

Pràctica 2: Videoconferència i vídeo streaming en multicast

(Versió octubre 2011)

**Autors: Santiago Felici
Rogelio Montaña**

1.- Introducció i objectius

En aquesta pràctica es realitzen proves amb diverses ferramentes de videoconferència i vídeo streaming en mode multicast. També es porten a terme diversos experiments de transmissió multicast amb l'objectiu que l'alumne es familiaritze amb el seu funcionament.

Per al desenvolupament de la pràctica se utilitzen ordinadors amb sistema operatiu MS Windows XP que han de tindre instal·lats els següents paquets de software:

- El programa **Wireshark** que s'utilitza com a analitzador de trànsit. Aquest software és de domini públic i es pot obtenir de <http://www.wireshark.org/>.
- El programa **VideoLAN**, que serveix per enviar i rebre emissions de vídeo en IP. És un software de lliure distribució que pot funcionar en unicast i en multicast i que es pot obtenir de www.videolan.org
- Tres ferramentes del paquet Mbone anomenades **SDR, RAT i VIC**. És un software de videoconferència amb capacitat multicast, de lliure distribució que pot obtenir-se de <http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/>

Alguns ordinadors estan dotats de càmera de vídeo (Webcam), micròfon i auriculars, altres sols tenen micròfon i auriculars.

2.- Preparació

En primer lloc els alumnes han d'organitzar-se per treballar en equips de dos o tres persones. Cada equip utilitzarà una maqueta formada per dos ordinadors, al menys un dels quals ha de tenir càmera, auriculars i micròfon. L'altre pot tindre sols auriculars i micròfon.

Després arrancaran els ordinadors en el sistema operatiu Windows XP i entraran amb l'usuari i el password que indique el professor.

A continuació connectaran la càmera de vídeo a una de les connexions USB de l'ordinador, i de la mateixa manera també el micròfon i els auriculars a les diferents clavilles. Els ordinadors que no disposen de càmera no podran realitzar l'emissió de vídeo, però sí la recepció. Els que no disposen de micròfon no podran realitzar l'emissió d'àudio.

Ara els alumnes han d'esbrinar les següents dades dels seus ordinadors:

Dada	Ordinador 1	Ordinador 2
Nom		
Adreça MAC		
Adreça IP		
Màscara		
Router per defecte		

Per a això seleccionaran amb el ratolí la icona '**Inici**' en la part inferior esquerra de la pantalla i en el menú desplegable seleccionar '**Executar...**'. En el camp '**Obrir**' teclejaran '**cmd**' i en la finestra que apareix teclejaran el comandament '**ipconfig /all**'. De la resposta a eixe comandament obtindran

totes les dades excepte el nom. Per esbrinar el nom utilitzaran el comandament '**nslookup adreça_IP**' on '**adreça_IP**' serà l'adreça IP que han esbrinat prèviament.

Per últim desactivaran el tallafocs què hi haja a l'ordinador.

Nota: Si en algun moment de la pràctica es produeixen comportaments estranys en algun equip, o els resultats d'alguna prova no són els esperats, s'ha de revisar detingudament totes les opcions i passos realitzats. Si a pesar d'això la prova segueix sense funcionar pot ser convenient reiniciar l'equip i repetir el procés a partir d'eixe punt.

3.- Proves bàsiques de multicast

En aquesta part de la pràctica anem a realitzar diverses proves i experiments de transmissió multicast amb l'objectiu de familiaritzar-nos amb el seu funcionament i mostrar algunes característiques interessants. Per a això utilitzarem el comandament ping i l'analitzador WireShark.

Comprovació de la ruta per a adreces classe D

Abans de llançar els ping anem a comprovar que el nostre ordinador té suport muticast. Eixa prova consistirà en comprovar que existeix una ruta definida per a les adreces classe D. Açò ho farem mitjançant el comandament '**route print**' que executarem en una finestra de comandaments que obrirem seleccionant amb el ratolí la icona '**Inici**' en la part inferior esquerra de la pantalla, en el menú desplegable seleccionarem '**Executar...**' i en .el camp '**Obrir**' teclejarem '**cmd**'. Veurem que en la llista de rutes mostrada apareix una com la següent:

En Windows XP:

Destinació de xarxa	Màscara de Xarxa	Porta d'accés	Interfície	Mètrica
224.0.0.0	240.0.0.0	Dir_IP	Dir_IP	20

on 'Dir_IP' és l'adreça de la interfície Ethernet del host. Açò significa que quan el nostre host vulga enviar algun paquet a una adreça multicast ho farà directament a través d'eixa interfície. Observem que en el cas de Windows XP la màscara és correcta, ja que abarca el rang d'adreces classe D (xarxa 224.0.0.0/4, que abarca des de la 224.0.0.0 fins la 239.255.255.255).

També podem veure que hi ha definida una ruta host (màscara de 32 bits) per a l'adreça broadcast (255.255.255.255) la qual cosa indica que els paquets enviats a eixa adreça seran enviats també a la interfície Ethernet. En una situació normal açò no té molt d'interés, però en el cas que el nostre ordinador tingues diverses interfícies Ethernet la configuració d'aquestes rutes ens permetria fixar per quina interfície (o interfícies) s'enviarien els paquets amb adreces de destinació multicast o broadcast.

Per llançar els pings que venen a continuació podem utilitzar la mateixa finestra de comandaments que hem utilitzat per al '**route print**' .

Prova 1: ping a tots els hosts multicast (224.0.0.1)

L'adreça 224.0.0.1 correspon a tots els hosts multicast d'una xarxa (si teclegem el comandament '**nslookup 224.0.0.1**' volem que eixa adreça es resolga en el nom '**ALL_SYSTEMS.MCAST.NET**'). Per tant si fem ping a eixa adreça hem de rebre tantes respostes com hosts amb suport multicast hi ha en la nostra xarxa, o millor dit en la nostra LAN ja que aquests paquets (com tots els dirigits a adreces 224.0.0.0/24) no són propagats pels routers. En aquest cas la LAN abarca tot l'edifici on es troba el laboratori. Anem a enviar un paquete de ping a eixa adreça mitjançant el comandament '**ping -n 1 224.0.0.1**' (l'opció '**-n 1**' indica que s'envie un sol paquet). Amb eixe ping hauríem de rebre tantes respostes com hosts amb suport multicast estiguen encensos en aquests moments en la nostra LAN, però com podrem comprovar rebem una sola resposta. Evidentment hi ha més d'un host amb suport multicast en la nostra xarxa ja que sols en el laboratori on ens trobem hi ha més d'una dotzena, tots amb suport multicast. Per esbrinar el que ocorre anem a repetir el mateix ping, però ficant en marxa una

captura en el WireShark amb el filtre '**host adreça_IP and icmp**' on '**adreça_IP**' és l'adreça IP del nostre ordinador. Aquest filtre captura tot el trànsit ICMP amb origen o destinació el nostre ordinador, de forma que podrem veure amb tot detall el trànsit que realment provoca el nostre ping. Així podrem veure que, en efecte, el ping genera múltiples respostes, però el programa ping de Windows sols reporta la primera i ignora la resta, probablement per evitar 'confondre' a l'usuari. Pel número de respostes reflexades en el WireShark podrem saber, ara sí, quants hosts amb suport multicast es troben encesos i connectats en aquest moment en l'edifici.

En el detall mostrat per l'WireShark els alumnes ara han de seleccionar el ping enviat pel seu ordinador (el primero que apareix en la finestra superior) i analitzar eixe paquet. En particular han d'observar l'adreça MAC de destinació, que ha de ser 01:00:5E:00:00:01. Aquesta adreça correspon al OUI 01-00-5E, que fou reservat per a ús del IETF; el següent bit està a zero i els 23 restants reproduïen els 23 últims bits de l'adreça IP.

Prova 2. ping a l'adreça broadcast de la nostra xarxa

Anem a fer ara un ping a l'adreça broadcast de la xarxa en la que ens trobem. Seria més fàcil fer ping a l'adreça 255.255.255.255, però Windows no ho permet. En qualsevol cas el que anem a fer és completament equivalent. Els alumnes hauran de calcular eixa adreça a partir de la IP i màscara del seu ordinador. Una vegada obtinguda l'adreça broadcast hauran de llançar-li un '**ping -n 1**', ficant prèviament en marxa la captura de l'WireShark amb el filtre '**host adreça_IP and icmp**'. Tindrem el mateix comportament que abans, és a dir el programa ping reporta una única resposta, però l'WireShark ens permet saber quantes hi ha realment. Ara el número de respostes rebudes correspon al número de hosts amb suport del protocol IP que estan encesos o connectats en eixe moment en l'edifici. El número de respostes ha de ser lleugerament superior al d'abans, ja que ara han de contestar tots els hosts que tenen IP, amb o sense suport multicast; els que apareixen nous són els que no tenen suport multicast¹. Els alumnes hauran d'anotar els resultats obtinguts en ambdós pings.

Normalment els hosts sense suport multicast corresponen a un dels següents grups:

- Impressores amb connexió LAN. Aquestos dispositius se comporten com hosts en la xarxa però degut a la seua naturalesa no requereixen suport multicast.
- Equips de xarxa gestionables de nivell 1 (hubs) o de nivell 2 (commutadores LAN). Tampoc requereixen suport multicast.
- Ordinadors el sistema operatiu del qual no suporta multicast, per exemple MS Windows 95.

En la finestra de l'WireShark els alumnes analitzaran ara el ping enviat pel seu ordinador (el primer de la llista) i observaran que l'adreça MAC de destinació és FF:FF:FF:FF:FF:FF, como seria d'esperar; una conseqüència curiosa d'açò és que, encara que el ping l'hem enviat a l'adreça broadcast de la nostra xarxa IP, si existeixen en la LAN ordinadors d'altra xarxa IP també ens respondran. El mateix ocorria amb el ping a l'adreça 224.0.0.1, que també era respost per tots els hosts multicast de la LAN, independentment de la xarxa a la que pertanyeren.

Prova 3: ping broadcast a una xarxa remota

Ara anem a realitzar un enviament a l'adreça broadcast de l'altra xarxa IP. Anem a utilitzar per a això la xarxa 147.156.2.0/23, que correspon als ordinadors del Servei d'Informàtica. Com sempre primer ficarem en marxa l'WireShark amb el filtre '**host direcció_IP and icmp**' i després farem '**ping -n 1 adreça_IP**' on '**adreça_IP**' serà en aquest cas l'adreça broadcast de la xarxa 147.156.2.0/23. En aquesta xarxa sempre hi ha al menys una dotzena d'ordinadors encesos, per la qual cosa el més normal seria rebre diverses respostes. Malgrat tot se rep sols una resposta. Açò se deu a que el router que té directament connectada eixa xarxa té configurat el comandament '**no ip directed-broadcast**' per evitar atacs de ping broadcast des de l'exterior. Per tant, quan aquest router rep un ping dirigit a eixa xarxa en lloc de propagar-lo als hosts que estan en ella, repon amb un sol ping, actuant com a

¹ Per a que el còmput fos rigurós caldria fer els dos pings al mateix temps, ja que entre un i l'altre pot haver-se encés o apagat algun ordinador de l'edifici.

representant². Es dona la circumstància que el router d'eixa xarxa i el de la nostra són el mateix router (és a dir, ambdues LANs estan connectades al mateix router), cosa que podem descobrir si ens fixem en l'adreça IP del host que respon al nostre ping. La configuració '**no ip directed-broadcast**' evita que es genere un trànsit en la xarxa i una càrrega en els hosts que podrien provocar o facilitar la realització d'atacs de denegació de servei.

Prova 4: ping a tots els routers multicast (224.0.0.2) i a altres adreces reservades

Ara provarem a enviar un ping a l'adreça 224.0.0.2, que correspon a tots els routers multicast (ALL_ROUTERS.MCAST.NET en nslookup). Com sempre utilitzarem l'WireShark amb el filtre habitual ('**host direcció_IP and icmp**') per saber el número de respostes realment rebudes.

Altres adreces multicast reservades són les següents (el nom entre parèntesi correspon al que li assigna el DNS a eixa adreça, consultable amb nslookup):

224.0.0.5	Routers OSPF (OSPF-ALL.MCAST.NET)
224.0.0.9	Routers RIP v2 (RIP2-ROUTERS.MCAST.NET)
224.0.0.10	Router con IGRP/EIGRP (IGRP-ROUTERS.MCAST.NET)
224.0.0.13	Routers PIM v2 (PIM-ROUTERS.MCAST.NET)
224.0.0.22	Missatges Membership Report de IGMP v3 (IGMP.MCAST.NET)
224.0.1.1	NTP (Network Time Protocol) (NTP.MCAST.NET)
224.0.1.41	Gatekeepers H.323 (GATEKEEPER.MCAST.NET)
224.2.127.254	Anunci de sessions SAP, Session Announcement Protocol (SAP.MCAST.NET)

Fent ping a cadascuna d'aquestes adreces i amb l'ajuda de l'WireShark respon a les següents preguntes:

- **¿Quants routers OSPF, RIP v2, IGRP/EIGRP y PIM v2 hi ha en la LAN de l'edifici?**
- **¿Quants hosts tenen suport de IGMP v3 en la LAN de l'edifici?**
- **¿Quants hosts estan en el grup multicast de servidors de temps NTP en la xarxa de la Universitat?**
- **¿Quants Gatekeepers H.323 hi ha ara mateix accessibles en Internet?**
- **¿Quants hosts estan en aquest moment participant de l'anunci de sessions de SAP en Internet?**

Recorda que les adreces 224.0.0.0/24 sempre tenen restringit el seu àmbit a la xarxa local (TTL=1). En canvi les adreces 224.0.1.0/24 es propaguen per tot Internet. L'adreça 224.0.1.1 és una excepció a aquesta regla, ja que està filtrada pel router de sortida de la Universitat de València.

Resulta interessant, especialment en el cas del ping a les adreces 224.0.1.41 i 224.2.127.254, activar la funció de resolució de noms de WireShark. Per a això cal seleccionar en el menú 'Capture' l'opció 'Options' i marcar la casella 'Enable network name resolution'. Per aconseguir que es resolga el major número possible de noms convé pulsar CTRL/R (Reload). Vegent la diversitat de noms que apareixen podem fer-nos una idea de la ubicació física dels hosts que estan responent a aquestos pings.

La primera vegada que es fa ping a les adreces 224.0.1.41 i 224.2.127.254 el número de respostes obtingudes pot ser molt petit. A partir del segon ping el número de respostes obtingudes és molt major i constant. Probablement açò es deu a que el primer ping no es difonga adequadament per no estar completament establert l'arbre de distribució des de l'emissor (el nostre host) als membres d'eixe grup multicast en tot Internet.

En realitat el grup 224.2.127.254 té en Internet molts més participants dels que han respost al nostre ping. El que ocorre és que la majoria simplement no respon als missatges ICMP enviats a eixe grup multicast. Generalment sols els routers responen a eixos pings.

Prova 5: Exploració del trànsit multicast no IP en la xarxa

² Observem que en el cas del ping de Windows l'ús de '**no ip directed-broadcast**' passa totalment desapercbut per a l'usuari, ja que aquest rep sempre una sola resposta.

Ara anem a analitzar amb l'WireShark el trànsit multicast o IP que rep el nostre ordinador. Si utilitzem el filtre '**multicast and not ip**' capturem no sols el trànsit multicast sinó també el broadcast que és abrumadorament majoritari per culpa del ARP. Per evitar-ho usarem en el seu lloc el filtre '**multicast and not broadcast and not ip**'. En ficar la captura en marxa observarem que s'obtenen paquets de multitud de protocols diferents. Els alumnes hauran de:

- **Identificar al menys tres de eixos protocols. ¿Tenen algun significat especial les adreces MAC utilitzades per eixos protocols?**
- **També hauran de calcular el ratio aproximat de paquets per segon obtinguts³.**

Una vegada feta aquesta prova repetiran la captura amb el mateix filtre, però cuidant aquesta vegada desmarcar en la finestra 'Capture options' la casella 'Capture packets in promiscuous mode'. Observaran els paquets capturats en aquesta segona prova i estimaran el ratio en paquets per segon capturats. Hauran d'explicar els resultats obtinguts i les diferències que hagen observat entre ambdues captures.

5.- Proves amb les ferramentes Mbone (SDR, VIC, RAT)

Les ferramentes Mbone són un conjunt de programes que permeten realitzar videoconferències multicast a través d'Internet. El software és de lliure distribució i pot obtenir-se de <http://www.mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/>. De la multitud de ferramentes disponibles nosaltres utilitzarem el SDR, el VIC i el RAT.

SDR (Session Directory) permet crear i anunciar sessions multicast, així com unim a altres ja existents. És l'aplicació principal ja que actua com a gestor de les altres ferramentes i és l'única que s'invoca directament, la resta són normalment utilitzades a través del SDR. El VIC és la ferramenta de vídeo i el RAT la d'àudio. De moment per algun problema desconegut el RAT no funciona.

Rebre la llista d'emissions d'Internet amb SDR

Per executar el SDR hem de fer doble clic en la icona corresponent, o bé seleccionar '**Inici**' -> '**Tots els programes**', de la llista seleccionar '**Mbone Tools**' i una vegada allí '**sdr**'. A continuació apareix una finestra amb la llista de sessions. Per veure una sessió la seleccionarem mitjançant doble clic. Les sessions que podem veure són realment una part molt petita del total, ja que la majoria estan anunciades però no actives i de les que estan actives la majoria utilitza còdecs que no tenen el VIC ni el RAT.

Ara tancarem la finestra SDR i arrencarem el WireShark amb un filtre per capturar únicament els paquets destinats a l'adreça 224.2.127.254. Aquesta és l'adreça del protocol d'anunci de sessions SAP (Session Announcement Protocol). De moment el nostre ordinador no rep cap paquet d'eixe tipus. A continuació arrencarem el SDR com abans i veurem que comencem a rebre gran quantitat de paquets i que eixe fluxe és constant. Parant la captura podrem analitzar algun d'ells i observarem que contenen informació detallada sobre les diferents sessions que apareixen anunciades en la finestra del SDR. Aquestos missatges s'envien periòdicament amb la finalitat de que si apareix un nou participant en la xarxa reba en uns pocs minuts la informació de totes les sessions anunciades. El primer missatge capturat no hauria ser un anunci SDR sinó un IGMP Membership Report, que és el que envia el nostre host al grup multicast del SDR (224.2.127.254) per unir-se a ell.

Realitzar emissions pròpies amb SDR

El nostre major interès en relació amb les ferramentes Mbone no és veure les emissions que arriben de l'exterior, sinó realitzar emissions multicast pròpies.

Encara que és possible crear una sessió diferent en cada ordinador, resulta més interessant crear sessions compartides. En aquesta part de la pràctica el professor crearà una sessió de vídeo i tots els ordinadors que tinguen càmera s'uniran a ella.

³ Per a això podem usar el temps relatiu de captura que apareix en la primera columna, que ens permet saber de forma trivial el temps que ha durat la captura que hem fet.

Per crear la sessió el professor seleccionarà en la finestra de sessions del SDR **'New'** i a continuació **'Create advertised session'**. S'entra aleshores en un diàleg amb diverses etapes:

0. En l'etapa 0 assigna a la sessió un nom, que serà 'laboratori xarxes'; a més li assignarà una descripció (és obligatori assignar una).
1. En la etapa 1 elegirà el valor per defecte (sessió tipus Test).
2. En la etapa 2 també elegirà els valors per defecte (sessió de dues hores de durada a començar de forma immediata).
3. En la etapa 3, **'Select the Distribution Scope'**, elegirà 'IPv4 Local Scope' amb la qual cosa la sessió rebrà una adreça del rang 239.255.0.0/16 que té restringit l'abast a l'àmbit local.
4. En la etapa 4 elegirà àudio i vídeo (encara que l'àudio no funciona açò ens permetrà veure alguns aspectes interessants).
5. En la etapa 5 **'Provide Contact Details'** deixarà els valors per defecte.
6. En la etapa 6 **'Select security parameters for this session'** també deixarà els valors per defecte.

A continuació apareix una pantalla resum (**'Review session details'**) on ja poden veure's les adreces multicast que el SDR ha assignat al fluxe de vídeo. Aquestes adreces les elegeix el SDR de forma que siguin úniques en tota la xarxa, per evitar conflicte amb altres sessions anunciades o actives. Com hem elegit àmbit local el SDR ens assigna adreces del rang 239.255.0.0/16, contràriament ens hauria assignat adreces del rang 224.2.0.0/16, reservat pel IANA per al SDR.

Una vegada donats totes les dades pulsaran el botó **'Acceptar'** i passats uns instants tots els ordinadors del laboratori que estiguen executant el SDR veuran aparèixer en la finestra corresponent la sessió 'laboratorio redes' ja que periòdicament està enviant-se un missatge multicast d'anunci de la sessió a tot l'àmbit on té lloc l'emissió (en aquest cas la LAN).

Una vegada creada la sessió qualsevol ordinador pot unir-se a ella simplement seleccionant-la de la llista que mostra la finestra de SDR. En la finestra que apareix hem de fer clic en **'Join'**. Com SDR ha assignat una adreça multicast diferent a l'àudio i al vídeo ens dóna opció d'unir-nos independentment a un d'ambdós medis, o als dos. Si ens unim al vídeo el SDR arrencarà el programa VIC i si ens unim a l'àudio arrencarà el RAT.

En arrencar el vídeo (VIC) veurem aparèixer una petita finestra per cada emissió en curs (si es qu ja hi ha alguna). Per generar la nostra pròpia emissió seleccionarem el menú **'Transmit'** i en **'Device...'** el dispositiu **'USB camera'**. Després polsem el botó **'Transmit'** i a partir d'eixe moment estarem emitint vídeo. Podem utilitzar els comandaments de **'Rate Control'** per regular el cabal (en Kb/s) i el número de fotogrames per segon que generem. Per no saturar la xarxa convé no ficar cabals superiors a 1 Mb/s. En la part de l' 'Encoder' podem indicar el format de compressió de vídeo de entre diverses possibilitats, entre les que es troba el jpeg (M-JPEG), el H.261, el H.263 i el H.263+, amb format petit, normal o gran. Alguns dels còdecs que apareixen (per exemple M-JPEG) no estan disponibles ja que requereixen assistència per hardware que el nostre ordinador no té. El control de qualitat ens permetrà establir un compromís entre el número de fotogrames per segon i la qualitat de cada fotograma, intentant en tot moment no superar el cabal fixat en 'Rate Control' (en aquest cas un número menor és més qualitat, la màxima qualitat és 1).

En lla finestra VIC podem veure en finestres miniatura les emissions de vídeo que s'estan realitzant en el grup multicast. Cada emissió indica l'adreça IP del emissor, el cabal que està generant en Kb/s, la taxa de pèrdues (en %) i el número de fotogrames per segon. Podem elegir una (o diverses) d'eixes emissions per veure-la en una finestra de major tamany. Aquesta finestra pot configurar-se per a que commute automàticament per veu, la qual cosa és especialment interessant per a conferències multipunt. Des del moment en que ens unim a la sessió de vídeo el nostre ordinador està rebent tots el fluxes de vídeo que es produeixen, independentment de que ampliem o no algun d'ells, ja que tots s'envien al mateix grup multicast i per tant no podem seleccionar un per rebre'l de forma aïllada en el nostre ordinador. Per a que açò fos possible cada fluxe de vídeo hauria de tindre una adreça multicast diferent i per a això cadascun hauria de estar definit en una sessió SDR diferent.

Els ordinadors que no tenen càmera poden rebre totes les emissions, encara que evidentment no poden transmetre vídeo.

En la finestra de RAT (àudio) podem pulsar en la finestra el botó **‘Options’** amb la qual cosa apareix una nova finestra. En ella el botó **‘Category’** mostra un desplegable que té diverses opcions. Si elegim la que fica **‘Codecs’** podem veure una llista completa dels còdecs suportats i la seua descripció detallada. En RAT existeixen gran quantitat de còdecs, des del L16-48K-Stereo (16 bits per mostra, 48000 mostres per segon, un canal comprimit) que ocupa 5.6 Kb/s. Per a cada còdec el RAT assigna un tamany per defecte de la càrrega útil del paquet RTP (‘RTP payload’), que pot ser modificat per l’usuari. El tamany de la càrrega útil permet fixar un compromís entre el overhead introduït per les capçaleres (que aconsellen paquets grans) i el retard de paquetització (que aconsella paquets petits).

Ara els alumnes han d’identificar les adreces IP d’origen de l’emissió multicast que està tenint lloc en el laboratori. Amb el WireShark definiran un filtre de forma que capturen únicament el trànsit corresponent a l’emissió que estan realitzant des de la seua maqueta. Hauran d’analitzar els paquets capturats, observar les adreces MAC d’origen i destinació, les adreces IP d’origen i destinació i les capçaleres RTP (utilitzant com abans la funció **‘Decode As...’** del WireShark).

Com és ben sabut un protocol fonamental per al funcionament de IP multicast és el IGMP (Internet Group Management Protocol). Ara els alumnes han de definir un filtre en el WireShark per capturar únicament els missatges IGMP que es produeixen en la xarxa. Amb el filtre definit provaran a unir-se i abandonar les emissions en curs a fi de provocar l’enviament de missatge IGMP i poder analitzar-los amb detall. Mitjançant aquest anàlisi hauran de respondre a les següents preguntes:

- **¿Quin codi s’utilitza en el camp protocol de la capçalera IP per indicar IGMP?**
- **¿Com es distingeix si és IGMP v1, v2 o v3? ¿Quina versió estem utilitzant?**
- **¿Va escrita en algun lloc del missatge IGMP l’adreça multicast sobre la que s’aplica el comandament?**
- **¿Quan es produeix el Membership Report al grup multicast de l’emissió de vídeo? ¿Quan s’amplia una finestra de vídeo, quan es fa el join a la sessió, o quan s’arrenca el SDR?**

Com ja hem vist SDR realitza l’anunci de sessions mitjançant el protocol SAP (Session Announcement Protocol) que utilitza l’adreça 224.2.127.254.

- **¿Amb quin filtre podríem saber si estem enviant a la xarxa missatges d’aquest protocol, i amb quina freqüència enviem aquestos missatges?**
- **¿Quins hosts estan enviant els missatges SDR? ¿Tots? ¿Sols els que emeten àudio o vídeo? ¿Sols el que anuncià la sessió en primer lloc?**
- **Si parem l’emissió d’àudio i vídeo en el nostre ordinador, però mantenim la recepció ¿deixem completament de transmetre en eixe grup multicast? ¿Com podríem comprobar-ho?**

Com ja hem dit SDR realitza l’anunci de sessions mitjançant el protocol SAP (Session Announcement Protocol) que utilitza l’adreça 224.2.127.254.

- **¿Amb quin filtre podríem saber si estem enviant a la xarxa missatges d’eixe protocol, i amb quina freqüència enviem aquestos missatges?**
- **¿Quins hosts estan enviant els missatges SDR? ¿Tots? ¿Sols els que emeten àudio o vídeo? ¿Sols el que anuncià la sessió en primer lloc?**
- **Si parem l’emissió d’àudio i vídeo en el nostre ordinador, però mantenim la recepció ¿deixem completament de transmetre en eixe grup multicast? ¿Com podríem comprobar-ho?**

6.- Proves amb VideoLAN

VideoLAN és un software de domini públic que permet realitzar distribució de vídeo streaming per Internet. El software incorpora tant les funcions de servidor com de client.

Rebre la llista d’emissions d’Internet amb VideoLAN

Abans d’arrencar el VideoLAN ficarem en marxa amb el WireShark una captura dels paquets dirigits a 224.2.127.254 per poder observar com canvia la recepció d’eixos paquets quan arrenquem VideoLAN.

Per executar-lo simplement buscarem la icona de nom 'VLC media player' i farem doble clic en ell, o bé seleccionarem **'Inici' -> 'Tots els programes'** i de la llista elegirem **'VideoLAN'** i una vegada allí **'VLC media player'**. En la finestra de la VLC media player que apareix elegirem el menú desplegable **'Veure'** i en aquest l'opció **'Llista de Reproducció'**. EN la nova finestra elegirem el menú **'Administrar'**, anirem a **'Serveis discovery'** i elegirem **'Anuncis de SAP'**. En aquest moment veurem que el WireShark comença a capturar paquets i apareix una entrada desplgable 'SAP' en la llista. Si l'obrim veurem una llista de canals que va creixent a mesura que rebem missatges SAP. Ara pararem la captura de l'WireShark i veurem que, excepte el primer missatge que correspon al IGMP 'Membership Report' del nostre host al grup de SAP, tota la resta són anuncis de sessions com els que rebíem amb el SDR.

En la llista, la majoria de les entrades corresponen a canals de televisió, quasi tots utilitzant còdecs MPEG. Hi ha també alguns canals de radio que utilitzen MP3. La llista és semblant al directori de sessions que veïem amb el SDR, la principal diferència és que el VideoLAN està preparat per a emissions de vídeo streaming i que ací algunes emissions estan agrupades. Un dels grups que sempre sol estar actiu és el MELNET (xarxa d'investigació belga).

Rebre una emissió de televisió multicast amb VideoLAN

Ara provarem a 'sintonitzar' un dels canals i després el pararem amb els comandaments que apareixen en la part superior de la finestra. En una finestra ficarem en marxa abans l' 'Administrador de Tasques' de Windows amb la pestanyes 'Funcions de xarxa' per poder observar el trànsit en la xarxa (sols Windows XP). Per evitar problemes deguts a un trànsit excessiu en la xarxa tots els alumnes faran les proves amb el mateix canal, que els indicarà el professor; un bon candidat és el canal BELNET-IAD-CRAPS del grup BELNET que normalment està sempre actiu; es tracta d'un canal de dibuixos animats que emet un cabal MPEG-2 d'uns 3,5 Mb/s (qualitat broadcast, 720x576 de resolució). Com es pot comprovar els únics comandaments de control de vídeo que funcionen són el de para i reproduir, en tractar-se un vídeo multicast no és possible utilitzar l'avanç o retrocés ràpids. Ara ficarem en marxa un filtre amb l'WireShark per capturar sols els paquets IGMP que envia el nostre ordinador. Amb la captura de l'WireShark en marxa arrencarem i pararem diverses vegades el vídeo que estàvem veient, a continuació pararem la captura i analitzarem els resultats obtinguts per intentar respondre a les següents preguntes:

- ¿Quant tarda la xarxa en deixar d'enviar-nos el fluxe multicast quan parem el vídeo?
- ¿Quant tarda en enviar-nos-el novament quan el tornem a sol·licitar?
- ¿Quin missatge envia el nostre ordinador quan parem el vídeo?
- ¿Quin missatge envia el nostre ordinador quan arrencuem el vídeo?
- ¿Quina adreça multicast està utilitzant l'emissió de vídeo que estem rebent?
- ¿Seria possible rebre únicament l'àudio d'eixa emissió per multicast?

Sabuda l'adreça que utilitza l'emissió anem a configurar ara en el WireShark el filtre adequat per a que es capture sols eixe trànsit multicast. Quan hegem aconseguit capturar uns quants paquets d'eixe trànsit anem a analitzar-lo per respondre a les següents preguntes:

- ¿Qui és l'emissor del vídeo?
- ¿A quin format o còdec pertany l'emissió?
- Analitzant una seqüència de 20 paquets ¿S'aprecia pèrdua o canvi d'ordre dels paquets en recepció?

Provocar una situació de saturació i descart de paquets en la xarxa amb VideoLAN

Ara tots els alumnes sintonitzaran el canal 'BELNET-GEANT-MOVIE', també en el grup BELNET. Aquest és un canal promocional de la xarxa acadèmica europea Geant que emet vídeo MPEG-2 amb qualitat HDTV (televisió d'alta definició, resolució 1920x1152), que genera un cabal d'uns 9 Mb/s. Com els ordinadors del laboratori estan tots connectats a un hub de 10 Mb/s, açò quasi satura la xarxa local, però si no hi ha cap altra activitat funciona correctament. Afortunadament en ser una emissió multicast els paquets sols s'envien una vegada independentment del número de receptors. Resulta interessant monitoritzar en temps real durant la recepció del trànsit amb l'Administrador de Tasques de Windows (pestanya 'Funcions de Xarxa', sols disponible en Windows XP) per observar el cabal que està generant en la xarxa la recepció d'eixe fluxe. També es pot monitoritzar (XP ó 2000) la càrrega de CPU que genera

la decodificació del vídeo. Ara un dels alumnes a indicació del professor rebrà un canal del que emeten a 3,5 Mb/s (per exemple el BELNET-IAD-CRAPS). El cabal resultant superarà ara els 10 Mb/s, amb la qual cosa després d'uns segons ambdues emissions començaran a perdre paquets i la qualitat de vídeo i l'àudio es degradarà a nivells innacceptables.

7.- Realitzar emissions de vídeo streaming en multicast

A més de poder rebre emissions el VideoLAN permet realitzar emissions de vídeo unicast o multicast. D'altra banda, no és una ferramenta de videoconferència com les de Mbone que hem provat anteriorment. Anem ara a explorar les possibilitats d'aquest software per establir un servidor de vídeo streaming en una xarxa.

El vídeo streaming pot servir-se des de múltiples fonts, per exemple:

- Fitxers del disc dur
- DVDs muntats en el lector de l'ordinador
- Càmeres de vídeo connectades a l'ordinador
- Targetes sintonitzadores de televisió terrestre o via satèl·lit

En el cas d'imatges en disc dur o DVD el vídeo i l'àudio té ja un format comprimit en origen, per la qual cosa la tasca de VideoLAN es limita a generar els fluxos i enviar-los per la xarxa. En el cas de càmeres de vídeo o targetes sintonitzadores, el vídeo s'ha de comprimir en temps real mentre es captura, per poder emetre'l en el format elegit. VideoLAN disposa de diversos còdecs de vídeo. En el cas d'una emissió de vídeo prèviament comprimit (disc dur o DVD) és possible fer transcodificació en temps real, per adaptar l'emissió a l'ample de banda disponible en la xarxa. Anem a veure totes aquestes possibilitats per ordre.

Preparació

Per a aquestes proves els alumnes han d'organitzar-se en grups de dos ordinadors, un dels quals actuarà com a servidor de vídeo i l'altre com a client. Els únics requisits són que el servidor ha de tenir càmera i el client ha de tenir auriculars.

Les proves les farem emetent des de cada servidor a una adreça IP multicast diferent. Suposant que els nostre servidor té l'adreça IP **147.156.x.y** utilitzarem l'adreça multicast **239.255.x.y**. D'aquesta forma ens assurem que no hi haurà duplictat d'adreces. D'altra banda en utilitzar adreces 239.255.0.0/16 ens assurem de que les nostres proves no eixen de la LAN (ja que aquest rang d'adreces està sempre confinat a la LAN).

En primer lloc anem a ficar 'a l'escolta' al client de l'emissió multicast. Com totes les proves d'emissió les fem amb la mateixa adreça multicast, no necessitarem tocar res en el client una vegada ho hagem ficat 'a l'escolta' en eixa adreça. Per suposat en la pràctica, el client podria anar canviant l'adreça multicast i 'sintonitzant' els diferents 'canals' de les emissions en curs.

El procediment per arrencar el client VideoLAN és el següent:

- 1- Arrencar el programa '**VLC media player**' mitjançant doble clic en la icona corresponent.
- 2- Seleccionar en la finestra que apareix el menú '**Arxiu:F**'
- 3- Elegir de la llista l'opció '**Obrir Aparell de Captura...**'
- 4- En la finestra '**Obrir...**' seleccionar la pestanya '**Xarxa**'
- 5- En la llista de botons radio seleccionar '**UDP/RTP Multiemissió**'. En eixe moment s'habiliten els camps '**Adreça**' i '**Port**'.
- 6- En el camp '**Adreça**' ficar l'adreça que utilitzarà el servidor per a l'emissió multicast (la 239.255.x.y on x.y són els dos últims bytes de l'adreça IP del servidor). El camp '**Port**' ha de quedar amb el seu valor per defecte (1234).
- 7- Pulsar el botó '**OK**'
- 8- El client està llest per rebre qualsevol emissió que es produeixca en l'adreça 239.255.x.y.

A partir d'eixe moment el client ja està preparat per rebre qualsevol emissió multicast que ocorregui en eixa direcció i la targeta de xarxa està preparada per capturar qualsevol trama ethernet l'adreça MAC de destinació de la qual coincideix amb la MAC de mapeig de l'adreça IP que hem seleccionat.

En realitat no seria necessari utilitzar dos ordinadors per provar el VideoLAN, ja que en el propi servidor podem executar simultàniament una instància de VideoLAN configurat com a client. Anem doncs, seguint el procediment anterior, a arrancar un altre client en l'ordinador que actua de servidor. Açò és interessant perquè ens permetrà seguir localment, a mode de monitor, l'emissió que estem realitzant. La reproducció que realitza aquest client és realment obtinguda de la xarxa, no subministrada internament per l'ordinador, per la qual cosa permet detectar problemes en l'emissió, inclús a nivell físic, per exemple, si es desconnecta el cable de xarxa del servidor la reproducció d'aquest client es para com la de qualsevol altre.

Emissió de vídeo streaming

La primera prova que farem consistirà en emetre des del servidor un vídeo que es troba en el disc dur, concretament en l'escriptori. El fitxer s'anomena 'Ethernet.mpg' i es tracta d'un vídeo de 10 minuts de durada amb les següents característiques:

- vídeo: MPEG-1, resolució 352x288 (SIF), 25 fps (fotogrames per segon), 1500 Kb/s
- àudio: MPEG-1 capa II, freq. mostreig 44,1 KHz, 2 canals (estèreo), 224 Kb/s

El fluxe total és per tant de 1,7 Mb/s aproximadament.

El procediment per ficar en marxa l'emissió en el servidor VideoLAN és el següent:

- 1- Arrancar el programa '**VLC media player**' mitjançant doble clic en la icona corresponent.
- 2- Seleccionar el menú '**Arxiu:F**'
- 3- Elegir de la llista l'opció '**Obrir Volcat de Xarxa...: N**'
- 4- En la finestra '**Obrir...**' seleccionar la pestanya '**Arxiu**'
- 5- Pulsar el botó '**Explorar**' i seleccionar el fitxer corresponent ('Ethernet.mpg')
- 6- Marcar la casella '**Volcat/Salvar**' i pulsar el botó '**Opcions**'.
- 7- En la finestra '**Volcat de sortida**' marcar la casella '**RTP**'. En eixe moment s'habiliten els camps '**Adreça**' i '**Port**'.
- 8- En el camp '**Adreça**' ficar l'adreça que utilitzarà el servidor per a l'emissió multicast (la 239.255.x.y on x.y són els dos últims bytes de l'adreça IP del servidor). El camp '**Port**' ha de quedar amb el seu valor per defecte (1234).
- 9- Pulsar el botó '**OK**' en la finestra '**Volcat de sortida**'
- 10- Pulsar el botó '**OK**' en la finestra '**Obrir...**'.
- 11- Comença l'emissió multicast.

Com pot comprovar-se fàcilment, durant l'emissió els botons de control de vídeo del client no funcionen, excepte el de parada/arranc del vídeo. El servidor tampoc pot utilitzar eixos botons, però disposa d'un comandament relliscant amb el que pot controlar la posició del vídeo que s'età emetent.

Atac de denegació de servei en una emissió multicast

A diferència del SDR el VideoLAN no està preparat per rebre dos emissions diferents en la mateixa adreça multicast. Si ho fa intenta reproduir-les com si foren una sola, amb la qual cosa no es rep correctament cap d'elles. Anem a comprovar-ho emetent simultàniament des de dos servidors a la mateixa adreça multicast.

Per a aquesta prova s'ha d'agrupar dues parelles servidor-client. Per al correcte funcionament d'aquesta prova és important que els servidors no tinguin obert cap client, per tant els servidors hauran de terminar el procés VideoLAN client que tenien actiu i mantenir únicament el servidor. Ambdós servidors emetran en la mateixa adreça multicast, que serà la d'un d'ells elegida d'acord mutu. Ambdós clients han de rebre eixa adreça multicast, un ja la tindrà per la qual cosa sols serà necessari canviar-la en l'altre, amb el procediment utilitzat anteriorment:

- 1- Seleccionar el menú '**Arxiu:F**'
- 2- Elegir l'opció '**Obrir Aparell de Captura...**'
- 3- En la finestra '**Obrir...**' seleccionar la pestanya '**Xarxa**'
- 4- En la llista de botons seleccionar '**UDP/RTP Multiemissió**'.

- 5- En el camp '**Adreça**' ficar l'adreça multicast (239.255.x.y)
- 6- Pulsar el botó '**OK**'
- 7- El client està llest per rebre qualsevol emissió que es produeix en l'adreça 239.255.x.y.

Una vegada preparats els clients ficarem en marxa les dues emissions, una en cada servidor. Per a una utilitzarem el vídeo 'Ethernet.mpg' que ja coneixem, i per a l'altra el vídeo 'Carmen-1.mpg', que té les següents característiques:

- vídeo: MPEG-4, resolució 720x576, 25 fps, 1024 Kb/s
- àudio: MPEG-1 capa II, freq. mostreig 48 KHz, 2 canals (estèreo), 192 Kb/s

(Aquest és el mateix vídeo que utilitzàvem abans, però amb el cabal de vídeo reduït a 1024 Kb/s per a que la xarxa no presenti problemes de saturació en emetre múltiples fluxes en paral·lel).

Per emetre cada vídeo seguirem el procediment ja conegut:

- 1- Seleccionar el menú '**Arxiu:F**'
- 2- Elegir l'opció '**Obrir Volcat de Xarxa...: N**'
- 3- En la finestra '**Obrir...**' seleccionar la pestanya '**Arxiu**'
- 4- Pulsar el botó '**Explorar**' i seleccionar el fitxer corresponent ('Ethernet.mpg' o 'Carmen.mpg')
- 5- Marcar la casella '**Volcat/Salvar**' i pulsar el botó '**Opcions**'.
- 6- En la finestra '**Volcat de sortida**' marcar la casella '**RTP**'
- 7- En el camp '**Adreça**' ficar l'adreça multicast (239.255.x.y)
- 8- assegurar-se de desmarcar les caselles '**Còdec de vídeo**' i '**Còdec d'àudio**' (per aquestes proves no utilitzarem transcodificació)
- 9- Pulsar el botó '**OK**'
- 10- Comença l'emissió multicast.

Quan comença la primera emissió, el client reproduïx el vídeo correctament. En començar la segona, el client intenta reproduir els paquets d'ambdós vídeos segons li arriben. Com cadascun té una resolució diferent els paquets d'ambdós vídeos lo arriben. Com cadascun té una resolució diferent la imatge canvia contínuament de tamany, el so es perd i sols es perd i sols es produeix de quan en quan un xasquit. Si tenim en marxa l'Administrador de Tasques de Windows veurem que l'ús de la CPU augmenta considerablement com a conseqüència de l'intent per decodificar els paquets d'ambdós vídeos entrellaçats com si foren un sol. Si la situació es manté durant algun temps el programa VideoLAN pot caure en un error fatal que lo fa acabar de manera abrupta (per eixe motiu hem suprimit el client VideoLAN en els servidors).

Aquest senzill experiment ens mostra amb quina facilitat és possible sabotejar, intencionadament o per accident, una emissió multicast. Si el client de VideoLAN ens hagués permès especificar l'emissor hauríem pogut seleccionar un dels dos vídeos i reproduir-lo correctament. Açò és el que es coneix com SSM (Source Specific Multicast). Observem que, encara que el SSM ens permetria visualitzar únicament el vídeo que ens interessa la targeta de xarxa ens estaria passant ambdós fluxes a la CPU, ja que el seu filtrat és per l'adreça MAC de destinació i aquesta és idèntica per a ambdues emissions.

En totes les proves d'emissió que hem realitzat mitjançant VideoLAN hem assignat estàticament les adreces multicast. En aquest cas eixa tasca era senzilla ja que les emissions estaven confinades a la LAN, però si vulguérem realitzar emissions de durada limitada en tot Internet seria lògic deixar que el protocol SAP assignara dinàmicament les adreces multicast, com fem en el cas del SDR. Ja hem vist en l'apartat anterior en rebre emissions de l'exterior que VideoLAN també pot fer ús de SAP, encara que nosaltres no hem utilitzat eixa funcionalitat en les proves d'emissió que hem realitzat.

Emissió de vídeo streaming amb transcodificació (fer aquesta part sols si no es féu en la pràctica anterior)

Anem a provar ara les facilitats de transcodificació que ens ofereix el VideoLAN. La transcodificació ens permet convertir un fluxe o fitxer multimèdia canviant el còdec utilitzat, la resolució, el cabal, etc. Suposem que necessitarem difondre el vídeo de l'exemple anterior a través d'una xarxa d'enllaços de 256

Kb/s. Caldria reduir dràsticament el cabal, possiblement canviant a un còdec més eficient, baixant la resolució del vídeo o passant l'àudio d'estèreo a monoaural. En el nostre cas anem a emetre ara el vídeo amb els següents paràmetres:

- Còdec de vídeo: H.263
- Taxa de bits (kb/s): 128
- Resolució: SIF (352x288) (la mateixa que el vídeo original)
- Còdec d'àudio: MPEG-1 capa III
- Taxa de bits (kb/s): 64
- Canals: 1 (monoaural)

En el client no serà necessari realitzar cap canvi, sempre i quan es mantinga constant l'adreça IP de l'emissió multicast, ja que la transcodificació es realitza exclusivament en el servidor. El client es limitarà a reproduir els fluxes d'àudio i vídeo que li arriben, fent ús dels còdecs i resolució elegits en el servidor (recordem que cada paquet d'informació multimèdia arriba escrita en la capçalera RTP la informació relativa al tipus de còdec utilitzat).

El procediment per realitzar una emissió amb transcodificació és molt semblant al d'una emissió normal. Tant sols cal emplenar a més en la finestra 'Volcat de sortida' les opcions de transcodificació que es voln aplicar. Anem a describir-lo en detall:

- 1- Arrencar el programa '**VLC media player**'.
- 2- Seleccionar el menú '**Arxiu:F**'
- 3- Elegir de la llista l'opció '**Obrir Volcat de Xarxa.... N**'
- 4- En la finestra '**Obrir...**' seleccionar la pestanya '**Arxiu**'
- 5- Pulsar el botó '**Explorar**' i seleccionar el fitxer corresponent ('Ethernet.mpg')
- 6- Marcar la casella '**Volcat/Salvar**' i pulsar el botó '**Opcions**'.
- 7- En la finestra '**Volcat de sortida**' marcar la casella '**RTP**'.
- 8- En el camp '**Adreça**' ficar l'adreça (239.255.x.y). Deixar el camp '**Port**' amb el seu valor per defecte (1234).
- 9- Marca la casella '**Còdec de vídeo**'. Seleccionar '**h263**'. En 'Taxa de bits (kb/s)' seleccionar '**128**'. En '**Escala**' deixar el valor per defecte (1).
- 10- Marcar la casella '**Còdec d'àudio**'. Seleccionar '**mp3**'. En 'Taxa de bits (kb/s)' seleccionar '**64**'. En '**Canals**' seleccionar '**1**'.
- 11- Pulsar el botó '**OK**' en la finestra '**Volcat de sortida**'
- 12- Pulsar el botó '**OK**' en la finestra '**Obrir...**'.
- 13- Comença l'emissió multicast.

La degradació de la qualitat, sobretot en el vídeo, és evident.

Realment pretendre enviar una resolució SIF amb 128 Kb/s és excessiu. Amb aquest cabal s'hauria aconseguit millor qualitat baixant la resolució a QSIF (176x144). La resolució de vídeo la podem canviar en la transcodificació mitjançant el paràmetre '**Escala**'. Anem ara a repetir el procediment anterior mantenint tots els paràmetres igual excepte l' '**Escala**'. Anem ara a repetir el procediment anterior mantenint tots els paràmetres igual excepte l' '**Escala**' per a la que seleccionarem ara '**0.5**', que vol dir la meitat de resolució en cada dimensió, és a dir QSIF en aquest cas. Ara veurem el mateix vídeo en format més petit, però amb major qualitat.

Ara anem a fer una segona prova de transcodificació, però aquesta vegada utilitzarem el fitxer 'Carmen.mpg' que es troba en l'escriptori. Aquest vídeo, de tres minuts de durada té les següents característiques:

- vídeo: MPEG-2, resolució 720x576, 25 fps, 4500 Kb/s
- àudio: MPEG-1 capa II, freq. mostreig 48 KHz, 2 canals (estèreo), 192 Kb/s

Primer anem a emetre aquest vídeo sense modificacions. Com el vídeo suposa un cabal d'uns 4.7 Mb/s en quant hi haja tres emissions simultànies hi haurà saturació de la xarxa i la qualitat es degradarà. A continuació farem una emissió transcodificada, però abans de ficar en marxa l'emissió arrencarem l'

‘Administrador de tasques’ de Windows per monitoritzar l’ús de la CPU i observar així la càrrega que suposa la tasca de transcodificació en temps real.

Per realitzar la transcodificació procedirem com abans, però aquesta vegada aplicarem els següents paràmetres:

- Còdec de vídeo: **mp4v** (MPEG-4)
 - Taxa de bits (kb/s): **384**
 - Escala: **0,75** (resolució 540x432)
- Còdec de audio: **mp3** (MPEG-1 capa III)
 - Taxa de bits (kb/s): **96**
 - Canals: **2**

Amb aquest cabal (480 Kb/s) hauria d’haver unes 17-18 emissions simultànies per a que hi hagueren problemes en la xarxa.

No tots els còdecs que es poden seleccionar funcionen, alguns no tenen el programa corresponent incorporat en el VideoLAN. En particular els còdecs que no funcionen en l’emissió des del fitxer són ‘DIV1’ i ‘theo’ en vídeo i ‘vorb’, ‘flac’, ‘spx’, ‘s16l’ i ‘fl32’ en àudio.

Emissió de vídeo en directe (fer aquesta part sols si no es féu en la pràctica anterior)

Com deïem abans, a més de poder emetre vídeo prèviament comprimit VideoLAN també pot utilitzar com a entrada qualsevol font de vídeo habitual, com càmeres o targetes sintonitzadores de televisió. Nosaltres farem ara una prova amb les càmeres de vídeo de que disposem.

Com en els casos anteriors si emitim tot el temps en la mateixa adreça multicast (239.255.x.y) no és necessari realitzar cap modificació en els clients, ja que aquestos es limitaran a reproduir el vídeo que els enviarem, independentment del seu origen, còdec, resolució, cabal, etc.

Per poder efectuar una emissió de vídeo en directe és necessari fer ús de les opcions de transcodificació, ja que aquesta és la manera d’indicar-li a VideoLAN el format d’àudio i vídeo que volem generar. Anem a fer ara una prova utilitzant el següent procediment:

- 1- Arrencar el programa ‘**VLC media player**’.
- 2- Seleccionar el menú ‘**Arxiu:F**’
- 3- Elegir de la llista la opció ‘**Obrir Volcat de Xarxa...: N**’
- 4- En la finestra ‘**Obrir...**’ seleccionar la pestanya ‘**DirectShow**’
- 5- En la línia on apareix ‘**Nom de l’aparell de vídeo**’ pulsar el botó ‘**Refresh list**’, desplegar la llista que apareix a l’esquerra i seleccionar l’opció que coincideix amb vostre tipus de càmera. Si no apareix aquesta opció hem de pulsar novament el botó ‘**Refresh list**’ fins que aparega.
- 6- En la línia on apareix ‘**Nom de l’aparell d’àudio**’ deixar l’opció que apareix (‘**Per Defecte**’).
- 7- Comprovar que no estiguen marcades las casellas ‘**Propietats de l’aparell**’ i ‘**Propietats del sintonitzador**’.
- 8- Marcar la casella ‘**Volcat/Salvar**’ i pulsar el botó ‘**Opcions**’.
- 9- En la finestra ‘**Volcat de sortida**’ marcar la casella ‘**RTP**’.
- 10- En el camp ‘**Adreça**’ ficar l’adreça (239.255.x.y). Deixar el camp ‘**Port**’ amb el seu valor per defecte (1234).
- 11- Marca la casella ‘**Còdec de vídeo**’. Seleccionar ‘**mp1v**’. En ‘Taxa de bits (kb/s)’ seleccionar ‘**512**’. En ‘**Escala**’ deixar el valor per defecte (1).
- 12- Marcar la casella ‘**Còdec d’àudio**’. Seleccionar ‘**mp3**’. En ‘Taxa de bits (kb/s)’ seleccionar ‘**64**’. En ‘**Canals**’ seleccionar ‘**1**’.
- 13- Pulsar el botó ‘**OK**’ en la finestra ‘**Volcat de sortida**’
- 14- Pulsar el botó ‘**OK**’ en la finestra ‘**Obrir...**’.
- 15- Comença l’emissió multicast.

Si tot ha funcionat correctament l’emissió inclou tant vídeo com àudio. Com podem comprovar fàcilment el retard introduït per la codificació és de diversos segons, encara que açò depèn de la complexitat del

còdec utilitzar. La resolució de la càmera que estem utilitzant és de 320x240 i 30 fps (la resolució pot reduir-se amb el paràmetre **‘Escala’** en la transcodificació).

Podem utilitzar qualsevol còdec de vídeo o àudio dels que apareixen en la llista desplegable, excepte els que no estan implementats, que són en aquest cas: ‘DIV1’, ‘h263’ i ‘theo’ en vídeo i ‘vorb’, ‘flac’, ‘spx’, ‘s161’ i ‘f32’ en àudio.

Si en lloc d’elegir el còdec MPEG-1 elegim el H.264 veurem com l’ús de la CPU augmenta considerablement per tractar-se d’un còdec de gran complexitat. (Utilitzar per a veure’l l’ ‘Administrador de Tasques’).

8.- Finalització

En acabar la pràctica els alumnes han de reactivar el tallafocs que desactivaren al principi.

ANNEX I: Filtres en WireShark.

En WireShark és possible construir filtres que determinen si un tipus de paquets va a ser capturat o no. En cas que no s'utilitzi cap filtre, tots els paquets són capturats.

Els filtres es construeixen mitjançant expressions que consisteixen en una o més primitives. Les primitives, usualment, consisteixen en un identificador (nom o número), precedides per un o més qualificadors. Existeixen tres tipus diferents de qualificadors:

- De tipus: Identifiquen un nom o adreça, els seus possibles valors són *host*, *net* i *port*. Per exemple, 'host glup.uv.es', 'net 147.156', 'port 20'. Si no existeix cap qualificador de tipus, s'assumeix que el tipus és *host*.
- D'adreça: Identifiquen una adreça particular de transferència, açò és, un origen o destinació. Els seus valors possibles són *src*, *dst*, *src or dst* i *src and dst*. Per exemple, 'src glup.uv.es', 'dst net 147.156', 'src or dst port ftp-data'. Si no s'indica cap qualificador d'adreça, es pren el qualificador d'adreça per defecte (*src or dst*).
- De protocol: Identifiquen un protocol particular. Els seus valors possibles són *ether*, *fddi*, *tr*, *ip*, *ip6*, *arp*, *rarp*, *decnet*, *tcp* i *udp*. Per exemple, 'ether src glup.uv.es', 'arp net 147.156', 'tcp port 21'. Si no s'especifica cap protocol, tots els protocols que siguin consistents amb la identificació de tipus són capturats.

Com pot veure's per l'explicació dels diferents tipus de qualificadors, sempre estan presents, encara que siga per defecte, els tres tipus de qualificadors. Així, l'expressió *ip 147.156.222.65* és equivalent a *ip src or dst host 147.156.222.65*.

Poden construir-se filtres més complexos mitjançant la combinació de primitives mitjançant la utilització de parèntesis i/o les paraules *and*, *or* i *not*., sent la prioritat de *not* major que la de *and* i *or*, la prioritat de la qual entre si es igual. Així, per exemple, '*ip multicast and (ip src 147.156.222.65)*' indica que es capturen tots els paquets multicast l'origen del qual siga 147.156.222.65. Altre exemple, '*host glup.uv.es and not port ftp*' indica que es capturen tots els paquets l'origen o destinació dels quals és glup.uv.es excepte aquells el port d'origen o destinació dels quals és el de ftp (port 21).

Un llistat de les primitives més utilitzades es troba en la següent taula:

Primitiva	Descripció
<i>dst host</i> <ordinador>	Veritat si el camp destinació del paquet és el <ordinador>
<i>src host</i> <ordinador>	Veritat si el camp origen del paquet és el <ordinador>
<i>Host</i> <ordinador>	Veritat si el camp origen o destinació del paquet és l' <ordinador>
<i>ether dst</i> <ordinador>	Veritat si l'adreça ethernet de destinació és l' <ordinador>
<i>ether src</i> <ordinador>	Veritat si l'adreça ethernet d'origen és l' <ordinador>
<i>ether host</i> <ordinador>	Veritat si l'adreça ethernet d'origen o destinació és l' <ordinador>
<i>gateway</i> <ordinador>	Veritat si el paquet utilitza com a passarella (gateway) l' <ordinador>
<i>dst net</i> <xarxa>	Veritat si l'adreça de destinació del paquet correspon a una adreça de la <xarxa>
<i>src net</i> <xarxa>	Veritat si l'adreça d'origen del paquet correspon a una adreça de la <xarxa>
<i>net</i> <xarxa>	Veritat si les adreces d'origen o destinació del paquet correspon a una adreça de la <xarxa>
<i>dst net</i> <xarxa> <i>mask</i> <màscara>	Veritat si l'adreça de destinació del paquet correspon a una adreça de la <xarxa> de màscara <màscara>
<i>src net</i> <xarxa> <i>mask</i> <màscara>	Veritat si l'adreça d'origen del paquet correspon a una adreça de la <xarxa> de màscara <màscara>
<i>net</i> <xarxa> <i>mask</i> <màscara>	Veritat si les adreces d'origen o destinació del paquet correspon a una adreça de la <xarxa> de màscara <màscara>

Primitiva	Descripció
dst net <xarxa>/<longitud>	Veritat si l'adreça de destinació del paquet correspon a una adreça de la <xarxa> la màscara de la qual s'indica per <longitud>
src net <xarxa>/<longitud>	Veritat si l'adreça d'origen del paquet correspon a una adreça de la <xarxa> la màscara de la qual s'indica per <longitud>
net <xarxa>/<longitud>	Veritat si les adreces d'origen o destinació del paquet correspon a una adreça de la <xarxa> la màscara de la qual s'indica per <longitud>
dst port <port> ⁴	Veritat si el paquet té com a destinació el port donat per <port>
src port <port>	Veritat si el paquet té com a origen el port donat per <port>
Port <port>	Veritat si el paquet té com a origen o destinació el port donat per <port>
Less <longitud>	Veritat si el paquet té una longitud menor o igual que <longitud>
greater <longitud>	Veritat si el paquet té una longitud major o igual que <longitud>
ether broadcast	Veritat si el paquet és un paquet ethernet broadcast.
ip broadcast	Veritat si el paquet és un paquet IP broadcast.
ether multicast	Veritat si el paquet és un paquet ethernet multicast.
ip multicast	Veritat si el paquet és un paquet IP multicast.

A més de les expressions anteriors, existeixen expressions del tipus <expressió 1> <operador> <expressió 2>, on <operador> és <, >, <=, >=, =, != i <expressió 1> i <expressió 2> són expressions aritmètiques compostes per constants enteres (expressades amb la sintaxi de C), els operadors +, -, *, /, &, |, i un accés especial a les dades del paquet.

Per accedir a les dades d'un paquet s'utilitza la sintaxi *protocol [desplaçament : tamany]*, on *protocol* és un dels protocols vàlids (*ether, fddi, tr, ip, arp, rarp, tcp, udp, icmp* o *ip6*), *desplaçament* és el desplaçament, en bytes, des del començament de les dades del protocol especificat, i *tamany* són els bytes a analitzar. Així, *ip[0] & 0x0F != 5* indica tots els paquets que contenen opcions IP (camp IHL de valor distint de 5), mentre que *ip[6 : 2] & 0x1FFF = 0* indica sols datagrames no fragmentats o l'últim fragment dels datagrames fragmentats.

Altres exemples sobre multicast:

--El filtre "ether multicast" és equivalent a "ether[0]&1!=0" per capturar trames multicast (analitza el bit I/G de l'adreça física)

--El filtre "ip multicast" és equivalent a "ip[16]&0xF0==0xE0", prenent el byte 16 de la capçalera IP i comprovar que coincideix amb els primers 4 bits d'una adreça multicast "1110" o 0xE

⁴ Aquesta expressió i les dues següents poden anar precedidas de tcp o udp, per indicar que sols es desitja el port corresponent al protocol tcp o udp.