

XARXES DE COMPUTACIÓ



Noms alumnes: Martí Checa Hernández i Alejandra Lisette Rocha Guzmán
Professor: Rafael Morillas Varon
Curs 2023/2024 Q2

P3 - Sessió 1: Unió i comparativa entre Wi-Fi i Cablejat

Per a aquesta sessió de pràctiques, continuarem treballant els conceptes de dispositius bàsics de xarxes de computadors. En particular, treballarem l'exploració de tots els dispositius bàsics que incorpora un equip MikroTik. També, treballarem aspectes en relació a LANs cablejades i sense fils.

Els dispositius bàsics d'interconnexió vistos al llarg de les diferents sessions de les pràctiques permeten crear i interconnectar xarxes. Una xarxa es defineix per la seva adreça de xarxa, per tant si la part Wi-Fi comparteix la mateixa direcció de xarxa que la part cablejada, segueixen sent la mateixa xarxa.

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. Imatge de l'equip MikroTik hAP series.

Notes pel Professor (ho fa el Professor):

Abans de fer servir el MikroTik es aconsellable 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).

Normalment l'Usuari del servei web de configuració a MikroTik és admin, i la contrasenya és admin o simplement en blanc.

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

Per treballar amb el MikroTik a Ubuntu hem d'habilitar l'assignació automàtica de IPs als ordinadors de laboratori (per a Windows funciona automàticament):

Solució: 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”.

A Windows al connectar MikroTik ens pregunta si ha de ser visible per a altres dispositius de xarxa, i hem de marcar que sí. A més a més, el Firewall de Xarxa Privada, millor que estigui deshabilitat.

Anar a la pàgina web del servei de configuració de MikroTik (192.168.88.1) i mostrar la IP assignada a la xarxa de laboratori a IP->Addresses.

Fi de les notes pel Professor

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>

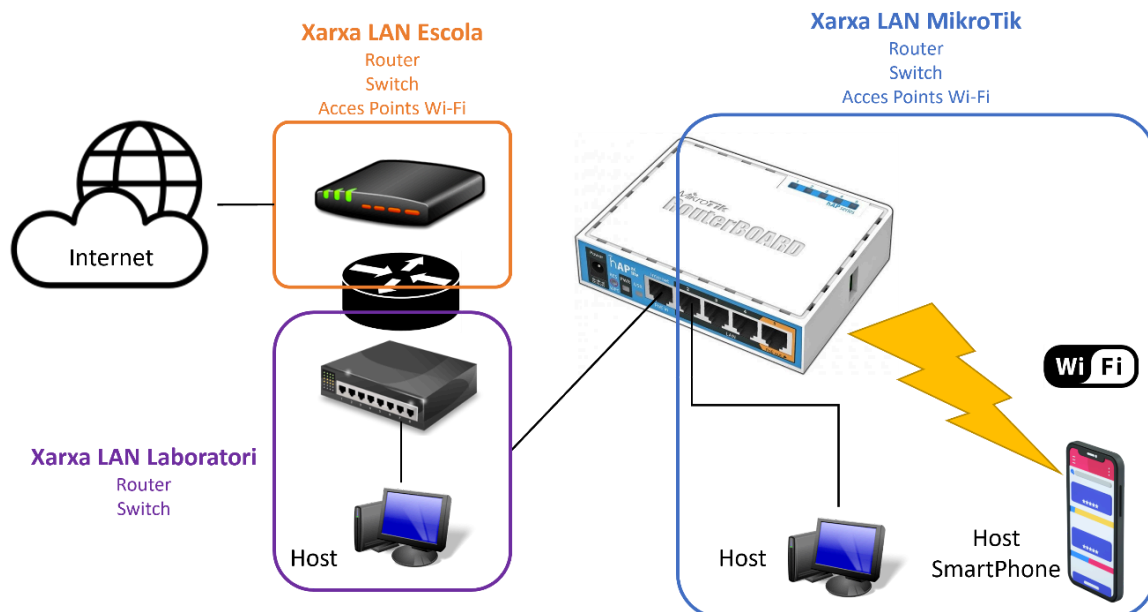


Figura 2. Esquema de muntatge de la xarxa LAN MikroTik i connexió a la xarxa LAN de Laboratori per a la sessió de laboratori.

1. Exploreu i descriviu totes els dispositius físics i lògics (identificant-los per separat en diferents llistes, Físics, Lògics, i Interfícies finals) que disposa MikroTik (recordeu i repasseu els dispositius llistats a la Pràctica 1).

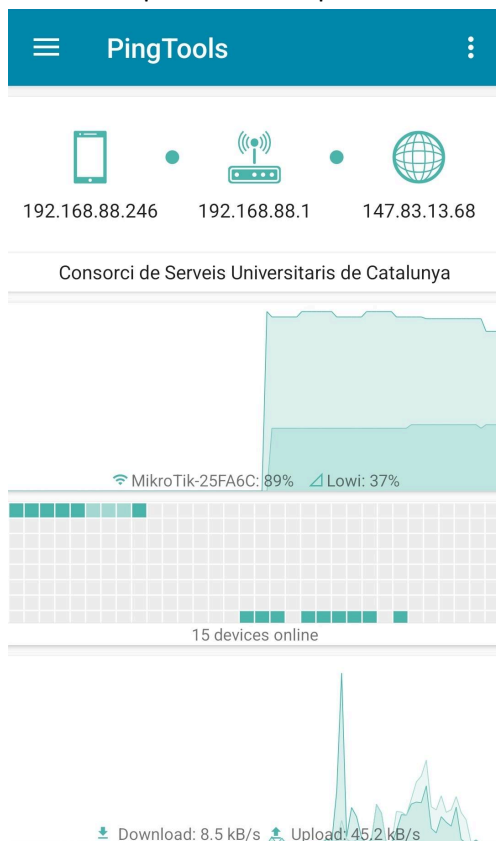
El dispositiu MikroTik té moltes funcions. Encara que no disposi d'un Modem, pot actuar com a router (que actuarà com a router per defecte de la seva xarxa), com a access point (ja sigui de 2.4 Ghz o 5G), com un altre dispositiu a la xarxa en si, com a switch lògic per traduir trames i paquets entre dispositius, o com al propi dispositiu que dona accés a la interfície de la xarxa que ha creat. Els dispositius físics són 5 ports ethernet, dos AP wifi (2.5 i 5 GHz) i un switch que fa de router i els dispositius lògics pot crear alguns bridges.

- Identifiqueu els ports Físics on es poden muntar LANs (Local Area Network) i els que serveixen per connectar-se a WAN (Wide Area Network) o altres xarxes. Connecteu un mòbil a la xarxa WLAN (Wireless LAN) creada per un dels AP de MikroTik.

En la LAN hi han 5 ports ethernet 2-5+AP wifi.

En la WAN hi ha un Port Ethernet 1

- Assegureu-vos de tenir un ordinador connectat a la xarxa de laboratori, un ordinador connectat al port 2 Ethernet de Mikrotik (l'ordinador del Professor), i un dispositiu mòbil connectat a la xarxa WLAN creada per un dels AP de Mikrotik. Mostreu les captures de pantalla necessàries per demostrar que esteu en aquesta situació.



```
e9501366@aul-1924:~$ route -n
Kernel IP routing table
Destination      Gateway          Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0          192.168.61.254  0.0.0.0        UG    100    0      0 eno1
169.254.0.0      0.0.0.0         255.255.0.0    U     1000   0      0 eno1
192.168.60.0     0.0.0.0         255.255.254.0  U     100    0      0 eno1
```

- Feu un ping del mòbil a la interfície final de la xarxa Mikrotik del rúter Wi-Fi. Feu un ping (el Professor ho pot fer) del host en el port 2 de MikroTik a la interfície final de la xarxa Mikrotik del rúter Wi-Fi. Feu un ping a la interfície final del rúter Wi-Fi de la xarxa de laboratori (el Professor pot mostrar l'adreça IP de la interfície Mikrotik a la xarxa del laboratori). Captureu quan es pugui amb Wireshark els missatges ICMP (mostreu les captures de pantalla). Quines són les adreces MAC i IP respectivament de rúter a les diferents xarxes? Raoneu la resposta.

Captura ping del mòbil a la interfície final de la xarxa Mikrotik del rúter Wi-Fi:

← Ping		
192.168.88.249		PING
Ping 192.168.88.249 ICMP		
From 192.168.88.249 Sequence 1, size 64 bytes, ttl 64	3 ms	
From 192.168.88.249 Sequence 2, size 64 bytes, ttl 64	47 ms	
From 192.168.88.249 Sequence 3, size 64 bytes, ttl 64	4 ms	
Ping statistics: 3 transmitted, 3 received, 0% packet loss Total execution time 3141 ms		
Time statistics: Min 3 \ avg 18 \ max 47 \ mdev 25.1 ms		

Adreça MAC: 10:e7:c6:31:c0:a0

Adreça IP: 192.168.88.249

Captura ping del mòbil al rúter del laboratori per defecte:

← Ping		
192.168.61.254		PING
Ping 192.168.61.254 ICMP		
From 192.168.61.254 Sequence 1, size 64 bytes, ttl 254	9 ms	
From 192.168.61.254 Sequence 2, size 64 bytes, ttl 254	157 ms	
From 192.168.61.254 Sequence 3, size 64 bytes, ttl 254	7 ms	
Ping statistics: 3 transmitted, 3 received, 0% packet loss Total execution time 3246 ms		
Time statistics: Min 7 \ avg 57 \ max 157 \ mdev 86 ms		

Adreça MAC: 00:09:0f:a7:b3:32

Adreça IP: 192.168.61.254

Captura ping al router per defecte del laboratori:

```
e9501366@aul-1924:~$ ping 192.168.61.254
PING 192.168.61.254 (192.168.61.254) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.61.254: icmp_seq=1 ttl=255 time=0.235 ms
64 bytes from 192.168.61.254: icmp_seq=2 ttl=255 time=0.226 ms
64 bytes from 192.168.61.254: icmp_seq=3 ttl=255 time=0.231 ms
64 bytes from 192.168.61.254: icmp_seq=4 ttl=255 time=0.237 ms
64 bytes from 192.168.61.254: icmp_seq=5 ttl=255 time=0.226 ms
64 bytes from 192.168.61.254: icmp_seq=6 ttl=255 time=0.230 ms
```

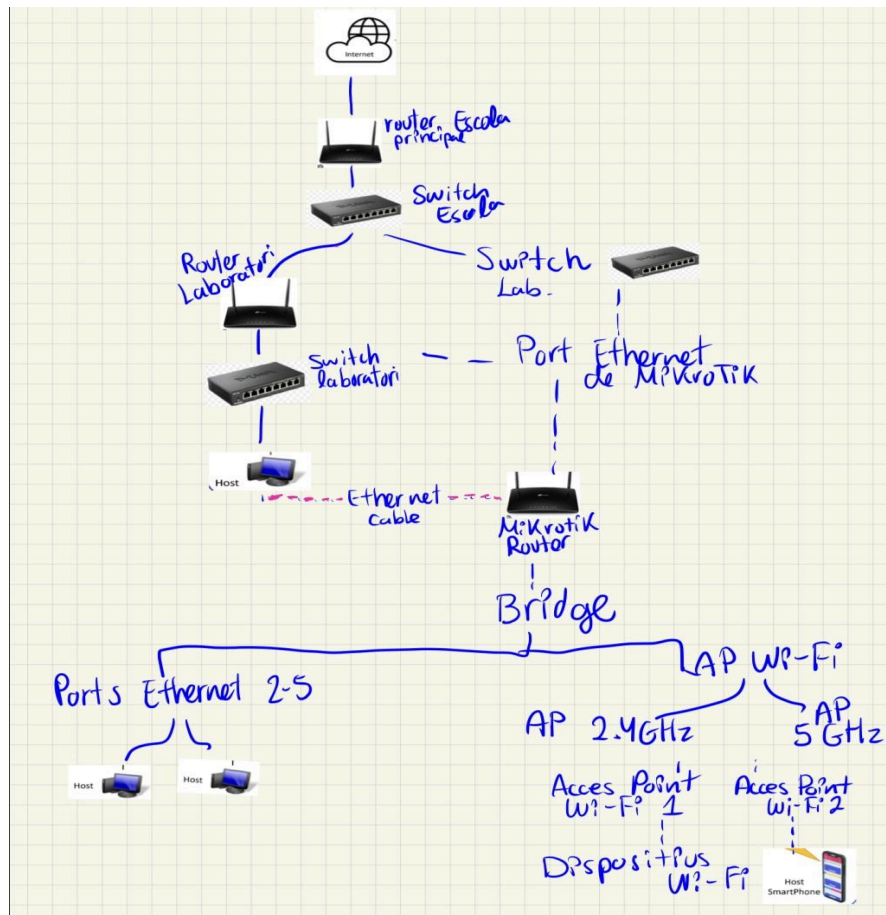
19	1.241591000	192.168.61.102	192.168.61.254	ICMP	98 Echo (ping) request	id=0x0006, seq=1/256, ttl=64 (reply in 20)
20	1.241802000	192.168.61.254	192.168.61.102	ICMP	98 Echo (ping) reply	id=0x0006, seq=1/256, ttl=255 (request in 19)
41	2.265463000	192.168.61.102	192.168.61.254	ICMP	98 Echo (ping) request	id=0x0006, seq=2/512, ttl=64 (reply in 42)
42	2.265653000	192.168.61.254	192.168.61.102	ICMP	98 Echo (ping) reply	id=0x0006, seq=2/512, ttl=255 (request in 41)
56	3.289508000	192.168.61.102	192.168.61.254	ICMP	98 Echo (ping) request	id=0x0006, seq=3/768, ttl=64 (reply in 57)
57	3.289705000	192.168.61.254	192.168.61.102	ICMP	98 Echo (ping) reply	id=0x0006, seq=3/768, ttl=255 (request in 56)
73	4.313326000	192.168.61.102	192.168.61.254	ICMP	98 Echo (ping) request	id=0x0006, seq=4/1024, ttl=64 (reply in 74)
74	4.313530000	192.168.61.254	192.168.61.102	ICMP	98 Echo (ping) reply	id=0x0006, seq=4/1024, ttl=255 (request in 73)
93	5.337314000	192.168.61.102	192.168.61.254	ICMP	98 Echo (ping) request	id=0x0006, seq=5/1280, ttl=64 (reply in 94)
94	5.337507000	192.168.61.254	192.168.61.102	ICMP	98 Echo (ping) reply	id=0x0006, seq=5/1280, ttl=255 (request in 93)
98	6.361341000	192.168.61.102	192.168.61.254	ICMP	98 Echo (ping) request	id=0x0006, seq=6/1536, ttl=64 (reply in 99)
99	6.361537000	192.168.61.254	192.168.61.102	ICMP	98 Echo (ping) reply	id=0x0006, seq=6/1536, ttl=255 (request in 98)

- Explicueu com és que podem unir la WLAN amb la LAN cablejada, i crear una única LAN MikroTik? Llavors per a aquesta LAN MikroTik, i també per a la LAN de laboratori, definiu les interfícies finals connectats i la seva MAC en cada cas, i la IP corresponent de cada xarxa (si no podeu trobar les IP o MACs raoneu si seran iguals o diferents per a cada interfície final).

En condicions normals, ja que una trama Ethernet s'encapsula de manera diferent a un paquet WiFi, no podríem combinar les dades rebudes dels dos dispositius encara que siguin del mateix nivell. Gràcies al Bridge lògic que proporciona el dispositiu MikroTik, podem traduir-los de manera que la xarxa com a tal no discriminara entre dispositius de nivell 2, és a dir el bridge de mikrotik permet ajuntar les xarxes dels port de Ethernet amb la Wireless LAN. Això homogenitzarà la xarxa en una LAN.

Tindrem tantes interfícies finals com a dispositius connectats a la xarxa. Aquests dispositius no tindran una MAC igual ja que disposen de targetes NIC diferents. Tampoc disposaran de adreces IP iguals, ja que necessiten un identificador lògic únic per a la xarxa a la qual estan connectats. Encara que pertanyin a la mateixa subxarxa i comparteix la part de host, la part de client serà diferent.

- Dibuixeu l'esquema de blocs de la xarxa MikroTik LAN i la xarxa de laboratori, indicant els AP, interfícies finals, elements que uneixen (bridge, switch, rúter). Indica quines xarxes té directament connectat el MikroTik? I quines xarxes no les té directament connectades?



-Té directament connectat: LAN MikroTik (connexions internes en MikroTik Ethernet i Wi-Fi) i LAN Escola/Laboratori (connectada al port d'Ethernet de MikroTik). Per altra banda, no directament connectat ens trobem amb la Internet (accessible a través del router de l'escola) i la WAN.

1. Elements de la xarxa LAN MikroTik

- Router MikroTik, gestiona el tràfic entre la LAN MikroTik i la LAN del laboratori.
- Switch, permet la connexió de diferents dispositius dins de la LAN MikroTik
- AP o acces points, són els encarregats de proporcionar connectivitat WiFi als dispositius mòbils i altres dispositius inalàmbrics.

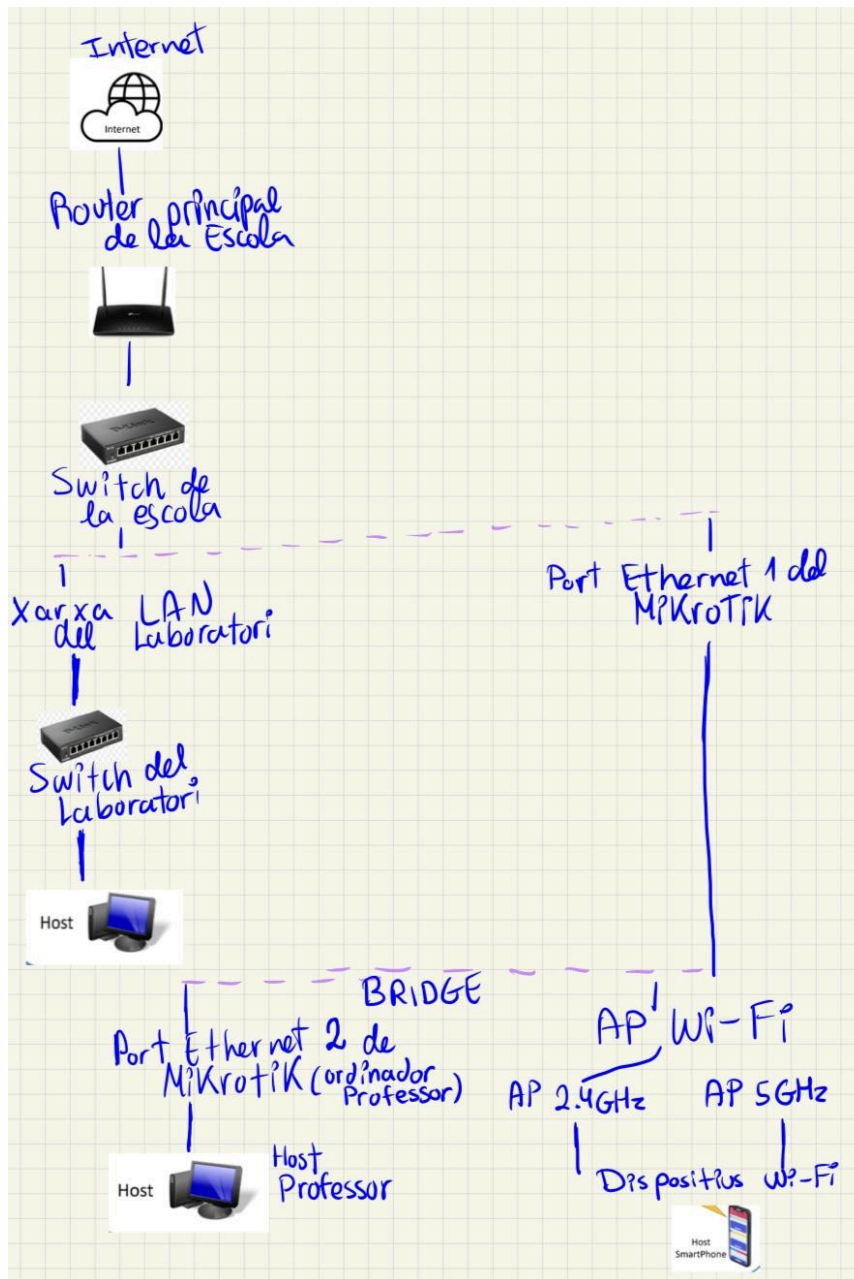
2. Interfícies finals:

- Ports Ethernet(2-5), connectan als hosts com els ordinadors que tenim a classe al switch del MikroTik.
- AP o acces points Wi-Fi, connecta dispositius inalàmbrics com els smartphones.

3. Elements que uneixen:

- Bridge, uneix les interfícies d'Ethernet ports 2-5 i els AP Wi-Fi (2.4 GHz i 5 GHz) en una única xarxa LAN lògica. El bridge es troba dins del MikroTik i connecta les interfícies físiques Ethernet i els AP Wi-Fi, això permet que tots els dispositius connectats, ja sigui per cable o per Wi-Fi estiguin en la mateixa xarxa lògica.
- Switch del laboratori, connecta la LAN del laboratori amb la LAN de l'escola i a través de MikroTik amb la LAN MikroTik.

- Estan en l'entorn de tenir un ordinador connectat a la xarxa de laboratori, un ordinador connectat al port 2 Ethernet de MikroTik (el del Professor), i un dispositiu mòbil connectat a la xarxa WLAN creada per uns dels AP de MikroTik. Llavors, dibuixeu les diferents xarxes que existeixen en aquest entorn fins al rúter per defecte de l'escola, les interfícies que els connecten, indiqueu quin/s dispositiu/s físics i/o lògic connecta aquestes xarxes i detal·leu, per a cada una d'aquestes interfícies, la tecnologia que ho suporta.



Dins la xarxa LAN de l'escola i laboratori la tecnologia que suporta és Ethernet, cadascú té el seu router i switch i la LAN de laboratori a més té els ordinadors o hosts. La interfície LAN de l'escola proporciona connexió a internet per a tota la xarxa de l'escola. La interfície proporcionada per la LAN del laboratori connecta els dispositius del laboratori entre ells i amb la xarxa de l'escola. Dins la xarxa LAN de Mikrotik empleem la tecnologia Ethernet i WiFi, té dispositiu lògic el bridge encarregat de unir Ethernet ports 2-5 i els AP WiFi per crear una única xarxa LAN lògica i com a dispositius físics té un router Mikrotik, switch integrat, Accés Points 2.4 i 5 GHz i hosts com ordinadors connectats pel port Ethernet i WiFi com els smartphones que hem utilitzat.

Ara estudiarem aspectes de la part cablejada de la xarxa LAN Mikrotik muntada i la compararem amb la part WLAN. Per a això, poseu a capturar el Wireshark a la NIC connectada a la Ethernet commutada del laboratori.

8. Quins diferents medis de transmissió disposa la xarxa LAN Mikrotik? Quina part de la xarxa ha de compartir medi de transmissió? De quin tipus en cada cas (CSMA/CD, CSMA/CA...)? Raoneu la resposta.

Té dos medis de transmissió. El primer medi serà a partir del cablejat físic Ethernet del que disposa l'aula. Al connectar-se a l'ordinador del professor, el dispositiu Mikrotik actuarà com a hub per a tots

els dispositius físicament connectats a la xarxa del laboratori. Com l'ordinador del professor és part d'aquesta xarxa, el dispositiu MikroTik pot utilitzar el cablejat físic existent per transmetre i rebre dades de la xarxa local a la seva subxarxa LAN. D'aquesta manera, aquesta part de la xarxa comparteix medi amb la xarxa del laboratori. El tipus d'accés al medi és CSMA/CD, no comparteix medi en xarxes commutades gràcies al switch i és més rellevant en xarxes que utilitzen hubs on múltiples dispositius comparteixen el mateix domini de col·lisió.

L'altre medi de transmissió serà per WiFi. Com MikroTik disposa del seu Access Point propi, ens podem connectar directament. Aquest mètode no compartirà medi amb la xarxa del laboratori o de l'escola ja que disposen dels seus accessos independents a les seves xarxes, sense la necessitat de passar per l'AP de MikroTik o viceversa. El tipus de control d'accés al medi és CSMA/CA i s'utilitza per evitar col·lisions en xarxes Wi-Fi on cada dispositiu escolta el canal abans de transmetre i utilitza mecanismes per coordinar l'accés al medi.

9. Mesureu la velocitat de transmissió amb l'eina iperf, entre dos ordinadors de Laboratori. Mitjançant el mòbil connectat al AP, mesureu la velocitat de transmissió Wi-Fi amb l'eina iperf3 al host del port 2 Ethernet (el del Professor – el professor activarà el servidor iperf3 al seu ordinador). Compareu i raoneu quina tecnologia (Wireless vs. Ethernet) permet més velocitat de connexió, i quina tecnologia permet més versatilitat de connexió?

Iperf entre ordinadors per Ethernet:

```
f5160909@aul-1923:~$ iperf3 -s
-----
Server listening on 5201
-----
Accepted connection from 192.168.61.102, port 52406
[ 5] local 192.168.61.101 port 5201 connected to 192.168.61.102 port 52408
[ ID] Interval           Transfer             Bitrate
[ 5]  0.00-1.00   sec    107 MBytes    898 Mbits/sec
[ 5]  1.00-2.00   sec    111 MBytes    935 Mbits/sec
[ 5]  2.00-3.00   sec    111 MBytes    934 Mbits/sec
[ 5]  3.00-4.00   sec    111 MBytes    934 Mbits/sec
[ 5]  4.00-5.00   sec    111 MBytes    934 Mbits/sec
[ 5]  5.00-6.00   sec    111 MBytes    934 Mbits/sec
[ 5]  6.00-7.00   sec    111 MBytes    934 Mbits/sec
[ 5]  7.00-8.00   sec    111 MBytes    935 Mbits/sec
[ 5]  8.00-9.00   sec    111 MBytes    934 Mbits/sec
[ 5]  9.00-10.00  sec    111 MBytes    934 Mbits/sec
[ 5] 10.00-10.04  sec    4.47 MBytes    932 Mbits/sec
-----
[ ID] Interval           Transfer             Bitrate
[ 5]  0.00-10.04  sec    1.09 GBytes    931 Mbits/sec
-----
Server listening on 5201
-----
^Z
[1]+  Aturat                  iperf3 -s
```

```
e9501366@aul-1924:~$ iperf3 -c 192.168.61.101 -p 5201
Connecting to host 192.168.61.101, port 5201
[ 5] local 192.168.61.102 port 52408 connected to 192.168.61.101 port 5201
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Retr   Cwnd
[ 5]  0.00-1.00   sec    113 MBytes   949 Mbits/sec    0    379 KBytes
[ 5]  1.00-2.00   sec    111 MBytes   931 Mbits/sec    0    379 KBytes
[ 5]  2.00-3.00   sec    112 MBytes   936 Mbits/sec    0    396 KBytes
[ 5]  3.00-4.00   sec    111 MBytes   935 Mbits/sec    0    396 KBytes
[ 5]  4.00-5.00   sec    112 MBytes   938 Mbits/sec    0    396 KBytes
[ 5]  5.00-6.00   sec    111 MBytes   932 Mbits/sec    0    416 KBytes
[ 5]  6.00-7.00   sec    112 MBytes   938 Mbits/sec    0    416 KBytes
[ 5]  7.00-8.00   sec    111 MBytes   935 Mbits/sec    0    416 KBytes
[ 5]  8.00-9.00   sec    111 MBytes   928 Mbits/sec    0    416 KBytes
[ 5]  9.00-10.00  sec    113 MBytes   950 Mbits/sec    0    617 KBytes
- - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bitrate      Retr
[ 5]  0.00-10.00  sec   1.09 GBytes   937 Mbits/sec    0
[ 5]  0.00-10.04  sec   1.09 GBytes   931 Mbits/sec
sender
receiver

iperf Done.
```

Iperf a Mikrotik per WiFi:

← iPerf ⋮				
192.168.88.249			START	
Interval sec	Retr	Cwnd Bytes	Transfer Bytes	Bandwidth bit/sec
1	3	899.0K	3.0M	25.0M
2	4	614.0K	2.39M	20.1M
3	0	1.18M	4.09M	34.3M
4	2	1.14M	3.48M	29.2M
5	20	1018.0K	2.52M	21.1M
Receiver summary				
0.0-5.0	-		15.5M	26.0M
Sender summary				
0.0-5.12	-		15.2M	24.9M

La diferencia entre WiFi i Ethernet és bastant simple. Ethernet ofereix la connexió més robusta i més ràpida a costa de versatilitat ja que obliga al dispositiu a mantindre-s físicament connectat. No tots els dispositius disposen d'un port Ethernet, i no tots els dispositius estan pensats per estar "anclats" en un lloc. Per això, WiFi ofereix la versatilitat necessària a costa de velocitat i "reliability" del servei. Degut a que Ethernet utilitza la modulació de banda de base i està connectat a cable li permet tenir més velocitat al utilitzar modulació de banda base, a diferencia de WiFi que ha de compartir el medi amb els usuaris aleshores els amplex de banda disponibles estan regulats , a més Wifi permet connectar a un gra nombre d'usuaris així com permet la mobilitat dins de la LAN.

- Donat els amplex de banda dels diferents medis de transmissió, quina part de la xarxa (cablejada o sense fils) té teòricament més velocitat de transmissió? Raoneu la resposta.

Com s'ha explicat abans i s'ha demostrat amb els tests de performance, la xarxa cablejada tindrà les majors velocitats. El medi físic de coure transmeten les dades molt més ràpid que les ones wireless de

qualsevol dispositiu. Per això obtenim més o menys 4x la velocitat per cable que per WiFi. Les xarxes cablejades com les basades en Ethernet, poden oferir amplitud de banda molt alta en canvi les xarxes sense fils com Wi-fi tenen limitacions en l'ample de banda. A més les xarxes cablejades són més fiables perquè la senyal es transmet a través de cables reduint les interferències i les pèrdues i les xarxes sense fils poden experimentar diverses interferències de diversos dispositius electrònics. Una altra raó seria la latència, les xarxes cablejades tendeixen a tenir una latència més baixa que les xarxes sense fils i les xarxes sense fils poden tenir una latència més alta degut a la naturalesa compartida del medi de transmissió i les tècniques de modulació i codificació per transmetre les dades. En una xarxa cablejada el medi de transmissió és troba protegit per els usuaris que ho necessiten en canvi en una xarxa sense fils el medi és compartit i és susceptible a variacions de l'entorn.