



Radioenlaces WiFi

Xornadas APEEGA 2014

IES Francisco Asorey. Cambados, Pontevedra

Daniel Ríos Suárez, CIFP Politécnico de Lugo
danielrios@edu.xunta.es | danielrios.me

Introducción

Experiencia extraída do curso *fprofe* P1301004 “**Comunicacións Radioeléctricas II**”, impartido por **José Manuel Pidre Mosquera** no curso 2013-14.

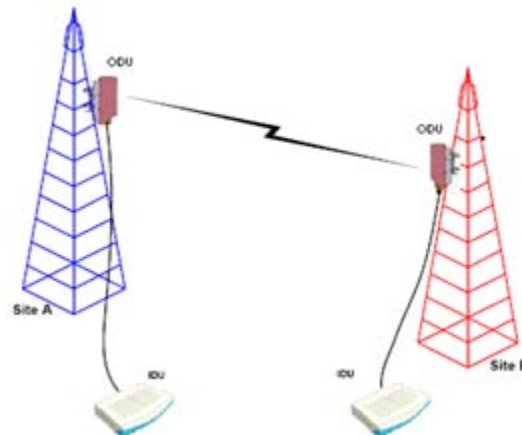
- Pensado como apoio á docencia do módulo LOE MP0365 **Instalacións de Radiocomunicacións** (CM Teleco).



Módulos de aplicación

Os radioenlaces se tratan en:

- Instalacións de Radiocomunicacións (1CM IT)
- Mantemento de Equipamentos de Radiocomunicacións (2CS ME)
- Sistemas de Radiocomunicacións (2CS STI)
- Proxecto integrado



Conceptos e procedementos tratados

Pode ser útil para tratar temas como:

- Antenas e polarización.
- Cables coaxiais de distintos diámetros e construccions (corrugado).
- Conectores para cable coaxial (RP-SMA, N).
- Impedancia característica, medicions ROE (comprando equipamento) e ondas estacionarias.
- Redes locais, crimpado de cable, NAT e seguridade en redes inalámbricas.

AVISO: DORES DE CABEZA



Os modem-router que traen de serie os operadores ADSL adoitan ter sobre 100mW (18-22dBm) e antenas de 2-5dBi.

Este equipo anuncia **P= 500mW**.

$$P(\text{dBm}) = 10 * \log (500) = \mathbf{27 \text{ dBm}}$$

Algúns router domésticos de gama alta teñen a mesma potencia e non presentan ningunha contraindicación.

Por contra, este equipo provocou dor de cabeza a algunhas persoas.

- Configúrao a 3m de distancia polo menos, coa antena apuntando **cara outro lado**.
- Evita deixar a antena apuntando cara **elementos reflectores** (paredes, persianas de metal).

Mikrotik Routerboard Groove A-52HPn

É un router compacto pensado para funcionar en **exteriores**.

Características:

- Unha conexión para antena tipo N.
- Un conector RJ-45 que pode funcionar como LAN/WAN. Estanco.
- Indicadores led de nivel de sinal e estado.
- Alta potencia (máximo 500mW, axustable).
- Soporta WiFi N e A na banda de 2,4GHz e tamén na de 5GHz.
- Alimentación mediante PoE.
- Pódese amarrar a mástil (verticalmente) mediante brida ou enroscar directamente á antena quedando en posición horizontal.
- Firmware actualizable (SO baseado en Linux, RouterOS) con configuración web ou por programa nativo.
- Botón de reset.



Descrición dos proxectos integrados

Estes foron os enunciados aportados ós alumnos:

Proxecto 1 - Radioenlace WiFi: etapa de conexión á WAN. (ORIXE)

Creación dun radioenlace WiFi con amplificadores WiFi de exteriores (MikroTik RBGrooveA-52HPn) e antenas directivas de panel. Neste proxecto tratarase a conexión coa rede WAN, o acceso do equipo a internet e a difusión ó cliente mediante antena directiva. A parte de cliente realizarase noutro proxecto.

Incluirase a parte da instalación na torreta do centro e pasarase cable UTP ata a toma de rede da aula EO1. Realizarase un segundo montaxe en mástil para entrenador en interiores atornillado sobre un tableiro móbil de conglomerado.

Proxecto 2 - Radioenlace WiFi: cliente e subrede. (DESTINO)

Crearase a parte de cliente dun radioenlace WiFi con amplificadores de exteriores (MikroTik RBGrooveA-52HPn) e antenas directivas de panel. O montaxe incluirá **un punto de acceso inalámbrico** que traballará nun canal distinto á antena directiva e proveerá de conexión ós equipos próximos. A outra parte do enlace (WAN) realizarase noutro proxecto.

Realizarase un montaxe en mástil para crear un entrenador de interiores atornillado sobre un tableiro móbil de conglomerado.

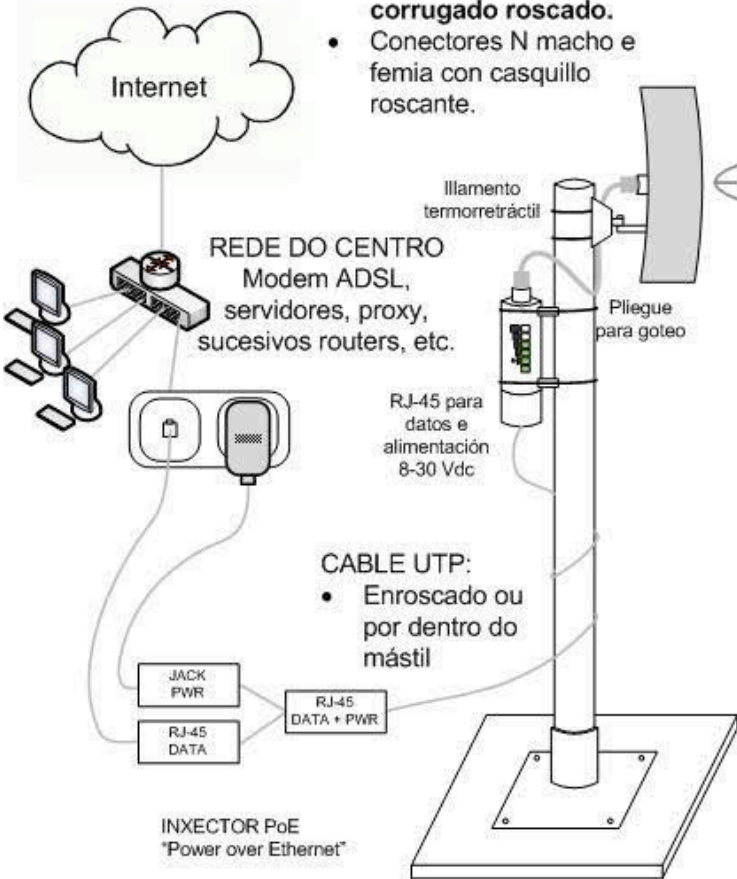
Esquema da instalación

ALARGADERA COAX:

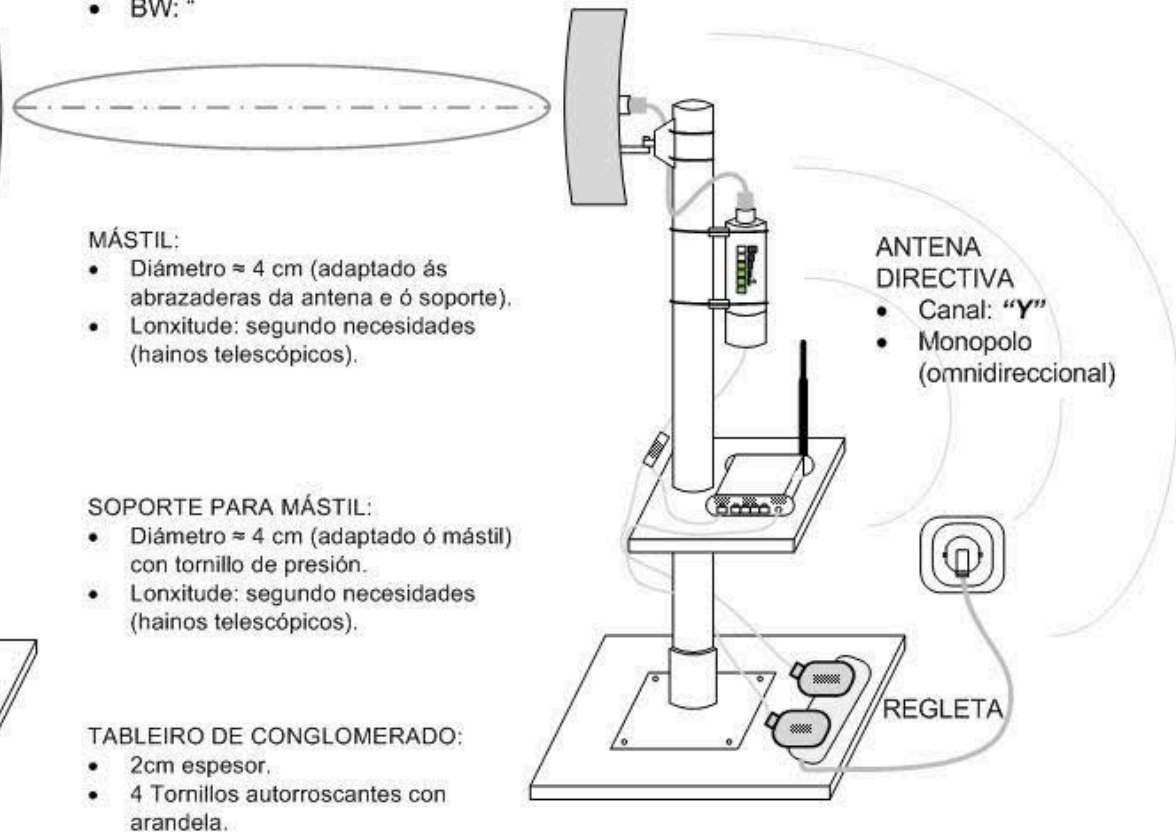
- Cable Coax 1/2", **corrugado roscado**.
- Conectores N macho e femia con casquillo roscante.

ANTENAS DIRECTIVAS

- Canal: "X"
- Frecuencia: **definida por especificacións da antena**
- Polarización: indiferente (a mesma nas dúas etapas)
- BW: "



etapa de **orixe**



etapa de **destino**

Arranque e reseteo



Secuencia de arranque:

- O primeiro pitido longo indica que está comezando o arranque do software.
- Aproximadamente 10 segundos máis tarde haberá dous pitidos curtos que indicarán que o router está listo.

Restablecemento de configuración de fábrica (soft reset):

- Desconectar a alimentación (máis cómodo se o fas no RJ-45).
- Manter pulsado o botón de reset cun obxeto afiado.
- Conectar cable ethernet con alimentación.
- Seguir mantendo o reset ata **que parpadeen os catro leds** de cobertura. Soltar.
- O pitido longo indica que comeza a secuencia de arranque.
- Cando se sintan dous pitidos curtos a secuencia de arranque estará rematada coas configuracións restablecidas de fábrica.

Os ficheiros de **backup locais non se perden**, permanecen na memoria flash despois do reset.

Primeiro acceso web

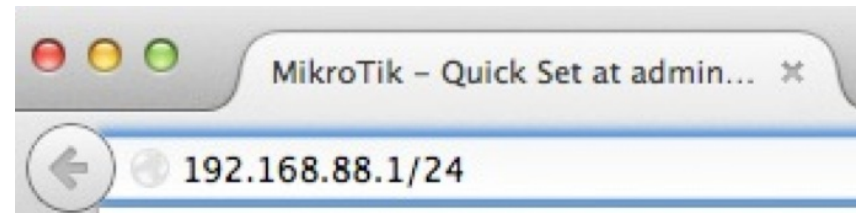
Podes acceder por ethernet con **IP fixa**:

- Porta de enlace (IP do router): *192.168.88.1*
- Máscara de subrede: *255.255.255.0*
- Dirección IP: *192.168.88.2* (p.ex.)

Unha vez conectado, accede no navegador á IP:
192.168.88.1/24 ou ben ***192.168.88.1/webfig/***

- *Usuario: admin*
- *Contrasinal: <en blanco>*

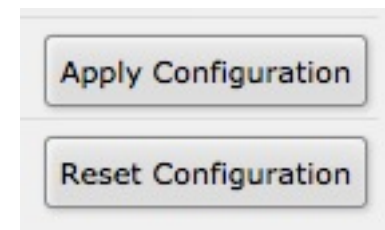
Tamén se podería entrar por Wi-Fi (contrasinal non documentado).



Seguintes accesos

- Conectar o ordenador á rede (por LAN ou Wi-Fi) (DHCP ou IP estática, o que sexa correcto) e introducir a IP do router no navegador (a que sexa).
- Olo, se o equipo ten o conector RJ-45 configurado como WAN ás veces non funcionará na IP 192.168.88.1. En xeral si, sempre e cando o PC siga estando en IP fixa.

Os tempos de aplicación de cambios son irregulares. Rara vez avisa de que os cambios foron feitos correctamente.



Datos necesarios para centro con IP fixa

Precisamos os mesmos datos que farían falta para conectar tres equipos de sobremesa á rede cableada do centro:

- **Tres direccións IP** libres no teu centro (pedir en dirección mapa da rede ou listado de IPs libres).
- **Máscara de subrede** en formato decimal.
- **Porta de enlace** (Gateway) (dirección IP do router do centro que corresponda ás tres IPs cedidas).
- **DNS** primario e secundario (direccións IP dos servidores DNS da Xunta) (necesarios para acceder a Internet).

Configuración web

A cantidade de pestañas de opcións é abrumadora pero:

- **Quick Set:** aquí se configura o 90% das opcións que precisaremos.
- **Files:** arquivos de copia de seguridade. Non se borran aínda que se faga soft-reset. Ideal para restaurar.



MikroTik
RouterOS v5.26

You have connected to a router. Administrative access only. If this device is not in your possession, please contact your local network administrator.

WebFig Login:

Login:

Password:

ERROR: router has been disconnected.

Winbox Telnet Graphs License Help

© mikrotik

Quick Set
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Mesh
IP ▶
MPLS ▶
Routing ▶
System ▶
Queues
Files
Log
Radius
Tools ▶
New Terminal
Make Supout.rif
Undo
Redo
Hide Menu
Hide Passwords
Safe Mode
Design Skin
Manual
WinBox
Graphs
End-User License
Logout

Configuración da etapa ORIXE (IP estática)

Wireless Bridge Mode

Mode Client/CPE Server/AP

Wireless

Wireless Protocol 802.11 nstreme nv2

SSID

Frequency MHz

Band

Channel Width

Country

MAC Address D4:CA:6D:BF:14:9A


Use ACL

Security WPA WPA2

Encryption aes ccm tkip

Pre-Shared Key

Wireless Clients

MAC Address	In ACL	Last IP	Uptime		Signal Strength
D4:CA:6D:BC:49:09	no	69.63.153.200	00:03:23	-39	

Configuration

Address Acquisition Static DHCP

IP Address

Gateway

DNS Servers

System

Router Identity

Password

Confirm Password

- Quick Set: **PTP Bridge** (ponte punto a punto)
- Wireless Bridge Mode: **Server/AP**
- Address acquisition: Static
- Gateway: IP do router do centro
- Wireless Protocol: 802.11
- SSID: Mikrotik ORIXE
- Router Identity: Mikrotik ORIXE
- Frequency: 5300MHz
- Channel Width: 20/40MHz
- Security: só WPA2
- Pre-Shared Key: politecnico (no ficheiro de mostra)
- Band: 5GHz-A/N (ollo, ten que cuadrar coa antena, pero a veces o software non funciona a 2,4GHz).

Configuración da etapa ORIXE DHCP (IP dinámica)

PTP Bridge Quick Set

Wireless Bridge Mode

Mode Client/CPE Server/AP

Wireless

Wireless Protocol 802.11 nstreme nv2

SSID ▲ MikroTik ORIXE

Frequency 5300 MHz

Band 5GHz-A/N

Channel Width 20/40MHz HT Above

Country no_country_set

MAC Address D4:CA:6D:BF:14:9A

Use ACL

Security WPA WPA2

Encryption aes ccm tkip

Pre-Shared Key

Configuration

Address Acquisition Static DHCP

Address Source Any Ethernet WLAN

IP Address 192.168.0.5/24

Gateway 192.168.0.1

DHCP Release

DHCP Renew

System

Router Identity MikroTik ORIXE

Check For Updates

Password

Confirm Password

Apply Configuration

Reset Configuration

- Quick Set: **PTP Bridge** (ponte punto a punto)
- Wireless Bridge Mode: **Server/AP**
- Address acquisition: DHCP
- Address source: Ethernet / Any.
- Wireless Protocol: 802.11
- SSID: MikroTik ORIXE
- Router Identity: MikroTik ORIXE
- Band: 5GHz-A/N (olho, **debería coincidir coa frecuencia da antena**, pero ás veces o software non funciona a 2,4GHz).
- Frequency: 5300MHz
- Channel Width: 20/40MHz
- Security: só WPA2
- Pre-Shared Key: politecnico (no ficheiro de mostra).

Probando a conectividade

Cun equipo portátil equipado con **Ethernet e Wi-Fi**, iremos probando cada unha das tres etapas antes de pasar á seguinte.

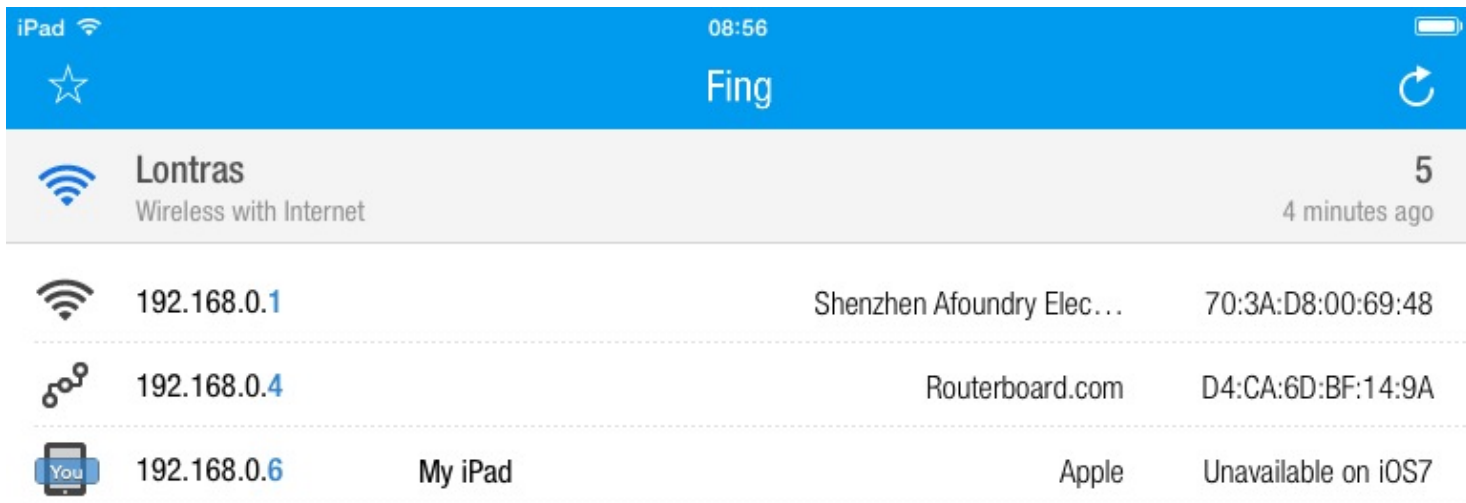
- Abrir navegador e probar google.es
- Se non funciona probar directamente coa IP de google para detectar fallos na configuración DNS. (<http://74.125.224.72/>)

Lembra que a primeira configuración empeza en IP fixa cos datos de fábrica, pero tras iso quedará configurado con DHCP ou con unha IP doutro rango. Actualiza a configuración de rede no teu equipo para adecuarlo.

Escáneres de IP (DHCP)

Software que compraba que equipos hai conectados nun(s) intervalo(s) da rede mediante ping.

- **Angry IP Scanner.** <http://angryip.org/> (Linux, Windows, Mac)
- **Fing – Network Scanner** <http://www.overlooksoft.com/fing> (iOS, Android, Linux, Windows, Mac) .



IP Address	Device Name	MAC Address
192.168.0.1	Shenzhen Afoundry Elec...	70:3A:D8:00:69:48
192.168.0.4	Routerboard.com	D4:CA:6D:BF:14:9A
192.168.0.6	My iPad	Apple

Obtención da IP (DHCP)

Para volver a acceder á configuración web do MikroTik

- Tras a configuración Inicial, buscaremos a IP do MikroTik cun **escáner de IP**.
- Se non funciona, sacámolo da rede do centro e accedemos por cable na 192.168.88.1/webfig/ e no menú IP -> Addresses podes acceder ó último número de IP que lle concedeu o router principal:

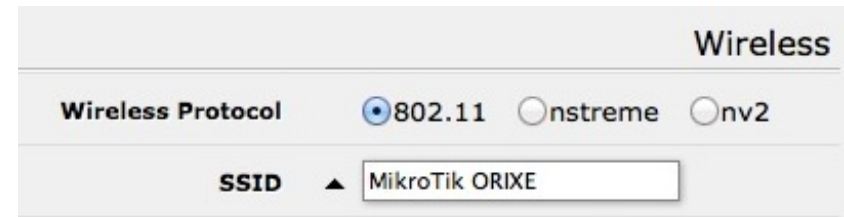
	Address	Network	Interface
- D	192.168.0.5/24	192.168.0.0	bridge-local
;;; default configuration			
- D	192.168.88.1/24	192.168.88.0	ether1

- Desconectas, volves a conectalo cable ó router, accedes por Wi-Fi, e probas a IP sinalada (neste caso 192.168.0.5)

Seguridade no radioenlace

A seguridade determínase na etapa de ORIXE.
Cambiar a clave de acceso á configuración web.

Protocolo Inalámbrico:



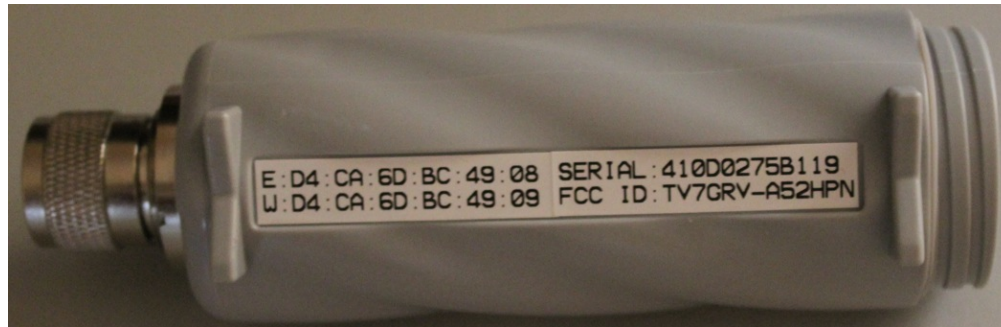
- 802.11: Wi-Fi estándar.
- Nstreme e Nv2: Protocolos propietarios de Mikrotik. Supostamente mellores. Non permiten conexión con equipos doutras marcas. Nv2 é presuntamente mellor.

Seguridade: Debes usar WPA2 e non WPA. A clave debe cumprir normas de seguridade (non ser unha palabra do dicionario, números, caracteres, etc).

Seguridade no radioenlace

A parte de atrás do router MikroTik ten unha pegatina con dúas direccións mac:

- **E:** XX:XX:XX:XX:XX:XX (mac ethernet)
- **W:** YY:YY:YY:YY:Y:YY (mac Wi-Fi)

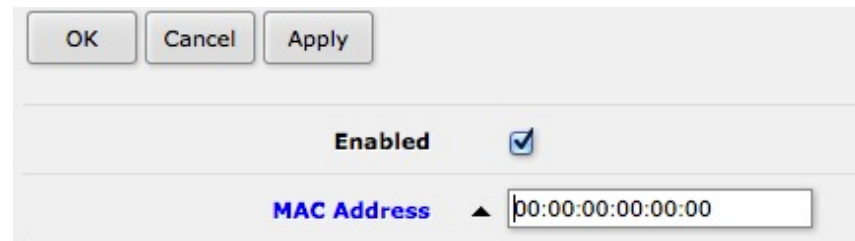
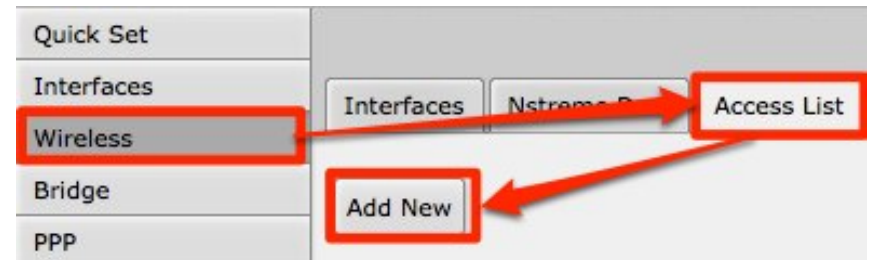


Para restringir o radioenlace, entraremos na **configuración web** do router de **orixe** e indicaremos que só permita conexións por parte da **mac Wi-Fi** do router de **destino**.

Seguridad no radioenlace

Consulta o reverso do router de **destino** e anota a súa MAC Wi-Fi

- Accede á configuración do router de **orixe**.
- Menú “Wireless” -> “Access List” -> “Add New”.
- Introducimos a mac (ver carcasa) e aceptamos.



ALIÑAMENTO

Configuração da etapa DESTINO DHCP (IP estática)

- Quick Set: **PTP Bridge** (ponte ponto a ponto)
- Wireless Bridge Mode: **Client/CPE**
- Address acquisition: Static
- Router Identity: Mikrotik DESTINO
- Escolhes a Wi-Fi chamada “MikroTik ORIXE”, escreves o contrasinal e fas clic en “Connect”.

Wireless Bridge Mode

Mode Client/CPE Server/AP

Wireless

Status connected to ess

AP MAC D4:CA:6D:BF:14:9B

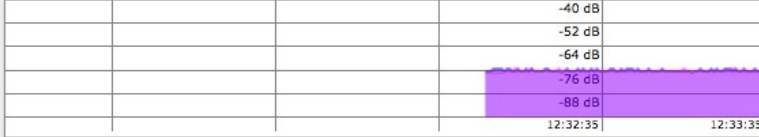
SSID MikroTik ORIXE

Tx/Rx Signal Strength -76/-76 dBm

Tx/Rx CCQ 66/73 %

Signal To Noise 37 dB

Wireless Protocol 802.11



Rx Signal	cur: -76 dB	avg: -76 dB	max: -75 dB
Tx Signal	cur: -76 dB	avg: -76 dB	max: -75 dB

Configuration

Address Acquisition Static DHCP

IP Address 69.63.152.110/23

Gateway 69.63.152.1

DNS Servers 69.50.2.190
69.50.2.180

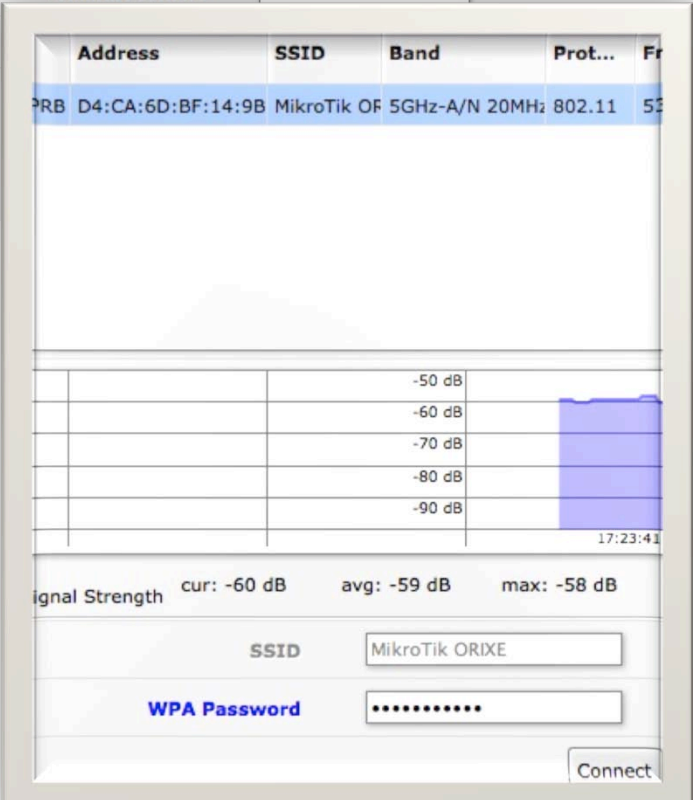
System

Router Identity MikroTik DESTINO

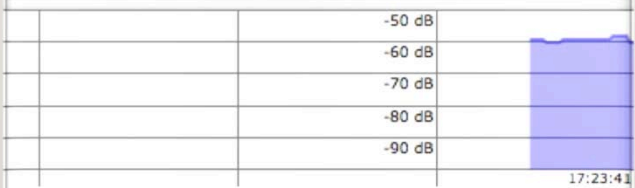
Check For Updates

Password

Confirm Password



Address	SSID	Band	Prot...	Fr
PRB D4:CA:6D:BF:14:9B	MikroTik OF	5GHz-A/N 20MHz	802.11	53



Signal Strength cur: -60 dB avg: -59 dB max: -58 dB

SSID MikroTik ORIXE

WPA Password

Connect

Detalle sobre configuración IP fixa

- Temos dous routers en modo bridge que configuraremos de maneira similar ós equipos de sobremesa da aula.
- Isto implica, que aínda que estes routers colguen uns dos outros, non se debe especificar como porta de enlace (IP de router) a IP do router inmediatamente posterior, senón que debe ser a do **router principal da rede**.

Configuración da etapa DESTINO

DHCP (IP dinámica)

- Quick Set: **PTP Bridge** (ponte punto a punto)
- Wireless Bridge Mode: **Client/CPE**
- Address acquisition: DHCP
- Address source: **WLAN / Any**.
- Router Identity: Mikrotik DESTINO
- Escolles a Wi-Fi chamada “MikroTik ORIXE”, escribes o contrasinal e fas clic en “Connect”.

Wireless Bridge Mode

Mode Client/CPE Server/AP

Wireless

Status connected to ess

AP MAC D4:CA:6D:BF:14:9B

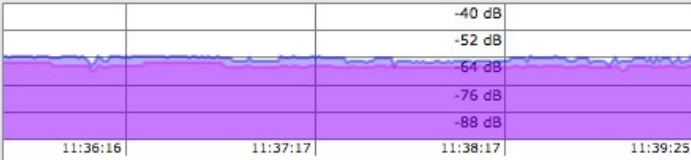
SSID MikroTik ORIXE

Tx/Rx Signal Strength -67/-64 dBm

Tx/Rx CCQ 82/81 %

Signal To Noise 51 dB

Wireless Protocol 802.11



Time	Signal Strength (dBm)
11:36:16	-40
11:37:17	-52
11:38:17	-64
11:39:25	-76
11:39:25	-88

Rx Signal cur: -64 dB avg: -64 dB max: -63 dB

Tx Signal cur: -67 dB avg: -67 dB max: -65 dB

Configuration

Address Acquisition Static DHCP

Address Source Any Ethernet WLAN

IP Address 192.168.0.9/24

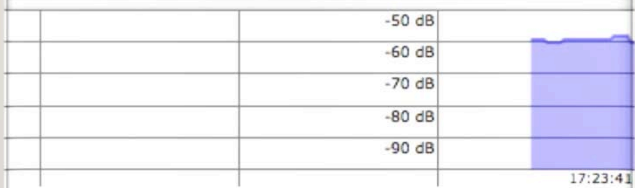
Gateway 192.168.0.1

System

Router Identity MikroTik DESTINO

Password

Address	SSID	Band	Prot...	Fr
192.168.0.9	D4:CA:6D:BF:14:9B	MikroTik OF	5GHz-A/N 20MHz	802.11



Signal Strength cur: -60 dB avg: -59 dB max: -58 dB

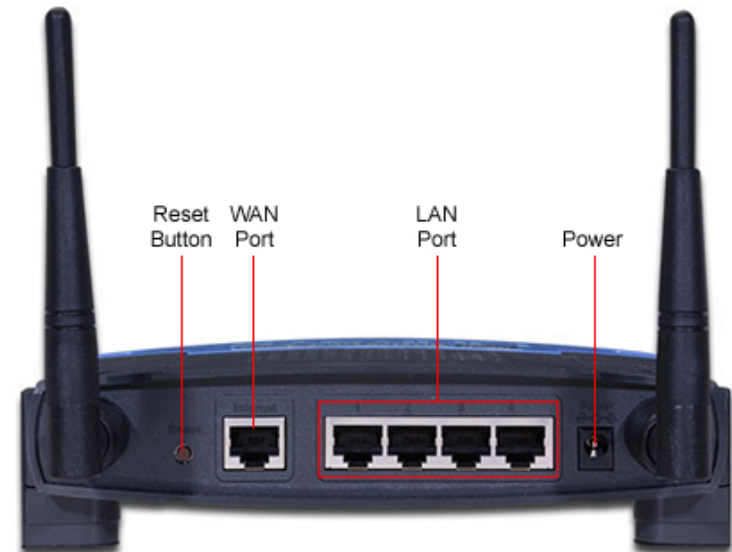
SSID MikroTik ORIXE

WPA Password

Punto de acceso de apoio ó destino

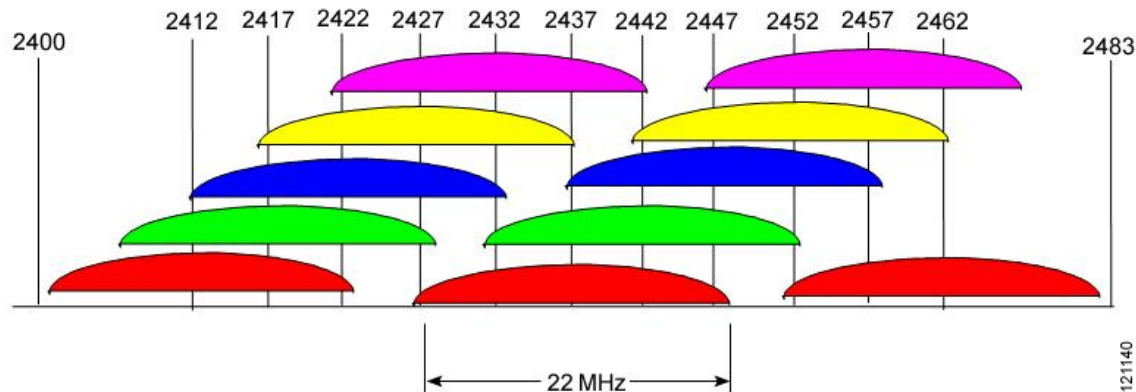
Non nos basta con acceder por cable á rede remota, queremos montar a nosa propia Wi-Fi.

- Precisamos un módulo de radio adicional, neste cun segundo router xenérico (**non modem**).
- Conecta o MikroTik ó conector WAN do router e accede á súa configuración web conectando o portátil ó conector LAN ou por Wi-Fi.



Punto de acceso de apoio ó destino

- Unha vez na configuración, busca un modo pasarela que permita crear unha subrede con NAT.
- Configura o nome da Wi-Fi, a súa seguridade, e sobre todo, escolle **unha canle que non estea ocupada** polo radioenlace nin por redes próximas.



Peculiaridades do NAT

NAT, Network Address Translation, permite que un router cree unha subrede con todos os seus clientes ocupando unha única IP dentro da rede nai. **Modo pasarela (gateway)**.

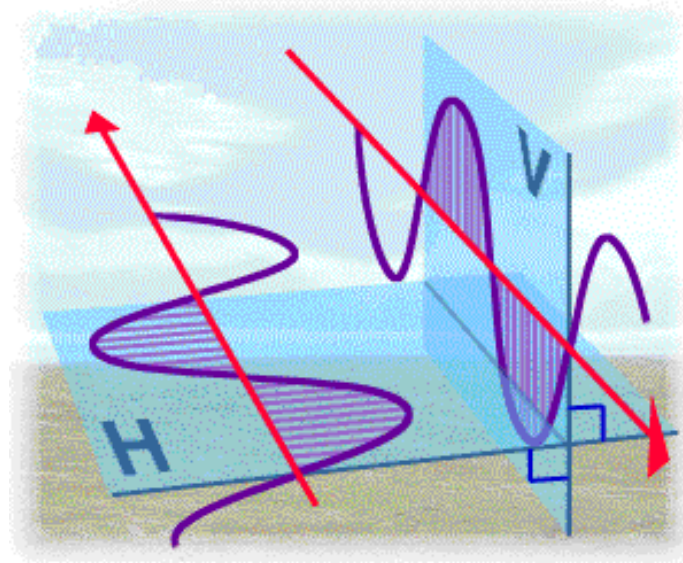
- Os equipos da subrede poderán interactuar entre eles e tamén acceder ós da rede nai.
- Os equipos da rede nai **non** poderán acceder ós equipos da subrede.

O router en modo NAT presenta dúas IP:

- Unha na rede nai. (p.ex: 192.168.0.20)
- Outra na subrede. É importante que esta última esté noutro intervalo distinto ó da rede nai (192.168.1.1)

Polarización empregada nas antenas

- Comunicacóns multipunto (Wi-Fi estándar)
-> polarización VERTICAL.
- Comunicacóns PaP/PTP (radioenlace)
-> indiferente, pero a mesma nas dúas etapas



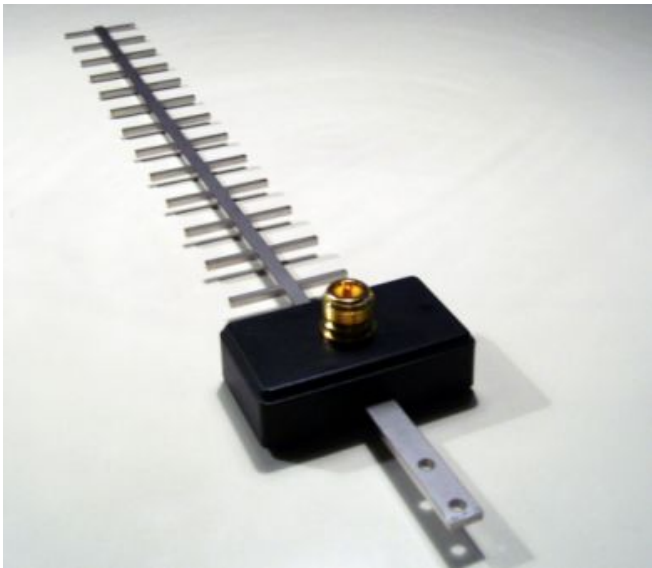
Polarización empregada nas antenas

- O radioenlace é PaP e pretende ser moi directivo e non ten porqué respetar estándares, así que usaremos antenas panel con polarización horizontal (por exemplo).
- O router que provea de Wi-Fi a zona remota (sexa de conector RP-SMA ou N), deberá utilizar unha antena omnidireccional en polarización vertical.

Tipos de antena posibles

Para comunicación do radioenlace (PaP/PTP)
(directiva):

- Parábolas.
- Yagi.
- Paneis (escollidos).



Tipos de antena posibles

Para comunicación multipunto
(omnidireccionais) (non neste montaxe)

- Monopolos.
- Arrays de paneis mediante **repartidor** <http://www.ds3comunicaciones.com/l-com/HK2417-120NF.html>. (seguinte transparencia)

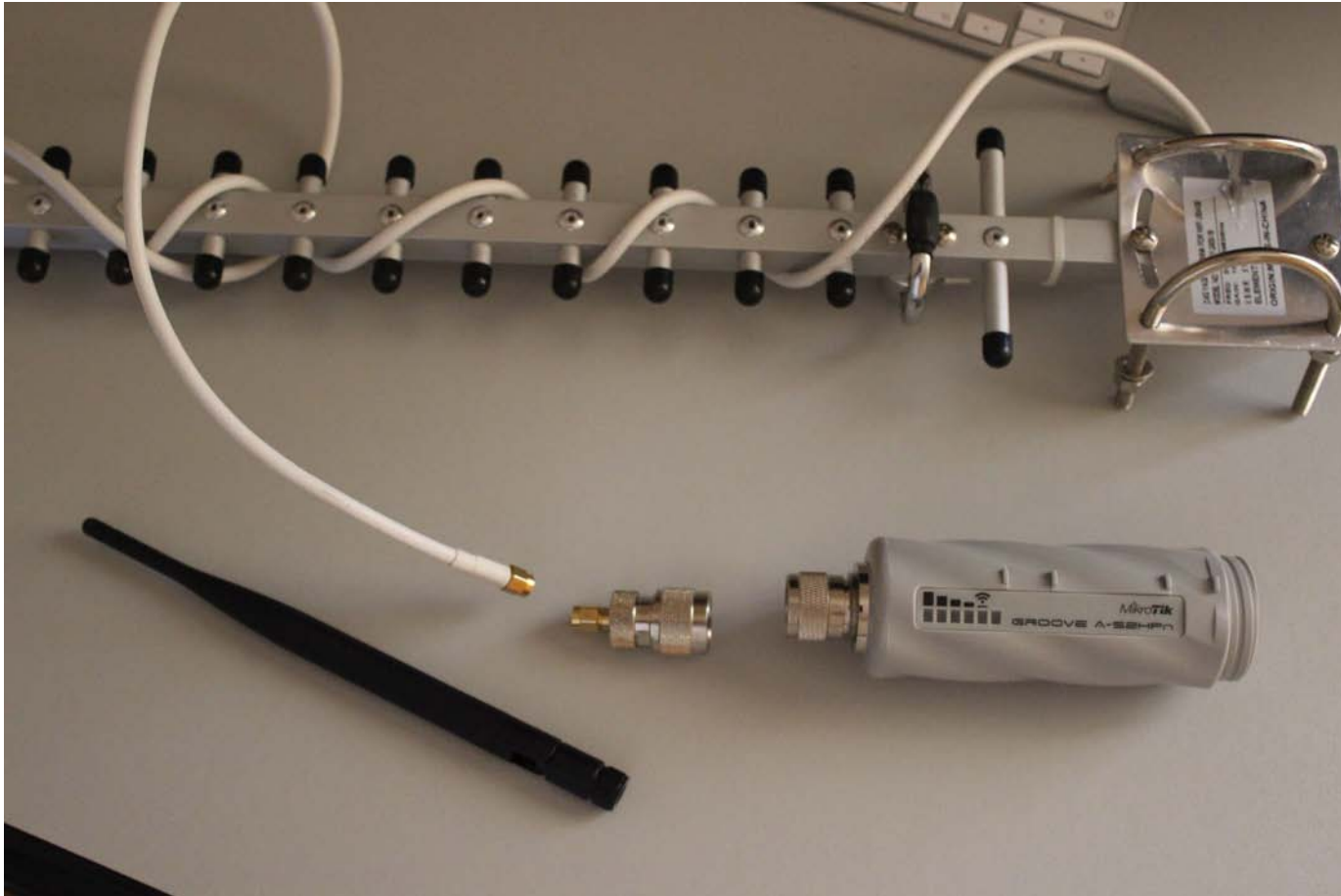
Outros: Antenas domésticas de todo tipo mediante adaptador N a RP-SMA

Lembra que este router soporta montaxe vertical no mástil ou directamente enroscado na antena.



Tipos de antena posibles

Adaptador N a RP-SMA:



Palabras maiores...

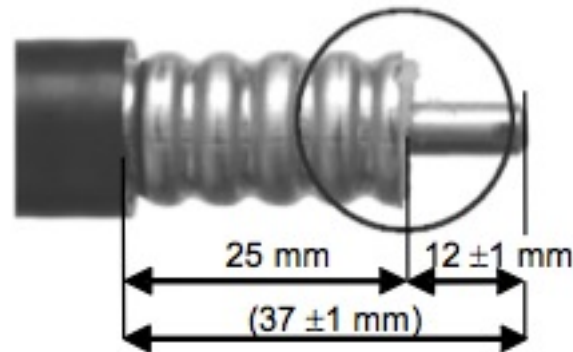
...650€



Cables e conectores

É preciso facer dous tipos de conectorizados:

- Crimpado de cable UTP (tixeiras e crimpadora).
- Conectorizado de cables coaxias de 1/2" sobre conector N (serra de metal, guantes, escofina, etc).



O corte máis limpo conseguiuuse con cortadora de tubos. Non se require ferramenta de conectorizado (no coaxial fino si).

Materiais (prezos aproximados)



- Dous routers Groove 52HPn: 2x70€
- Antenas panel 16dBi conector N: 2x50€
- Cable coaxial corrugado 1/2" helicoidal: 6€/m*2m = 12€
- Conectores N 1/2" con interior helicoidal (2 machos, 2 femias): 4x20€
- 6 conectores RJ-45: 6x0,25€ = 1,50€
- Cable UTP cat 5e: 7€/m*6m= 42€
- 1 router xenérico con función NAT: 60€
- Soportes antena: 2x15€

TOTAL: 465,50€

Proveedores

É necesario atopar un proveedor que:

- Non se aproveite.
- Acceda a comprar artigos por Internet en páxinas que lle indique e esté disposto a facturar (para incluílo na lista de provedores do plan de calidade).

Se o primeiro punto non se cumpre, débese esixir garantía ante erros e incompatibilidades.



Outros montaxes

Aproveitando a **torreta** do propio centro.

- A canalización (lado esquerdo, 20m aprox) permite pasar cable UTP ata a aula de Radio/ICT, dende onde se pode conectar a alimentación.
- Colocar un novo mástil ou aproveitar un dos os existentes.
- Existe un vano de 15m sen obstáculos ata outra das aulas de radio.
- A escaleira gárdase na aula, que ademáis conta cunha saída de emerxencia que facilita o acceso á torre.



Outros montaxes

O seguinte paso, sobre todo nos CS sería pasar a montar a modelos sen carcasa, máis versátiles para instalar en **caixas estancas**:

<https://www.youtube.com/watch?v=kS60eIRH7gY>



Outros montaxes

Algunhas placas posibles para montar en caixa estanca:

- Mikrotik RB411
- Mikrotik RB711
- Mikrotik **RB433 (130€)**
- Mikrotik RB600



Estas placas non teñen radio incorporada e requiren montar tarxetas Wi-Fi miniPCI estándar (P.ex: Mikrotik R52 ou outras con chipset compatible).

Tamén existen solucións de caixa estanca deseñada especificamente para estes modelos:

http://www.made4mikrotik.eu/prodotti/base-station-enclosure/URB3N3S/URB3N3S_overview.page

Outros montaxes

Estación reemisora (similar ás estacións de radiocomunicacións reais). Colócase nun punto intermedio. Toma o sinal no canal X e a reenvía no canal Y. Ademais, emite unha Wi-Fi estándar mediante unha antena omnidireccional enganchada na cima do mástil (total: 3 radios).

Un supernodo. Toma o sinal no canal X e a reenvía noutros canais. Tantos como ramificacións teña a rede.

Enlaces de interese



- www.routerboard.com
- Manuais do usuario dos equipos MikroTik (algo farragoso) www.wiki.mikrotik.com
- <http://www.made4mikrotik.eu/>
- A rede libre de radioenlaces “*guifinet*”:
www.guifi.net
- tombatossals.github.io/guifi-iparty-2010/
- Guía de Cisco para escoller canais Wi-Fi:
<http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/channel/deployment/guide/Channel.html>

Gracias!

danielrios@edu.xunta.es

danielrios.me

