

XAMU LAB 6 - IPTV



Estudiants: Jia Le Chen

Cristina Sanchez-Mora Gassol

Nawal Bouallala Safyoun

Mariona Farré Tapias

Asignatura: XAMU

Cuatrimestre: Primavera

Curso: 2024-2025

Profesor: David Rincon Rivera

ÍNDEX

Introducció	3
ESTUDIS PREVIS	4
Exercici previ 1	4
Exercici previ 2	6
Exercici previ 3	10
Exercici previ 4	16
Exercici previ 5	18
Exercici previ 6	20
Exercici previ 7	23
Exercici previ 8	24
EXERCICIS LABORATORI	29
Exercici 1	29
Exercici 2	33
Exercici 3	40
Exercici 4	52
Exercici 5	55
Exercici 6	56
Exercici 7	59
Conclusió	61

Introducció

En aquest laboratori d'IPTV, explorarem diverses tecnologies i protocols relacionats amb la transmissió de vídeo i àudio sobre IP. Els exercicis es dividiran en dues parts principals: estudis previs i exercicis de laboratori.

Els estudis previs ens permetran preparar-nos teòricament per a les tasques pràctiques, i inclouen activitats com la planificació de la pràctica, l'anàlisi dels múltiplex DVB-T, i la configuració d'eines i servidors necessaris. També analitzarem la informació dels canals de televisió, i investigarem les tecnologies i protocols utilitzats en Live555MediaServer, Wowza Streaming Engine, i Nimble Streamer.

Durant els exercicis de laboratori, aplicarem els coneixements teòrics que hem adquirit abans de la classe del laboratori a entorns pràctics.

Configurarem i utilitzarem diferents servidors de streaming, com Live555MediaServer i Wowza Streaming Engine, i capturarem i analitzarem dades amb Wireshark. També treballarem amb protocols de transmissió com RTP i RTSP, i explorarem la tecnologia DASH per a la transmissió adaptativa de vídeo. Això ens permetrà comprendre millor els desafiaments i les solucions associades amb la transmissió de continguts multimèdia a través de xarxes IP.

ESTUDIS PREVIS

Exercici previ 1

Llegiu tots els estudis previs i exercicis de la pràctica, feu-vos una idea de cada escenari, i planifiqueu amb el vostre grup com els fareu: de quantes màquines disposeu (portàtils, ordinadors de sobretaula, telèfons mòbils) a cada casa, quins sistemes operatius corre cada màquina, quins clients i servidors es podran instal·lar, si s'han de preparar fitxers abans de venir al laboratori, etc.

Exercicis del previ:

- Exercici 1: Planificació de la pràctica en general.
- Exercici 2: No és necessari ninguna planificació previa. S'ha de respondre preguntes en base a uns links proporcionats en el enunciat.
- Exercici 3: Es necessita una màquina Windows amb l'analitzador TSReaderLite TS i les captures de la carpeta de Atenea anomenada Captures Transport Stream Collserola.
- Exercici 4: No és necessari ninguna planificació previa. S'ha de respondre les preguntes sobre Live555Media, de Wowza i de Nimble.
- Exercici 5: Es necessita una màquina Linux amb l'aplicació Live555MediaServer.
- Exercici 6: S'ha d'obtenir dues llicències del Wowza Streaming Engine a més de instalar i configurar el servidor Wowza .
- Exercici 7: Es necessita una màquina Ubuntu amb el Nimble i obtenir un parell de comptes WMPanel.
- Exercici 8: S'ha de respondre les preguntes sobre DASH i analitzar el fitxer .mpd que s'ha preparat prèviament (per obtenir el fitxer manifest hem de configurar el Wowza i en el moment que es fa el Test playback copiar el url
<http://192.168.56.1:1935/IPTV/mp4:sample.mp4/manifest.mpd> i ens descarregara el fitxer.

Exercicis de la pràctica:

- Exercici 1: No es necessari fer ho en la classe de laboratori. Es necesita Wireshark per obrir la captura LiveTVImagenio.pcap. (1 persona)
- Exercici 2: Es necessita una màquina Linux amb el Live555MediaServer i les carpetes Captures Transport Stream Collserola i Fitxers pels servidors, l'executable i les carpetes han d'estar en el mateix directori i en l'altre màquina es necessita el VideoLan. Per últim es necessita Wireshark en les dues màquines

capturant el flux de dades per després filtrar per RTSP.(S'ha de guardar 4 captures, 2 captures emisor i receptor sense pausa i altres 2 amb pausa)(2 persones)

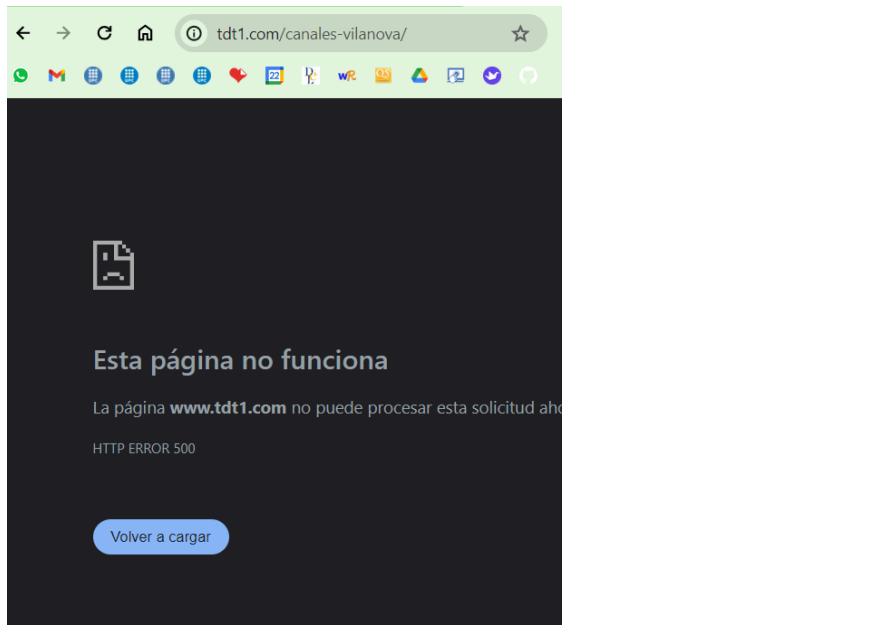
- Exercici 3: Es el mateix escenari que l'exercici 2, pero en aquest cas només s'ha de guardar 2 captures per després filtrar per RTP. (2 persones)
- Exercici 4: Torna a ser el mateix escenari que l'anterior, amb la diferència de que s'ha de reproduir un dels fitxers de la carpeta Captures Transport Stream Collserola. (2 persones)
- Exercici 5: Torna a ser el mateix escenari que l'exercici 2 però amb un codec diferent. (2 persones)
- Exercici 6: S'utilitza el Wowza amb els fitxers MPEG-1/2 (.mpg), Transport Stream (.ts) i H.264/MPEG-4 (.mp4). S'ha de capturar amb wireshark per comparar amb els resultats de Live555. (2 persones)
- Exercici 7: Es necesita un portatil connectat a la xarxa wifi amb el reproductor DASH i el Wireshark capturant els paquets HTTP. També es pot fer el mateix però amb VideoLan com a reproductor DASH. (1 persona)
- Exercici 8: És necessari una màquina amb la instancia Nimble i s'ha de configurar un escenari VoD DASH amb l'exemple Big Buck Bunny d'Atenea. (1 persona)
- Exercici 9: És necessari una màquina amb un escenari DASH amb Wowza i OBS, amb la webcam com a font. (1 persona)

Exercici previ 2

A <http://www.mondigital.cat/tv/collserola.html> hi teniu una llista dels mètiplexs DVB-T que s'emeten des de Collserola, incloent els PIDs, certs paràmetres del còdec, i detalls sobre la modulació utilitzada (aquests últims no ens interessen). Mireu també <https://www.tdt1.com/canales-barcelona/> (o Vilanova <https://www.tdt1.com/canales-vilanova/>, o la zona on viviu) per veure, addicionalment, els mètiplexs de les TV locals (canals 514 MHz i 690 MHz) que no surten a la taula de MonDigital. Finalment, consulteu també <https://www.digitalbitrate.com/dtv.php?mux=ESP31&liste=2&live=10&lang=en> per a una anàlisi en directe d'un receptor, però tingueu en compte que el receptor es troba a Terrassa, de manera que veureu el mètiplex local del Vallès Occidental.

a) Quants canals de TV (“programes”, en terminologia DVB) hi ha, típicament, per mètiplex? Podeu identificar quina entitat és la responsable de crear cada mètiplex? (A3media, RTVE, CCMA-TV3...)

Observant la web de mondigital podem veure que a cada mètiplex hi ha entre 4 i 6 canals de TV (les pàgines de tdt1 no responen en el moment de fer l'exercici, i hi ha un missatge a la landing page que informa de que ja no s'actualitzarà més).



TDT 📺 [TDT1.com dejó de actualizarse el pasado 14/02/2024.](https://www.tdt1.com)

En les pàgines de mondigital i digitalbitrate no s'indica quines són les entitats responsables de crear cada mètiplex, però a wikipedia podem trobar una mica d'informació sobre les empreses propietàries dels canals

de televisió i amb això podem fer-nos una idea de quines són les entitats propietàries (també ens ajudem d'aquesta pàgina:

<https://www.mundoplus.tv/wiki/tdt/canales/cataluna/barcelona>)

- MPE5: Ten Media, Real Madrid C.F., Mediaset España, Atresmedia Televisión. Les quatre entitats tenen canals en el multiplex, imaginem que deuen ser les responsables.
- MPE2: Atresmedia Televisión. Té tots els seus canal, per tant imaginem que deuen ser l'entitat responsable.
- MPE4: Mediaset España, Ábside Media i Atresmedia Televisión. Les tres tenen canals en el multiplex, imaginem que deuen ser les responsables.
- RGE CAT: Televisión Española. Té tots els seus canal, per tant imaginem que deuen ser l'entitat responsable.
- Mux de EDC TAI C: No hem trobat informació.
- MPE3: Mediaset España. Té tots els seus canal, per tant imaginem que deu ser l'entitat responsable.
- RGE2: Ten Media, Kiss Media i Televisión Española són les entitats amb canals en aquest multiplex, assumim que deuen ser les responsables. Com a observació, en aquest hi ha 6 canals, dels quals 4 són de Televisión Española i els altres dos, de les altres dues companyies (per separat), Televisión Española és una entitat pública i les altres dues són privades.
- Televisio de Catalunya: Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals. Té tots els seus canal, per tant imaginem que deu ser l'entitat responsable.
- MPE1: Veo Televisión i Sociedad Gestora de Televisión NET TV són les dues companyies que tenen canals en aquest multiplex, assumim que deuen ser les responsables.

b) Busqueu informació sobre els dos “dividends digitals”, quan es van executar a Espanya, i indiqueu a quines bandes de freqüències van afectar.

El dividend digital es el conjunt de freqüències que han quedat disponibles en la banda de freqüències que tradicionalment es destinava a la transmisió de TV gràcies a la migració de la televisió analògica a digital. En el primer Dividend Digital (al 2014) a Espanya es va escollir la banda de 800 MHz (790-862 MHz), Espanya tenia alguns canals de la TDT a al banda (61-69) que van haver de ser reordenats. La banda va quedar lliure per a la telefonia 4G.

En el segon Dividèn Digital (al 2020) es va alliberar la banda de 700 MHz (694-790 MHz), que va afectar a alguns canals (49-60). En aquest cas, la

liberació es va fer per a poder utilitzar la banda amb les comunicacions de telefonia 5G.

c) Llegiu

<https://www.adslzone.net/2017/09/20/por-que-no-se-han-eliminado-ya-los-canales-sd-de-la-tdt/>.

a. Quins còdecs s'estan emprant a Espanya pels canals de definició estàndard (SD,720x576i) i pels d'alta definició (HD, 1920x1080i)?

b. Quina és la situació actual a França?

País	Còdec SD	Còdec HD
Espanya	MPEG-2	MPEG-4 i H.264
França	-	Han completat la transició a MPEG-4, per tant tots els canal emeten en HD

d) Quina és la data per l'apagada dels canals SD a Espanya?

El dia 14 de febrer de 2024 es van apagar els canals SD a Espanya. Podem llegir sobre això en aquest article:

<https://advanced-television.com/2024/02/06/spain-rtve-switches-off-sd-signals/>

e) Llegiu <https://dvb.org/news/why-is-switzerland-switching-off-dtt/> i feu-ne un resum. Algun altre país europeu està planificant fer el mateix? Per què la situació a Espanya és diferent que a Suïssa?

Suïssa va decidir apagar la televisió digital terrestre (TDT) a causa de la seva baixa penetració i a l'alt cost de manteniment en comparació amb altres plataformes com el cable i el satèl·lit. En lloc de TDT, Suïssa està fomentant l'ús de serveis de streaming i altres formes de distribució digital.

A l'article no diu que hi hagi altres païssos considerant això mateix. El que si es menciona, es que hi ha altres mercats dins d'Europa que tenen una dependència de la TDT molt més gran que Suïssa. Es calcula que a la zona EU27 el TDT té una presència en el 27.7% de la població, i dins d'aquesta, les zones de Croacia, Grecia, Italia i Espanya tenen percentatges superiors al 50%. Aquesta xifra tant elevada és la diferència entre Suïssa i Espanya en quant a la situació sobre el TDT, i per això no és un tema que de moment es plantegi.

f) Hi ha alguna transmissió 4K a la TDT a Espanya?

Segons aquesta font:

<https://televisiondigital.mineco.gob.es/ayuda-ciudadano/sala-prensa/Paginas/por-fin-llega-el-4k-para-toda-espana.aspx> Radio Televisión Española ofereix desde el 15 de febrer de 2024 4 canals gratuïts en UHD, si tens televisor 4K. Tres d'aquests en proves i el de La 1. Abans d'aquesta data, s'havien fet proves en alguns esdeveniments especials com el Mundial de Qatar 2022 o la Copa Mundial Femenina 2023.

Exercici previ 3

Instal·leu a una màquina Windows l'analitzador TSReaderLite TS (seleccioneu file.dll com entrada) i analitzeu les captures Transport Stream publicades a Atenea.

a) Comenteu el paper de les taules PAT i PMT, i com ajuden a identificar els diferents programes i fluxos de vídeo/àudio/dades que transporta el mèltiplex.

PAT és la taula que associa els identificadors de programes amb els identificadors de les taules PMT corresponents. Cada programa en un mèltiplex té un únic PID en la PAT. Quan un decodificador comença a processar un TS, primer busca la PAT per a obtenir informació sobre tots els programes disponibles en el mèltiplex.

PMT conté la descripció de cada programa identificat en la PAT. Per a cada programa, la PMT detalla els diferents fluxos de components, com a vídeo, àudio, i dades. En la PMT se especificen els PIDs dels fluxos de vídeo, àudio i dades que formen part del programa.

En altres paraules, el procediment seria:

El receptor busca els paquets TS amb PID =0, que és on hi ha la PAT, després a la PAT troba els PID de les PMT, a cada PMT troba els PIDs dels fluxos de vídeo i àudio associats a aquell canal. L'únic PID amb valor fix és el 0, el de la PAT (tots els altres depenen de la configuració que hagi fet l'operador, i es poden conèixer seguint el procediment comentat)

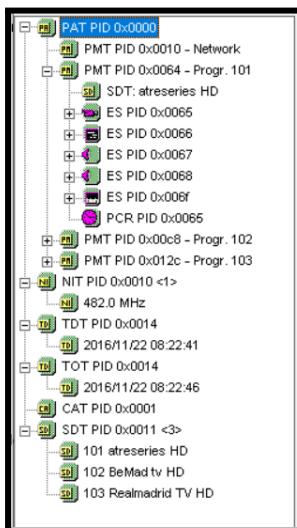
b) Identifiqueu els programes i com estan senyalitzats a la taula PAT/PMT. Com a mínim per a un programa SD i HD, identifiqueu els fluxos d'àudio i vídeo i comenteu els seus paràmetres de codificació/taxa de bits (CBR, VBR). Compareu amb les dades de la web de MonDigital i TDT1 (però tingueu en compte les captures es van prendre fa uns anys i és possible que no coincideixin del tot).

Senyals TDT Nacionals i Autonòmics Bcn											
Actualitzat: Diumenge, 19 de Gener del 2020, 19:36											
Dades Canal	Mèltiplex	Serveis	PMT	SID	V-PID	A-PID	PCR PID	TXTPID	Audio Bitr.	Resolució	
23 UHF 490.00 Mhz. FFT 8K Guard: 1/4 64-QAM Code R.: 2/3	MPE5 N_ID: 12551 ON_ID: 8916 TS_ID: 18	atresseries HD	100	101	101	103	101	102	192 Kb/s AC3+ ST 128 Kb/s AC3+ ST 64 Kb/s AC3+ M	1920 x 1080 i	
						104					
						105					
		BeMad tv HD	200	102	201	203	201	202	192 Kb/s St 128 Kb/s St 64 Kb/s M	1920 x 1080 i	
						204					
						205					
		Realmadrid TV HD	300	103	301	303	301	--	192 Kb/s St 192 Kb/s St 64 Kb/s St	1920 x 1080 i	
						304					
						305					
		TEN	400	104	401	402	401	--	192 Kb/s St 192 Kb/s St	720 x 576 i	
						403					

<p>Elementary Stream PID 101 (0x0065) H.264 Video</p> <p>H.264 Video: Resolution 1920 x 1080 Interlaced: 0</p> <p>H.264 Video: Framerate: 25.00 Aspect Ratio: 1:1 (square)</p> <p>H.264 Profile: High</p> <p>Descriptor: Stream Identifier Descriptor 01</p> <p>Descriptor: Video Stream Descriptor</p> <p>Multiple frame rate flag: False</p> <p>Frame rate: 25</p> <p>MPEG-1 only flag: False</p> <p>Constrained parameter flag: True</p> <p>Still picture flag: False</p> <p>Descriptor: Data Stream Alignment Descriptor</p> <p>Alignment type: video access unit</p>	<p>Elementary Stream PID 201 (0x00c9) H.264 Video</p> <p>H.264 Video: Resolution 1920 x 1080 Interlaced: 0</p> <p>H.264 Video: Framerate: 25.00 Aspect Ratio: 1:1 (square)</p> <p>H.264 Profile: High</p> <p>Descriptor: Stream Identifier Descriptor 01</p> <p>Descriptor: Video Stream Descriptor</p> <p>Multiple frame rate flag: False</p> <p>Frame rate: 25</p> <p>MPEG-1 only flag: False</p> <p>Constrained parameter flag: True</p> <p>Still picture flag: False</p> <p>Descriptor: Data Stream Alignment Descriptor</p> <p>Alignment type: video access unit</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Elementary Stream PID 301 (0x012d) H.264 Video</p> <p>H.264 Video: Resolution 1920 x 1080 Interlaced: 0</p> <p>H.264 Video: Framerate: 25.00 Aspect Ratio: 1:1 (square)</p> <p>H.264 Profile: High</p> <p>Descriptor: AVC video Descriptor</p> <p>Profile idc: 100 Constraint set 0=0 1=0 2=0</p> <p>AVC compatible: 0 Level idc 41</p> <p>AVC still present: 0 24 hour picture 0</p>

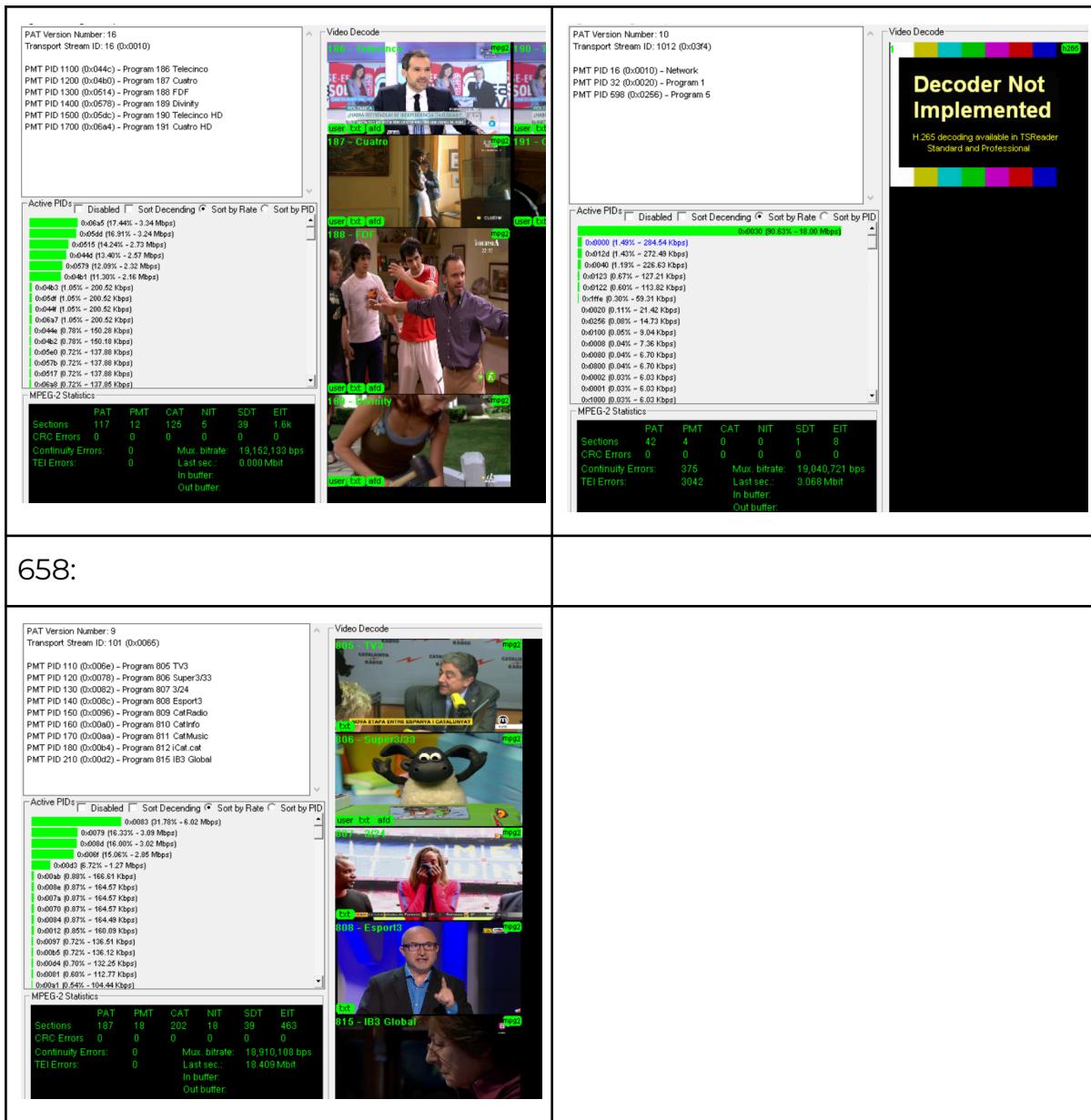
Abans de començar analitzarem les taules. La taula PAT podem veure que hi ha 4 entrades de taules PMT, on cada una d'elles és un canal de televisió i cadascun té el seu canal d'audio, una altra de vídeo i informació addicional sobre el canal. En cada entrada ens donen informació com ara la resolució, framerate, video stream Descriptor,etc



Com podem veure el PID concorda amb el que ens informa la página web (101 per atresories, 201 per BeMad i 301 per RealmadridTV,etc)
 Els fluxos d'audio i video els veiem en la primera finestra on ens donen informació de cada PID

La taxa de bits esta en la finestra de 'active PID'

<p>490:</p> <p>PAT Version Number: 6 Transport Stream ID: 18 (0x0012)</p> <p>PMT PID 16 (0x0010) - Network PMT PID 100 (0x0064) - Program 101 atreseries HD PMT PID 200 (0x00c8) - Program 102 BeMad tv HD PMT PID 300 (0x012c) - Program 103 Realmadrid TV HD</p> <p>Active PIDs: <input type="checkbox"/> Disabled <input checked="" type="checkbox"/> Sort Decending <input checked="" type="checkbox"/> Sort by Rate <input type="checkbox"/> Sort by PID</p> <table border="1"> <tr><td>0x0100 (22.49% - 6.29 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x00c8 (0.03% - 5.73 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x012c (0.95% - 5.80 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0066 (1.48% - 200.76 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00cb (1.05% - 200.52 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0112 (1.05% - 200.52 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0067 (1.03% - 197.42 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00cc (0.72% - 137.87 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0083 (0.83% - 131.82 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0031 (0.39% - 122.22 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00f3 (0.39% - 75.11 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00c5 (0.39% - 75.11 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0012 (0.35% - 67.44 kbps)</td></tr> <tr><td>0x008f (0.23% - 44.76 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00d3 (0.10% - 19.09 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00c8 (0.03% - 6.21 kbps)</td></tr> </table> <p>MPEG-2 Statistics</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>PAT</th><th>PMT</th><th>CAT</th><th>NIT</th><th>SDT</th><th>EIT</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sections</td><td>52</td><td>6</td><td>57</td><td>1</td><td>14</td></tr> <tr><td>CRC Errors</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Continuity Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Mux. bitrate:</td><td>19,081,789 bps</td><td></td></tr> <tr><td>TEI Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Last sec.</td><td>18,950 Mbit</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>In buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Out buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	0x0100 (22.49% - 6.29 Mbps)	0x00c8 (0.03% - 5.73 Mbps)	0x012c (0.95% - 5.80 Mbps)	0x0066 (1.48% - 200.76 kbps)	0x00cb (1.05% - 200.52 kbps)	0x0112 (1.05% - 200.52 kbps)	0x0067 (1.03% - 197.42 kbps)	0x00cc (0.72% - 137.87 kbps)	0x0083 (0.83% - 131.82 kbps)	0x0031 (0.39% - 122.22 kbps)	0x00f3 (0.39% - 75.11 kbps)	0x00c5 (0.39% - 75.11 kbps)	0x0012 (0.35% - 67.44 kbps)	0x008f (0.23% - 44.76 kbps)	0x00d3 (0.10% - 19.09 kbps)	0x00c8 (0.03% - 6.21 kbps)	PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT	Sections	52	6	57	1	14	CRC Errors	0	1	0	0	0	Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,081,789 bps		TEI Errors:	0	0	Last sec.	18,950 Mbit				In buffer:						Out buffer:				<p>522:</p> <p>PAT Version Number: 7 Transport Stream ID: 16 (0x0009)</p> <p>PMT PID 100 (0x0064) - Program 149 antena3 HD PMT PID 200 (0x00c8) - Program 150 antena3 HD PMT PID 300 (0x012c) - Program 151 laSexta HD PMT PID 400 (0x0180) - Program 152 laSexta HD PMT PID 500 (0x01f4) - Program 153 neox PMT PID 600 (0x0258) - Program 154 nova</p> <p>Active PIDs: <input type="checkbox"/> Disabled <input checked="" type="checkbox"/> Sort Decending <input checked="" type="checkbox"/> Sort by Rate <input type="checkbox"/> Sort by PID</p> <table border="1"> <tr><td>0x0065 (24.27% - 4.63 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x00c8 (20.21% - 3.85 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x012d (14.92% - 2.84 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0083 (10.39% - 2.00 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0011 (7.19% - 1.55 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x00f3 (7.19% - 1.37 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x00ca (1.58% - 300.80 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0192 (1.48% - 200.80 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0193 (1.48% - 197.42 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0067 (1.05% - 200.52 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0193 (0.72% - 137.90 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0068 (0.72% - 137.85 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0142 (0.72% - 137.85 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0028 (0.72% - 97.00 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0108 (0.72% - 137.85 kbps)</td></tr> <tr><td>0x01f7 (0.72% - 137.85 kbps)</td></tr> </table> <p>MPEG-2 Statistics</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>PAT</th><th>PMT</th><th>CAT</th><th>NIT</th><th>SDT</th><th>EIT</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sections</td><td>53</td><td>12</td><td>64</td><td>2</td><td>16</td></tr> <tr><td>CRC Errors</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Continuity Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Mux. bitrate:</td><td>19,032,552 bps</td><td></td></tr> <tr><td>TEI Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Last sec.</td><td>19,089 Mbit</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>In buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Out buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	0x0065 (24.27% - 4.63 Mbps)	0x00c8 (20.21% - 3.85 Mbps)	0x012d (14.92% - 2.84 Mbps)	0x0083 (10.39% - 2.00 Mbps)	0x0011 (7.19% - 1.55 Mbps)	0x00f3 (7.19% - 1.37 Mbps)	0x00ca (1.58% - 300.80 kbps)	0x0192 (1.48% - 200.80 kbps)	0x0193 (1.48% - 197.42 kbps)	0x0067 (1.05% - 200.52 kbps)	0x0193 (0.72% - 137.90 kbps)	0x0068 (0.72% - 137.85 kbps)	0x0142 (0.72% - 137.85 kbps)	0x0028 (0.72% - 97.00 kbps)	0x0108 (0.72% - 137.85 kbps)	0x01f7 (0.72% - 137.85 kbps)	PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT	Sections	53	12	64	2	16	CRC Errors	0	0	0	0	0	Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,032,552 bps		TEI Errors:	0	0	Last sec.	19,089 Mbit				In buffer:						Out buffer:					
0x0100 (22.49% - 6.29 Mbps)																																																																																																																							
0x00c8 (0.03% - 5.73 Mbps)																																																																																																																							
0x012c (0.95% - 5.80 Mbps)																																																																																																																							
0x0066 (1.48% - 200.76 kbps)																																																																																																																							
0x00cb (1.05% - 200.52 kbps)																																																																																																																							
0x0112 (1.05% - 200.52 kbps)																																																																																																																							
0x0067 (1.03% - 197.42 kbps)																																																																																																																							
0x00cc (0.72% - 137.87 kbps)																																																																																																																							
0x0083 (0.83% - 131.82 kbps)																																																																																																																							
0x0031 (0.39% - 122.22 kbps)																																																																																																																							
0x00f3 (0.39% - 75.11 kbps)																																																																																																																							
0x00c5 (0.39% - 75.11 kbps)																																																																																																																							
0x0012 (0.35% - 67.44 kbps)																																																																																																																							
0x008f (0.23% - 44.76 kbps)																																																																																																																							
0x00d3 (0.10% - 19.09 kbps)																																																																																																																							
0x00c8 (0.03% - 6.21 kbps)																																																																																																																							
PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT																																																																																																																		
Sections	52	6	57	1	14																																																																																																																		
CRC Errors	0	1	0	0	0																																																																																																																		
Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,081,789 bps																																																																																																																			
TEI Errors:	0	0	Last sec.	18,950 Mbit																																																																																																																			
		In buffer:																																																																																																																					
		Out buffer:																																																																																																																					
0x0065 (24.27% - 4.63 Mbps)																																																																																																																							
0x00c8 (20.21% - 3.85 Mbps)																																																																																																																							
0x012d (14.92% - 2.84 Mbps)																																																																																																																							
0x0083 (10.39% - 2.00 Mbps)																																																																																																																							
0x0011 (7.19% - 1.55 Mbps)																																																																																																																							
0x00f3 (7.19% - 1.37 Mbps)																																																																																																																							
0x00ca (1.58% - 300.80 kbps)																																																																																																																							
0x0192 (1.48% - 200.80 kbps)																																																																																																																							
0x0193 (1.48% - 197.42 kbps)																																																																																																																							
0x0067 (1.05% - 200.52 kbps)																																																																																																																							
0x0193 (0.72% - 137.90 kbps)																																																																																																																							
0x0068 (0.72% - 137.85 kbps)																																																																																																																							
0x0142 (0.72% - 137.85 kbps)																																																																																																																							
0x0028 (0.72% - 97.00 kbps)																																																																																																																							
0x0108 (0.72% - 137.85 kbps)																																																																																																																							
0x01f7 (0.72% - 137.85 kbps)																																																																																																																							
PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT																																																																																																																		
Sections	53	12	64	2	16																																																																																																																		
CRC Errors	0	0	0	0	0																																																																																																																		
Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,032,552 bps																																																																																																																			
TEI Errors:	0	0	Last sec.	19,089 Mbit																																																																																																																			
		In buffer:																																																																																																																					
		Out buffer:																																																																																																																					
<p>538:</p> <p>PAT Version Number: 11 Transport Stream ID: 17 (0x0011)</p> <p>PMT PID 16 (0x0010) - Network PMT PID 1300 (0x0514) - Program 155 mega PMT PID 1400 (0x0578) - Program 156 ONDA CERO PMT PID 1500 (0x05dc) - Program 157 EUROPA FM PMT PID 1600 (0x0640) - Program 159 MELODIA FM PMT PID 2000 (0x07d0) - Program 170 13 TV Definitivo PMT PID 2100 (0x07e4) - Program 171 COPE definitivo PMT PID 1100 (0x044c) - Program 192 Energy PMT PID 1200 (0x04b0) - Program 193 Being</p> <p>Active PIDs: <input type="checkbox"/> Disabled <input checked="" type="checkbox"/> Sort Decending <input checked="" type="checkbox"/> Sort by Rate <input type="checkbox"/> Sort by PID</p> <table border="1"> <tr><td>0x0100 (23.93% - 4.88 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x01b1 (21.81% - 4.17 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x01d1 (21.42% - 4.00 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0055 (19.87% - 3.80 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0056 (1.57% - 300.76 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0743 (1.07% - 203.68 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0035 (0.74% - 140.10 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0744 (0.74% - 140.99 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0039 (0.72% - 138.95 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0032 (0.72% - 138.95 kbps)</td></tr> <tr><td>0x005d (0.72% - 138.95 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0051 (0.72% - 137.85 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0043 (0.72% - 137.85 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0012 (0.61% - 116.41 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0049 (0.02% - 100.26 kbps)</td></tr> </table> <p>MPEG-2 Statistics</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>PAT</th><th>PMT</th><th>CAT</th><th>NIT</th><th>SDT</th><th>EIT</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sections</td><td>115</td><td>16</td><td>125</td><td>5</td><td>32</td></tr> <tr><td>CRC Errors</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Continuity Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Mux. bitrate:</td><td>19,119,083 bps</td><td></td></tr> <tr><td>TEI Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Last sec.</td><td>0.000 Mbit</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>In buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Out buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	0x0100 (23.93% - 4.88 Mbps)	0x01b1 (21.81% - 4.17 Mbps)	0x01d1 (21.42% - 4.00 Mbps)	0x0055 (19.87% - 3.80 Mbps)	0x0056 (1.57% - 300.76 kbps)	0x0743 (1.07% - 203.68 kbps)	0x0035 (0.74% - 140.10 kbps)	0x0744 (0.74% - 140.99 kbps)	0x0039 (0.72% - 138.95 kbps)	0x0032 (0.72% - 138.95 kbps)	0x005d (0.72% - 138.95 kbps)	0x0051 (0.72% - 137.85 kbps)	0x0043 (0.72% - 137.85 kbps)	0x0012 (0.61% - 116.41 kbps)	0x0049 (0.02% - 100.26 kbps)	PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT	Sections	115	16	125	5	32	CRC Errors	0	0	0	0	0	Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,119,083 bps		TEI Errors:	0	0	Last sec.	0.000 Mbit				In buffer:						Out buffer:				<p>554:</p> <p>PAT Version Number: 10 Transport Stream ID: 1008 (0x03D0)</p> <p>PMT PID 100 (0x0010) - Network PMT PID 100 (0x0064) - Program 490 La 1 PMT PID 200 (0x00c8) - Program 491 La 2 PMT PID 1000 (0x03d0) - Program 492 24h PMT PID 1500 (0x05dc) - Program 493 Olan PMT PID 300 (0x012c) - Program 494 La 1 HD PMT PID 2000 (0x07d0) - Program 495 Radio Nacional Catalunya PMT PID 2030 (0x07e4) - Program 496 Radio 5 PMT PID 2040 (0x07f0) - Program 497 Ràdio 4</p> <p>Active PIDs: <input type="checkbox"/> Disabled <input checked="" type="checkbox"/> Sort Decending <input checked="" type="checkbox"/> Sort by Rate <input type="checkbox"/> Sort by PID</p> <table border="1"> <tr><td>0x0052 (14.09% - 2.00 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0054 (14.09% - 2.00 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0039 (12.38% - 2.00 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x005d (10.80% - 2.13 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0140 (1.40% - 270.00 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0124 (1.40% - 270.00 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0125 (1.36% - 263.01 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0098 (1.36% - 263.01 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0058 (1.05% - 203.59 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00c0 (1.05% - 203.59 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0087 (1.05% - 203.59 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0054 (1.05% - 203.59 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0010 (0.95% - 193.93 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0079 (0.89% - 172.77 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0748 (0.89% - 172.94 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0056 (0.78% - 150.37 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0074 (0.73% - 141.42 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00ca (0.57% - 109.83 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0085 (0.57% - 109.83 kbps)</td></tr> </table> <p>MPEG-2 Statistics</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>PAT</th><th>PMT</th><th>CAT</th><th>NIT</th><th>SDT</th><th>EIT</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sections</td><td>25</td><td>16</td><td>35</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>CRC Errors</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Continuity Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Mux. bitrate:</td><td>19,922,179 bps</td><td></td></tr> <tr><td>TEI Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Last sec.</td><td>19,203 Mbit</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>In buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Out buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	0x0052 (14.09% - 2.00 Mbps)	0x0054 (14.09% - 2.00 Mbps)	0x0039 (12.38% - 2.00 Mbps)	0x005d (10.80% - 2.13 Mbps)	0x0140 (1.40% - 270.00 kbps)	0x0124 (1.40% - 270.00 kbps)	0x0125 (1.36% - 263.01 kbps)	0x0098 (1.36% - 263.01 kbps)	0x0058 (1.05% - 203.59 kbps)	0x00c0 (1.05% - 203.59 kbps)	0x0087 (1.05% - 203.59 kbps)	0x0054 (1.05% - 203.59 kbps)	0x0010 (0.95% - 193.93 kbps)	0x0079 (0.89% - 172.77 kbps)	0x0748 (0.89% - 172.94 kbps)	0x0056 (0.78% - 150.37 kbps)	0x0074 (0.73% - 141.42 kbps)	0x00ca (0.57% - 109.83 kbps)	0x0085 (0.57% - 109.83 kbps)	PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT	Sections	25	16	35	1	8	CRC Errors	0	0	0	0	0	Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,922,179 bps		TEI Errors:	0	0	Last sec.	19,203 Mbit				In buffer:						Out buffer:			
0x0100 (23.93% - 4.88 Mbps)																																																																																																																							
0x01b1 (21.81% - 4.17 Mbps)																																																																																																																							
0x01d1 (21.42% - 4.00 Mbps)																																																																																																																							
0x0055 (19.87% - 3.80 Mbps)																																																																																																																							
0x0056 (1.57% - 300.76 kbps)																																																																																																																							
0x0743 (1.07% - 203.68 kbps)																																																																																																																							
0x0035 (0.74% - 140.10 kbps)																																																																																																																							
0x0744 (0.74% - 140.99 kbps)																																																																																																																							
0x0039 (0.72% - 138.95 kbps)																																																																																																																							
0x0032 (0.72% - 138.95 kbps)																																																																																																																							
0x005d (0.72% - 138.95 kbps)																																																																																																																							
0x0051 (0.72% - 137.85 kbps)																																																																																																																							
0x0043 (0.72% - 137.85 kbps)																																																																																																																							
0x0012 (0.61% - 116.41 kbps)																																																																																																																							
0x0049 (0.02% - 100.26 kbps)																																																																																																																							
PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT																																																																																																																		
Sections	115	16	125	5	32																																																																																																																		
CRC Errors	0	0	0	0	0																																																																																																																		
Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,119,083 bps																																																																																																																			
TEI Errors:	0	0	Last sec.	0.000 Mbit																																																																																																																			
		In buffer:																																																																																																																					
		Out buffer:																																																																																																																					
0x0052 (14.09% - 2.00 Mbps)																																																																																																																							
0x0054 (14.09% - 2.00 Mbps)																																																																																																																							
0x0039 (12.38% - 2.00 Mbps)																																																																																																																							
0x005d (10.80% - 2.13 Mbps)																																																																																																																							
0x0140 (1.40% - 270.00 kbps)																																																																																																																							
0x0124 (1.40% - 270.00 kbps)																																																																																																																							
0x0125 (1.36% - 263.01 kbps)																																																																																																																							
0x0098 (1.36% - 263.01 kbps)																																																																																																																							
0x0058 (1.05% - 203.59 kbps)																																																																																																																							
0x00c0 (1.05% - 203.59 kbps)																																																																																																																							
0x0087 (1.05% - 203.59 kbps)																																																																																																																							
0x0054 (1.05% - 203.59 kbps)																																																																																																																							
0x0010 (0.95% - 193.93 kbps)																																																																																																																							
0x0079 (0.89% - 172.77 kbps)																																																																																																																							
0x0748 (0.89% - 172.94 kbps)																																																																																																																							
0x0056 (0.78% - 150.37 kbps)																																																																																																																							
0x0074 (0.73% - 141.42 kbps)																																																																																																																							
0x00ca (0.57% - 109.83 kbps)																																																																																																																							
0x0085 (0.57% - 109.83 kbps)																																																																																																																							
PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT																																																																																																																		
Sections	25	16	35	1	8																																																																																																																		
CRC Errors	0	0	0	0	0																																																																																																																		
Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,922,179 bps																																																																																																																			
TEI Errors:	0	0	Last sec.	19,203 Mbit																																																																																																																			
		In buffer:																																																																																																																					
		Out buffer:																																																																																																																					
<p>578:</p> <p>PAT Version Number: 11 Transport Stream ID: 17 (0x0011)</p> <p>PMT PID 16 (0x0010) - Network PMT PID 1300 (0x0514) - Program 155 mega PMT PID 1400 (0x0578) - Program 156 ONDA CERO PMT PID 1500 (0x05dc) - Program 157 EUROPA FM PMT PID 1600 (0x0640) - Program 159 MELODIA FM PMT PID 2000 (0x07d0) - Program 170 13 TV Definitivo PMT PID 2100 (0x07e4) - Program 171 COPE definitivo PMT PID 1100 (0x044c) - Program 192 Energy PMT PID 1200 (0x04b0) - Program 193 Being</p> <p>Active PIDs: <input type="checkbox"/> Disabled <input checked="" type="checkbox"/> Sort Decending <input checked="" type="checkbox"/> Sort by Rate <input type="checkbox"/> Sort by PID</p> <table border="1"> <tr><td>0x0100 (23.93% - 4.88 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x01b1 (21.81% - 4.17 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x01d1 (21.42% - 4.00 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0055 (19.87% - 3.80 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0056 (1.57% - 300.76 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0743 (1.07% - 203.68 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0035 (0.74% - 140.10 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0744 (0.74% - 140.99 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0039 (0.72% - 138.95 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0032 (0.72% - 138.95 kbps)</td></tr> <tr><td>0x005d (0.72% - 138.95 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0051 (0.72% - 137.85 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0043 (0.72% - 137.85 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0012 (0.61% - 116.41 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0049 (0.02% - 100.26 kbps)</td></tr> </table> <p>MPEG-2 Statistics</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>PAT</th><th>PMT</th><th>CAT</th><th>NIT</th><th>SDT</th><th>EIT</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sections</td><td>115</td><td>16</td><td>125</td><td>5</td><td>32</td></tr> <tr><td>CRC Errors</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Continuity Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Mux. bitrate:</td><td>19,119,083 bps</td><td></td></tr> <tr><td>TEI Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Last sec.</td><td>0.000 Mbit</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>In buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Out buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	0x0100 (23.93% - 4.88 Mbps)	0x01b1 (21.81% - 4.17 Mbps)	0x01d1 (21.42% - 4.00 Mbps)	0x0055 (19.87% - 3.80 Mbps)	0x0056 (1.57% - 300.76 kbps)	0x0743 (1.07% - 203.68 kbps)	0x0035 (0.74% - 140.10 kbps)	0x0744 (0.74% - 140.99 kbps)	0x0039 (0.72% - 138.95 kbps)	0x0032 (0.72% - 138.95 kbps)	0x005d (0.72% - 138.95 kbps)	0x0051 (0.72% - 137.85 kbps)	0x0043 (0.72% - 137.85 kbps)	0x0012 (0.61% - 116.41 kbps)	0x0049 (0.02% - 100.26 kbps)	PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT	Sections	115	16	125	5	32	CRC Errors	0	0	0	0	0	Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,119,083 bps		TEI Errors:	0	0	Last sec.	0.000 Mbit				In buffer:						Out buffer:				<p>650:</p> <p>PAT Version Number: 10 Transport Stream ID: 1008 (0x03D0)</p> <p>PMT PID 100 (0x0010) - Network PMT PID 100 (0x0064) - Program 490 La 1 PMT PID 200 (0x00c8) - Program 491 La 2 PMT PID 1000 (0x03d0) - Program 492 24h PMT PID 1500 (0x05dc) - Program 493 Olan PMT PID 300 (0x012c) - Program 494 La 1 HD PMT PID 2000 (0x07d0) - Program 495 Radio Nacional Catalunya PMT PID 2030 (0x07e4) - Program 496 Radio 5 PMT PID 2040 (0x07f0) - Program 497 Ràdio 4</p> <p>Active PIDs: <input type="checkbox"/> Disabled <input checked="" type="checkbox"/> Sort Decending <input checked="" type="checkbox"/> Sort by Rate <input type="checkbox"/> Sort by PID</p> <table border="1"> <tr><td>0x0052 (14.09% - 2.00 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0054 (14.09% - 2.00 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0039 (12.38% - 2.00 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x005d (10.80% - 2.13 Mbps)</td></tr> <tr><td>0x0140 (1.40% - 270.00 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0124 (1.40% - 270.00 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0125 (1.36% - 263.01 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0098 (1.36% - 263.01 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0058 (1.05% - 203.59 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00c0 (1.05% - 203.59 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0087 (1.05% - 203.59 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0054 (1.05% - 203.59 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0010 (0.95% - 193.93 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0079 (0.89% - 172.77 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0748 (0.89% - 172.94 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0056 (0.78% - 150.37 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0074 (0.73% - 141.42 kbps)</td></tr> <tr><td>0x00ca (0.57% - 109.83 kbps)</td></tr> <tr><td>0x0085 (0.57% - 109.83 kbps)</td></tr> </table> <p>MPEG-2 Statistics</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>PAT</th><th>PMT</th><th>CAT</th><th>NIT</th><th>SDT</th><th>EIT</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sections</td><td>25</td><td>16</td><td>35</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>CRC Errors</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Continuity Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Mux. bitrate:</td><td>19,922,179 bps</td><td></td></tr> <tr><td>TEI Errors:</td><td>0</td><td>0</td><td>Last sec.</td><td>19,203 Mbit</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>In buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Out buffer:</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	0x0052 (14.09% - 2.00 Mbps)	0x0054 (14.09% - 2.00 Mbps)	0x0039 (12.38% - 2.00 Mbps)	0x005d (10.80% - 2.13 Mbps)	0x0140 (1.40% - 270.00 kbps)	0x0124 (1.40% - 270.00 kbps)	0x0125 (1.36% - 263.01 kbps)	0x0098 (1.36% - 263.01 kbps)	0x0058 (1.05% - 203.59 kbps)	0x00c0 (1.05% - 203.59 kbps)	0x0087 (1.05% - 203.59 kbps)	0x0054 (1.05% - 203.59 kbps)	0x0010 (0.95% - 193.93 kbps)	0x0079 (0.89% - 172.77 kbps)	0x0748 (0.89% - 172.94 kbps)	0x0056 (0.78% - 150.37 kbps)	0x0074 (0.73% - 141.42 kbps)	0x00ca (0.57% - 109.83 kbps)	0x0085 (0.57% - 109.83 kbps)	PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT	Sections	25	16	35	1	8	CRC Errors	0	0	0	0	0	Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,922,179 bps		TEI Errors:	0	0	Last sec.	19,203 Mbit				In buffer:						Out buffer:			
0x0100 (23.93% - 4.88 Mbps)																																																																																																																							
0x01b1 (21.81% - 4.17 Mbps)																																																																																																																							
0x01d1 (21.42% - 4.00 Mbps)																																																																																																																							
0x0055 (19.87% - 3.80 Mbps)																																																																																																																							
0x0056 (1.57% - 300.76 kbps)																																																																																																																							
0x0743 (1.07% - 203.68 kbps)																																																																																																																							
0x0035 (0.74% - 140.10 kbps)																																																																																																																							
0x0744 (0.74% - 140.99 kbps)																																																																																																																							
0x0039 (0.72% - 138.95 kbps)																																																																																																																							
0x0032 (0.72% - 138.95 kbps)																																																																																																																							
0x005d (0.72% - 138.95 kbps)																																																																																																																							
0x0051 (0.72% - 137.85 kbps)																																																																																																																							
0x0043 (0.72% - 137.85 kbps)																																																																																																																							
0x0012 (0.61% - 116.41 kbps)																																																																																																																							
0x0049 (0.02% - 100.26 kbps)																																																																																																																							
PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT																																																																																																																		
Sections	115	16	125	5	32																																																																																																																		
CRC Errors	0	0	0	0	0																																																																																																																		
Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,119,083 bps																																																																																																																			
TEI Errors:	0	0	Last sec.	0.000 Mbit																																																																																																																			
		In buffer:																																																																																																																					
		Out buffer:																																																																																																																					
0x0052 (14.09% - 2.00 Mbps)																																																																																																																							
0x0054 (14.09% - 2.00 Mbps)																																																																																																																							
0x0039 (12.38% - 2.00 Mbps)																																																																																																																							
0x005d (10.80% - 2.13 Mbps)																																																																																																																							
0x0140 (1.40% - 270.00 kbps)																																																																																																																							
0x0124 (1.40% - 270.00 kbps)																																																																																																																							
0x0125 (1.36% - 263.01 kbps)																																																																																																																							
0x0098 (1.36% - 263.01 kbps)																																																																																																																							
0x0058 (1.05% - 203.59 kbps)																																																																																																																							
0x00c0 (1.05% - 203.59 kbps)																																																																																																																							
0x0087 (1.05% - 203.59 kbps)																																																																																																																							
0x0054 (1.05% - 203.59 kbps)																																																																																																																							
0x0010 (0.95% - 193.93 kbps)																																																																																																																							
0x0079 (0.89% - 172.77 kbps)																																																																																																																							
0x0748 (0.89% - 172.94 kbps)																																																																																																																							
0x0056 (0.78% - 150.37 kbps)																																																																																																																							
0x0074 (0.73% - 141.42 kbps)																																																																																																																							
0x00ca (0.57% - 109.83 kbps)																																																																																																																							
0x0085 (0.57% - 109.83 kbps)																																																																																																																							
PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT																																																																																																																		
Sections	25	16	35	1	8																																																																																																																		
CRC Errors	0	0	0	0	0																																																																																																																		
Continuity Errors:	0	0	Mux. bitrate:	19,922,179 bps																																																																																																																			
TEI Errors:	0	0	Last sec.	19,203 Mbit																																																																																																																			
		In buffer:																																																																																																																					
		Out buffer:																																																																																																																					



Per tant un exemple programa HD seria atreseries HD, i un programa SD seria TEN

El paràmetres de codificació de vídeo per artreseries , serien:

Resolució: 1920 x 1080 Interlaced: No Frame rate: 25.00 fps

Constrained parameter flag: True

Pel cas de TEN:

Resolució:720x576 Interlaced: No Frame rate: 25.00 fps

Constrained parameter flag: True

En quan a audio, en artreseries HD el codec és AC3, és un audio de dos canals (estèreo). El bitrate canvia, ja que PID 0x0067 té un bitrate màxim de 24600bytes/ s i el llenguatge està indefinit mentre que el PID 0x0068 té 16450 bytes/ s i esta en espanyol. I el canal 0x006f és el dels subtítols. Un altre exemple seria antena3 hd i antena3:

El paràmetres de codificació de vídeo per antena3 hd, serien:

Resolució: 1920 x 1080 Interlaced: No Frame rate: 25.00 fps

Pel cas de antena3:

Resolució. 720x576 Interlaced: Si Frame rate: 25.00 fps

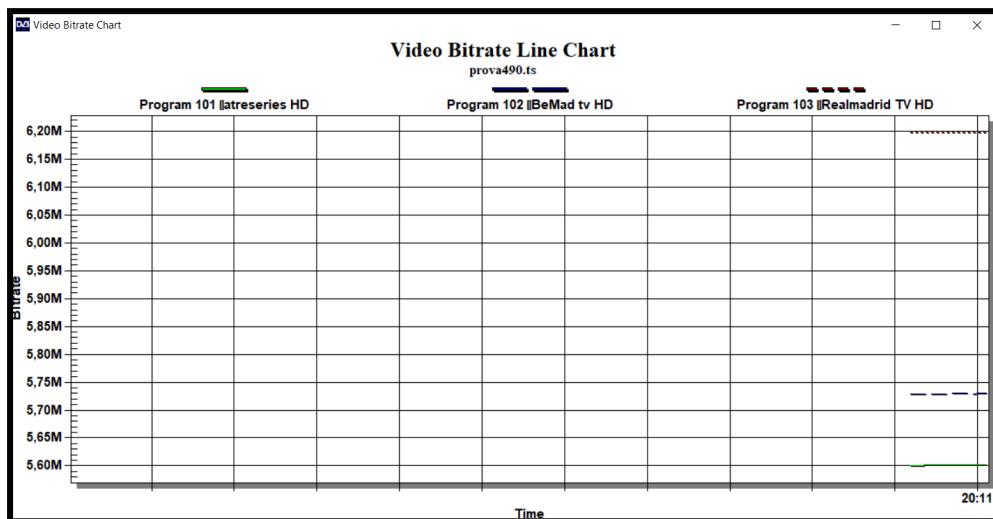
En els dos casos el codec MPEG-1. En antena3 HD el bitrate es 192 kbps (0x0067)/128 kbps (0x0068) , (stereo) i el sample rate es de 48khz. Mentre que en antena3 el bitrate és de 128 kbps (0x00cb)/96 kbps (0x00cc) (stereo) i el sample rate 48khz

c) Visualitzeu gràficament l'evolució del bitrate de cada canal i comenteu si són CBR, si són VBR amb multiplexació estadística, el paper del PID 1fff, etc. Atenció: recordeu que el programa és una versió d'avaluació, i un cop arribat al final del fitxer, representa dades incorrectes (CBR). Comenteu quina organització deu estar controlant el múltiple.

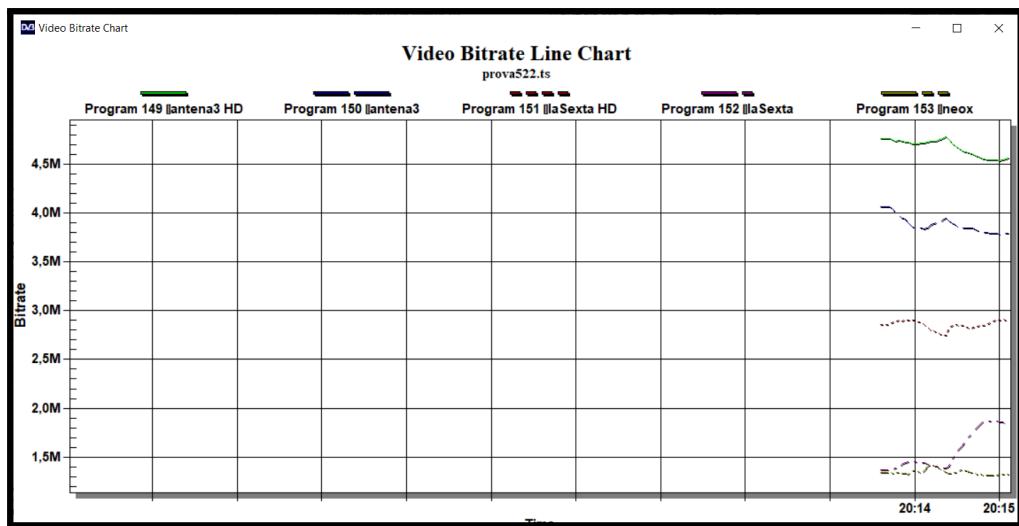
El PID 0xFFFF s'utilitza per als paquets de nul. Aquests paquets no contenen informació útil i són inserits en el flux de transport per a emplenar espai

490:CBR 522:VBR 538:VBR 554:VBR 578:VBR 650: VBR
658:VBR

En aquest cas tenim un exemple del bitrate en funció del temps, en el qual podem comprovar que es un bitrate constant per tant CBR.



Aquí tenim un exemple, en el cual comprovem que el bitrate es variable ja que va canviant



Exercici previ 4

Consulteu les webs de Live555Media, de Wowza i de Nimble, i analitzeu:

- a) Quins còdecs i en quin format (contenidors) pot servir el contingut?
- b) Quins protocols pot utilitzar per servir el contingut?
- c) A partir de les respostes anteriors, i a partir del que heu vist a teoria, indiqueu per a cadascun, de manera raonada, si poden estar involucrats en un servei de TV en directe sobre IP, i/o en un servei de Vídeo sota Demanda sobre IP.

Web	Còdecs	Contenidors	Protocols
Live555Media	MPEG-1, MPEG-2, MP3, MPEG-4, H263, H264, H265, VOB, JPEG	VOB, AMR, DV, Matroska, WAV, WEBM	RTP/RTCP, RTSP, SIP
Wowza	AAC, AAC-LC, HE-AAC (accPlus) v1 & v2, MP3, Opus, H.264, H.265 compatible for SRT only.	HLS, HTML5, DASH, MP4 (MPEG-4 part 10), WebM (VP8 / VP9), MP3, AAC in audio MP4 and HLS	RTMP RTSP SRT WebRTC Apple HLS MPEG-DASH
Nimble	H.264/AVC, H.265/HEVC, AV1, MPEG-2, MPEG-4, VP8, VP9, NDI, VP6 (specifically for RTMP), AAC, MP3, Opus, AC3, E-AC3, MP2, Speex, PCM G.711 (a-law and μ-law), Ogg/FLAC	MP4, MPEG-TS, FLV, WebM.	RTMP, HLS, MPEG-DASH, RTSP, SRT, RIST, MPEG-TS, Icecast, WebRTC

Els tres poden estar involucrats en serveis d'IPTV o serveis de Video Sota Demanda sobre IP, ja que tenen còdecs, contenidors i protocols específics utilitzats en aquests serveis, com per exemple:

- Live555Media:
 - Contenidor: Matroska (VOD) i WEBM (IPTV)
 - Còdec: H264 i H265 (IPTV i VOD)
 - Protocol: RTP/RTCP (IPTV) i RTSP (IPTV i VOD)
- Wowza:
 - Contenidor: HLS i DASH (IPTV), MP4, WebM i HLS (VOD)
 - Còdec: H264 i H265 (IPTV i VOD)
 - Protocol: RTMP, WebRTC i SRT (IPTV), HLS i MPEG-DASH (VOD)

- Nimble:
 - Contenidor: MPEG-TS (IPTV), MP4 i WebM (VOD)
 - Còdec: H.264, H.265 i AV1 (IPTV i VOD)
 - Protocol: RTMP, SRT i WebRTC (IPTV), HLS i MPEG-DASH (VOD)

Exercici previ 5

Aneu a la pàgina web de Live555 (<http://live555.com/>). Llegiu com compilar el codi font i instal·lar el Live555MediaServer a Linux (baixar l'executable no funcionarà).

Descarregar el codi font d'aquest apartat de la web oficial:

<http://live555.com/liveMedia/public/>

I triar el fitxer : live555-latest.tar.gz

Descomprimir-lo: tar -xzf live555-latest.tar.gz

Abans d'executar res instal·lar o actualitzar els següents paquets per les dependències:

sudo apt-get update

sudo apt-get install build-essential

sudo apt-get install libtool libssl-dev

Crear un script per complir el codi a linux:

`./genMakefiles linux`

`make`

Sortiran alguns errors per l'execució del make, així que s'haurà de modificar manualment una funció d'un dels fitxers de configuració:

`/Descargas/live$ sudo nano`

`BasicUsageEnvironment/BasicTaskScheduler.cpp`

i canviar manualment la línia original:

`if (fTriggersAwaitingHandling[i].test()) {`

Canvia-la per:

`if (fTriggersAwaitingHandling[i].test_and_set()) {`

Ara si tornem a complir el make no ens hauria de sortir cap error:

`make`

Si tot surt correctament en la carpeta de media server hi hauria d'haver un executable anomenat: live555MediaServer.

I per executar-lo simplement cal fer:

`/Descargas/live/mediaServer$./live555MediaServer`

```
mariona@mariona-laptop:~/Descargas/live/mediaServer$ ./live555MediaServer
LIVE555 Media Server
version 1.11 (LIVE555 Streaming Media library version 2024.05.15).
Play streams from this server using the URL
    rtsp://192.168.1.113:8554/<filename>
where <filename> is a file present in the current directory.
Each file's type is inferred from its name suffix:
    ".264" => a H.264 Video Elementary Stream file
    ".265" => a H.265 Video Elementary Stream file
    ".aac" => an AAC Audio (ADTS format) file
    ".ac3" => an AC-3 Audio file
    ".amr" => an AMR Audio file
    ".dv" => a DV Video file
    ".m4e" => a MPEG-4 Video Elementary Stream file
    ".mkv" => a Matroska audio+video+(optional)subtitles file
    ".mp3" => a MPEG-1 or 2 Audio file
    ".mpg" => a MPEG-1 or 2 Program Stream (audio+video) file
    ".ogg" or ".ogv" or ".opus" => an Ogg audio and/or video file
    ".ts" => a MPEG Transport Stream file
        (a ".tsx" index file - if present - provides server 'trick play' support)
    ".vob" => a VOB (MPEG-2 video with AC-3 audio) file
    ".wav" => a WAV Audio file
    ".webm" => a WebM audio(Vorbis)+video(VP8) file
See http://www.live555.com/mediaServer/ for additional documentation.
(We use port 8000 for optional RTSP-over-HTTP tunneling.)
```

La execució correcte hauria de sortir així.

I per tancar l'execució simplement podem fer un Ctrl-Z.

Exercici previ 6

Aneu a la pàgina web de Wowza (<https://www.wowza.com/pricing/trial>)

a) Obteniu dues llicències “free trial” del Wowza Streaming Engine (no la versió cloud!) per grup.

Per obtenir les dues llicències anem a la pàgina i ens registrem, després de verificar el compte en el mail que ens han enviat accedim al nostre compte i en l'apartat de Products li donem a Start free trial. (S'ha de fer amb dos comptes per obtenir dues llicències)

My Account

Info Payment Options Orders Support Products Wowza Video Downloads StreamLock

Wowza Video Free Trial

Expires June 24, 2024

You have an active Wowza Video Trial! To start using Wowza Video, click the button below.

[Launch Wowza Video](#)

Wowza Streaming Engine Free Trial

Expires June 24, 2024

You have an active Engine Trial License Key! To learn how to install and stream, see [Wowza Streaming Engine Free Trial](#).

License Key: ET1B4-PwbpY-RUpAT-NvrC4-A9933-whUcT-7teRHxUPMGwE

My Account

Info Payment Options Orders Support Products Wowza Video Downloads StreamLock

Wowza Video Free Trial

Expires June 24, 2024

You have an active Wowza Video Trial! To start using Wowza Video, click the button below.

[Launch Wowza Video](#)

Wowza Streaming Engine Free Trial

Expires June 24, 2024

You have an active Engine Trial License Key! To learn how to install and stream, see [Wowza Streaming Engine Free Trial](#).

License Key: ET1B4-fJf48-XbadJ-bWTfw-9Umux-hP4BP-7KAUEJyfKwtW

b) Mireu com instal·lar i gestionar el servidor, i com oferir Video on Demand (VoD) test:

<https://www.wowza.com/docs/how-to-install-and-configure-wowza-streaming-engine>

Abans de començar tenim que verificar que es compleixen els requisits mínims que es troben en el seguent link:

<https://www.wowza.com/docs/wowza-streaming-engine-technical-specific-actions>

També s'ha de configurar el firewall per poder utilitzar el port 1935.

Després anem al nostre compte de Wowza i en l'apartat de Downloads ens el descarreguem per a Windows.

Wowza Streaming Engine 4.8.27+5

Build 20240402153452

Updating to Wowza Streaming Engine 4.8.27 requires a custom packaged version of OpenJDK Java SE JRE 11.0.2. For more information, see [Wowza Streaming Engine support for Java 11-12](#).

The previous version is [OpenJDK Java SE JRE 9.0.4](#).

Updater

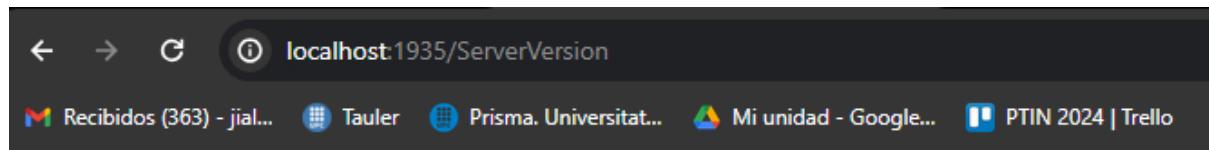
Download

Installer

Linux Mac Rpm Windows

Ara obrim l'executable i el configurem amb l'usuari cristina i la contrasenya 12345.

Per comprobar que Wowza està en execució obrim un navegador i busquem el següent URL <http://localhost:1935/ServerVersion>, que ens mostrarà la versió del Wowza.



Wowza Streaming Engine 4 Trial Edition (Expires: Jun 26, 2024) 4.8.27+5 build20240402153452

Després d'haver verificat que el tenim instalat, iniciem sessió a wowza amb el següent url:

<http://localhost:8088/enginemanager>

Anem a l'apartat de Applications i afegim una nova aplicació seleccionant VOD single server.

Add Application

Select an Application Type.

The screenshot shows the 'Add Application' section of the Wowza Cloud interface. It lists several application types under two main categories: 'Live' and 'Video On Demand'. Under 'Live', there are three options: 'Live' (Single server or origin), 'Live Edge', and 'Live HTTP Origin' (Not available for your license). Under 'Video On Demand', there is one option: 'VOD' (Single server). A search bar is also visible at the top of the page.

Live

- Live
- Live Edge
- Live HTTP Origin
Not available for your license

Video On Demand

- VOD
Single server

I finalment li introduïm un nom, IPTV.

New Application

X

* = required field

Enter a name for your new application: *

IPTV

Cancel

+ Add

c) Mireu com configurar una transmissió en directe:

<https://www.wowza.com/docs/how-to-find-your-wayaround-wowza-streaming-engine-manager>

Si teniu temps, podeu fer-ho també amb una llicència “free trial” de Wowza cloud, i fer-ho des de casa o practicar abans de venir al laboratori

(<https://www.wowza.com/docs/getting-started-with-wowza-streaming-cloud>).. °

Per configurar una transmissió en directe tenim que activar la llicència i tenir correctament configurat el servidor. En Wowza es crea una transmissió en directe en l'apartat de Applications i amb l'aplicació de l'OBS es configura la transmissió.

Exercici previ 7

Aneu a la pàgina web de Nimble (<https://wmspanel.com/nimble>)

a) Llegiu sobre com instal·lar i gestionar el Nimble streamer a Ubuntu.

Noteu que es necessita un compte WMSpanel

```
sudo bash -c 'echo -e "deb http://nimblestreamer.com/ubuntu focal/">> /etc/apt/sources.list'
wget -q -O - http://nimblestreamer.com/gpg.key | sudo apt-key add -
sudo apt-get update
sudo apt-get install nimble
sudo /usr/bin/nimble_regutil
```

b) Obteniu un parell de comptes WMSpanel per grup.

- Your login is: clbk.kihpb9@juaxe.com
- Your password is: E0v+tokINOw
- Your login is: pfuc_ncpct14@juaxe.com
- Your password is: Cxa0YLxJpv4

clbk.kihpb9@juaxe.com

E0v+tokINOw

pfuc_ncpct14@juaxe.com

Cxa0YLxJpv4

c) Llegiu com configurar serveis VoD DASH

(<https://blog.wmspanel.com/2014/12/mpeg-dash-vod-nimblestreamer.html>)

1. Instal.lar Nimble Streamer
2. Pujar fitxer MP4 (H.264/AAC o H.265 al directori a la ubicacio del servidor
3. Configuració VOD: Nimble Streamer-> VoD & re-streaming routes -> Add VOD Streaming route
4. Transmetre contingut

Exercici previ 8

Analitzarem alguns exemples de DASH, i concretament veurem el contingut del fitxer manifest (.mpd) i com es construeixen els URL que apunten a cadascun dels segments. Feu una ullada a aquest repositori DASH <http://ftp.itec.aau.at/datasets/DASHDataset2014/> I estudieu un dels casos, per exemple el Big Buck Bunny segmentat en fragments d'un segon:

<http://ftp.itec.aau.at/datasets/DASHDataset2014/BigBuckBunny/1sec/>

Analitzeu el fitxer manifest (el cas "simple"). Chrome és un bon visualitzador de fitxers XML com els .mpd però podeu fer-ho amb el vostre visualitzador XML favorit:

http://ftp.itec.aau.at/datasets/DASHDataset2014/BigBuckBunny/1sec/BigBuckBunny_1s_simple_2014_05_09.mpd

a) Quantes qualitats s'ofereixen? Quins paràmetres determinen la qualitat? Quin(s) còdec(s) s'utilitzen? Quin(s) contenidor(s) s'utilitzen?

En aquest exercici ens fixarem el cas de Big Buck Bunny amb segments d'un segon, el cas simple en el visualitzador de Chrome el podem veure així:

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<!-- MPD file Generated with GPAC version 0.5.1-DEV-rev5379 on 2014-09-10T13:14:57Z -->
<MPD xmlns="urn:mpeg:dash:schema:mpd:2011" minBufferTime="PT1.500000S" type="static" mediaPresentationDuration="PT0H9M55.465" profiles="urn:mpeg:dash:profile:isoff-live:2011">
  <ProgramInformation moreInformationURL="http://gpac.sourceforge.net">
    <Title>dashed/BigBuckBunny_1s_simple_2014_05_09.mpd generated by GPAC</Title>
  </ProgramInformation>
  <Period duration="PT0H9M55.465">
    <AdaptationSet segmentAlignment="true" groups="1" maxWidth="480" maxHeight="360" maxFrameRate="24" par="4:3">
      <SegmentTemplate timescale="96" media="bunny_58andwidth$bps/BigBuckBunny_1s$number$.mp4" startNumber="1" duration="96" initializations="bunny_5Bandwidth$bps/BigBuckBunny_1s_init.mp4"/>
      <Representation id="320x240 47.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c00d" width="320" height="240" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="45980"/>
      <Representation id="320x240 92.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c00d" width="320" height="240" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="91917"/>
      <Representation id="320x240 135.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c00d" width="320" height="240" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="135418"/>
      <Representation id="480x360 182.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c015" width="480" height="360" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="182366"/>
      <Representation id="480x360 226.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c015" width="480" height="360" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="226106"/>
      <Representation id="480x360 270.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c015" width="480" height="360" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="270316"/>
      <Representation id="480x360 353.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c015" width="480" height="360" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="352546"/>
      <Representation id="480x360 425.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c015" width="480" height="360" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="424520"/>
      <Representation id="854x480 538.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c01e" width="854" height="480" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="537825"/>
      <Representation id="854x480 621.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c01e" width="854" height="480" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="620705"/>
      <Representation id="1280x720 808.0Kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c01f" width="1280" height="720" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="808057"/>
      <Representation id="1280x720 1.1Mbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c01f" width="1280" height="720" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="1071529"/>
      <Representation id="1280x720 1.3Mbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c01f" width="1280" height="720" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="1312787"/>
      <Representation id="1280x720 1.7Mbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c01f" width="1280" height="720" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="1662809"/>
      <Representation id="1920x1080 2.0Mbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c032" width="1920" height="1080" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="2234145"/>
      <Representation id="1920x1080 2.6Mbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c032" width="1920" height="1080" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="2617284"/>
      <Representation id="1920x1080 3.3Mbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c032" width="1920" height="1080" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="3380453"/>
      <Representation id="1920x1080 4.0Mbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c032" width="1920" height="1080" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="4841937"/>
      <Representation id="1920x1080 4.7Mbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c032" width="1920" height="1080" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="6242933"/>
    </AdaptationSet>
  </Period>
</MPD>
```

Podem veure que les qualitats que ofereixen 20 qualitats diferents, variant entre el ample de banda, les mesures d'alçada i amplada, els còdecs, la velocitat dels fotogrames per segon i el SAR (proporció d'aspecte dels píxels)

Els còdecs utilitzats són:

- avc1.42c00d
- avc1.42c015
- avc1.42c01e

- avc1.42c01f
- avc1.42c032

I els contenidors que utilitzen són el tipus de Video/mp4 que es troba en l'atribut de mimeType.

b) Com es crea la URL de cada segment DASH?

Pista: mireu els tags baseURL i SegmentTemplate. Noteu també que hi ha un segment inicial que transporta la capçalera amb els paràmetres de la codificació, amb una extensió .mp4, i que els segment de video tenen una extensió .m4s. Indiqueu quina serà la URL dels segment número 5 de la qualitat més alta.

Llegiu aquesta pàgina de la BBC sobre les seves activitats en DASH i bitrate adaptatiu:

<https://www.bbc.co.uk/rd/blog/2013-09-mpeg-dash-test-streams> S'hi mencionen els fluxos de prova que ofereixen per fer tests (<https://rdmedia.bbc.co.uk/testcard/>).

Obriu aquest fitxer de manifest i analitzeu-lo:

<https://rdmedia.bbc.co.uk/testcard/simulcast/manifests/avc-fullen.mpd>

Les urls de cada segment DASH les podem mirar en el fitxer :

https://ftp.itec.aau.at/datasets/DASHDataset2014/BigBuckBunny/1sec/BigBuckBunny_ls_onDemand_2014_05_09.mpd

```
<Period duration="PT0H9M55.465">
  <AdaptationSet segmentAlignment="true" group="1" maxWidth="480" maxHeight="360" maxFrameRate="24" par="4:3" subsegmentStartsWithSAP="1">
    <Representation id="320x240_47.0kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c00d" width="320" height="240" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="46980">
      <BaseURL>bunny_46980bps/BigBuckBunny_lsnonSeg.mp4</BaseURL>
      <SegmentBase indexRangeExact="true" indexRange="885-8068">
        <Initialization range="0-884"/>
      </SegmentBase>
    </Representation>
    <Representation id="320x240_92.0kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c00d" width="320" height="240" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="91917">
      <BaseURL>bunny_91917bps/BigBuckBunny_lsnonSeg.mp4</BaseURL>
      <SegmentBase indexRangeExact="true" indexRange="887-8070">
        <Initialization range="0-886"/>
      </SegmentBase>
    </Representation>
```

Les urls es basen en dos apartats; baseURL i Segment Template, defineix la plantilla per construir les URL dels segments, substituint els placeholders pels valors reals, com per exemple la qualitat del video que està sent mostrat:

```
<Representation id="320x240_92.0kbps" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.42c00d" width="320" height="240" frameRate="24" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="91917">
  <BaseURL>bunny_91917bps/BigBuckBunny_lsnonSeg.mp4</BaseURL>
  <SegmentBase indexRangeExact="true" indexRange="887-8070">
    <Initialization range="0-886"/>
  </SegmentBase>
</Representation>
```

Vol dir que la qualitat utilitzada és:

- Resolució: 320x240 píxels

- Velocitat de fotogrames: 24 fps
- Ample de banda: 92.0 kbps
- Còdec: H.264/AVC (avc1.42c00d)
- Contenidor: MP4 (mimeType="video/mp4")

Construït així l'url:

http://ftp.itec.aau.at/datasets/DASHDataset2014/BigBuckBunny/1sec/bunny_91917bps/BigBuckBunny_1snonSeg.mp4

c) Quantes qualitats de vídeo s'ofereixen? Feu una taula indicant resolució, entrellaçat/progressiu, frame rate, i bitrate.

Quin còdec (o còdecs) s'utilitzen? En quin contenidor?

En el fitxer

<https://rdmedia.bbc.co.uk/testcard/simulcast/manifests/avc-full-en.mpd>

Podem veure les opcions següents pel vídeo:

Resolució	Entrellaçat/ Progressiu	Frame Rate	Bitrate	Còdec	Conteni dor
1920x1080	Progressiu	50 fps	10535552 bps	AVC (avc3.64002a)	MP4
1280x720	Progressiu	50 fps	5458896 bps	AVC (avc3.640020)	MP4
960x540	Progressiu	50 fps	3125264 bps	AVC (avc3.64001f)	MP4
896x504	Progressiu	25 fps	1609600 bps	AVC (avc3.64001f)	MP4
704x396	Progressiu	25 fps	999152 bps	AVC (avc3.4d401e)	MP4
512x288	Progressiu	25 fps	539712 bps	AVC (avc3.4d4015)	MP4
384x216	Progressiu	25 fps	359448 bps	AVC (avc3.42c015)	MP4
256x144	Progressiu	25 fps	201368 bps	AVC (avc3.42c015)	MP4
192x108	Progressiu	25 fps	114224 bps	AVC (avc3.42c015)	MP4

d) Repetiu-ho l'apartat anterior pel cas de l'àudio.

Per l'àudio hi han les següents opcions:

Representació ID	Bitrate	Sampling Rate	Còdec	Contenidor
en-48kbps	48016 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.5)	MP4
en-96kbps	95784 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.5)	MP4
en-320kbps-2_0	318816 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.2)	MP4
en-128kbps	126536 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.2)	MP4
en-320kbps-5_1	319528 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.2)	MP4
en-bm-48kbps	48016 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.5)	MP4
en-bm-96kbps	95752 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.5)	MP4
en-bm-320kbps-2_0	318816 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.2)	MP4
en-bm-128kbps	126400 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.2)	MP4
en-bm-320kbps-5_1	319544 bps	48000 Hz	AAC (mp4a.40.2)	MP4

e) De nou, com es crea la URL de cada segment? Poseu un exemple de com seria la URL del segment número 5 de la representació de més alta qualitat.

Com en els anteriors apartats, un url té dues parts la baseURL i el SegmentTemplate. Utilitzarem el valor donats en aquest fitxer per crear un URL del segment 5 amb la representació amb la major qualitat possible:

Tenint la baseURL:

```
<BaseURL serviceLocation="A" dvb:priority="1"
dvb:weight="3">https://vs-dash-ww-rd-live.akamaized.net/pl/testcard2020/</BaseURL>
```

I un la segona part és així:

```
<AdaptationSet startWithSAP="2" segmentAlignment="true" id="2"
codecs="mp4a.40.5" audioSamplingRate="48000" contentType="audio" lang="eng"
mimeType="audio/mp4">
  <AudioChannelConfiguration
    schemaIdUri="urn:mpeg:dash:23003:3:audio_channel_configuration:2011" value="2"/>
    <Role schemaIdUri="urn:mpeg:dash:role:2011" value="main"/>
    <SegmentTemplate timescale="1000" duration="3840"
      media="$RepresentationID$/Number%06d$.m4s"
      initialization="$RepresentationID$/IS.mp4"/>
    <Representation id="en-48kbps" bandwidth="48016"/>
    <Representation id="en-96kbps" bandwidth="95784"/>
</AdaptationSet>
```

Pel segment 5 amb la qualitat màxima seria :

- baseURL: <https://vs-dash-ww-rd-live.akamaized.net/pl/testcard2020/>
- RepresentationID: 1920x1080p50
La millor qualitat possible
- Number: 000005
El segment demanat
- Media template: media="\$RepresentationID\$/Number%06d\$.m4s"

Sent l'url final:

<https://vs-dash-ww-rd-live.akamaized.net/pl/testcard2020/1920x1080p50/000005.m4s>

EXERCICIS LABORATORI

Exercici 1

- Repasseu l'entrada de blog "Movistar Fusión Fibra"
- + TV + VoIP con router Linux" que es va mencionar a les classes de teoria, i concretament llegiu els apartats 1) Punto de partida, 2) Objetivo Final, 3) Servicio de Televisión (vlan2), i 4) Tipo de tràfic en la vlan2.

Obriu la captura LiveTVimagenio.pcap i analitzeu-la següint aquestes passes:

- Fixeu-vos en el primer paquet de la captura, el que té mida 1386 bytes. Feu Decode as RTP. Analitzeu la torre de protocols. Què transporta, en quant a payload? Justifiqueu la mida de la trama Ethernet (1386 bytes) sabent que cada paquet Transport Stream és de 188 bytes, i notant que en aquest cas la capçalera RTP té un parell d'extensions que afegeixen 16 bytes als 12 bytes habituals).

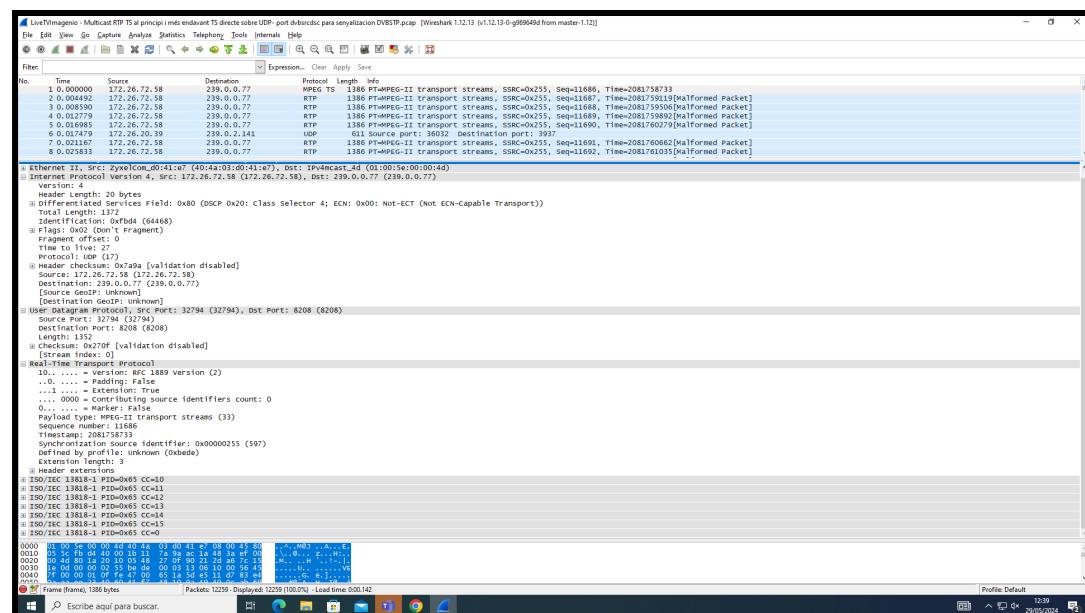
MPEG II

capçaleres (UDP/ IP/Ethernet)=8 bytes UDP+ 20 bytes IP + 14 bytes Ethernet=42 bytes

RTP=16 bytes+12bytes=28 bytes

Data: $1344/188 = 7.06$ = 188bytes*7=1316 bytes

Total=1386 bytes = 42 bytes+28 bytes+1316 bytes=1386 bytes



- De quin tipus és l'adreça IP de destinació: unicast o multicast? Relacioneu l'adreça IP de destinació amb els rangs d'adreses que apareixen a l'entrada del blog pel servei de TV. A

quina conclusió arribeu, respecte a quin tipus de servei de TV correspon aquest flux?

Multicast, ja que en la captura podem observar que en la ip de destinació en el camp Ethernet està com 'IPv4mcast_4d' i la direcció 239.0.0.77 es del tipus multicast per a canals de televisió.

També sabem que Movistar utilitza el modul DVB-IP, per tant utilitza el servei LMB (Live Media Broadcast) o CoD (Content on Demand), ho podrem veure amb el seguent enllaç

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/10794/jitel2010-DVB-IP-final-cameraready.pdf>

```
Ethernet II, Src: ZyxelCom_d0:41:e7 (40:4a:03:d0:41:e7), Dst: IPv4mcast_4d (01:00:5e:00:00:4d)
  ▼ Destination: IPv4mcast_4d (01:00:5e:00:00:4d)
    Address: IPv4mcast_4d (01:00:5e:00:00:4d)
      .... ..0. .... .... .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
      .... ..1. .... .... .... = IG bit: Group address (multicast/broadcast)
  > Source: ZyxelCom_d0:41:e7 (40:4a:03:d0:41:e7)
  Type: IPv4 (0x0800)
```

- c) Seleccioneu el paquet número 6, amb 611 bytes i que encara us ha de sortir com UDP. A quina adreça de destinació i a quin port s'està enviant? Piqueu botó dret – Follow UDP Stream, seleccioneu ASCII o Raw, i analitzeu el contingut que hi apareix (a alt nivell, no cal que sigui detallat – però indiqueu quin tipus d'informació s'envia en aquest flux). Relacioneu aquesta informació amb el rang de ports que apareixen a l'entrada del blog.

Adreça destinació: 239.0.2.141

Port: 3937, que correspon a DVBSTP

Alguna informació rellevant és que utilitza utilitza la codificació 'UTF-8', la llengua es en anglès i utilitza mpeg7. En ProgramDescription conte la descripció del programa, en 'Schedule' el identificador de servei sembla referir-se a un canal [televisió]. Cada programa també té un ID únic i també podem veure l'URN que serveix per identificar o accedir a aquell programa dins del programa o plataforma de televisió.

```
xmlns:mpeg7="urn:tva:mpeg7:2005"
xmlns:howRel="urn:tva:metadata:cs:HowRelatedCS:2002"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
```

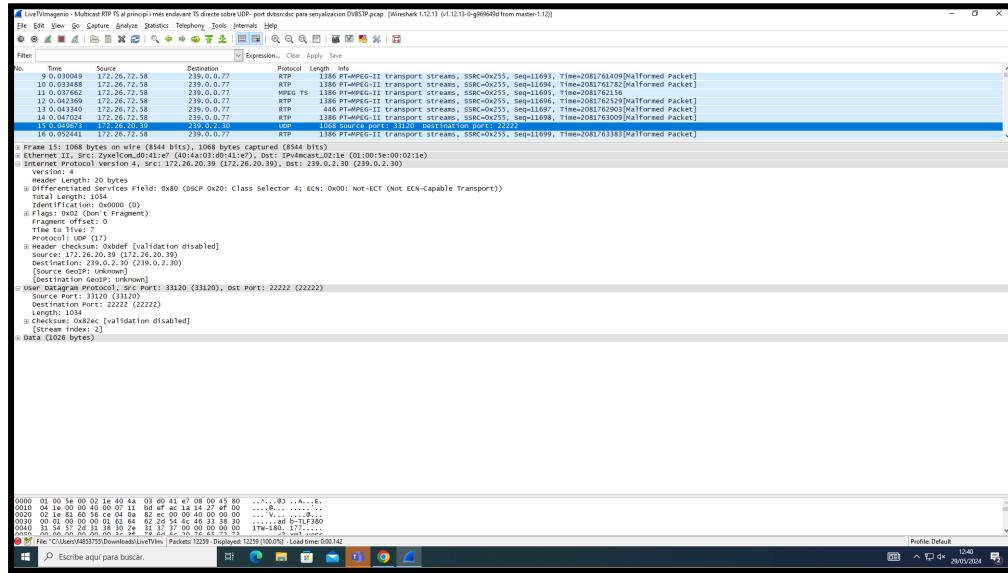
- d) Desfeu el filtre, per veure tots els paquets. Ara seleccioneu el paquet número 15 i repetiu l'anàlisi que heu fet a l'apartat anterior.

Adreça destinació: 239.0.2.30

Port: 22222, que fa referència a OPCH (Object and Parameter

Change). És un protocol de comunicació per utilitzat a TV per enviar informació sobre canvis de en objectes i paràmetres entre dispositius

Ens surt que la connexion es Persistent. També apareix un proxy de telefonica, un app.ui, amb 'cfg,resources.url' podem veure que també hi ha una url per tant un navegador,entre altres



e) Finalment, aneu al paquet 11728. Analitzeu la torre de protocols. Què transporta, en quant a payload? Justifiqueu la mida de la trama Ethernet (1358 bytes) sabent que cada paquet Transport Stream és de 188 bytes.

Transporta MPEG2 PCR Analysis

capçaleres (UDP/ IP/Ethernet)=8 bytes UDP+ 20 bytes IP + 14 bytes Ethernet=42 bytes

Data: $1344/188 = 7.06 = 188 \text{bytes} * 7 = 1316 \text{ bytes}$

Total=1386 bytes = 42 bytes+1316 bytes=1358 bytes

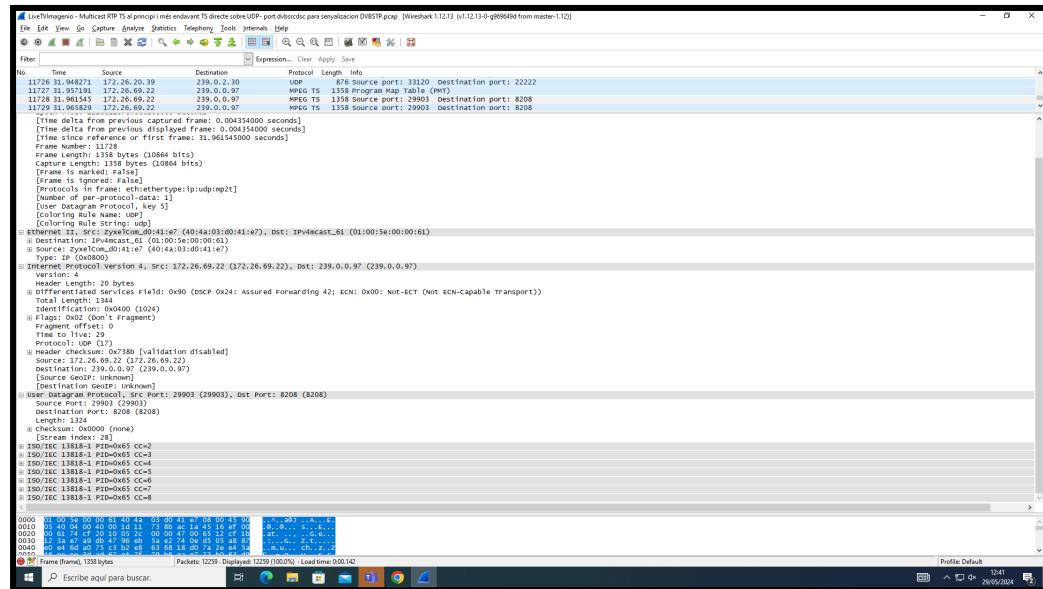
f) Compareu la torre de protocols del paquet 1 i del paquet 11728, i relacioneu aquests dos casos amb el que heu vist a teoria sobre les diverses maneres de transportar sobre IP els senyals de vídeo i àudio en el cas de xarxes IPTV gestionades (DVB-IP).

En el primer paquet utilitza una IP multicast, en el qual pot utilitzar el servei LMB o COD mentre que en el paquet 11728 utilitzava una ip unicast, per tant, podem dir que utilitza el servei bàsic de DVB-IP

També cal recalcar que en el primer paquet utilitza els protocols (RTP/UDP/IP/ETHERNET) mentre que el 11728 utilitza (UDP/IP/ETHERNET).

Utilitzar RTP o directament sobre UDP depèn de la xarxa i la qualitat

de servei QoS, per exemple un dels parametres obligatoris és que quan s'usa UDP està prohibit el reordenament.



g) Ara filtrou per IGMP. Analitzeu, a alt nivell, què està passant respecte a la gestió d'entrada i sortida als grups multicast. Exemple: “en el paquet 504, el que sembla ser el router designat amb IP XX.XX.XX.XX, envia un Membership query general a travès de l'adreça 224.0.0.1 per preguntar XXX, i li responen els que semblen receptors AA.AA-AA-AA i BB.BB.BB.BB dient que encara estan interessats en rebre els grups multicast YY.YY.YY.YY i ZZ.ZZ.ZZ.ZZ”.

En el paquet 504, el que sembla ser el router designat amb IP 10.135.28.113, envia un Membership query general a través de l'adreça 224.0.0.1 per preguntar quins dispositius a la xarxa encara estan interessats a rebre dades de qualsevol grup multicast, i li responen els que semblen receptors 10.135.28.114 i 1.1.1.1 dient que encara estan interessats en rebre els grups multicast 239.0.0.77 i 224.0.252.

Hi ha moments com al paquet 826 en que el host vol abandonar un grup multicast i envia un missatge “Leave Group” indicant quin grup abandona (239.0.0.77)

Exercici 2

Instal·leu el Live555MediaServer a una màquina Linux (l'haureu de baixar de la web i compilar). Copieu els diferents fitxers proporcionats, del tipu MPEG-2 Transport Stream (TS) i MPEG-2 Program Stream (.mpg), MPEG-4 / H.264 (.mp4) al mateix directori on hi ha l'executable, i executeu el servidor.

Captureu amb Wireshark, corrent a la mateixa màquina que el servidor. Des d'un VideoLAN, corrent a una altra màquina (en particular, pot ser a un telèfon mòbil), accediu a un dels fitxers .mpg a través d'una URL RTSP. Primer analitzarem el diàleg RTSP:

a) Identifiqueu quines màquines estan involucrades en el diàleg i quines IPs tenen. Quin paper fa cadascuna? (client, servidor, etc)

Des de la captura del Wireshark podem observar les diferents màquines que hi estan interactuan, aquestes seran:

- El client: 192.168.60.121

Serà la màquina que vol iniciar la interacció, demanant el vídeo, en aquest cas, en el servidor establint una connexió amb ell.

- El servidor : 192.168.61.173

Serà la màquina que respon a les demandes del client, sent ell que dona la reproducció del vídeo en el client.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
187	9.278432	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	119	Reply: RTSP/1.0 200 OK
191	9.279247	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	180	OPTIONS rtsp://192.168.61.173:554/a.mpg RTSP/1.0
179	9.276500	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	197	TEARDOWN rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
192	9.279516	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	200	Reply: RTSP/1.0 200 OK
194	9.279663	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	206	DESCRIBE rtsp://192.168.61.173:554/a.mpg RTSP/1.0
208	9.282998	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	212	PLAY rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
196	9.281388	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	233	SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track1 RTSP/1.0
198	9.282277	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	252	SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track2 RTSP/1.0
197	9.282121	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	272	Reply: RTSP/1.0 200 OK
199	9.282889	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	272	Reply: RTSP/1.0 200 OK
211	9.283742	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	304	Reply: RTSP/1.0 200 OK
195	9.280067	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP/S...	689	Reply: RTSP/1.0 200 OK

b) Dibuixeu (o representeu amb el Wireshark) el diàleg RTSP. Indiqueu explícitament quin número de seqüència RTSP té cada missatge, per associar peticions amb respistes.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
532	21.278695	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	197	TEARDOWN rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
540	21.279263	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	119	Reply: RTSP/1.0 200 OK
544	21.280240	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	180	OPTIONS rtsp://192.168.61.173:554/a.mpg RTSP/1.0
545	21.280328	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	206	Reply: RTSP/1.0 200 OK
547	21.280650	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	206	DESCRIBE rtsp://192.168.61.173:554/a.mpg RTSP/1.0
548	21.280888	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP/SDP	689	Reply: RTSP/1.0 200 OK
550	21.282414	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	233	SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track1 RTSP/1.0
551	21.282951	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	272	Reply: RTSP/1.0 200 OK
552	21.283292	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	252	SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track2 RTSP/1.0
553	21.283722	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	272	Reply: RTSP/1.0 200 OK
562	21.284140	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	212	PLAY rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
565	21.284519	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	304	Reply: RTSP/1.0 200 OK
1796	28.085623	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	203	GET_PARAMETER rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
1799	28.085758	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	169	Reply: RTSP/1.0 200 OK

Des de la captura anterior del Wireshark dels paquets RTSP, podem fer-nos una idea de com funcionen les peticions i respistes d'aquests:

Aquest és el diàleg entre el servidor i el client mencionats anteriorment:

- Paquet 532: TEARDOWN

Aquest paquet indica que el client(192.168.60.121) està tancant la sessió existent amb el servidor(192.168.61.173). És el pas previ a l'establiment d'una nova sessió.
Seqüència RSTP : nula (previ al inicial)

Paquet 540: Resposta: Reply: RTSP/1.0 200 OK

- Paquet 544: OPTIONS

Aquest paquet permet al client demanar quines opcions i mètodes estan suportats pel servidor.

Seqüència RSTP : 1

Paquet 545: Resposta: Reply: RTSP/1.0 200 OK

- Paquet 547: DESCRIBE

Aquest paquet permet al client obtenir una descripció del flux multimèdia del servidor, incloent els codecs i la informació de transport.

Seqüència RSTP : 2

Paquet 548: Resposta: Reply: RTSP/1.0 200 OK

- Paquet 550: SETUP

Aquest paquet configura un flux de dades per a un canal concret, indicant els ports a utilitzar per RTP.

Seqüència RSTP : 3

Paquet 551: Resposta: Reply: RTSP/1.0 200 OK

- Paquet 552: SETUP

Similar al paquet anterior, aquest paquet configura un segon canal per a un altre flux de dades (ja sigui per àudio o vídeo).

Seqüència RSTP : 4

Paquet 552: Resposta: Reply: RTSP/1.0 200 OK

- Paquet 555: PLAY

Aquest paquet indica al servidor que comenci a reproduir el flux multimèdia configurat.

Seqüència RSTP : 5

Paquet 565: Resposta: Reply: RTSP/1.0 200 OK

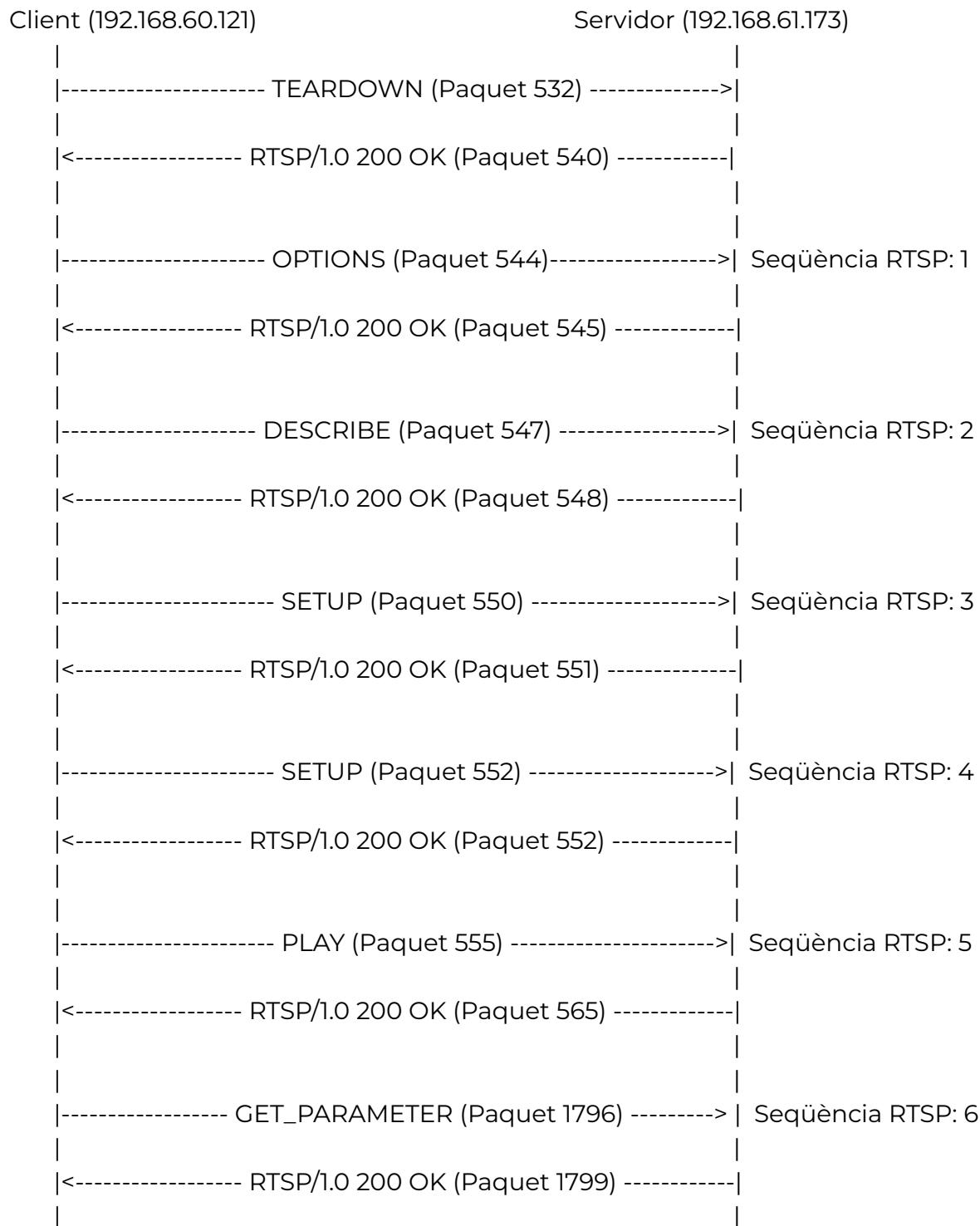
- Paquet 1796: GET_PARAMETER

Aquest paquet s'utilitza per a mantenir la sessió viva o obtenir informació específica durant la sessió ja oberta i configurada entre client i servidor.

Seqüència RSTP : 6

Paquet 1799:Resposta: Reply: RTSP/1.0 200 OK

El dibuix seria:



c) Com (i a quins missatges) es negocien els ports RTP? Indiqueu quants fluxos audiovisuals s'estableixen, per quin port, i amb quin codec.

Comproveu les vostres respostes, visualitzant els primers paquets RTP (haureu de fer “Decode As” sobre els paquets UDP de cada flux RTP)

Per saber com es negocien els ports RTP, hem de mirar els missatges SETUP:

- Paquet 550: SETUP 1

The Wireshark interface shows a single captured frame (Frame 550) in the list view. The details view shows the following information for the selected packet:

- Frame 550: 233 bytes on wire (1864 bits), 233 bytes captured (1864 bits) on interface \Device\NPF_{...}
- Ethernet II, Src: LiteON_c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a), Dst: LiteON_c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.60.121, Dst: 192.168.61.173
- Transmission Control Protocol, Src Port: 41048, Dst Port: 554, Seq: 279, Ack: 788, Len: 179
- Real Time Streaming Protocol
 - Request: SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track1 RTSP/1.0\r\nMethod: SETUP
 - URL: rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track1
 - CSeq: 4\r\nUser-Agent: LibVLC/3.0.20 (LIVE555 Streaming Media v2016.11.28)\r\nTransport: RTP/AVP;unicast;client_port=38722-38723\r\n\r\n

Seqüència RSTP: 4

Info: SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track1 RTSP/1.0

Transport:

Client Ports: 38722-38723

Aquest paquet configura el primer canal (track1), especificant els ports del client que seran utilitzats per rebre el flux RTP seran els 38722-38723.

- Paquet 552: SETUP 2

The Wireshark interface shows a single captured frame (Frame 552) in the list view. The details view shows the following information for the selected packet:

- Frame 552: 252 bytes on wire (2016 bits), 252 bytes captured (2016 bits) on interface \Device\NPF_{...}
- Ethernet II, Src: LiteON_c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a), Dst: LiteON_c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.60.121, Dst: 192.168.61.173
- Transmission Control Protocol, Src Port: 41048, Dst Port: 554, Seq: 458, Ack: 1006, Len: 198
- Real Time Streaming Protocol
 - Request: SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track2 RTSP/1.0\r\nMethod: SETUP
 - URL: rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track2
 - CSeq: 5\r\nUser-Agent: LibVLC/3.0.20 (LIVE555 Streaming Media v2016.11.28)\r\nTransport: RTP/AVP;unicast;client_port=58630-58631
 - Session: 87ACC17C\r\n\r\n

Seqüència RSTP: 4

Info: SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track2 RTSP/1.0

Transport:

Client Ports: 58630-58631

Aquest segon paquet configura el segon canal (track2), també especificant els ports del client 58630-58631 que seran utilitzats per rebre el flux RTP. A més, s'hi inclou un identificador de sessió (87ACC17C) que s'utilitza per lligar aquesta configuració a la sessió ja establerta.

El que podem observar és que el primer flux audiovisual sigui el de vídeo, i el segon flux audiovisual sigui el de àudio.

d) Es fan dos SETUPS però un únic PLAY; quin paràmetre permet això?

El fet que es faci un únic PLAY després de dos SETUPs és possible gràcies a l'identificador de sessió comú que es veu en el paquet de SETUP del track2, comentat anteriorment, que conté l'identificador de sessió (87ACC17C) permet que la comanda PLAY afecti tots els fluxos configurats sota aquesta sessió, de manera que no cal fer múltiples comandes PLAY, i com en aquest cas els fluxos de vídeo i àudio vagin sincronitzats.

Ara torneu a reproduuir el flux durant uns segons, feu una pausa (i mantingueu-la per uns segons), allibereu la pausa, deixeu que la reproducció avanci uns quants segons més, i movent el punt de reproducció avanceu o retrocediu uns quants segons (suficients per a que es notin)

**e) Analitzeu com es senyalitzen aquestes accions amb RTSP.
Atenció, mireu els PLAYs i PAUSEs però també les respostes 200 OK i sobretot els seus paràmetres relacionats amb el temps (per exemple, npt). Dibuixeu un eix temporal i indiqueu sobre ell les accions de l'usuari indicant tant el temps absolut com el punt relatiu de la reproducció (en quin punt del vídeo està en cada moment). Relacioneu l'anàlisi amb les accions que heu fet.**

Al fer una pausa i avançar el vídeo, els paquets RTSP en Wireshark es veuen com:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
214	10.608383	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	198	TEARDOWN rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
222	10.610319	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	180	OPTIONS rtsp://192.168.61.173:554/a.mpg RTSP/1.0
223	10.610999	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	120	Reply: RTSP/1.0 200 OK
225	10.611348	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	206	Reply: RTSP/1.0 200 OK
227	10.611402	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	206	DESCRIBE rtsp://192.168.61.173:554/a.mpg RTSP/1.0
228	10.612030	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP/SDP	689	Reply: RTSP/1.0 200 OK
229	10.612383	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	233	SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track1 RTSP/1.0
230	10.614259	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	272	Reply: RTSP/1.0 200 OK
231	10.614455	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	252	SETUP rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track2 RTSP/1.0
232	10.615930	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	272	Reply: RTSP/1.0 200 OK
241	10.616119	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	212	PLAY rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
244	10.617926	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	304	Reply: RTSP/1.0 200 OK
1365	17.339483	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	194	PAUSE rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
1369	17.339985	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	138	Reply: RTSP/1.0 200 OK
1421	20.121595	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	193	PLAY rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
1429	20.123502	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	304	Reply: RTSP/1.0 200 OK
1794	22.139477	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	194	PAUSE rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
1797	22.139884	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	138	Reply: RTSP/1.0 200 OK
1807	22.140109	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	214	PLAY rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
1810	22.140529	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	306	Reply: RTSP/1.0 200 OK
3726	32.523096	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	195	PAUSE rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
3727	32.524552	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	139	Reply: RTSP/1.0 200 OK

Podem veure que el primer play és el paquet 241 amb un rang de ntp=0.00->r, significant que el reproductor està començant al inici del flux audiovisual:

Wireshark · Paquete 241 · ex2_client_live_a_pausa.pcap

```

Frame 241: 212 bytes on wire (1696 bits), 212 bytes captured (1696 bits)
Ethernet II, Src: LiteON_c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a), Dst: LiteON_c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.60.121, Dst: 192.168.61.173
Transmission Control Protocol, Src Port: 53540, Dst Port: 554, Seq: 656, Ack: 1224, Len: 158
Real Time Streaming Protocol
  Request: PLAY rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0\r\n
    Method: PLAY
    URL: rtsp://192.168.61.173/a.mpg/
    CSeq: 6\r\n
    User-Agent: LibVLC/3.0.20 (LIVE555 Streaming Media v2016.11.28)\r\n
    Session: 10CF0E82
    Range: npt=0.000-\r\n
  \r\n

```

Seguit amb un reply amb el mateix rang de npt.

On podem veure que la primera pausa que demana el client és el paquet 1365:

Wireshark · Paquete 1365 · ex2_client_live_a_pausa.pcap

```

Frame 1365: 194 bytes on wire (1552 bits), 194 bytes captured (1552 bits)
Ethernet II, Src: LiteON_c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a), Dst: LiteON_c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.60.121, Dst: 192.168.61.173
Transmission Control Protocol, Src Port: 53540, Dst Port: 554, Seq: 814, Ack: 1474, Len: 140
Real Time Streaming Protocol
  Request: PAUSE rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0\r\n
    CSeq: 7\r\n
    User-Agent: LibVLC/3.0.20 (LIVE555 Streaming Media v2016.11.28)\r\n
    Session: 10CF0E82
  \r\n

```

I la resposta d'aquesta pausa de part del servidor és el paquet 1369, aquest no hi ha cap rang especificat, ja que fins que el client no vulgui rependre la reproducció no té sentit mantenir un rang de npt.

Ara en el següent paquet de play, si es pot veure el rang de ntp en la seva resposta del client, mostrant que estaven pel segon 7 de reproducció, temps que coincideix amb la columna de temps dels paquets en el wireshark:

Wireshark · Paquete 1429 · ex2_client_live_a_pausa.pcap

```

Frame 1429: 304 bytes on wire (2432 bits), 304 bytes captured (2432 bits)
Ethernet II, Src: LiteON_c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc), Dst: LiteON_c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.61.173, Dst: 192.168.60.121
Transmission Control Protocol, Src Port: 554, Dst Port: 53540, Seq: 1558, Ack: 1093, Len: 250
Real Time Streaming Protocol
  Response: RTSP/1.0 200 OK\r\n
    Status: 200
    CSeq: 8\r\n
    Date: Tue, May 28 2024 09:10:53 GMT\r\n
    Range: npt=7.000-\r\n
    Session: 10CF0E82
    RTP-Info: url=rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track1;seq=37362;rtptime=2021527967,url=rtsp://192.168.61.173/a.mpg/track2;seq=50389;rtptime=1023767844\r\n
  \r\n

```

Una altre vegada es fa una pausa en el paquet 1794 i la seva resposta sent el paquet 1797 sense especificar cap rang ja que esta pausat.

NO és finalment el paquet 1807 que torna a ser un play demandant un rang de npt de 93.316-\r, significa que el client ha avançat el flux audiovisual al moment 93.316.

```

Wireshark · Paquete 1807 · ex2_client_live_a_pausa.pcap

Frame 1807: 214 bytes on wire (1712 bits), 214 bytes captured (1712 bits)
Ethernet II, Src: LiteON_c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a), Dst: LiteON_c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.60.121, Dst: 192.168.61.173
Transmission Control Protocol, Src Port: 53540, Dst Port: 554, Seq: 1233, Ack: 1892, Len: 160
Real Time Streaming Protocol
    Request: PLAY rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0\r\n
        Method: PLAY
        URL: rtsp://192.168.61.173/a.mpg/
        CSeq: 10\r\n
        User-Agent: LibVLC/3.0.20 (LIVE555 Streaming Media v2016.11.28)\r\n
        Session: 10CF0E82
        Range: npt=93.316-\r\n
\r\n

```

Finalment és fa una pausa.

Mirant les respostes dels plays podem anar veient en quins punts s'ha pausat i en quins punts s'ha avançat la reproducció

El temps de les accions les podem veure en la columna de temps dels paquets, així que el possible eix temporal podria ser:

0s	10s	20s	30s	40s
----- ----- ----- ----- -----				
TEARDOWN (10.608383s)	PLAY (10.616431s) npt:0.00-	PAUSE (17.339985s) npt:x	PAUSE (22.139847s) npt:y	PAUSE (32.523096s) npt:z
	PLAY (20.121595s) npt:7.00-	PLAY (22.140109s) npt:93.316-	PLAY (32.524552s) continuació z	

Exercici 3

Torneu a fer una reproducció del fitxer .mpg i torneu a capturar amb Wireshark. Ara analitzarem els paquets RTP. Començant pel flux d'àudio:

Utilitzant les captures anteriors podem veure els paquets RTP d'una reproducció d'un fitxer .mpg:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
200	9.282945	192.168.60.121	192.168.61.173	RTP	46	Unknown RTP version 3
202	9.282966	192.168.60.121	192.168.61.173	RTP	46	Unknown RTP version 3
204	9.282971	192.168.60.121	192.168.61.173	RTP	46	Unknown RTP version 3
206	9.282977	192.168.60.121	192.168.61.173	RTP	46	Unknown RTP version 3
212	9.283743	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1053	MPEG-1 message
213	9.283796	192.168.61.173	192.168.60.121	RTP	1312	PT=MPEG-I/II Audio, SSRC=0x8814CDD4, Seq=4
214	9.284142	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
215	9.284196	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
216	9.284249	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
217	9.284249	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
218	9.284310	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
219	9.284408	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1155	MPEG-1 message
220	9.328075	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
221	9.328126	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
222	9.328127	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
223	9.328127	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	559	MPEG-1 message
225	9.373038	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
226	9.373146	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
227	9.373200	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
228	9.373200	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	558	MPEG-1 message
229	9.391482	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
230	9.391610	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
231	9.391692	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
232	9.391693	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	558	MPEG-1 message
233	9.436038	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
234	9.436487	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
235	9.436488	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
236	9.436488	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	561	MPEG-1 message
241	9.461564	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
242	9.461756	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
243	9.461827	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message
244	9.461886	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	557	MPEG-1 message
245	9.488083	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490	MPEG-1 message

a) Estudieu un dels paquets RTP que transporta àudio. Analitzeu els camps RTP i els de la capçalera específica RFC 2250.

El primer paquet que trobem que transporti audio és el paquet 213, on podem veure les següents opcions:

```
Wireshark · Paquete 213 · ex2_client_live_a.pcap

▶ Frame 213: 1312 bytes on wire (10496 bits), 1312 bytes captured (10496 bits)
▶ Ethernet II, Src: LiteON_c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc), Dst: LiteON_c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a)
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.61.173, Dst: 192.168.60.121
▶ User Datagram Protocol, Src Port: 6980, Dst Port: 58630
- Real-Time Transport Protocol
  ▶ [Stream setup by RTSP (frame 199)]
    10... .... = Version: RFC 1889 Version (2)
    ..0.... = Padding: False
    ...0.... = Extension: False
    .... 0000 = Contributing source identifiers count: 0
    1.... .... = Marker: True
    Payload type: MPEG-I/II Audio (14)
    Sequence number: 49733
    [Extended sequence number: 49733]
    Timestamp: 1672645401
    Synchronization Source identifier: 0x8814cdd4 (2283064788)
    Payload [truncated]: 00000000ffffd82005522223333433232221224924100000000000000aaaa9bebabaafaae4
```

On es veu específicament que transporta àudio de tipus MPEG-I/II, el seu número de seqüència dins del flux i el seu timestamp en la comunicació.
aquest àudio el podem veure en els següents paquets de tipus MPEG-I:

```

Wireshark · Paquete 214 · ex2_client_live_a.pcap

▶ Frame 214: 1490 bytes on wire (11920 bits), 1490 bytes captured (11920 bits)
▶ Ethernet II, Src: LiteON_c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc), Dst: LiteON_c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a)
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.61.173, Dst: 192.168.60.121
▶ User Datagram Protocol, Src Port: 6978, Dst Port: 38722
- Real-Time Transport Protocol
  [Stream setup by RTSP (frame 197)]
    10... .... = Version: RFC 1889 Version (2)
    ..0. .... = Padding: False
    ...0 .... = Extension: False
    .... 0000 = Contributing source identifiers count: 0
    0.... .... = Marker: False
    Payload type: MPEG-I/II Video (32)
    Sequence number: 47782
    [Extended sequence number: 47782]
    Timestamp: 2722857554
    Synchronization Source identifier: 0xe542ee79 (3846368889)

- RFC 2250 MPEG1
  0000 0.... .... .... = MBZ: 0
  .... 0.... .... .... = T: 0
  .... .00 0000 0000 = Temporal Reference: 0
  .... .... 0.... .... = AN: 0
  .... .... .0.... .... = New Picture Header: 0
  .... .... .0.... .... = Sequence Header: False
  .... .... .0.... .... = Beginning-of-slice: False
  .... .... .0.... .... = End-of-slice: False
  .... .... .000 = Picture type: Forbidden (0)
  .... .... 0.... .... = FBV: 0
  .... .... .000 .... = BFC: 0
  .... .... .... 0.... .... = FFV: 0
  .... .... .... .000 = FFC: 0
MPEG-1 stream [truncated]: 0000010c0bf87d29488b94a5222e529488b94a5222e529488b94a52


```

En aquests si que podem veure les capçaleres específiques de tipus 2250 MPEG1, on s'especifica la referència temporal, el tipus de paquet (per exemple, si és una capçalera d'imatge o un paquet de dades), el número de seqüència, el timestamp d'imatge, l'identificador de font de sincronització i altres paràmetres relacionats amb la gestió del flux de vídeo o àudio MPEG1.

En aquest cas s'especifica que no és una capçalera d'una imatge ni tampoc d'una seqüència ni el principi ni el final d'un slice, ja que aquest paquet és d'àudio.

b) Analitzeu la diferència de timestamps RTP entre dos paquets consecutius del flux d'àudio, i convertiu-los a temps real (recordeu que la base de temps RTP per MPEG àudio és de 90 KHz).

Per aquest exercici ens fixarem entre els dos primers paquets MPEG-1 de la retransmissió:

214 9.284142	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490 MPEG-1 message
215 9.284196	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG-1	1490 MPEG-1 message

Els temps del timestamps són:

Paquet 214:

Sequence number: 47782
Timestamp: 2722857554

Paquet 215:

Sequence number: 47783
Timestamp: 2722857554

Saben aquestes dades, podem calcular la diferència entre els timestamps restant els diferents temps i dividirlos entre 90000 de la base de temps rtp.

Diferència de temps (en segons)=2722857554-2722857554/ 90000=0s

Com es pot observar amb els mateixos timestamps i el resultat de zero segons, significa que aquests dos paquets s'han generat al mateix moment en l'escala de temps RTP, però per no ser desordenats alhora de ser rebuts es segueix el número de la seqüència, que aquests si que varien.

c) Recupereu els apunts sobre compressió d'àudio i analitzeu els camps (només els rellevants pel càlcul que us demanem!) de la capçalera MPEG Audio (els que comencen amb FFF). Calculeu la mida en bytes de la trama, i relacioneu-la amb la mida del paquet RTP i amb el temps real d'àudio transportat per cada paquet RTP. Quantes trames d'àudio transporta cada paquet RTP?

Fixant-nos en un dels paquets RTP, mirar els valors de la capçalera:

6c	4b	90	c0	ff	2a	6c	4b	90	c1	68	cc	08	00	45	00
05	12	3c	68	00	00	80	11	fd	fb	c0	a8	3d	ad	c0	a8
3c	79	1b	44	e5	06	04	fe	30	eb	80	8e	c2	45	63	b2
8b	19	88	14	cd	d4	00	00	00	00	ff	fd	82	00	55	22
22	33	33	34	33	23	22	22	12	24	92	41	00	00	00	00
00	00	00	00	aa	aa	9b	eb	ab	af	aa	e4	92	cb	30	bf
1c	32	cf	0c	33	c3	5c	70	c7	6b	f0	c3	0d	2f	c6	fd
30	d3	0c	b3	c7	0c	ef	7d	f7	df	7d	f6	db	6d	b6	db
6d	b6	db	6d	b6	da	d8	db	6d	be	6d	be	7c	f9	f3	5f
35	ad	6b	5a	d7	df	7d	f7	df	6d	b6	db	6d	b6	db	6d

Podem veure que la capçalera del MPEG comença per els bytes FFFF: son seguits dels bytes hexadecimals:

FF F D 82 00

Que en binari seria:

1 101 1000 0010 0000 0000

1: ID Mpeg versió 1

10: Capa II -> mp2

1000: Bitrate Versio1 L2: 128 kbps

00: Freqüència Mpeg1: 44100 Hz

0: Padding bit: no extra slot

00: Mode Stereo

La mida de la trama , la podem saber segons el bitrate dividit entre la freqüència de mostreig més el possible padding, que en aquest cas és 0:

144*128000 =18432000

18432000 /44100 + 0 = 417.959 = 417 bytes de mida de la trama

Saben que el paquet té una mida de 1490 bytes i saben les mides de les capçaleres podem trobar el payload del +audio com:

Mida del Payload RTP = 1490 - 12 - 8 - 20 = 1450 bytes el paquet RTP

Si això ho dividim amb les trames de RTP trobades anteriorment trobarem el nombre de trames d'àudio per transportar un paquet:
 $1450/417=3.477$ = aproximadament 3 trames porta un paquet RTP.

Ara per saber el temps de la trama, saben que transporta 1152 mostres amb la freqüència de 44.1 khz, sabem que el temps que trigarà és:
 $1152/44100=0.026$ segons

Si tenim 3 trames, el temps real d'àudio transportat per cada paquet RTP serà:
 $3*0.026= 0,0783$ segons = 78,3 msegons per les 3 trames completes

**Ara analitzarem els missatges RTCP corresponents al flux d'àudio.
 Recordeu que els criteris de fragmentació i paquetització de RTP pel cas d'àudio basat en trames són:**

- 1) **Es transporta un número sencer de trames MP3. No es fragmenta la trama d'àudio en dos paquets RTP diferents (sempre que la trama sigui inferior a la MTU, que és el cas habitual).**
- 2) **Es poden agregar trames d'àudio en un sol paquet RTP (sempre que la MTU ho permeti). En aquest cas el timestamp correspondrà a la marca temporal associada a la primera trama transportada al paquet (la informació més antiga transportada).**
- 3) **S'afegeix una capçalera de 4 bytes a zero abans de la trama d'àudio. L'inici de la trama MP3 s'identifica amb una capçalera de 12 bits a 1, FFF en hexadecimal.**
- 4) **En el cas específic de l'àudio MPEG, com el cas MP3, el rellotge utilitzat als timestamps RTP és de 90 Khz (que no té res a veure amb la freqüència de mostreig, però és múltiple de tots els frame rates típics).**

d) A quin port espereu trobar els missatges RTCP del flux d'àudio, si és que n'hi ha? Filtreu per veure els missatges RTCP (és possible que hagueu de fer Decode As) i comproveu-ho.

Si filtrem per rtcp, podem veure els següents paquets:

No.	Time ^	Source	Destination	Protocol	Length	Info
34	0.937428	192.168.61.173	192.168.60.121	RTCP	90	Sender Report Source description
88	4.379148	192.168.61.173	192.168.60.121	RTCP	90	Sender Report Source description
124	5.877781	192.168.61.173	192.168.60.121	RTCP	90	Sender Report Source description
180	9.276605	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	82	Receiver Report Goodbye
181	9.276681	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	82	Receiver Report Goodbye
201	9.282963	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	46	Unknown RTCP version 3
203	9.282968	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	46	Unknown RTCP version 3
205	9.282974	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	46	Unknown RTCP version 3
207	9.282979	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	46	Unknown RTCP version 3
209	9.283455	192.168.61.173	192.168.60.121	RTCP	90	Sender Report Source description
210	9.283660	192.168.61.173	192.168.60.121	RTCP	90	Sender Report Source description
615	11.652489	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	94	Receiver Report Source description
625	11.705537	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	94	Receiver Report Source description

Però en aquests paquets no podem veure el port del flux d'àudio, per mirar aquesta informació, s'ha de mirar en els paquets RTP, en específic un de mpeg I d'àudio:

```

213 9.283796 192.168.61.173 192.168.60.121 RTP 1312 PT=MPEG-I/II Audio, SSRC=0x8814CDD4, Seq=49733,
214 9.284142 192.168.61.173 192.168.60.121 MPEG-1 1400 MPEG-1

> Frame 213: 1312 bytes on wire (10496 bits), 1312 bytes captured (10496 bits)
> Ethernet II, Src: LiteON_c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc), Dst: LiteON_c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a)
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.61.173, Dst: 192.168.60.121
< User Datagram Protocol, Src Port: 6980, Dst Port: 58630
    Source Port: 6980
    Destination Port: 58630
    Length: 1278
    Checksum: 0x30eb [unverified]
    [Checksum Status: Unverified]
    [Stream index: 16]
    > [Timestamps]
    UDP payload (1270 bytes)
< Real-Time Transport Protocol
    > [Stream setup by RTSP (frame 199)]
        [Setup frame: 199]
        [Setup Method: RTSP]
        10.. .... = Version: RFC 1889 Version (2)
        ..0. .... = Padding: False
        ...0 .... = Extension: False
        .... 0000 = Contributing source identifiers count: 0
        1.... .... = Marker: True
        Payload type: MPEG-I/II Audio (14)
        Sequence number: 49733
        [Extended sequence number: 49733]
        Timestamp: 1672645401
        Synchronization Source identifier: 0x8814cdd4 (2283064788)
        Payload [truncated]: 00000000ffffd8200552222333343323222212249241000000000000000aaaa9bebaba4ae492cb30bf1c32cf0c33c35c70c7

```

En aquest posa que el port destí és el 58630 de RTP, però per RTCP serà +1 que serà per on el client es connecti. Per verificar que és aquest podem filtrar els paquets de rtcp i el port donat, si ens surten els paquets voldrà dir que és el port que s'utilitza per l'àudio.

rtcp && udp.port==58631						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
205	9.282974	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	46	Unknown RTCP version 3
207	9.282979	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	46	Unknown RTCP version 3
210	9.283660	192.168.61.173	192.168.60.121	RTCP	90	Sender Report Source description
625	11.725537	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	94	Receiver Report Source description
652	11.842901	192.168.61.173	192.168.60.121	RTCP	90	Sender Report Source description
1554	17.035206	192.168.61.173	192.168.60.121	RTCP	90	Sender Report Source description
1604	17.297575	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	94	Receiver Report Source description
2490	22.658489	192.168.61.173	192.168.60.121	RTCP	90	Sender Report Source description
2498	22.708465	192.168.60.121	192.168.61.173	RTCP	94	Receiver Report Source description

Fent el filtrat podem veure que si que hi han paquets que utilitzen aquest port per connectar-se al àudio en la reproducció.

e) Feu un anàlisi avançat de les estadístiques RTP amb Wireshark.
Comenteu alguns valors com, per exemple, el bitrate a nivell IP (podeu comparar amb el bitrate del flux d'àudio, que podeu veure a MediaInfo), les pèrdues, etc. Compareu la diferència de temps real d'arribada dels paquets amb els resultats de l'apartat anterior. Comenteu el jitter, a partir del Delta Time.

Les estadístiques que podem veure del RTP són:

Paquete	Sequence	Delta (ms)	Jitter (ms)	Skew	Ancho de banda	Marker	Estado
213	49733	0.000000	0.000000	0.000000	10.38	*	/
278	49734	415.927000	21.097521	-337.560333	20.77	/	/
280	49735	0.122000	24.669217	-259.315667	31.15	/	/
302	49736	129.443000	26.319662	-310.392000	41.54	/	/
304	49737	0.238000	29.557725	-232.263333	51.92	/	/
326	49738	169.609000	33.413013	-323.505667	62.30	/	/
328	49739	0.003000	36.222429	-245.142000	72.69	/	/
364	49740	120.553000	36.595173	-287.328333	83.06	/	/
366	49741	0.002000	39.205072	-208.974778	93.45	/	/
385	49742	106.051000	38.485026	-236.659111	103.83	/	/
402	49743	176.146000	42.190920	-334.438444	103.83	/	/
404	49744	0.101000	44.445592	-256.172778	114.22	/	/
433	49745	173.349000	47.604138	-351.155111	124.60	/	/
435	49746	0.250000	49.511171	-273.038444	134.98	/	/
453	49747	124.606000	49.306681	-319.277778	124.60	/	/
455	49748	0.002000	51.122805	-240.913111	134.98	/	/
479	49749	126.422000	50.931088	-288.968444	145.36	/	/
481	49750	0.368000	52.622812	-210.969778	155.74	/	/
497	49751	159.064000	54.377469	-291.667111	145.36	/	/
533	49752	143.717000	55.063273	-357.017444	114.22	/	/
535	49753	0.090000	56.514111	-278.740778	124.60	/	/
554	49754	97.074000	54.151187	-297.448111	124.60	/	/
556	49755	0.102000	55.658279	-219.183444	134.98	/	/
577	49756	159.377000	57.242783	-300.193778	145.37	/	/
579	49757	0.342000	58.540956	-222.180222	155.74	/	/
598	49758	145.104000	59.053230	-288.917556	145.36	/	/

Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	SSRC	Start Time	Duración	Payload	Paquetes	Lost
192.168.61.173	6980	192.168.60.121	58630	0x8814cdd4	9.283796	18.46	MPEG-I/II Audio	234	0 (0.0%)
192.168.61.173	6978	192.168.60.121	38722	0xe542ee79	9.283743	18.56	MPEG-I/II Video	2571	0 (0.0%)

Min Delta (ms)	Mean Delta (ms)	Max Delta (ms)	Min Jitter	Mean Jitter	Max Jitter
0.000000	79.231639	415.927000	21.097521	69.239928	83.149381
0.000000	9.121161	54.068000	0.024937	15.210004	23.553293

Amb aquests resultats, podem observar que el bitrate varia des de 10,38 kbps fins a un màxim de 145,36 kbps, aquesta variabilitat és normal en transmissions de xarxa i pot ser deguda a la compressió de dades i les condicions de la xarxa. L'absència de pèrdues de paquets indica una transmissió estable i eficient, cosa crucial per mantenir la qualitat de l'àudio, ja que les pèrdues de paquets poden causar interrupcions i deteriorament del so. Les variacions en el temps d'arribada dels paquets, amb una delta màxima de 415,92 ms i una mitjana de 79,23 ms, mostren que hi ha algunes variacions en el temps de transmissió igualment que són prou acceptables. El jitter observat és relativament elevat, amb una mitjana de 69,23 ms i un màxim de 83,15 ms, aquest pot causar problemes de sincronització i afectar negativament la qualitat de l'àudio.

Ara analitzem el flux RTP de vídeo. Recordeu que les regles que s'apliquen a l'hora de fragmentar la imatge i paquetitzar-la són:

- 1) Una imatge es pot fragmentar en diversos paquets RTP consecutius, però no es poden barrejar fragments de dues imatges diferents en un sol paquet RTP.**
- 2) En cas de fragmentació, el timestamp es manté en tots els paquets corresponents a la transmissió d'una mateixa imatge, ja que el temps és el de mostreig de la imatge. El número de seqüència sí que s'incrementa per a cada paquet RTP.**
- 3) L'últim fragment d'una imatge MPEG porta el Marker bit activat. En tots els altres casos (inici d'imatge o fragment del mig), el bit M es troba a zero.**

f) Salteu a un paquet de vídeo que correspongui a uns quants segons després de l'inici de la reproducció, i busqueu un paquet que correspongui a l'inici del primer fragment d'una imatge (recordeu com funcionen el Marker bit i els timestamps). Analitzeu tant la capçalera RTP genèrica (payload, timestamp, núm seqüència, marker bit) com la capçalera específica RFC 2250 (temporal reference, flags i picture type). Extraieu-ne conclusions.

Per trobar el paquet del inici del fragment, hem de trobar els paquets, que no siguin els primers de la reproducció, que tinguin el MarkerBit en fals, ja que no és el final de una imatge, que el timestamps es conservi igual en els següents paquets, indicant que es un grup d'imatges i sobretot que en la informació de RFC 2250 MPEG tingui com a true el Beginning-of-slice:

En aquesta captura el paquet és el 220:

The screenshot shows a network capture in Wireshark. The selected packet is a Real-Time Transport Protocol (RTSP) message for stream setup. The details pane displays the following information:

- Frame 220: 1490 bytes on wire (11920 bits), 1490 bytes captured (11920 bits)
- Ethernet II, Src: 6c:4b:90:c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc), Dst: 6c:4b:90:c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.61.173 (192.168.61.173), Dst: 192.168.60.121 (192.168.60.121)
- User Datagram Protocol, Src Port: 6978 (6978), Dst Port: 38722 (38722)
- Real-Time Transport Protocol
 - [Stream setup by RTSP (frame 197)]
 - 10. = Version: RFC 1889 Version (2)
 - ..0. = Padding: False
 - ...0 = Extension: False
 - 0000 = Contributing source identifiers count: 0
 - 0.... = Marker: False
 - Payload type: MPEG-I/II Video (32)
 - Sequence number: 47788
 - [Extended sequence number: 47788]
 - Timestamp: 2722866563
 - Synchronization Source identifier: 0xe542ee79 (3846368889)
- RFC 2250 MPEG1
 - MBZ: 0
 - T: 0
 - Temporal Reference: 3
 - AN: 0
 - New Picture Header: 0
 - Sequence Header: False
 - Beginning-of-slice: True
 - End-of-slice: False
 - Picture type: P-Picture (2)
 - FBV: 0

En aquest paquet RTP transporta un fragment d'un P-frame, que és una imatge predictiva que depèn dels I-frames anteriors. El valor de Beginning-of-Slice True indica que és el començament d'una porció de la imatge, però no l'inici de tota la imatge, la qual cosa és coherent amb el valor del New Picture Header que és 0.

g) Quins són els paquets que transporten els altres fragments de la imatge? Hi ha dos camps de la capçalera RTP genèrica que us ho indiquen – indiqueu els dos.

Per identificar els paquets RTP que transporten els altres fragments de la mateixa imatge, ens hem de fitxar en els dos camps clau en la capçalera RTP genèrica:

Timestamp: Tots els fragments de la mateixa imatge tindran el mateix valor de Timestamp.

Sequence Number: Els paquets RTP tindran números de seqüència consecutius.

Ho podem veure utilitzant l'apartat anterior amb el paquet 220 com a l'inici de la imatge i els següents paquets són els altres fragments:

Paquet 220:

```
Real-Time Transport Protocol
  [Stream setup by RTSP (frame 197)]
    10... .... = Version: RFC 1889 Version (2)
    ..0. .... = Padding: False
    ...0 .... = Extension: False
    .... 0000 = Contributing source identifiers count: 0
    0.... .... = Marker: False
    Payload type: MPEG-I/II Video (32)
    Sequence number: 47788
    [Extended sequence number: 47788]
    Timestamp: 2722866563
    Synchronization Source identifier: 0xe542ee79 (3846368889)
```

Paquet 221:

```
Real-Time Transport Protocol
  [Stream setup by RTSP (frame 197)]
    10... .... = Version: RFC 1889 Version (2)
    ..0. .... = Padding: False
    ...0 .... = Extension: False
    .... 0000 = Contributing source identifiers count: 0
    0.... .... = Marker: False
    Payload type: MPEG-I/II Video (32)
    Sequence number: 47789
    [Extended sequence number: 47789]
    Timestamp: 2722866563
    Synchronization Source identifier: 0xe542ee79 (3846368889)
```

Paquet 222:

```
User Datagram Protocol, Src Port: 6970 (2770), Dst Port: 50722 (3)
Real-Time Transport Protocol
+ [Stream setup by RTSP (frame 197)]
  10... .... = Version: RFC 1889 Version (2)
  ...0. .... = Padding: False
  ...0 .... = Extension: False
  .... 0000 = Contributing source identifiers count: 0
  0.... .... = Marker: False
  Payload type: MPEG-I/II Video (32)
  Sequence number: 47790
  [Extended sequence number: 47790]
  Timestamp: 2722866563
  Synchronization Source identifier: 0xe542ee79 (3846368889)
```

Paquet 223:

```
User Datagram Protocol, Src Port: 6970 (2770), Dst Port: 50722 (3)
Real-Time Transport Protocol
+ [Stream setup by RTSP (frame 197)]
  10... .... = Version: RFC 1889 Version (2)
  ...0. .... = Padding: False
  ...0 .... = Extension: False
  .... 0000 = Contributing source identifiers count: 0
  1.... .... = Marker: True
  Payload type: MPEG-I/II Video (32)
  Sequence number: 47791
  [Extended sequence number: 47791]
  Timestamp: 2722866563
  Synchronization Source identifier: 0xe542ee79 (3846368889)
```

El paquet 225 ja és d'una altre imatge amb el timestamp diferent:

```
User Datagram Protocol
Real-Time Transport Protocol
+ [Stream setup by RTSP (frame 197)]
  10... .... = Version: RFC 1889 Version (2)
  ...0. .... = Padding: False
  ...0 .... = Extension: False
  .... 0000 = Contributing source identifiers count: 0
  0.... .... = Marker: False
  Payload type: MPEG-I/II Video (32)
  Sequence number: 47792
  [Extended sequence number: 47792]
  Timestamp: 2722860557
  Synchronization Source identifier: 0xe542ee79 (3846368889)
```

h) Identifiqueu de nou els fragments de les imatges que segueixen.

a. Comenteu què passa amb el timestamp. Avança, retrocedeix? Per què?

Els timestamps dels paquets 220, 221, 222 i 223 són tots 2722866563. Això és correcte perquè tots aquests paquets contenen fragments de la mateixa imatge de vídeo.

En aquest cas, el timestamp no canvia, el que significa que tots aquests paquets són fragments de la mateixa imatge.

El timestamp avançarà només quan comença una nova imatge.

b. Reordeneu les imatges i calculeu, a partir de la diferència de timestamps, el temps de cada imatge (i la quantitat d'imatges/segon)

Inici imatge paquet 212:

Timestamp: 2722857554

I-Picture

Inici imatge paquet 220:

Timestamp: 2722866563

P-Picture

Inici imatge paquet 225:

Timestamp: 2722860557

B-Picture

Inici imatge paquet 229:

Timestamp: 2722863560

B-Picture

Inici imatge paquet 233:

Timestamp: 2722875572

P-Picture

La diferència entre les primeres imatges:

Entre I-Picture i B-Picture: $= 2722860557 - 2722857554 = 3003$

Entre B-Picture i P-Picture: $= 2722866563 - 2722860557 = 6006$

Entre P-Picture i B-Picture: $= 2722863560 - 2722866563 = -3003$

Entre B-Picture i P-Picture: $= 2722875572 - 2722863560 = 12012$

Càcul del Temps per Imatge, saben que rtp té una freqüència de 90000 hz:

Temps per Imatge (I-Picture a B-Picture) = $3003 / 90000 \approx 0.0334$ segons
(33.4 ms)

Temps per Imatge (B-Picture a P-Picture) = $6006 / 90000 \approx 0.0667$ segons
(66.7 ms)

Temps per Imatge (P-Picture a B-Picture) = $3003 / 90000 \approx 0.0334$ segons
(33.4 ms)

Temps per Imatge (B-Picture a P-Picture) = $12012 / 90000 \approx 0.1335$ segons
(133.5 ms)

La quantitat d'imatges per segon

Quantitat d'Imatges per Segon (I-Picture a B-Picture) = $1 / 0.0334 \approx 29.9$ imatges per segon

Quantitat d'Imatges per Segon (B-Picture a P-Picture) = $1 / 0.0667 \approx 15$ imatges per segon

Quantitat d'Imatges per Segon (P-Picture a B-Picture)= $1 / 0.0334 \approx 29.9$
imatges per segon

Quantitat d'Imatges per Segon (B-Picture a P-Picture) = $1 / 0.1335 \approx 7.5$
imatges per segon

i) Calculeu els paràmetres N i M del vídeo. Podeu fer-ho visualitzant el tipus d'imatge (I, P, B) i el temporal reference, i buscar fins trobar la primera imatge I, i començar a partir d'allà.

N sent la distància entre referències de imatges I

M sent la distància entre referències I o P (coincideix amb el nombre de B's seguides +1)

Seqüència de Frames Identificada

I-frame: Paquet 212 - 219

P-frame: Paquet 220 - 223

B-frame: Paquet 225 - 228

B-frame: Paquet 229 - 232

P-frame: Paquet 233 - 236

B-frame: Paquet 241 - 244

B-frame: Paquet 245 - 248

P-frame: Paquet 249 - 261

B-frame: Paquet 263 - 266

P-frame: Paquet 268 - 272

B-frame: Paquet 273 - 276

B-frame: Paquet 277 - 282

I-frame: Paquet 283 - 295

Saben la seqüència podem veure que el valor de N és 11 imatges i el valor de M de 3 imatges.

j) Representeu la seqüència d'imatges del GoP (inicial, reordenada pel codificador, i tornada a reordenar pel descodificador) i calculeu els retards (número d'imatges i temps en ms) de reordenació al codificador i al descodificador.

Ordre inicial: I1 P2 B3 B4 P5 B6 B7 P8 B9 P10 B11 B12 I13

Ordre pel codificador: I1 P2 B3 B4 P5 B6 B7 P8 B9 P10 B11 B12 I13
retard de 2 imatges

Ordre de reproducció: I1 B3 B4 P2 B6 B7 P5 B9 P8 B11 B12 I13
retard de 1 imatges

El temps de reordenació, saben els retards pel codificador i descodificador, saben que el temps per imatge és més o menys de 33 ms

Retard de codificació = $2 * 33 \text{ ms} = 66 \text{ ms}$

Retard de descodificació = $1 * 33 \text{ ms} = 33 \text{ ms}$.

Exercici 4

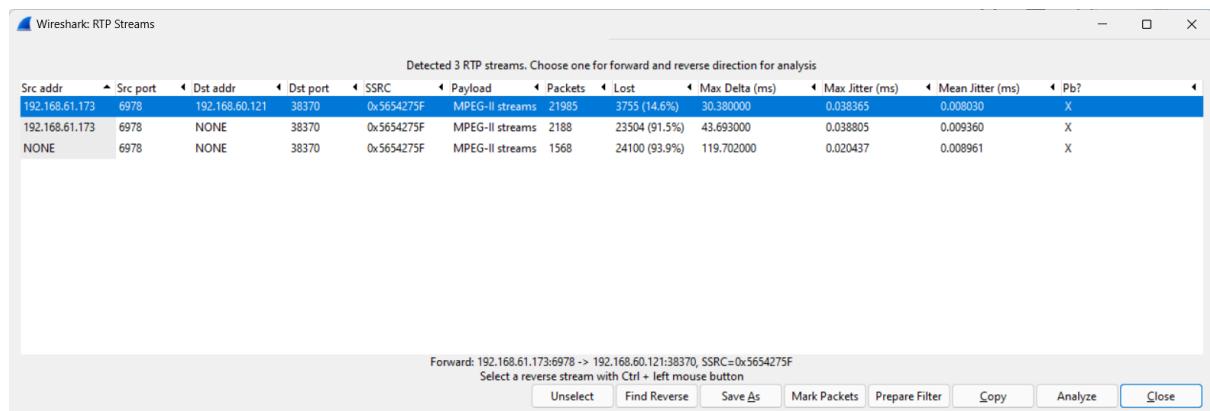
Proveu a reproduir un dels fitxers Transport Stream, accedint de nou des del VideoLAN

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
161	4.258098000	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	198	TEARDOWN rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
166	4.259113000	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	120	Reply: RTSP/1.0 200 OK
173	4.260542000	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	186	OPTIONS rtsp://192.168.61.173:554/prova490.ts RTSP/1.0
174	4.260927000	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	206	Reply: RTSP/1.0 200 OK
176	4.261313000	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	212	DESCRIBE rtsp://192.168.61.173:554/prova490.ts RTSP/1.0
177	4.263414000	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP/SDF	623	Reply: RTSP/1.0 200 OK
178	4.263822000	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	239	SETUP rtsp://192.168.61.173/prova490.ts/track1 RTSP/1.0
179	4.265215000	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	272	Reply: RTSP/1.0 200 OK
184	4.265569000	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	218	PLAY rtsp://192.168.61.173/prova490.ts/ RTSP/1.0
186	4.266426000	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	242	Reply: RTSP/1.0 200 OK

a) Analitzeu quins canvis es produueixen en el diàleg RTSP, respecte al cas del fitxer .mpg. En particular, quants SETUPs s'estableixen? Per què?

Podem veure que ara només hi ha una petició SETUP, en comptes de dos. Això és perque per a ts nomès s'ha de configurar un flux RTP, ja que ts te multiplexació i amb un únic flux pot enviar audio i video. En canvi, amb mpg necessitem dos fluxos, un per audio i l'altre per a video.

b) Analitzeu quins canvis es produueixen en RTP, respecte al cas del fitxer .mpg. En particular, quants fluxos RTP s'estableixen? Per què?



Abans teniem la presència de dos fluxos, un per audio i l'altre per video. Ara podem veure un (semebla que hi ha tres, però si ens fixem, aquests són erronis, ja que no tenen adreça de destí o d'origen. Tenim aquest únic flux per el motiu que hem explicat abans, ts utilitzza la multiplexació de flux per a transmetre àudio i video en un únic flux, mentre que mpg necessita un per a cada canal.

c) Descriu com es transporta sobre RTP el flux TS. Justifiqueu la mida (bytes) de la trama Ethernet.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info	Delta time
276	4.287569000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16047, Time=+230841217	0.000019000
277	4.287594000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16048, Time=+230841219	0.000025000
278	4.287611000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16049, Time=+230841221	0.000017000
279	4.287626000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16050, Time=+230841222	0.000015000
280	4.287641000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16051, Time=+230841224	0.000017000
281	4.287656000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16052, Time=+230841226	0.000017000
282	4.287682000	192.168.61.173	PTS 69773, 509500000	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16052, Time=+230841226 private-stream-1	0.000018000
283	4.287709000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16054, Time=+230841230	0.000027000
284	4.287734000	DTS 15064, 704066666	PTS 15064, 784066666	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16056, Time=+230841233	0.000016000
285	4.287750000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16057, Time=+230841235	0.000021000
286	4.287771000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16058, Time=+230841237	0.000017000
287	4.287788000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16059, Time=+230841238	0.000017000
288	4.287805000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16060, Time=+230841240	0.000021000
289	4.287826000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16061, Time=+230841242	0.000015000
290	4.287843000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16062, Time=+230841243	0.000015000
291	4.287870000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16063, Time=+230841245	0.000023000
292	4.287879000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16064, Time=+230841247	0.000018000
293	4.287897000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16065, Time=+230841249	0.000028000
294	4.287925000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16066, Time=+230841251	0.000021000
295	4.287946000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16067, Time=+230841253	0.000016000
296	4.287962000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16068, Time=+230841254	0.000015000
297	4.287977000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16069, Time=+230841255	0.000017000
298	4.287994000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16070, Time=+230843573	0.025810000
300	4.313804000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16071, Time=+230843582	0.000058000
301	4.313852000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16072, Time=+230843585	0.000058000
302	4.313944000	DTS 15064, 724066666	PTS 15064, 804066666	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16073, Time=+230843588	0.000062000
303	4.313978000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16074, Time=+230843593	0.000034000
305	4.314004000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16075, Time=+230843596	0.000026000
306	4.314037000	192.168.61.173	PTS 2758, 426988888	MPEG TS	1370	private-stream-1	0.000033000
307	4.314059000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16077, Time=+230843601	0.000022000
308	4.314080000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16078, Time=+230843603	0.000021000
309	4.314115000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16079, Time=+230843605	0.000035000
310	4.314136000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16080, Time=+230843606	0.000021000
311	4.314151000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16081, Time=+230843610	0.000020000
312	4.314213000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16082, Time=+230843612	0.000037000
313	4.314211000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x5654275f, Seq=16083, Time=+230843615	0.000020000
314	4.314234000	DTS 2672, 005922222	PTS 2672, 205922222	MPEG TS	1370	video-stream	0.000023000
315	4.314260000	192.168.61.173	192.168.60.121	MPEG TS	1370	PT=MPEG-II transport streams. SSRC=0x5654275f. Seq=16085, Time=+230843619	0.000026000

Podem veure que tenim molts paquets. Aquests tenen petits fragments del video o audio i després es reensamblen. Els paquets es fragmenten per les restriccions de xarxa. Aquí tenim el contingut del frame 309:

Frame 309: 1370 bytes on wire (10960 bits), 1370 bytes captured (10960 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: 6c:4b:90:c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc), Dst: 6c:4b:90:c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.61.173 (192.168.61.173), Dst: 192.168.60.121 (192.168.60.121)
User Datagram Protocol, Src Port: 6978 (6978), Dst Port: 38370 (38370)
Real-Time Transport Protocol
ISO/IEC 13818-1 PID=0x12d CC=8 <u>Reassembled in: 314</u>
ISO/IEC 13818-1 PID=0xcc CC=5
ISO/IEC 13818-1 PID=0x12d CC=9 <u>Reassembled in: 314</u>
ISO/IEC 13818-1 PID=0xc9 CC=4
ISO/IEC 13818-1 PID=0x65 CC=7 <u>Reassembled in: 318</u>
ISO/IEC 13818-1 PID=0x12d CC=10 <u>Reassembled in: 314</u>
ISO/IEC 13818-1 PID=0xc9 CC=5

Podem veure que conté diferents fragments del flux, 7 per a ser exactes (les línies que comencen amb ISO/IEC, el fragment s'identifica amb PID). D'aquests 7 podem veure que 4 és reensamblen en els frames 314 o 318.

Aquí tenim la informació del RTP:

Frame 309: 1370 bytes on wire (10960 bits), 1370 bytes captured (10960 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: 6c:4b:90:c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc), Dst: 6c:4b:90:c0:ff:2a (6c:4b:90:c0:ff:2a)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.61.173 (192.168.61.173), Dst: 192.168.60.121 (192.168.60.121)
User Datagram Protocol, Src Port: 6978 (6978), Dst Port: 38370 (38370)
Real-Time Transport Protocol
[Stream setup by RTSP (frame 179)] 10. = Version: RFC 1889 Version (2) ..0. = Padding: False ...0 = Extension: False 0000 = Contributing source identifiers count: 0 0.... = Marker: False Payload type: MPEG-II transport streams (33) Sequence number: 16079 [Extended sequence number: 81615] Timestamp: 4230843605 Synchronization Source identifier: 0x5654275f (1448355679)

Per a justificar la mida (en la primera foto veiem que són 1370 bytes), considerem les capçaleres:

Ethernet = 14 bytes

IP = 20 bytes

UDP = 8 bytes

RTP = 12 bytes

Ara veiem la cantitat de bytes transportats equivalent als 7 fragments dels fluxos RTP.

Fragment flux MPEG TS = 188 bytes

188 bytes × 7 fluxos = 1316 bytes

Si considerem capçaleres i fragments, doncs:

Total = 1316 bytes + 14 bytes + 20 bytes + 8 bytes + 12 bytes = 1370 bytes

Exercici 5

Proveu a reproduuir un dels fitxers H.264 / MPEG-4, accedint de nou des del VideoLAN. Analitzeu quins canvis es produueixen en el diàleg RTSP, respecte al cas del fitxer .mpg. Per què?

Al intentar reproduir un fitxer mp4, no s'efectua i mostra un error, això és a causa de que el servidor no soporta el codificador mp4.

Si observem la captura del wireshark, es pot veure en els paquets amb la info Reply: RTSP/1.0 404 Stream Not Found.

Si desglossem el paquet:

RTSP/1.0: Indica la versió del protocol RTSP que s'està utilitzant, en aquest cas, la versió 1.0.

404: Aquest és el codi d'estat de la resposta, significa que el recurs sol·licitat no s'ha trobat al servidor.

Stream Not Found: Aquest és el missatge associat amb el codi d'estat 404 en el context de RTSP. Significa que el flux de dades que el client intenta accedir no està disponible al servidor.

A més s'observa 2 paquets amb la info RTSP/1.0 404 Stream Not Found:

En el paquet 387 , el client amb la ip 192.168.61.173 solicita un DESCRIBE del recurs rtsp://192.168.61.173:554/simpsons.m4e i el servidor respon que no troba el flux de dades simpsons.m4e al port 554, que és el port per defecte per a RTSP.

I en el paquet 396 , el client intenta configurar amb un SETUP el mateix recurs rtsp://192.168.61.173:554/simpsons.m4e i el servidor respon igual que l'anterior.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
370	18.666584	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	203	GET_PARAMETER rtsp://192.168.61.173/a.mpg/ RTSP/1.0
373	18.666866	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	169	Reply: RTSP/1.0 200 OK
383	20.228524	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	187	OPTIONS rtsp://192.168.61.173:554/simpsons.m4e RTSP/1.0
384	20.228720	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	206	Reply: RTSP/1.0 200 OK
386	20.229152	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	213	DESCRIBE rtsp://192.168.61.173:554/simpsons.m4e RTSP/1.0
387	20.229315	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	133	Reply: RTSP/1.0 404 Stream Not Found
395	20.230387	192.168.60.121	192.168.61.173	RTSP	170	SETUP rtsp://192.168.61.173:554/simpsons.m4e RTSP/1.0
396	20.230593	192.168.61.173	192.168.60.121	RTSP	133	Reply: RTSP/1.0 404 Stream Not Found

Exercici 6

Instal·leu un servidor Wowza. Busqueu la carpeta on es posen els continguts (pista: busqueu on és el fitxer sample.mp4), i feu proves amb un fitxer MPEG-1/2 (.mpg), un fitxer Transport Stream (.ts) i un fitxer H.264/MPEG-4 (.mp4).

Captureu els diàlegs RTSP i analitzeu-los, així com els RTP (mireu còdecs, fragmentació, etc). Compareu amb els resultats que heu obtingut amb el live555.

En obrir la captura ens adonem que no trobem els paquets, per tant hem de decodificar els paquets RTP i RTSP. Primer decodifiquem els UDP que es corresponen al diàleg com a RTP. I després busquem els paquets inicials TCP del diàleg i els decodifiquem com a RTSP.

Aquests paquets TCP no s'han decodificat correctament perque van a un port diferent al habitual.

Aquests són els enllaços necessaris per a fer la transmissió:

- **CLIENT wowza mp4: rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mp4:sample.mp4**
- **CLIENT wowza mpg: rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mpg:test.mpg**
- **CLIENT wowza ts: rtsp://192.168.61.168:1935/vod/ts:prova490.ts**

Aquest són els fluxos RTSP per a cada fitxer desde el servidor al client:

- MP4:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info	Delta time
118	3.146246	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	216	TEARDOWN rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mp4:sample.mp4/ RTSP/1.0	0.000000
127	3.160717	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	194	OPTIONS rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mp4:sample.mp4 RTSP/1.0	0.014471
129	3.172319	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	297	Reply: RTSP/1.0 200 OK	0.011602
130	3.172641	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	220	DESCRIBE rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mp4:sample.mp4 RTSP/1.0	0.000322
131	3.214716	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP/SDP	964	Reply: RTSP/1.0 200 OK[Malformed Packet]	0.042075
132	3.216525	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	254	SETUP rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mp4:sample.mp4/trackID=1 RTSP/1.0	0.001809
133	3.227153	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	387	Reply: RTSP/1.0 200 OK	0.010628
134	3.230177	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	273	SETUP rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mp4:sample.mp4/trackID=2 RTSP/1.0	0.003024
135	3.236000	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	387	Reply: RTSP/1.0 200 OK	0.005823
144	3.237832	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	230	PLAY rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mp4:sample.mp4/ RTSP/1.0	0.001832
145	3.241854	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	385	Reply: RTSP/1.0 200 OK	0.004022
3018	27.318828	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	212	PAUSE rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mp4:sample.mp4/ RTSP/1.0	24.076974
3019	27.323004	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	198	Reply: RTSP/1.0 200 OK	0.004176

- MPG:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info	Delta time
475	6.694917	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	192	OPTIONS rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mpg:test.mpg RTSP/1.0	0.000000
477	6.698989	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	297	Reply: RTSP/1.0 200 OK	0.004072
478	6.699289	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	218	DESCRIBE rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mpg:test.mpg RTSP/1.0	0.000300
479	6.713266	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	377	Reply: RTSP/1.0 404 Not Found	0.013977
486	6.716627	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	175	SETUP rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mpg:test.mpg RTSP/1.0	0.003361
488	6.719545	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	150	Reply: RTSP/1.0 403 Forbidden	0.002918
497	6.736406	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	389	OPTIONS rtsp://192.168.61.168:1935 RTSP/1.0	0.016861
499	6.737949	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	297	Reply: RTSP/1.0 200 OK	0.001543

- TS:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info	Delta time
262	9.059014	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	194	OPTIONS rtsp://192.168.61.168:1935/vod/ts:prova490.ts RTSP/1.0	0.000000
264	9.065139	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	297	Reply: RTSP/1.0 200 OK	0.006125
265	9.065438	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	220	DESCRIBE rtsp://192.168.61.168:1935/vod/ts:prova490.ts RTSP/1.0	0.000299
269	9.094371	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	379	Reply: RTSP/1.0 404 Not Found	0.028933
276	9.098505	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	177	SETUP rtsp://192.168.61.168:1935/vod/ts:prova490.ts RTSP/1.0	0.004134
278	9.103029	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	150	Reply: RTSP/1.0 403 Forbidden	0.004524
287	9.115188	192.168.61.173	192.168.61.168	RTSP	389	OPTIONS rtsp://192.168.61.168:1935 RTSP/1.0	0.012159
289	9.119260	192.168.61.168	192.168.61.173	RTSP	297	Reply: RTSP/1.0 200 OK	0.004072

Podem veure que per al paquet mp4 primer apareix un TEARDOWN (això és perque hem començat a capturar quan encara s'estava tancant la connexió que hem fet abans com a testeig de la transmissió), aquest paquet l'envia el client al servidor com a petició per a tancar la sessió RTSP previa.

A continuació veiem el paquet OPTIONS, on el client consulta les options disponibles en el servidor RSTP.

Després s'envia un paquet DESCRIBE, en aquest cas el client demana la descripció del recurs sample.mp4.

Ara s'envian dos sollicituts SETUP per a establir els fluxos RTP. S'estableixen dos perqué els arxius MP4 tenen dos pistas associades, la de video i la de audio.

Al final, s'envien dos paquets un PLAY i un PAUSE. En aquests el client demana començar la reproducció (PLAY) i després pausarla (PAUSE).

A tots aquest paquets, les respostes del servidor han sigut Reply: RTSP/1.0 200 OK. Això indica que les sol·licituds han sigut exitoses.

En el cas de mpg primer el client envia una sol·licitut OPTIONS per a consultar al servidor les options disponibles per al recurso test.mpg. La sol·licitud es fa de manera correcta per això el servidor contesta amb un OK.

Ara, el client envia un missatge DESCRIBE, per a rebre la descripció del recurs. Per a aquest missatge, el servidor envia un missatge de error 404 Not Found, això és poerque Wowza no permet la transmissió de .mpg, per tant el servidor no pot trobar el recurs sol·licitat.

El client envia un SETUP encara que l'anterior missatge hagi esdevenit en un error. El servidor contesta amb un altre error 403 Forbidden, que indica que l'accès al recurs està prohibit, en aquest cas, perque el còdec no està permès. Per últim, el client torna a enviar un OPTIONS i el servidor contesta amb un 200 OK.

Per a ts, el client comença, com sempre, enviant una sol·licitud OPTIONS i el servidor contesta amb un 200 OK. Ara, el client demana la descripció del recurs amb un DESCRIBE, però el servidor no soporta el còdec ts, per tant contesta amb un 404 Not Found. Com en el cas d'mpg, el client envia un SETUP a pesar del error anterior al servidor, i de nou el servidor contesta amb un 403 Forbidden. Com abans, el client envia com a últim paquet un OPTIONS, al que al servidor contesta amb un 200 OK.

Aquests missatges OPTIONS/200 OK del final indican que el servidor està en funcionament i pot encarregarse de sol·licituds RTSP. Els clients (d'mpg i de ts)

envian l'últim missatge, probablement per assegurar-se que els errors que han hagut no han sigut degut a una caiguda del servidor.

Per analitzar el RTP, ho farem de la transmissió que ha sigut possible, la d'mp4. Podem trobar la informació del diàleg RTP en el paquet Reply de la petició DESCRIBE.

```
Frame 131: 964 bytes on wire (7712 bits), 964 bytes captured (7712 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: 6c:4b:90:c1:68:bc (6c:4b:90:c1:68:bc), Dst: 6c:4b:90:c1:68:cc (6c:4b:90:c1:68:cc)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.61.168 (192.168.61.168), Dst: 192.168.61.173 (192.168.61.173)
Transmission Control Protocol, Src Port: 1935 (1935), Dst Port: 64244 (64244), seq: 244, Ack: 307, Len: 910
Real Time Streaming Protocol
Response: RTSP/1.0 200 OK\r\n
CSeq: 3\r\n
Server: Wowza Streaming Engine 4.8.27+5 build20240402153452\r\n
Cache-Control: no-cache\r\n
Expires: Tue, 28 May 2024 11:41:20 CEST\r\n
Content-Length: 573
Content-Base: rtsp://192.168.61.168:1935/vod/mp4:sample.mp4/\r\n
Date: Tue, 28 May 2024 11:41:20 CEST\r\n
Content-type: application/sdp
Session: 27206402;timeout=60
\r\n
Session Description Protocol
Session Description Protocol version (v): 0
Owner/Creator: Session Id (o): - 27206402 27206402 IN IP4 127.0.0.1
Session Name (s): sample.mp4
Connection Information (c): IN IP4 0.0.0.0
Time Description, active time (t): 0 0
Session Attribute (a): sdlang:en
Session Attribute (a): range:pnt=0- 634.633
Session Attribute (a): control:*
Media Description, name and address (m): audio 0 RTP/AVP 96
Media Attribute (a): rtpmap:96 mpeg4-generic/48000/2
Media Attribute (a): fmp4:96 profile-level-id=1;mode=AAC-hbr;sizeLength=13;indexLength=3;indexDeltaLength=3;config=119056e500
Media Attribute (a): control:trackID=1
Media Description, name and address (m): video 0 RTP/AVP 97
Media Attribute (a): rtpmap:97 H264/90000
Media Attribute (a): fmp4:97 packetization-mode=1;profile-level-id=42C015;sprop-parameter-sets=Z0LAFdoCAJbARAAAwEAAAADAP8wLqA, aM4yyA==
Media Attribute (a): cliprect:0,0,288,512
Media Attribute (a): framesize:97 512-288
Media Attribute (a): framerate:30.0
Media Attribute (a): control:trackID=2
```

Podem observar l'estructura de l'informació del SDP. Primer tenim informació del protocol (Session Description Protocol), després del Owner, la sessió, connexió, descripció del temps i els diferents atributs de la sessió. Després trobem dos blocks que començen amb un media description, (primer el d'àudio i després el de video) seguits de la informació sobre els seus atributs.

Per a saber informació del còdec d'àudio, ens fixem en la primera línia de Media Attribute del àudio, aquesta ens diu que el còdec és MPEG4-GENERIC, amb una freqüència de mostreig de 48000 Hz i en estèreo (2 canals).

Per al còdecs de video, mirem el primer atribut del video. Veiem que es tracta del còdec H264 amb una freqüència de rellotge de 90000 Hz.

Respecte a la fragmentació, podem veure que per al video s'especifica packetization-mode=1, aquest mode permet la fragmentació de quadres de video en unitats NAL. A més, podem veure com a atribut el framesize, que es 97.

Exercici 7

Des del vostre portàtil en Wi-fi (així notareu més fàcilment les variacions d'ample de banda), accediu al reproductor DASH que podeu trobar a <http://players.akamai.com/players/dashjs>

Arrenqueu el Wireshark, poseu-lo a capturar i filtrou per HTTP. Copieu a la caixa (entre “Select Stream” i “Play Stream”) la URL del flux de proves de la BBC i carregueu-lo amb Play Stream:

<https://rdmedia.bbc.co.uk/testcard/simulcast/manifests/avc-full-en.mpd>

. Aquest flux, com que és HTTP i no HTTPS (com tots els altres que podeu veure si desplegueu “Select Stream”) ens permetrà veure sense encriptació el diàleg HTTP (GETs i 200 OK) que correspon a la

- a) Abans d'iniciar la reproducció obriu el Wireshark i captureu el diàleg HTTP. Mantingueu visualitzats en paral·lel el navegador amb el reproductor DASH i el Wireshark, si podeu. Desplegueu els apartats d'estadístiques del player DASH (Basic statistics, HTML5 Statistics).
- b) Comenceu la reproducció i comproveu com es van generant els GET (analitzeu les URL) i com va canviant la qualitat al reproductor. Al principi probablement començarà amb una qualitat baixa i anirà pujant. Intenteu canviar la qualitat fent moviments per baixar o pujar la cobertura Wi-fi, o baixant-vos algun fitxer. Relacioneu-ho amb les estadístiques del player.
- c) Analitzeu l'estructura de les URLs que veieu en els GETs de cada segment DASH, i relacioneu-les amb el que es defineix al fitxer de manifest i amb el que heu vist a l'estudi previ.
- d) Què passa si avanceu o retrocediu? Mireu l'índex que apareix a l'estructura de la URL dels segments DASH.

També podeu repetir l'experiment amb el VideoLAN com reproductor DASH. Només heu d'obrir un flux de xarxa i posar-hi la URL de l'MPD. La diferència és que VideoLAN no us mostra tanta informació DASH.

Comentaris (ja que no ho podem fer en wireshark, perque, ara esta en https): La gràfica mostra variacions del bitrate en diferents instants de temps. Això és típic en transmissions adaptatives com DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP), on el bitrate pot variar per adaptar-se a les condicions de la xarxa i a la capacitat del dispositiu receptor.

La variabilitat en el bitrate indica que el reproductor està ajustant la qualitat del flux per mantenir una reproducció fluida malgrat les variacions en l'ample de banda disponible.

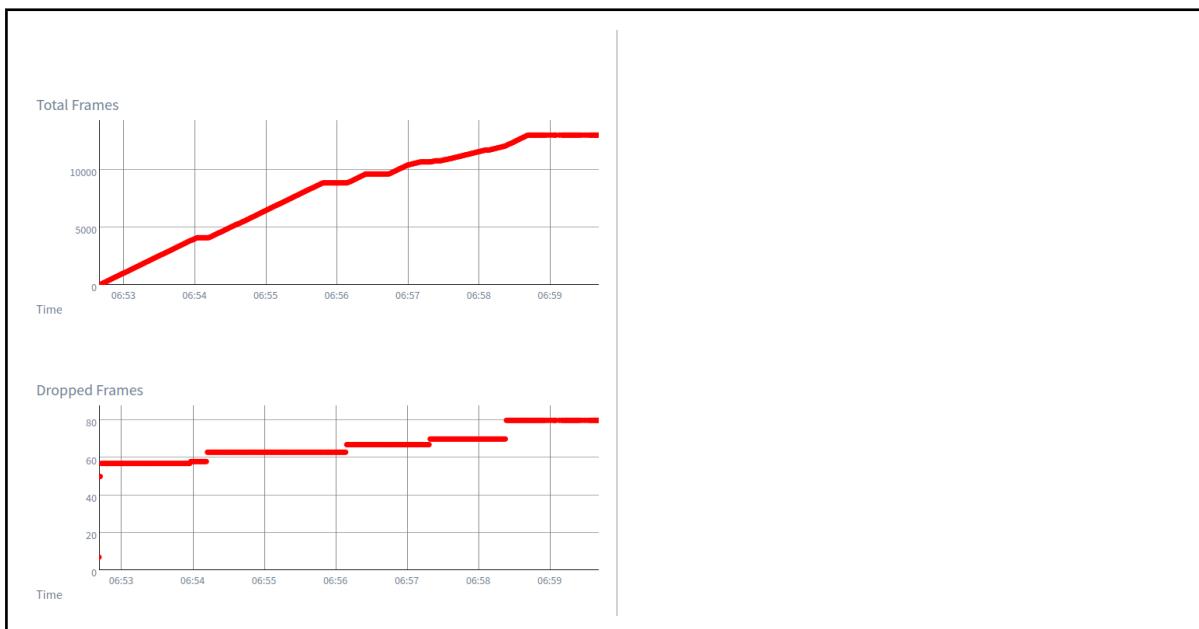
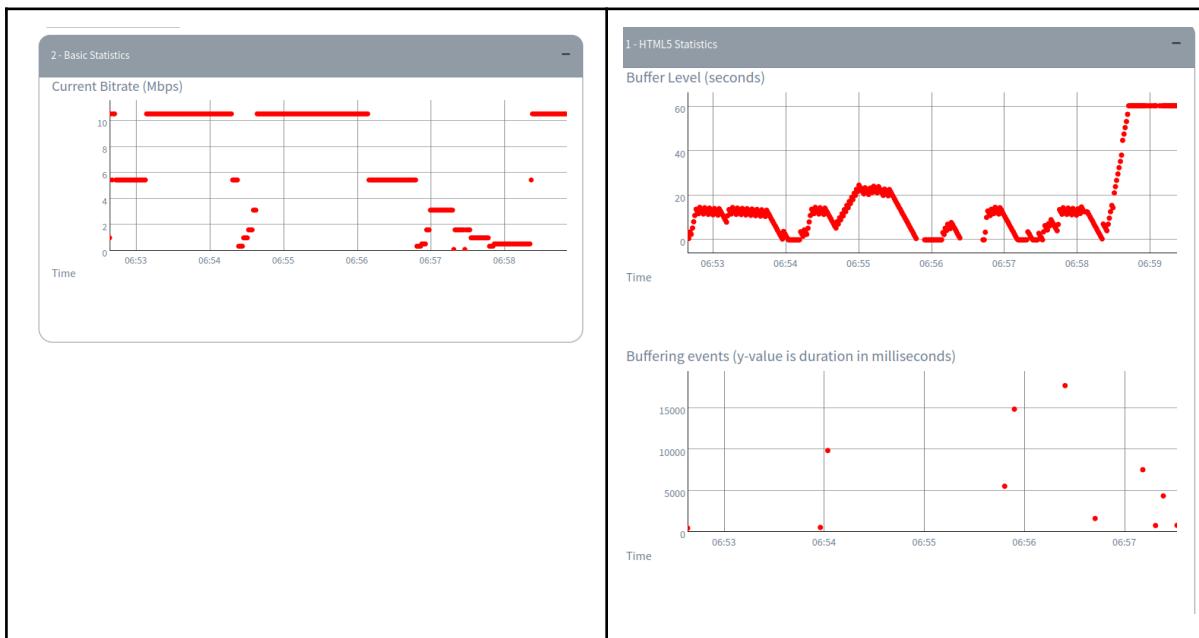
Bitrates més alts soLEN correspondre a una millor qualitat de vídeo, mentre que bitrates més baixos podEN ser utilitzats per evitar interrupcions o buffering en condicions de xarxa més limitades.

Frames:

El nombre total de fotogrames augmenta de manera constant al llarg del temps, la qual cosa indica una reproducció contínua, per tant és una bona senyal.

Dropped Frames:

El nombre de fotogrames caiguts comença al voltant de 60 i augmenta lleugerament durant la sessió. Els increments en els fotogrames llançats són relativament petits, indicant que la majoria dels fotogrames s'estan visualitzant amb èxit.



Conclusió

Aquesta pràctica d'IPTV ens ha permès aprofundir en la comprensió de les tecnologies de transmissió de vídeo i àudio sobre IP. Hem après a configurar i utilitzar diferents servidors de streaming, com Live555MediaServer (ja s'havia utilitzat en pràctiques anteriors) i Wowza Streaming Engine, i a analitzar els fluxos de dades utilitzant Wireshark. També hem explorat protocols de transmissió com RTP i RTSP, així com la tecnologia DASH per a la transmissió adaptativa de vídeo.

La pràctica ens ha proporcionat una visió pràctica dels desafiaments i les solucions associades amb la transmissió de continguts multimèdia a través de xarxes IP. Hem après a identificar i resoldre problemes relacionats amb la qualitat del servei, la sincronització de fluxos d'àudio i vídeo, i l'adaptació de la qualitat en funció de l'ample de banda disponible.

En conjunt, aquesta pràctica ha estat molt enriquidora i ens ha preparat millor per a treballar amb tecnologies IPTV en entorns reals, oferint-nos les eines i els coneixements necessaris per a desenvolupar solucions eficients i de qualitat en aquest àmbit.