

XARXES DE COMPUTACIÓ



Noms alumnes: Martí Checa Hernández i Alejandra Lisette Rocha G.

Professor: Rafael Morillas Varon

Curs 2023/2024 Q2

P3 - Sessió 2: Dispositius i paràmetres principals Wireless: Wi-Fi

Descarregueu-vos al mòbil les següents apps gratuïtes (podeu connectar-vos a Eduroam per descarregar sense utilitzar dades de telefonia del mòbil):

- Ping tools
- Network Signal Info
- WiFiAnalyzer

Hi ha diverses consideracions en comunicacions sense fils que la fa diferent comparada amb paquets de medis de transmissió cablejats. Per comprendre els punts principals dels tipus de paquets llegiu la informació disponible a:

https://documentation.meraki.com/General_Administration/Tools_and_Troubleshooting/Analyzing_Wireless_Packet_Captures

Per a la part final de la sessió pràctica, disposarem dels APs de MikroTik, per a fer proves de monitorització de trames i paquets a xarxes sense fils.

Algunes comandes importants del dispositiu MikroTik que s'utilitzaran a la sessió 2 de la pràctica 3:

interface wireless sniffer – llegiu-ne la documentació:

<https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Interface/Wireless#Sniffer>

packet sniffer - llegiu-ne la documentació

https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Tools/Package_Sniffer

Llegiu-vos primer els punts que considereu importants de la següent documentació de l'equip MikroTik.

<https://mikrotik.com/product/RB941-2nD>

Quick guide: <https://help.mikrotik.com/docs/display/QG/Quick+Guide+G12-a>

El professor muntarà la xarxa LAN MikroTik (amb configuració per defecte del MikroTik) connectada a la Xarxa de Laboratori, com es mostra a la Figura 1. **Important, el cable UTP del laboratori només es pot connectar al port Ethernet 1 del MikroTik (ho fa el Professor).** Els vostres ordinadors estan connectats la xarxa de laboratori, i l'ordinador del Professor a la LAN MikroTik a través d'un port Ethernet 2-5 de MikroTik (ho fa el Professor). **El Professor configurarà el AP de MikroTik i li assignarà un SSIDs que siguin fàcil d'identificar (identificant el subgrup de pràctiques).**

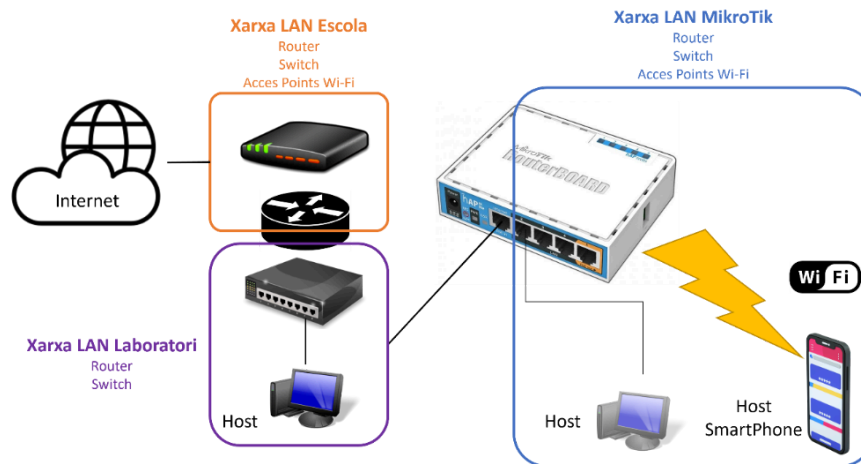


Figura 1. Xarxa LAN MikroTik a muntar i connectar a la Xarxa LAN de laboratori.

Notes pel Professor (ho fa el Professor):

Abans de fer servir el MikroTik es aconsella fer-li un reset per deixar-lo amb la seva configuració de fàbrica:

- Reset mitjançant botó: cal estar desconnectat de l'alimentació. Llavors mantenir pulsat el botó de reset, seguidament alimentar el dispositiu i mantenir pulsat el botó de reset durant almenys 3 segons. També, per un factory Settings reset (very hard reset, realitzar el mateix procediment però esperar uns 20 segons amb el reset pulsat). Atenció, moltes vegades aquest serà el cas. Més informació sobre reset: <https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Reset>
 - o Important, després del hard reset, si segueix sense tenir connectivitat. Segurament és el host (l'ordinador, que ha de tenir que l'ordinador sigui *discoverable* i el Firewall intern deshabilitat a Windows; o que hagi agafat la configuració correcta en un equip Linux).
 - o Si el MikroTik perd tot tipus de connectivitat, llavors potser cosa de hardware (portar a IT per veure si el poden arreglar, o canviar el dispositiu).

Degut a que s'ha d'habilitar el servidor iperf3, millor entrar a Linux (Ubuntu)!

Seguidament, per als primers punts, utilitzarem els APs del dispositiu MikroTik. Recordem, abans de desconnectar el cable UTP de xarxa, que per treballar amb el MikroTik a Ubuntu hem d'habilitar l'assignació automàtica de IPs als ordinadors de laboratori (per a Windows funciona automàticament):

Executar primer "sudo su -" i després script "ip-per-dhcp.sh". Per tornar a habilitar l'assignació manual i abans de tancar l'ordinador, utilitzar "ip-manual.sh"

Per tal de connectar-nos al servei web de configuració del MikroTik, al navegador haurem d'entrar l'adreça IP 192.168.88.1.

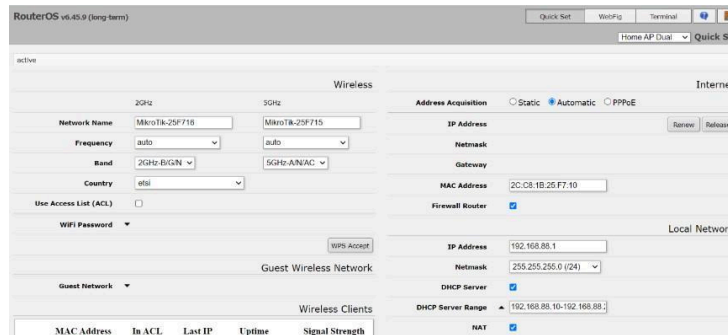


Figura 2. Landing page del servei web de configuració del MikroTik.

També, per saber la direcció IP de la interfície de MikroTik a la xarxa del laboratori, ho podem veure a la pàgina de configuració de MikroTik. Per exemple,

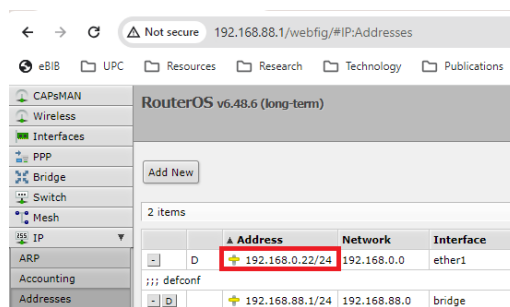
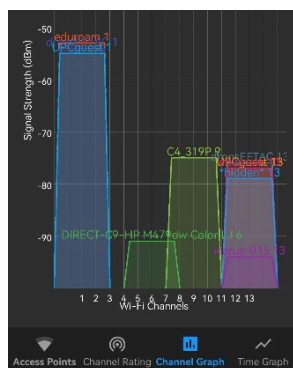


Figura 3. Llistat de IP de les interfícies de MikroTik a les diferents xarxes. En particular, remarcant en vermell es mostra la IP assignada a la interfícies de MikroTik a la xarxa de laboratori.

Fi de les notes pel Professor

Descarregueu en els vostres mòbils els aplicatius: *Network Signal Info*, *PingTools* i *WiFiAnalyzer* (que permet veure les freqüències d'operació Wi-Fi i altres informacions).



Llista la informació dels diferents SSIDs

- Colors (juntament amb el nivell de la barra) indiquen potencial del senyal.
- L'amplada de la barra indica els canals que ocupa.
- Podem veure que diferents SSIDs ocupen els mateixos canals.

En d'altres menús podem trobar informació en detall de les diferents WLANs.

MikroTik proveeix dos *Acces Points* (AP) Wi-Fi. Un a 2.4 GHz i l'altre a 5 GHz.

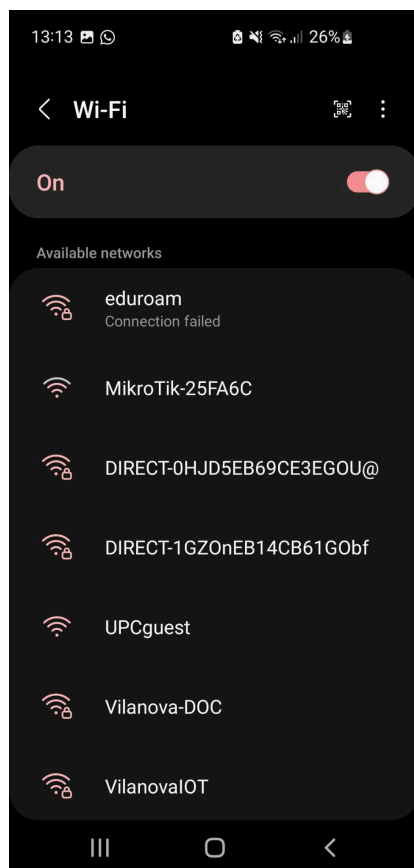
1. Connecteu els vostres mòbils a la WLAN creada per un dels AP de MikroTik. Us podeu connectar als dos AP de MikroTik o només a un? Poseu captures de pantalla del mòbil per demostrar en quina situació esteu. El vostre mòbil connectat a l'AP, actuarà com a AP o com a host? Raoneu les respostes.

Podem connectar-nos als dos dispositius. No tots els mòbils poden accedir ja que no tenen la capacitat de rebre i transmetre dades a 5G. En el nostre cas (Samsung Galaxy S10e) té la capacitat de connectar-se a ambdues. El nostre mòbil actua com a Host. Altres dispositius no poden accedir a la network a partir del nostre dispositiu. S'han de connectar a l'Accés Point per poder-ho fer. El mòbil és un terminal més a la xarxa, i per defecte no pot ser utilitzat com amplificador de la xarxa.



2. Amb l'aplicació de mòbil *Network Signal Info*. Identifiqueu a quines xarxes WLAN i WAN esteu connectats amb el mòbil (i indiqueu la extensió), i indiqueu la tecnologia de connexió. Quina d'aquestes xarxes us proveeix connexió a Internet directament/indirectament i com?

Al mòbil, per fer les pràctiques, estarem connectats a MikroTik-25FA6B, el qual utilitza l'estàndard de WiFi 5 enviant i rebent dades a freqüències 5G. Hi han varies xarxes a les quals ens podem connectar. Hi han diferents APs, els quals van de connexions a impressores, a xarxes domòtiques, als APs de la Universitat tant per a convidats com per a estudiants (eduroam).



La xarxa que actualment ens està proveïnt una connexió a internet no és la de MikroTik-25FA6B, si no la LAN a la qual està connectada. Com que és una WLAN conectada a la LAN de l'escola, estem utilitzant els serveis internet de eduroam per connectar-nos a la xarxa internet de la Universitat sense la necessitat de passar per un dels APs de eduroam, que normalment requeririen d'un certificat especial per a poder-hi fer servei de la connexió.

3. Per a les WLAN creades per Mikrotik, identifiqueu el BSSID, quin/s canal/s utilitza, quina velocitat de transmissió té, quina freqüència utilitza, quina seguretat implementa? Raoneu les respostes.

MikroTik-25FA6B

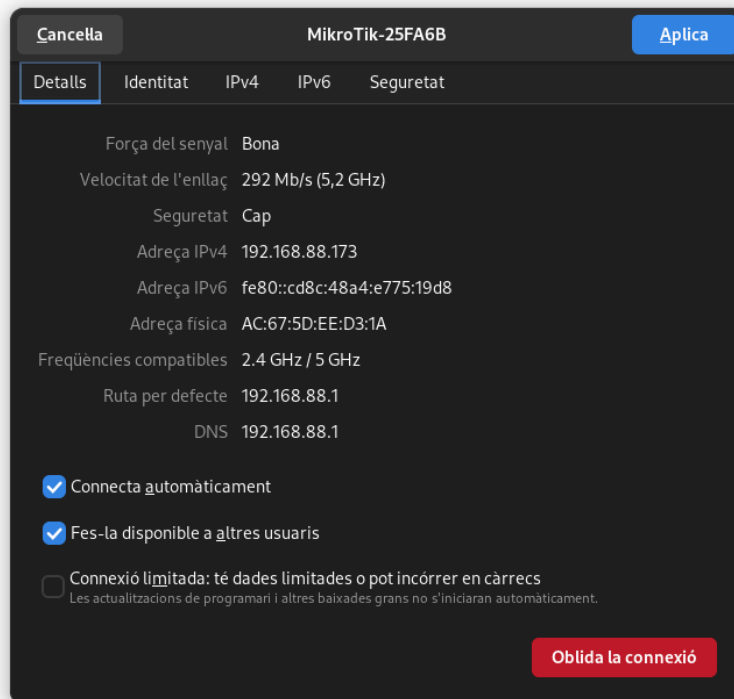
- BSSID: 2C:C8:1B:25:FA:6B
- Canals: 36 (42). Es troba entre 5170 - 5250 MHz.
- Velocitat de transmissió: Average de 260 Mbps. Pics de 400 Mbps.
- Freqüència: 5G (5180 MHz) WiFi 5
- Seguretat: Ninguna. És una connexió insegura on tothom pot entrar. Està encriptat mitjançant Open WiFi Network.

MikroTik-25FA6C

- BSSID: 2C:68:1B:25:FA:6C Té sentit que sigui la continuació al BSSID de l'altre AP, ja que a l'hora assignar adreces el OUI no canvia, mentres que el ID únic de la MAC de l'AP s'incrementa per 1.
- Canals: 1 (3). Es troba entre 24122 - 2432 MHz.
- Velocitat de transmissió: Average de 42 Mbps.
- Freqüència: 2.4G (2412 MHz) WiFi 4
- Seguretat: Igual que en l'altre AP

4. Quina és l'adreça MAC del rúter MikroTik de la xarxa LAN MikroTik? Coincideix amb la BSSID? Perquè és important la BSSID? Si hi ha més LANs Mikrotik, hi haurà interferències? Podem seguir treballant? Captureu (utilitzeu Wi-Fi Analyzer) i mostreu a la resposta la captura de pantalla del vostre mòbil on es mostren diferents WLAN i les freqüències i canals que ocupen. Raoneu el perquè.

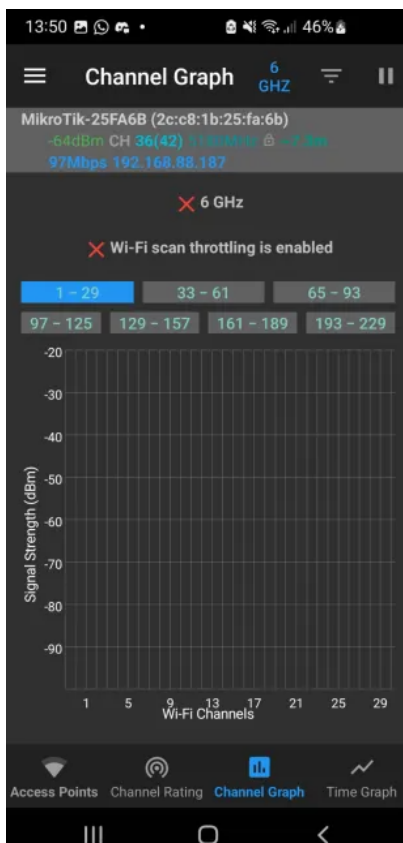
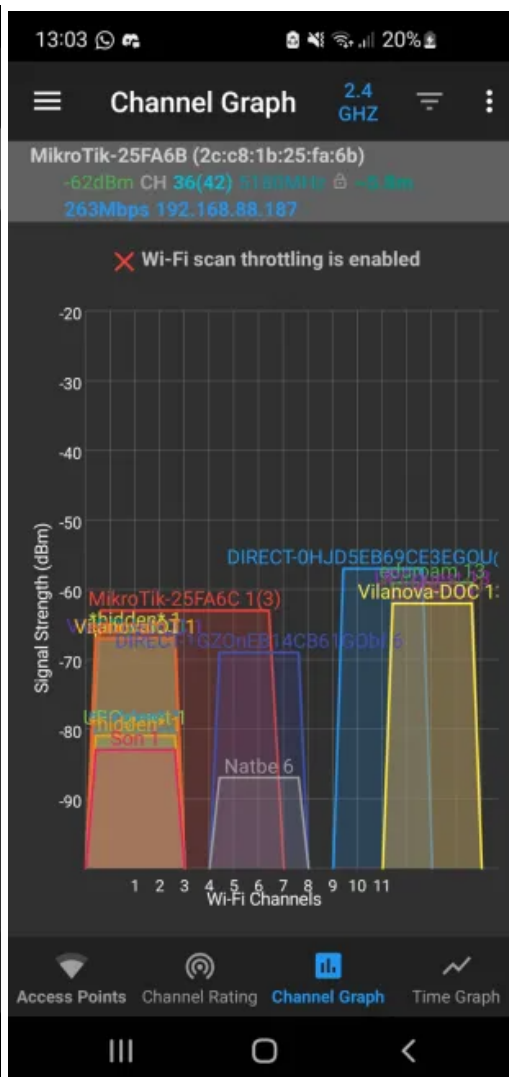
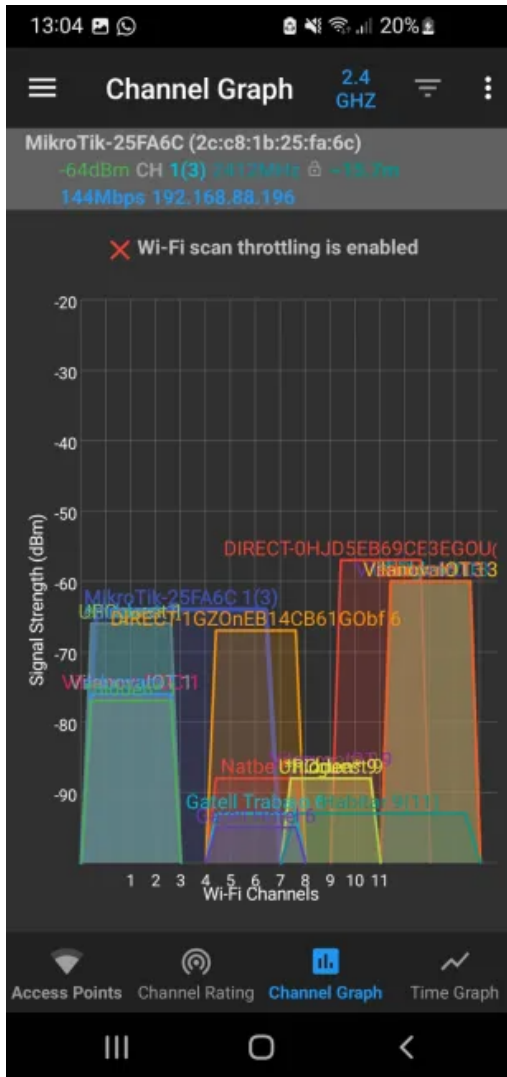
L'adreça MAC física del dispositiu i el BSSID no són iguals. Les adreces BSSID que hem trobat abans amb l'aplicació Network Signal Info no concorden amb la MAC del dispositiu com a tal.



Això té sentit. Encara que la BSSID i la MAC ambdues utilitzin 6 bytes per identificar-se, s'estan utilitzant per a dos nivells diferents. La MAC física del router és única per al dispositiu. Dona igual de quants APs disposi, la MAC no canviarà. Aquesta actua a Nivell 1 (Físic) per identificar el dispositiu a la xarxa i que altres terminals el puguin reconèixer. El BSSID en canvi és únic per a cada AP del dispositiu. Un dispositiu pot tindre varis APs. Per tant, necessiten una adreça per poder-los identificar.

El límit que té el dispositiu MikroTik llavors es veurà per la quantitat de APs que pugui obrir i a quants terminals pot donar servei amb el seu ample de banda. Quant més dispositius i més APs tingui oberts i donant servei simultàneament, més probabilitats d'interferències tindrà. Podrem seguir treballant, pero la nostra qualitat de servei es veurà reduïda.

(Fotos de WiFi Analyzer, els gràfics)



Amb WiFi Analyzer podem veure de forma molt més gràfica quins canals (o el que ve a ser, quines bandes de freqüències) estan sent utilitzades per quins dispositius. Això és una eina de troubleshoot molt poderosa ja que ens deixa veure amb claredat quines WLAN tenen més predisposició de suportar interferències. Les xarxes que a la mateixa freqüència utilitzen els mateixos canals compartiran medi, i per tant podrien tindre interferències. En canvi, si un AP disposa d'un canal lliure d'altres dispositius, no es veurà afectat per interferències d'altres dispositius al mateix canal.

D'aquesta manera, podem canviar manualment els canals que utilitza el nostre dispositiu per intentar millorar la qualitat del seu servei en el cas que tinguem molts APs en el mateix espai físic.

5. Respectivament, primer connecteu-vos amb el mòbil a la WLAN de 2.4 GHz de MikroTik i comproveu quina cobertura té (allunyant-vos del AP) i velocitat de transmissió (iperf3 amb l'ordinador connectat a la LAN de Mikrotik i PingTools; el professor tindrà actiu el servidor iperf al seu ordinador). Repetiu el procediment connecteu-vos amb el mòbil al AP de 5 GHz. A quin AP us heu pogut connectar? Teòricament raoneu amb quin AP s'aconsegueix més cobertura? Raoneu les respostes amb l'equació de Friis.

Segons els testos, hem comprovat que encara que la xarxa 5G tingui una taxa de transmissió mitjana i màxima molt més elevades que la de 2.4G, aquest increment de velocitat afecta a la cobertura total del AP. Fora de l'equació de Friis, depenent de la freqüència d'una ona, serà més o menys fàcil transmetre ones a través d'un medi. Les freqüències més elevades tenen més complicacions a recórrer més terreny ja que la seva major energia augmenta la possibilitat de col·lisió amb els medis més sòlids. En canvi, les ones de més baixa freqüència, ho tenen més fàcil. Aquesta és la gran diferència entre 2.4G i 5G, i el "trade off" que hi ha entre utilitzar una o altre.

6. Estan relativament a prop del MikroTik, per ambdós o almenys un AP comproveu la velocitat de transmissió amb iperf3 (l'ordinador del Professor connectat al port Ethernet 2 de Mikrotik fent de servidor, i amb el mòbil utilitzant l'aplicatiu PingTools). Raoneu el perquè amb l'equació de Friis.

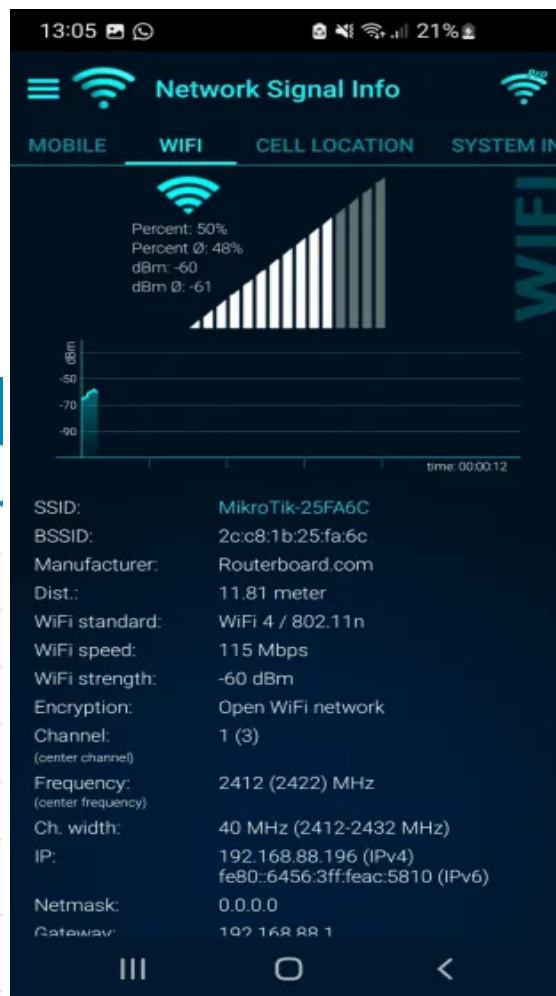
WiFi 5: Velocitat de transmissió: 90.8 Mbps
Potència de senyal percebuda: -59 dBm

iPerf				
192.168.88.249				START
Interval sec	Retr	Cwnd Bytes	Transfer Bytes	Bandwidth bit/sec
1	2415	221.0K	11.8M	98.6M
2.0	36	153.0K	11.4M	94.8M
3	43	156.0K	10.1M	86.1M
4	10	170.0K	11.1M	93.3M
5	34	157.0K	11.0M	92.0M
Receiver summary 0.0-5.0			55.4M	93.0M
Sender summary 0.0-5.05			54.6M	90.8M



WiFi 4 (2.4Ghz):
Velocitat de transmissió: 17.3 Mbps
Potencia de senyal percebuda: -60 dBm

iPerf				
192.168.88.249				START
Interval sec	Retr	Cwnd Bytes	Transfer Bytes	Bandwidth bit/sec
1	5	1005.0K	2.51M	21.1M
2	0	1.21M	1.25M	10.5M
3	51	1014.0K	979.0K	8.01M
4	0	1.04M	3.09M	26.0M
5	0	1.08M	2.85M	23.8M
Receiver summary 0.0-5.0			10.7M	17.9M
Sender summary 0.0-5.07			10.4M	17.3M



Per analitzar la potència de transmissió i la potència de senyal rebut utilitzant l'equació de Friis, prenem en compte els valors proporcionats a les captures i la informació detallada sobre l'equació de Friis que ens vam trobar dins del document explicatiu sobre la pràctica 3 en pdf:

L'equació de Friis (cas ideal en espai lliure: sense reflexions ni obstacles) es pot expressar com segueix:

$$P_r = P_t G_t G_r \left(\frac{c_0}{4\pi df} \right)^2$$

D'aquesta equació, podem destacar els següents punts:

- Potència de Transmissió (P_t): És la potència amb què s'emetrà el senyal des de la font.
- Guany d'Antena (G_t i G_r): Representen la capacitat de les antenes per concentrar o distribuir el senyal. Si les antenes tenen un guany més alt, poden millorar la potència del senyal a la seva direcció preferida.
- Freqüència (f): És la freqüència del senyal de les ones electromagnètiques. Aquesta es relaciona amb la seva capacitat per propagar-se amb més o menys difracció a través de l'espai lliure.
- Distància (d): La distància entre la font i el receptor. A mesura que la distància augmenta, la potència del senyal disminueix segons l'equació inversa del quadrat de la distància.

L'equació de Friis ens ajuda a entendre com la distància (d) i la freqüència (f) afecten la potència rebuda (P_r). En el nostre cas, compararem els valors de potència rebuda en dues bandes de freqüència diferents: 2,4 GHz i 5 GHz que ens proporciona Mikrotik.

L'equació de Friis s'utilitza per calcular la potència de senyal esperada entre dos punts en una connexió sense fils, considerant factors com la distància, la freqüència de transmissió, els guanys d'antena i les pèrdues del medi de transmissió. La potència de senyal percebuda en WiFi 5 és de -59 dBm, mentre que en WiFi 4 és de -66 dBm, cosa que vol dir que WiFi 5 té

una millor potència de senyal percebuda en comparació amb WiFi 4. La diferència significativa en la velocitat de transmissió es pot atribuir a la diferència de freqüències, WiFi 5 utilitza la banda de 5 GHz, que permet una major velocitat de dades en comparació amb la banda de 2.4 GHz utilitzada per WiFi 4. La banda de 5 GHz té una major capacitat de transmissió de dades però menor abast, mentre que la banda de 2.4 GHz té millor abast però menor capacitat de transmissió de dades. Per altra banda, els guanys d'antena i les pèrdues del medi també afecten la transmissió. És probable que les antenes utilitzades per WiFi 5 tinguin millors guanys o que les condicions del medi siguin més favorables per a la banda de 5 GHz. Com a conclusió, la velocitat de transmissió més alta en WiFi 5 en comparació amb WiFi 4 s'explica principalment per la major capacitat de transmissió de dades a la banda de 5 GHz, tot i la potència de senyal percebuda ser millor. L'equació de Friis ajuda a entendre que, a major freqüència, la capacitat de transmissió de dades és més alta, malgrat les pèrdues de senyal que es poden compensar amb millors guanys d'antena i condicions del medi. Tot això ens demostra que fins i tot estant relativament a prop del MikroTik, el WiFi 5 proporciona una velocitat de transmissió superior a WiFi 4.

7. Estan relativament lluny (al límit de cobertura) del MikroTik, per ambdós o almenys un AP comproveu la velocitat de transmissió amb iperf3 (l'ordinador del professor connectat al port Ethernet 2 Mikrotik fent de servidor, i amb el mòbil utilitzant l'aplicatiu PingTools). Raoneu el perquè amb l'equació de Friis.

WiFi 5 (5 GHz): Potencia de senyal rebuda (Pr): -69 dBm

Velocitat de transmissió: 68.5 Mbps

iPerf				
192.168.88.249				START
Interval sec	Retr	Cwnd Bytes	Transfer Bytes	Bandwidth bit/sec
1	226	218.0K	7.82M	65.6M
2	40	161.0K	8.68M	72.8M
3	6	170.0K	8.11M	68.0M
4	32	167.0K	10.0M	83.9M
5	0	168.0K	7.05M	59.3M
Receiver summary 0.0-5.0			41.7M	69.9M
Sender summary 0.0-5.03			41.1M	68.5M



WiFi 4 (2.4 GHz): Potencia de senyal rebuda (Pr): -63 dBm
 Velocitat de transmissió: 4.01 Mbps

iPerf				
192.168.88.249				START
Interval sec	Retr	Cwnd Bytes	Transfer Bytes	Bandwidth bit/sec
1	2	59.4K	916.0K	7.51M
2	0	208.0K	436.0K	3.57M
3	0	307.0K	935.0K	7.66M
4	0	307.0K	0.0	0.0
5	31	202.0K	520.0K	4.26M
Receiver summary 0.0-5.0		-	2.74M	4.6M
Sender summary 0.0-5.04		-	2.41M	4.01M



A continuació raonarem el perquè amb l'equació de friis que ja vam veure a l'apartat anterior. Es pot

veure que la potència de senyal percebuda en WiFi 5 és de -69 dBm, mentre que en WiFi 4 és de -63 dBm. Això indica que WiFi 4 té una millor potència de senyal percebuda en comparació amb WiFi 5, tot i que la diferència no és molt significativa. Per altra banda, la diferència significativa en la velocitat de transmissió es pot atribuir a la diferència de freqüències. WiFi 5 utilitza la banda de 5 GHz, que permet una major velocitat de dades en comparació amb la banda de 2.4 GHz utilitzada per WiFi 4. A més, la banda de 5 GHz té una major capacitat de transmissió de dades però menor abast, mentre que la banda de 2.4 GHz té millor abast degut a que és més gran el seu ample de banda però menor capacitat de transmissió de dades o és més lenta en quant a la velocitat a comparació de l'altre de 5GHz. Estant al límit de la cobertura, la distància entre el transmissor i el receptor és gran, el que afecta negativament la potència del senyal rebuda, cosa que és especialment evident en WiFi 4, on la velocitat de transmissió és molt baixa (4.01 Mbps) a causa de les majors pèrdues de senyal a la banda de 2.4 GHz. Els guanyos d'antena i les pèrdues del medi també afecten la transmissió. És probable que les antenes utilitzades per WiFi 5 tinguin millors guanyos o que les condicions del medi siguin més favorables per a la banda de 5 GHz.

8. Posant un dels AP de MikroTik a monitoring (Sniffer) – ho farà el Professor -, quins tipus paquets es capturen? Quins missatges són Unicast, quins Broadcast i quins Multicast? A qui van adreçats? Feu una foto de la informació mostrada pel Professor en pantalla i inclou-la a la resposta. Raoneu la resposta.

```
Columns: CHANNEL, SIGNAL-AT-RATE, SRC, DST, TYPE
# CHANNEL SIGNAL-AT-RATE SRC DST TYPE
0 2412/20-Ce/gn(18dBm) -66dBm@1Mbps 6E:64:C2:97:F3:BC FF:FF:FF:FF:FF:FF probe-req
1 2412/20-Ce/gn(18dBm) -75dBm@1Mbps 6E:64:C2:97:F3:BC FF:FF:FF:FF:FF:FF probe-req
2 2412/20-Ce/gn(18dBm) -78dBm@1Mbps 6E:64:C2:97:F3:BC FF:FF:FF:FF:FF:FF probe-req
3 2412/20-Ce/gn(18dBm) -75dBm@1Mbps AE:17:D3:A7:B5:EC FF:FF:FF:FF:FF:FF probe-req
4 2412/20-Ce/gn(18dBm) -68dBm@1Mbps AE:17:D3:A7:B5:EC FF:FF:FF:FF:FF:FF probe-req
5 2412/20-Ce/gn(18dBm) -71dBm@1Mbps AE:17:D3:A7:B5:EC D4:CA:6D:E5:98:79 ack
6 2412/20-Ce/gn(18dBm) -75dBm@1Mbps AE:17:D3:A7:B5:EC D4:CA:6D:E5:98:79 ack
7 2412/20-Ce/gn(18dBm) -74dBm@1Mbps AE:17:D3:A7:B5:EC FF:FF:FF:FF:FF:FF probe-req
8 2412/20-Ce/gn(18dBm) -67dBm@1Mbps AE:17:D3:A7:B5:EC FF:FF:FF:FF:FF:FF probe-req
9 2412/20-Ce/gn(18dBm) -65dBm@1Mbps AE:17:D3:A7:B5:EC FF:FF:FF:FF:FF:FF probe-req
10 2412/20-Ce/gn(18dBm) -75dBm@1Mbps AE:17:D3:A7:B5:EC FF:FF:FF:FF:FF:FF probe-req
```

Podem veure dos tipus de paquets els tipus “probe-req” i els ack“. Els primers o “probe-req” són paquets de sol·licitud de sonatge(petició) que un dispositiu envia per trobar punts d'accés disponibles, es dirigeixen a tots els dispositius disponibles en la xarxa per identificar punts d'accés, per això s'envien com a Broadcast. Els missatges d'aquests paquets són enviats com a Broadcast, ja que es dirigeixen a la direcció FF:FF:FF:FF:FF:FF o a tots els dispositius de la xarxa. Exemples: 6E:64:C2:97:F3:BC a FF:FF:FF:FF:FF:FF o AE:17:D3:A7:B5:EC a FF:FF:FF:FF:FF:FF. El segon tipus de paquets que ens trobem són els de reconeixement o “ack”, són paquets de reconeixement que un dispositiu envia per confirmar la recepció d'un paquet anterior, es dirigeixen a un dispositiu específic per confirmar la recepció de dades. Els missatges d'aquests paquets són enviats com a Unicast, ja que es dirigeixen a una adreça MAC específica. Exemples: AE:17:D3:A7:B5:EC a D4:CA:6D:E5:98:79

No hi ha paquets multicast.

Els destinataris dels missatges de Broadcast són FF:FF:FF:FF:FF:FF i els de Unicast és D4:CA:6D:E5:98:79.

9. Posant el AP a managed (/tool/sniffer> quick interface=wlanX; ho farà el Professor), quins paquets Wi-Fi es capturen? Quins paquets són Unicast, quins Broadcast i quins Multicast? A qui van adreçats? Feu una foto de la informació mostrada pel Professor en pantalla i inclou-la a la resposta. Raoneu la resposta.

```
[admin@MikroTik] /tool/sniffer> quick interface=wlan2
Columns: INTERFACE, TIME, NUM, DIR, SRC-MAC, DST-MAC, SRC-ADDRESS, DST-ADDRESS, PROTOCOL
INTER TIME NUM DIR SRC-MAC DST-MAC SRC-ADDRESS DST-ADDRESS PROTOCOL
wlan2 6.791 56 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250:62262 192.168.88.1:53 (dns) ip:udp
wlan2 6.793 57 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250:9278 192.168.88.1:53 (dns) ip:udp
wlan2 6.795 58 -> 2C:C8:1B:25:FA:67 02:02:82:50:BA:B3 192.168.88.1:53 (dns) 192.168.88.250:62262 ip:udp
wlan2 6.801 59 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250 142.250.200.100 ip:icmp
wlan2 6.804 60 -> 2C:C8:1B:25:FA:67 02:02:82:50:BA:B3 192.168.88.1:53 (dns) 192.168.88.250:9278 ip:udp
wlan2 6.81 61 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250 52.85.186.198 ip:icmp
wlan2 6.812 62 -> 2C:C8:1B:25:FA:67 02:02:82:50:BA:B3 142.250.200.100 192.168.88.250 ip:icmp
wlan2 6.817 63 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250:31192 192.168.88.1:53 (dns) ip:udp
wlan2 6.821 64 -> 2C:C8:1B:25:FA:67 02:02:82:50:BA:B3 52.85.186.198 192.168.88.250 ip:icmp
wlan2 6.825 65 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250:49862 192.168.88.1:53 (dns) ip:udp
wlan2 6.832 66 -> 2C:C8:1B:25:FA:67 02:02:82:50:BA:B3 192.168.88.1:53 (dns) 192.168.88.250:31192 ip:udp
wlan2 6.844 67 -> 2C:C8:1B:25:FA:67 02:02:82:50:BA:B3 192.168.88.1:53 (dns) 192.168.88.250:49862 ip:udp
wlan2 7.806 68 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250 142.250.200.100 ip:icmp
wlan2 7.811 69 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250 52.85.186.198 ip:icmp
wlan2 7.816 70 -> 2C:C8:1B:25:FA:67 02:02:82:50:BA:B3 142.250.200.100 192.168.88.250 ip:icmp
wlan2 7.821 71 -> 2C:C8:1B:25:FA:67 02:02:82:50:BA:B3 52.85.186.198 192.168.88.250 ip:icmp
wlan2 7.829 72 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250:46198 216.58.215.138:443 (https) ip:tcp
wlan2 7.831 73 <- 02:02:82:50:BA:B3 2C:C8:1B:25:FA:67 192.168.88.250:46198 216.58.215.138:443 (https) ip:tcp
wlan2 7.839 74 -> 2C:C8:1B:25:FA:67 02:02:82:50:BA:B3 216.58.215.138:443 (https) 192.168.88.250:46198 ip:tcp
wlan2 8.513 75 -> 2C:C8:1B:25:FA:6B 01:80:C2:00:00:00 802.2
```

No veïem paquets Broadcast en la imatge ja que no hi ha cap que tingui adreça de destí FF:FF:FF:FF:FF:FF, són dirigits a tots els dispositius de la xarxa.

Els paquets unicast són aquells que tenen una adreça de destí específica, aquests missatges es dirigeixen a un grup específic de dispositius en la xarxa segueixen uns protocols DNS, ICMP, HTTPS. Exemple: SRC-MAC: 2C:C8:1B:25:FA:67, DST-MAC: 02:08:22:50:BA:B3

Per últim, es pot veure un paquet Multicast que segueix el protocol 802.2, es dirigeixen a un grup específic de dispositius en la xarxa i sabem que és multicast degut a que té una adreça multicast reservada per protocols de xarxa 01:80:C2:00:00:00, Dest-MAC:01:80:C2:00:00:00.

Com a conclusió, la majoria dels paquets capturats són de tipus Unicast, dirigits a dispositius específics per comunicacions DNS, ICMP i HTTPS. També es capturen alguns paquets Multicast relacionats amb el protocol 802.2. No es capturen paquets Broadcast en la captura mostrada.

Passejant per la planta 1 de l'edifici VGA principal de l'escola identifiqueu els AP Eduroam, mentre mireu la vostra connectivitat Wi-Fi amb el mòbil (no cobertura de dades mòbil de telefonia – de fet podeu aturar les dades mòbil de telefonia).

També, teniu disponible (simplement com a referència) per consultar a la web UPC la cobertura Wi-Fi a EPSEVG:

<https://serveistic.upc.edu/ca/Wi-Fiupc/doc-tecnica/documentacio-de-referencia/mapes-de-cobertura/campus-de-vilanova-i-la-geltru>

10. Com és que sempre tenim cobertura? Quina estructura de connexió implementa la xarxa WLAN Eduroam? Raoneu la resposta.

Passejant pels edificis de la Universitat podem veure que sempre tindrem cobertura d'Eduroam ja que encara que aniríem canviant de Accés Point sempre tindríem connexió a la xarxa. La xarxa WLAN implementa una estructura de connexió Extended Service Set (ESS) ja que disposa de diversos Accés Points distribuïts que donen servei a la mateixa xarxa.