



PRÀCTICA 5

Estudi de la influència dels dispositius WLAN en els paràmetres de xarxa d'àrea local

| | | |
|------|--|----|
| 1. | Introducció | 2 |
| 2. | Presentació dels equips i programari a utilitzar | 3 |
| 2.1. | Targetes..... | 3 |
| 2.2. | APs..... | 3 |
| 3. | Sessió de laboratori | 3 |
| 3.1. | Analitzar l'entorn..... | 3 |
| 3.2. | Connexió entre PCs en mode ad-hoc | 4 |
| 3.3. | Prestacions de 802.11b en mode ad-hoc | 5 |
| 3.4. | Escenaris basat en mode infraestructura. Connexió a un punt d'accés..... | 8 |
| 3.5. | Anàlisi de la xarxa amb un únic AP | 10 |
| 3.6. | Anàlisi de la xarxa amb diversos AP..... | 10 |
| 4. | Conclusions..... | 11 |
| 5. | Referències | 12 |

Objectius

- Familiaritzar els estudiants amb la utilització d'equips sense fil, mitjançant la tecnologia Wi-Fi.
- Analitzar l'efecte dels elements WLAN a una xarxa d'àrea local
- Mesurar els paràmetres que caracteritzen una LAN, amb equips WLAN.

Material utilitzat

- Access Point WRT54GL-EU de Linksys
- Targetes receptores Asus USB-AC51, adaptador Wi-Fi Dual-Band AC600
- Programari del laboratori 331G.

Durada

- Aquesta pràctica consta d'una sessió de 2 hores

1. Introducció

El protocol IEEE 802.11 o WI-FI és un estàndard de protocol de comunicacions de l'IEEE que defineix l'ús dels dos nivells més baixos de l'arquitectura OSI (capa física i capa d'enllaç de dades), especificant-ne les normes de funcionament en una WLAN . En general, els protocols de la branca 802.x defineixen la tecnologia de xarxes d'àrea local.

La família 802.11 actualment inclou un gran nombre de tècniques de transmissió per modulació que totes utilitzen els mateixos protocols. L'estàndard original d'aquest protocol data del 1997, era l'IEEE 802.11, tenia velocitats d'1 fins a 2 Mbps i treballava a la banda de freqüència de 2,4 GHz. Actualment no es fabriquen productes sobre aquest estàndard.

El terme IEEE 802.11 s'utilitza també per referir-se a aquest protocol al que ara es coneix com a “802.11 legacy”. La següent modificació va aparèixer el 1999 i és designada com a IEEE 802.11b, aquesta especificació tenia velocitats de 5 fins a 11 Mbps, també treballava en la freqüència de 2,4 GHz.

També es va realitzar una especificació sobre una freqüència de 5 GHz que aconseguia els 54 Mbps, era la 802.11a, que resultava incompatible amb els productes de la 802.11b, i per motius tècnics gairebé no es van desenvolupar productes. Posteriorment, es va incorporar un estàndard a aquesta velocitat i compatible amb el 802.11b que rebria el nom de 802.11g. L'estàndard original també defineix el protocol CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) com a mètode d'accés. Una part important de la capacitat teòrica del canal es perd per les necessitats de la codificació utilitzada per millorar la qualitat de la transmissió sota condicions ambientals diverses, fet que es va traduir en dificultats d'interoperabilitat entre equips de diferents marques. Aquestes i altres debilitats van ser corregides a l'estàndard 802.11b, que va ser el primer d'aquesta família a assolir àmplia acceptació entre els consumidors.

Actualment, la majoria de productes són de l'especificació *n* i de les més modernes de l'especificació *ac*. La norma 802.11n puja el límit teòric fins als 600 Mbps. Actualment, ja existeixen diversos productes 802.11ac que arriben a l'escala del Gbps . L'especificació IEEE 802.11n pot utilitzar la banda de 2,4 GHz i la de 5GHz, i 802.11ac treballa a la banda de 5GHz . Ambdues bandes són bandes que no necessiten permisos per al seu ús.

Els elements que componen una xarxa 802.11 que utilitzarem a la pràctica són:

- Estacions: ordinadors o dispositius amb interfície sense fil. En el nostre cas serà una interfície USB externa.
- Medi: se'n poden definir dos, la radiofreqüència i els infrarojos. Utilitzarem la radiofreqüència.
- Punt d'accés (AP): té les funcions d'un pont (connecta dues xarxes amb nivells d'enllaç semblants o diferents) i, per tant, realitza les conversions de trama pertinents. En el nostre cas seran els AP model WRT54GL-EU de Linksys .
- Conjunt de servei bàsic (BSS): grup d'estacions que s'intercomunique. Es defineixen dos tipus:
 - Independents (mode ad-hoc): Les estacions s'intercomunique directament.
 - Infraestructura: així, les estacions es comuniquen totes a través d'un punt d'accés.

2. Presentació dels equips i programari a utilitzar

2.1. Targetes

Per fer aquesta pràctica necessitem targetes WLAN. Els PC del laboratori no tenen targetes integrades WLAN, com, per exemple, la majoria dels portàtils d'avui dia, per la qual cosa n'hauréu d'utilitzar un extern. En concret, utilitzareu la targeta Asus USB-AC51 [1].



Figura 1. Targeta Asus USB-AC51.

2.2. APs

Al laboratori disposareu de 3 APs 802.11b/g model WRT54GL-EU de Linksys [2] que ens permetran configurar els diferents escenaris de la pràctica. De fet, és un router i no simplement un AP ja que ofereix moltes funcionalitats de nivell 3: DHCP, tallafocs, NAT, etc. En aquesta pràctica l'utilitzareu com un simple AP.



Figura 2. AP Linksys 802.11b/g WRT54GL-EU.

3. Sessió de laboratori

En aquesta sessió de pràctiques de laboratori ens familiaritzareu amb els dispositius WLAN del laboratori, en concret amb les interfícies de xarxa (NIC) sense fil, i amb els punts d'accés. Els punts d'accés del laboratori són routers amb interfície WLAN, que utilitzareu com a AP.

Per poder seguir adequadament el desenvolupament de la pràctica, així com per poder analitzar correctament els resultats que s'obtinguin, cal que trebal·leu les qüestions que es plantegen a continuació i que lliureu les respostes al professor a l'inici de la sessió, en un full manuscrit (en paper físic):

- A) Quines són les característiques de la targeta USB-AC51? Quins estàndards suporta? Quines velocitats de transmissió a nivell físic es poden disposar?
- B) Quin seria el throughput teòric a nivell d'aplicació per a un enllaç IEEE 802.11b configurat a 11 Mbps a nivell físic, en mode infraestructura, i que només hi hagués una estació transmissora i una receptora. Podeu fer l'estimació per al cas d'aplicar RTS/CTS i per al cas de no aplicar-lo.

3.1. Analitzar l'entorn

Per tenir les dades necessàries per fer una bona interpretació dels resultats de les proves de prestacions que realitzareu més endavant, analitzareu i recollireu informació de l'entorn on fareu aquestes proves.

PAS 1 – Primer identificarem quina és la interfície sense fils del PC executant l'ordre:

```
iwconfig
```

Ens fixarem en l'identificador de la interfície WLAN que és del tipus `wlx...`. Tot seguit canviarem el nom d'aquesta interfície perquè sigui més còmode l'aplicació de les ordres que farem servir al llarg de la pràctica:

PAS 2.1 – Farem el canvi de nom a “`wlan0`” executant l'ordre:

```
sudo ip link set IFW name wlan0
```

on IFW ha de ser l'identificador original de la interfície de wireless LAN que heu trobat amb l'ordre `iwconfig`. Troneu a executar l'ordre del pas 1 i verifiqueu el canvi de nom.

Per recollir informació sobre l'entorn on farem les proves, detectarem quins punts d'accés o altres xarxes sense fils del tipus IEEE.802.11 hi ha al nostre voltant.

PAS 2.2 – Executarem les ordres següents per obtenir informació dels altres transmissors actius:

```
sudo ip link set wlan0 up  
sudo iwlist wlan0 scanning
```

Analitzeu la informació proporcionada pel comanament `iwlist` anterior.

P1. Quants AP o nodes s'han detectat? Quin canal utilitza cada AP o node detectada? Quina potència en rep el vostre PC? Quines variants de IEEE 802.11 poden fer servir? Quines taxes de transmissió estan anunciant?

També podem tenir una informació semblant mitjançant l'aplicació `LinSSID` (accessible des de l'escriptori del PC). Compareu la informació que proporciona amb la obtinguda en el pas 2.2.

3.2. Connexió entre PCs en mode ad-hoc

En primer lloc, connectarem els PCs per grups de dos (PCs) fent servir el mode ad-hoc de 802.11b. Podeu configurar aquest esquema seguint les instruccions indicades a continuació en els dos PCs de cada grup.

PAS 3 – Desactivem el servei que controla automàticament les interfícies de xarxa perquè no ens interfereixi en la configuració manual:

```
sudo systemctl stop NetworkManager
```

PAS 4 – Deshabitem la interfície WLAN (`wlan0`) per poder configurar el mode de funcionament:

```
sudo ip link set wlan0 down
```

PAS 5.1 – Configurem el mode de funcionament de la interfície WLAN, en aquest cas mode ad-hoc:

```
sudo iwconfig wlan0 mode ad-hoc
```

PAS 5.2 – Assignem un SSID per a la nostra xarxa ad-hoc.

```
sudo iwconfig wlan0 essid P5.x
```

Cada grup de 4 PC farà servir un valor diferent de *essid*: P5.1, P5.2 i P5.3, respectivament.

PAS 5.3 – Tornem a habilitar la interfície WLAN i configurem el canal i la velocitat que utilitzarà la connexió ad-hoc:

```
sudo ip link set wlan0 up
sudo iwconfig wlan0 channel 1
sudo iwconfig wlan0 rate 11M
```

PAS 6 – A continuació, assignem una adreça IP (p.e. privada, 192.168.2.x/24, amb x=100+Num.PC) a la vostra connexió de xarxa sense fil (assegurant que les adreces IP d'un mateix grup es troben a la mateixa subxarxa IP):

```
sudo ip address add 192.168.2.x/24 dev wlan0
```

PAS 7 – Comprovem la configuració IP de la interfície wlan0:

```
ip address show
```

Comproveu l'estat de configuració de la vostra interfície de wireless i analitzeu els paràmetres que us mostra (potència transmesa, mode, essid, etc.)

PAS 8 – Visualitzar la configuració de la interfície wireless LAN:

```
sudo iwconfig wlan0
```

Un cop configurada la targeta USB-AC51 del vostre PC amb els passos anteriors, ja podem comprovar la connectivitat IP entre les dues màquines fent un *ping* entre elles.

3.3. Prestacions de 802.11b en mode ad-hoc

Inicialment mesurarem l'amplada de banda disponible. Ho podem fer mitjançant el programari JPerf (utilitzat a pràctiques anteriors). Però és més recomanable fer servir l'eina *iperf* que és equivalent a JPerf però funciona com a ordre de línia de comanament, des d'un terminal (podeu consultar l'ajuda de *iperf*).

PAS 9 – Configurarem el JPerf per transmetre un flux UDP d'una certa quantitat de Mbps (aquest valor l'hauréu d'ajustar en funció de les condicions de l'escenari a mesurar i dels resultats que aneu obtenint), des de la casella de bandwidth i una mida de paquet gran (el valor que es mostra per defecte, 1470 bytes), des del costat client i la configuració del servidor em mode UDP (podeu veure un exemple de la configuració del servidor i del client a les figures 3 i 4).

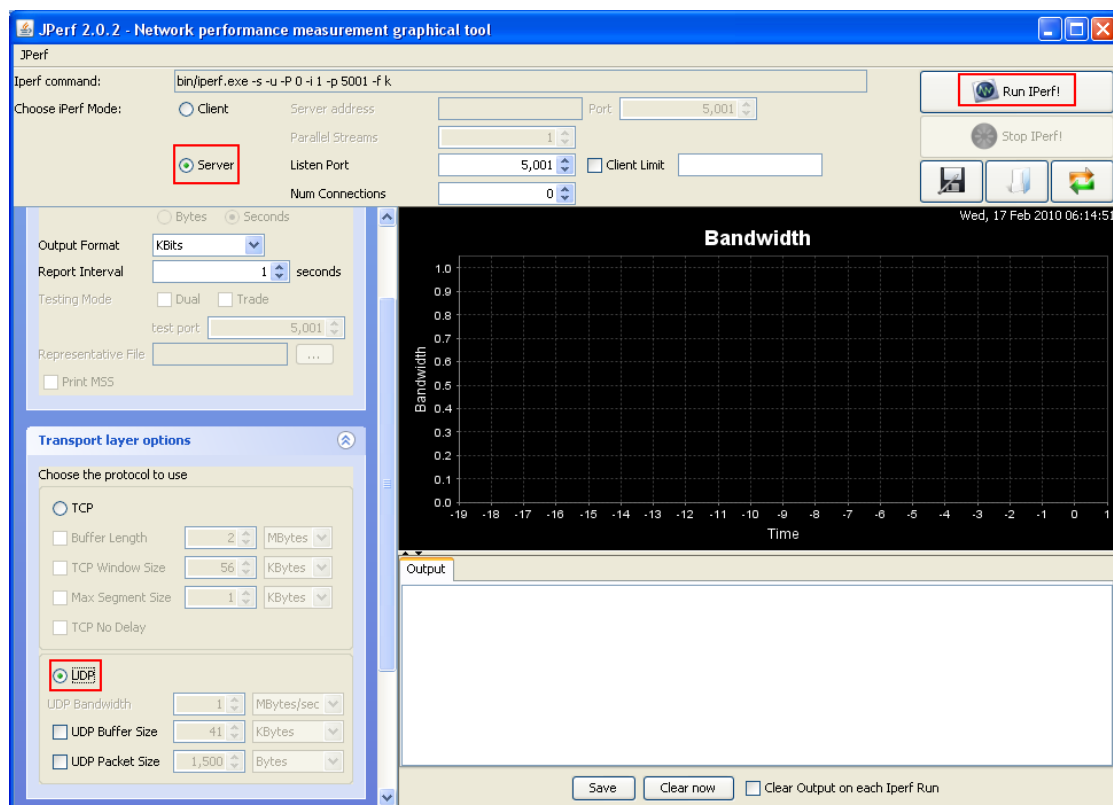


Figura 3. Configuració del servidor.

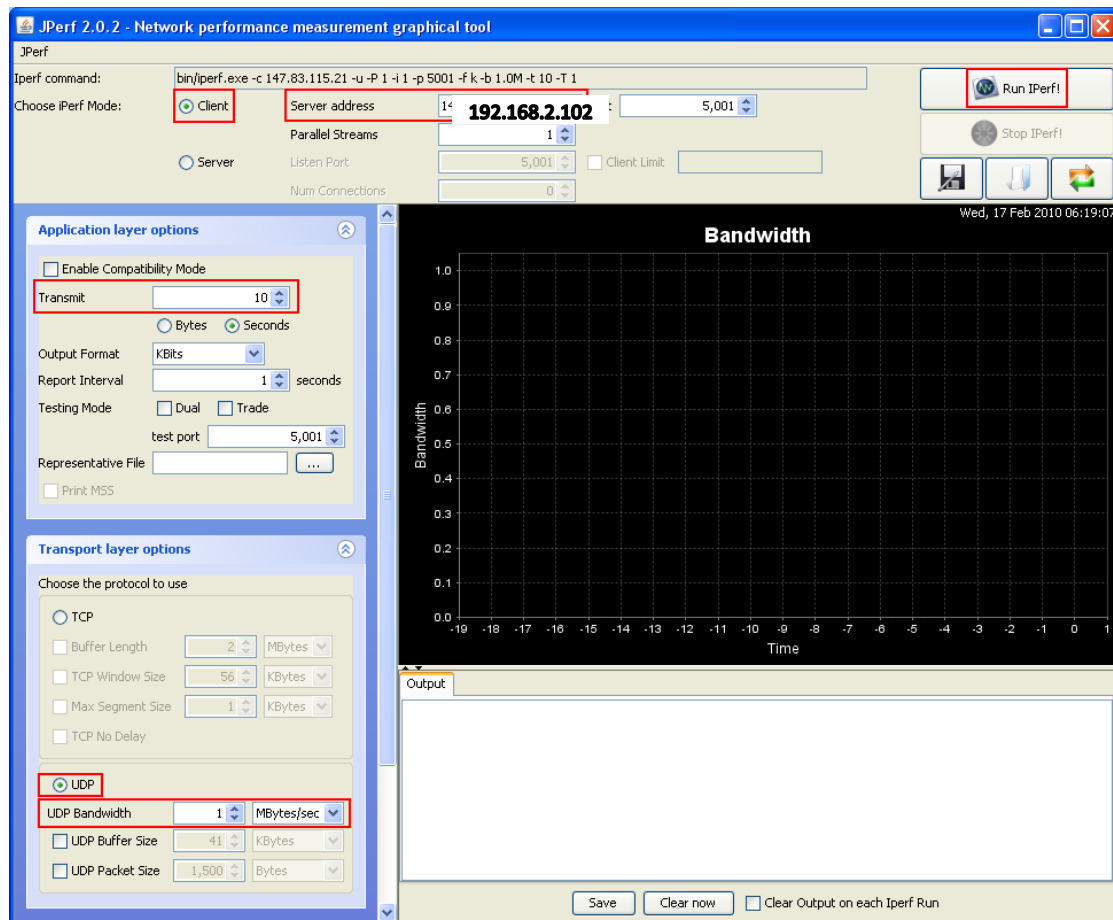


Figura 4. Configuració del client.

Si en comptes del JPerf fem servir directament iperf hauríem de fer els passos següents:

En la màquina que fa de servidor iperf:

```
iperf -s -u -p 5001 -f k -i 1
```

En la màquina que fa de client iperf:

```
iperf -c 192.147.2.102 -u -p 5001 -f k -i 1 -t 10 -b 1M
```

on el paràmetre `-b 1M` indica la taxa que volem imposar des del client, en aquest exemple 1 Mbps, i l'adreça ip que especifiquem és la màquina on tenim el servidor iperf.

Un cop finalitzada la prova posant diferents taxes en el client, prendrem nota dels resultats obtinguts a la banda servidor i, en el document de respostes, completareu les gràfiques següents:

G1. Ample de banda disponible

G2. Jitter mesurat

Tot seguit, repetir les mesures canviant el canal: cada grup amb un canal diferent. Per exemple, el grup 1, el canal 1, el grup 2 el canal 6 i el grup 3 el canal 11.

PAS 10 – Per canviar de canal, per exemple, passant al canal 6, executarem l'ordre següent:

```
sudo iwconfig wlan0 channel 6
```

Tornarem a realitzar les proves fetes anteriorment i prendrem nota dels resultats obtinguts a la banda servidor i, en el document de respostes, completareu les gràfiques següents:

G3. Ample de banda disponible

G4. Jitter mesurat

P2. Quines diferències heu trobat respecte a les mesures de l'apartat anterior? A què poden ser degudes?

Comprovarem què passa si les transferències es fessin amb una mida de paquet petita (40 bytes).

P3. Quins resultats obtenim quan la transferència es fa amb una mida de paquet petita?

Per últim, tornarem a repetir les mesures canviant la taxa de transferència de la WLAN. Configurem la nova taxa, 54 Mbps, amb l'ordre següent:

```
sudo iwconfig wlan0 rate 54
```

En el document de respostes, noteu els resultats a la gràfica següent:

G5. Ample de banda disponible

P4. Quines diferències heu trobat respecte a les mesures dels apartats anteriors? A què poden ser degudes?

PUNT DE CONTROL 1 (20%)

Mostreu al professor els resultats i raoneu-los segons les condicions de les proves fetes.

3.4. Escenaris basat en mode infraestructura. Connexió a un punt d'accés

Les proves que realitzarem a partir d'aquest punt estaran basades en l'aplicació del mode infraestructura d'una WLAN. Primer considerarem només un punt d'accés i posteriorment veurem les implicacions d'utilitzar diversos punts d'accés a la mateixa xarxa.

Per començar, realitzarem la connexió a un punt d'accés (AP) que està anunciant la xarxa sense fils MXS01 (BSSID). Abans de res, però, hem de restaurar la configuració inicial de la targeta sense fils i posar-la en mode *managed*, que equival al mode infraestructura definit a IEEE 802.11.

PAS 11 – Per fer-ho, executarem les ordres següents:

```
sudo ip link set wlan0 down
sudo iwconfig wlan0 mode managed
sudo ip link set wlan0 up
sudo systemctl start NetworkManager
```

PAS 12 – Seguidament, fent servir la utilitat gràfica d'Ubuntu de configuració de la xarxa WLAN, farem la selecció de la xarxa WLAN (o del punt d'accés) MXS01 i activarem la connexió, seguint els passos que es detallen en les figures 5, 6 i 7.

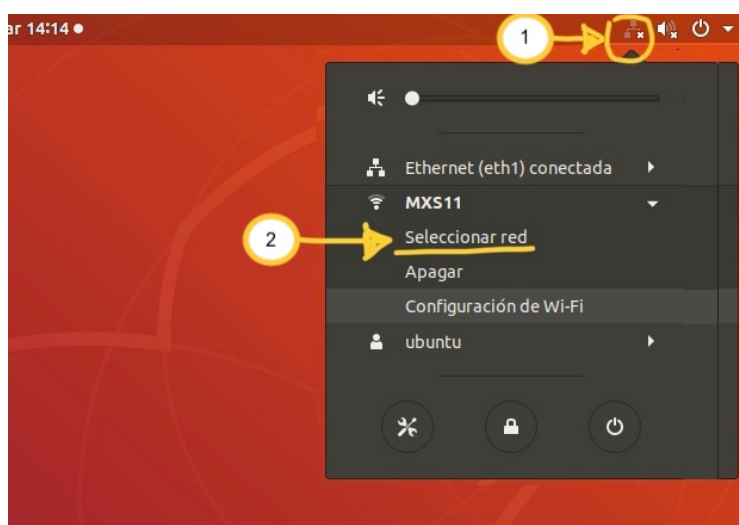


Figura 5. Accés al menú de selecció de xarxa WLAN.

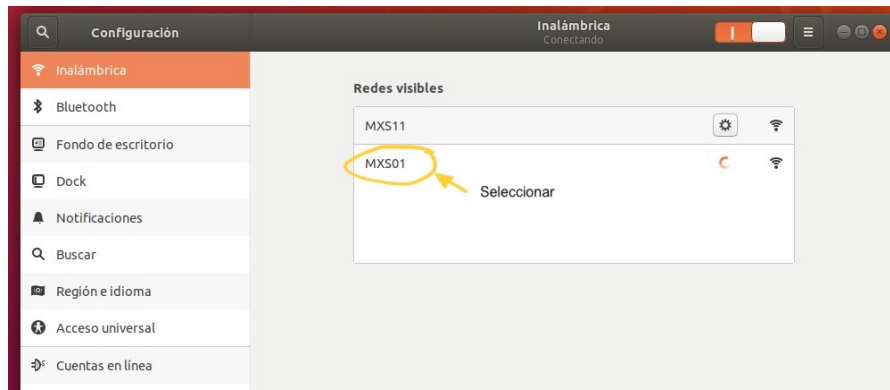


Figura 6. Selecció de xarxa WLAN.



Figura 7. Connexió a xarxa WLAN.

PAS 13 – Finalment, comprovarem que s'ha configurat l'adreça IP de la vostra targeta sense fil automàticament:

```
ip address show
```

Com a resultat d'aquesta ordre hem de veure que la interfície WLAN té assignada una adreça del tipus: 192.168.1.y/24 , on el valor y serà diferent en cada PC.

P5. Quina adreça IP tenim? Tenim més d'una adreça IP? Si és així, explica quina correspon a la targeta USB-AC51.

P6. Per què creus que tenim aquesta IP i no una altra? Qui ens ho ha proporcionat? És possible que tinguem la mateixa IP que un altre equip del laboratori ara mateix?

P7. Quina adreça MAC tenim? Tenim més d'una adreça física? Si és així, explica quina de elles correspon a la targeta US-AC51. Per què creus que tenim aquesta MAC i no una altra? És possible que tinguem la mateixa MAC que un altre equip del laboratori ara mateix?

En aquest punt haurem d'estar connectats tots al mateix punt d'accés MXS01 i, per tant, hi ha d'haver connectivitat entre tots els PCs , la qual es pot comprovar, per exemple, mitjançant l'aplicació PING. Consulteu l'adreça IP d'algun company i feu un ping a aquella adreça IP

P8. Quina adreça MAC tenim? Tenim més d'una adreça física? Si és així, explica quina de elles correspon a la targeta US-AC51. Per què creus que tenim aquesta MAC i no una altra?

3.5. Anàlisi de la xarxa amb un únic AP

En primer lloc, es realitzarà una anàlisi de l'escenari on tots els equips estan connectats a un únic AP, en aquest cas l'AP "MXS01", tal com hem aconseguit, seguint els passos anteriors.

PAS 14 – Tornarem a mesurar l'ample de banda disponible, mitjançant el programari Jperf, amb UDP, i per un flux determinat imposat des del client.

En el document de respostes, anoteu els resultats a les gràfiques següents:

G6. Ample de banda disponible

G7. Jitter mesurat

PAS 15 – A continuació, feu les transferències amb proves amb diferent mida de paquet.

En el document de respostes, anoteu els resultats a les gràfiques següents:

G8. Ample de banda disponible

G9. Jitter mesurat

PAS 15 – Finalment, canviarem la configuració en l'AP perquè treballi amb IEEE 802.11g (a 54 Mbps), i repetirem les mesures.

En el document de respostes, anoteu els resultats a les gràfiques següents:

G10. Ample de banda disponible

G11. Jitter mesurat

P9. Compareu cada cas amb el corresponent del mode ad-hoc i raoneu a que es deuen les diferències obtingudes.

PUNT DE CONTROL 2 (20%)

Mostreu al professor els resultats i raoneu-los segons les condicions de les proves fetes.

3.6. Anàlisi de la xarxa amb diversos AP

En aquest últim escenari, dividirem el laboratori en tres zones, cadascuna de les quals es connectarà a AP diferents: MXS01, MXS06 i MXS11 (cadascun en tres canals diferents, tal com mostra la figura 8).

Heu de connectar-vos a l'AP que us indiqui el professor, seguint el mateix procediment que hem explicat a l'apartat anterior. Heu de comprovar que teniu connectivitat amb un altre PC que pertanyi a la mateixa xarxa (AP) que vosaltres, mitjançant l'ordre "ping".

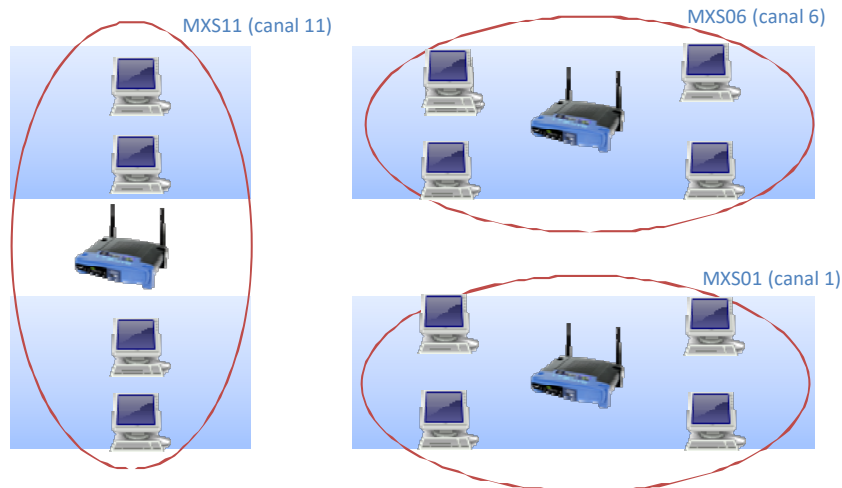


Figura 8. Distribució d'AP a cada grup.

Finalment, es realitzarà una anàlisi de l'escenari on hi ha menys equips a cada AP, i, per tant, a priori els resultats haurien de ser millors. Un cop connectats a un AP, escollirem un PC veí que pertanyi al mateix AP per transmetre fluxos de paquets entre nosaltres.

PAS 15 – Realitzarem les mateixes mesures que a l'apartat anterior, per poder comparar-les. Copieu les gràfiques al full de resultats.

En el document de respostes, anoteu els resultats a les gràfiques següents:

G12. Ample de banda disponible

G13. Jitter mesurat

P10. Compareu cada cas amb el corresponent del mode ad-hoc i raoneu a que es deuen les diferències obtingudes.

PUNT DE CONTROL 3 (20%)

Mostreu al professor els resultats i raoneu-los segons les condicions de les proves fetes.

4. Conclusions

L'estàndard 802.11b disposa d'una amplada de banda a nivell físic d'11 Mbps. En els apartats anteriors heu pogut mesurar l'amplada de banda disponible.

P11. Dels resultats anteriors, si un usuari requereix una amplada de banda efectiva de 11 Mbps, es pot proporcionar amb 802.11b? I si l'amplada de banda requerit és de 2.5 Mbps, es pot proporcionar? En cas afirmatiu, en quines condicions?

5. Referències

- [1] Informació sobre la targeta de wireless LAN Asus USB-AC51.
<https://www.asus.com/networking-iot-servers/adapters/all-series/usbac51/techspec/>
- [2] Manual de configuració de l'AP Linksys WRT54GL-EU (IEEE 802.11b/g).
<https://www.linksys.com/es/support-product/?sku=WRT54GL-EU> (i seleccionar User Guide PDF)
- [3] Manual Linux de les ordres: iwconfig, iwlist, iwspy, iperf, JPerf
<https://manpages.ubuntu.com/manpages/jammy/man8/iwconfig.8.html>
<https://manpages.ubuntu.com/manpages/jammy/man8/iwlist.8.html>
<https://manpages.ubuntu.com/manpages/jammy/man8/iwspy.8.html>
<https://manpages.ubuntu.com/manpages/jammy/en/man1/iperf.1.html>