adjunta.

Ganancia (dBi)	Pot. Máx. (mW)
0	100
2,2	50
5,2	30
6	30
8,5	5
12	5
13,5	5
21	1