IPTV. Televisió per IP

Alexandre Ribelles Garcia

PID_00194210

UOC
Universitat Oberta de Catalunya

Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca

Índex

Introducció 5

Objectius 6

1. Què és IPTV 7
- 1.1. Definició d'IPTV 7
- 1.2. IPTV i el *triple play* 8
- 1.3. Confusions habituals en parlar d'IPTV 8
- 1.4. Avantatges de la IPTV 10
- 1.5. Desavantatges de la IPTV 11

2. Arquitectura de la xarxa IPTV 12
- 2.1. A escala d'agents 12
- 2.2. A escala de dades 13
- 2.3. A escala de xarxa 17

3. Problemes en les xarxes IPTV 23
- 3.1. Mesures de qualitat: QoS (qualitat de servei) 23
- 3.2. Mesures de qualitat: QoE (qualitat d'experiència) 25
- 3.3. Associats a la multidestinació: la inundació de dades 26
- 3.4. Associats a l'ús del mecanisme *IGMP snooping* 27
- 3.5. Associats a la compressió del vídeo 28
- 3.6. Associats al nivell físic de xarxa i a la pila de protocols 29

4. IPTV actualment 31
- 4.1. IPTV a Espanya 31
- 4.2. IPTV al món 31
- 4.3. Normativa en IPTV 32
- 4.4. IPTV híbrida 33

Resum 36

Glossari 37

Bibliografia 39

Annex 40

Introducció

Aquest mòdul descriu el servei IPTV (televisió per IP) i el diferencia de la varietat de serveis en línia audiovisuals existents.

Es posa l'accent en els avantatges i desavantatges que representa una aposta d'infraestructura tancada de gran abast, i es descriu a grans trets l'arquitectura de xarxa necessària, la infraestructura física requerida, els mètodes d'accés a l'usuari final i els protocols de xarxa en els quals es basa el funcionament.

Finalment, es descriuen algunes problemàtiques habituals i els mecanismes que s'utilitzen per a esmenar-les, i també la situació actual del sector i unes pinzellades del que podria ser-ne el futur a mitjà termini amb l'entrada de noves tecnologies actualment en desenvolupament.

Objectius

Els objectius bàsics del mòdul són:

1. Definir IPTV i diferenciar-lo d'altres serveis de xarxa.
2. Descriure'n el funcionament a escala de xarxa.
3. Enumerar els components de l'arquitectura de xarxa que el suporta.
4. Definir i diferenciar qualitat de servei (QoS) i qualitat d'experiència (QoE).
5. Conèixer la situació actual d'IPTV i el seu futur immediat.

1. Què és IPTV

1.1. Definició d'IPTV

IPTV (*Internet protocol television*) és la distribució de programes de vídeo i àudio via el protocol IP sobre una xarxa de banda ampla.

En poques paraules, IPTV és la resultant de la fusió del **món de la TV en difusió** i del **món de les telecomunicacions**, encara que si volem una definició menys dramàtica i més acadèmica podem consultar la ITU[1], que la defineix com

(1)**ITU:** Unió Internacional de Telecomunicacions.

> "conjunt de serveis multimèdia com ara TV, àudio, text, gràfics o dades que siguin transmesos sobre una xarxa IP gestionada per a lliurar els nivells requerits de qualitat i experiència de servei, i també seguretat, interactivitat i confiabilitat".

Amb el temps, el terme s'ha estès fins a englobar altres serveis associats i el model mateix de negoci.

L'usuari, mitjançant la connexió a una xarxa de dades, selecciona lliurement els continguts per visualitzar i el moment per a fer-ho. El proveïdor del servei proveeix la infraestructura de la xarxa i a més afegeix el paper de proveïdor de continguts. IPTV es basa sempre en aquesta xarxa tancada de dades (preferentment de fibra, coaxial o fins i tot de coure tradicional). Per això IPTV també és definible (i la CMT a Espanya així ho fa des del 2006) com:

> "servei de TV distribuïda a través de línies xDSL[2]".

(2)Almenys fins al moment de redactar aquest mòdul, ja que es fan proves d'IPTV sobre WiMax en petites poblacions.

Exemple

Tinguem en ment referents coneguts pel públic a Espanya com Movistar (servei Imagenio), Ono (servei Ono TV) o Jazztel (servei Jazztel TV).

Il·lustració 1. Interfície d'accés a continguts d'una plataforma IPTV

En IPTV s'ofereixen **serveis clàssics de difusió** (és a dir, es pot seleccionar una cadena de TV de les existents en la plataforma TDT), **serveis de vídeo sota demanda** (VOD, *video on demand*) i altres **serveis interactius** (com per exemple, TV interactiva, Internet d'alta velocitat, telefonia de veu sobre IP o VoIP, videovigilància remota, etc.), i a escala de producte final pot oferir des de vídeo en qualitat estàndard fins a alta definició, multicàmera o 3D.

1.2. IPTV i el *triple play*

El joc triple o *triple play* és un terme utilitzat per a descriure el lliurament de **veu**, **vídeo** i **dades** fins a la llar. Hi ha un gran nombre d'ofertes comercials conjuntes per a aquests tres serveis que utilitzen diferents tecnologies, però el veritable *triple play* és proporcionar-los per mitjà d'una única connexió a la llar (usualment fibra, però pot ser coure).

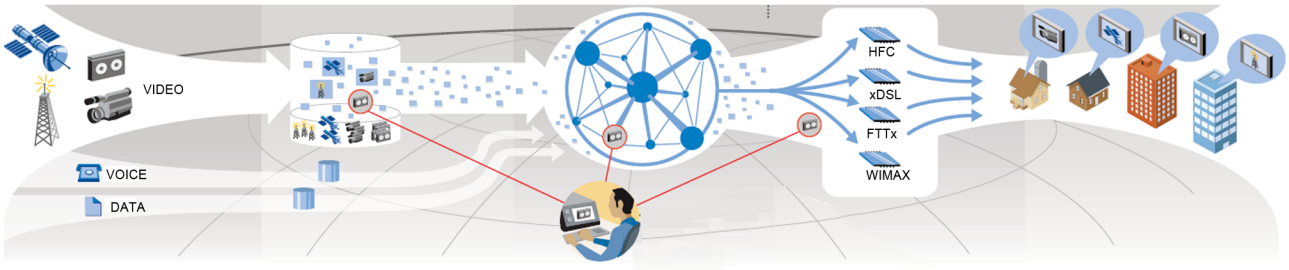
Observació

La tecnologia IP no és necessària per a lliurar tots aquests serveis.

La convergència dels serveis audiovisuals, informàtics i de telecomunicacions que s'anunciava[3] des del final dels anys setanta ja és una realitat.

(3) Nora i Minc, 1978; Sola Pool, 1983.

Il·lustració 2. Vídeo/àudio, veu i dades, l'oferta *triple play* de tota IPTV que es preï



1.3. Confusions habituals en parlar d'IPTV

És habitual confondre IPTV amb altres xarxes que ofereixen serveis similars en aspecte i forma però que es gestionen de manera completament diferent i són un altre tipus de negoci, com les xarxes de cable. Fins i tot es confon IPTV amb un servei en particular, el de vídeo per Internet (Internet TV).

1) IPTV no és TV per Internet

Quan accedim a un canal de TV en viu via Web o visualitzem sota demanda el capítol d'una sèrie des d'un servidor no usem IPTV, sinó **TV per Internet** (Internet TV[4]). Amb IPTV els proveïdors de servei comercialitzen als seus subscriptors una sèrie de canals de TV i de continguts multimèdia amb un aspecte general semblat al de la TV de pagament tradicional.

(4) Algunes fonts denominen *Web TV* la Internet TV).

TV per Internet és l'accés via Internet a continguts audiovisuals, sense cap lligam contractual tret del servei d'Internet mateix.

Sens dubte totes dues es basen en la mateixa tecnologia IP, però divergeixen de diverses maneres:

- **Diferents plataformes:** la TV per Internet utilitza Internet (evidentment) com a mitjà de transmissió dels continguts audiovisuals. IPTV utilitza una

xarxa privada tancada per a transmetre'ls, la qual és operada i mantinguda exclusivament pel proveïdor del servei IPTV.

- **Àmbit:** Internet no té limitacions geogràfiques i als seus serveis es pot accedir des de qualsevol punt del globus. IPTV només és accessible des de llocs geogràfics determinats, usualment circumscrits a una nació. Un usuari d'Internet no pot accedir als continguts d'una xarxa IPTV.

- **Qualitat de servei:** l'estat d'Internet és canviant en tot moment, i no és possible assegurar que la recepció del vídeo sota demanda o de l'emissió en directe arribi amb qualitat i sense interrupcions. En canvi, en IPTV el proveïdor assegura en tot moment el servei amb la qualitat contractada.

- **Accés:** en IPTV és imprescindible disposar d'un receptor descodificador (*set-top box*), mentre que en la TV per Internet un ordinador pot accedir als serveis d'Internet per mitjà d'una aplicació (usualment un navegador). Aquesta diferència es va difuminant a escala formal quan el descodificador d'Internet posseeix alguna extensió d'estil Wi-Fi i possibilita accedir-hi via tauleta o mòbil multimèdia a la llar de l'abonat. Alguns són altament sofisticats i inclouen serveis de gestió de continguts (PVR, *personal video recorder*). La protecció de drets d'accés a continguts DRM (*digital rights management*) pot existir en tots dos casos, encara que a diferents nivells.

- **Cost a l'usuari final:** IPTV es basa en un model de subscripció usualment mensual semblant al de la TV de pagament clàssica en TDT o satèl·lit (com Digital+ o Gol TV), mentre que en la TV per Internet la majoria de continguts són gratuïts i no representen un càrrec per a l'usuari final, encara que aquest model s'està qüestionant de manera creixent. Per exemple, ja han aparegut alguns serveis de TV per Internet de pagament (de vídeo sota demanda, VOD, amb subscripció tenim iTunes, Netflix, Hulu, Amazon Instant Video, etc.; d'àudio sota demanda tenim Spotify, iTunes, etc.).

2) IPTV no és TV per cable

Igual que en IPTV, la TV per cable és una **xarxa tancada** des del proveïdor fins al client, però se'n diferencia per diverses raons:

- Tots els canals de TV són transmesos constantment utilitzant tota l'amplada de banda, tant si l'usuari visualitza algun canal com si no.

- La informació circula unidireccionalment del proveïdor a l'usuari, no a l'inrevés, per la qual cosa no hi ha llibertat d'elecció de contingut, només la selecció del canal de TV que es vol visualitzar.

- La transmissió de vídeo i àudio és fonamentalment analògica, multiplexats en freqüència amb altres canals, mentre que en IPTV és totalment digital i només es transmet el contingut seleccionat per l'usuari.

En TV per cable parlem de **canals** i en IPTV de **continguts**, ja que l'usuari tria el que vol veure.

Els proveïdors de cable allarguen la seva vida útil

Sens dubte, els proveïdors de cable han allargat la seva vida útil afegint el servei de dades d'Internet a la seva oferta i migrant a una xarxa IP per a possibilitar IPTV, especialment als Estats Units, on l'oferta de TV per cable es remunta als anys cinquanta.

1.4. Avantatges de la IPTV

A grans trets, la IPTV aporta diversos avantatges respecte a la distribució audiovisual tradicional:

- Simplifica i pot reduir el cost total de la infraestructura a causa de la convergència de veu, dades, àudio i vídeo i també altres aplicacions i serveis de xarxa.

- En ser una infraestructura de xarxa tancada, el proveïdor pot assegurar constantment la qualitat de servei, l'amplada de banda, etc.

- La infraestructura pot suportar tot tipus de formats d'àudio i vídeo.

- La xarxa IP pot suportar un nombre il·limitat de canals.

- Una infraestructura comuna es beneficiarà d'un suport tècnic més eficient.

- El monitoratge de la xarxa es pot centralitzar i fer remot tot reduint costos.

- L'usuari utilitza exclusivament l'amplada de banda necessària per a cada servei en el moment de gaudir-ne, no rep constantment tots els canals o serveis.

- El protocol IP facilita la integració d'equips, serveis i aplicacions diferents.

- L'usuari pot accedir als serveis mitjançant diferents dispositius (TV amb descodificador d'Internet, PC, tauleta, mòbil multimèdia, etc.).

- Es beneficia de l'economia d'escala dels dispositius Ethernet.

- La comunicació és totalment bidireccional, per la qual cosa la TV interactiva és factible, i es poden triar els continguts i el moment de visualitzar-los a voluntat (*trick mode*: l'usuari pot reproduir o parar quan vulgui).

- Tant el vídeo sota demanda (VOD, *video on demand*) com l'enregistrament de vídeo digital descarregat de la Xarxa (NDVR, *network digital video recording*) són possibles.

1.5. Desavantatges de la IPTV

Per contra, es poden enumerar alguns desavantatges:

- Necessitat d'alta redundància a la xarxa per a assegurar el servei i el nivell de qualitat en tot moment.

- En ser una xarxa tancada, cada proveïdor ha de fer fortes inversions en infraestructura per a ampliar-ne la cobertura i mantenir la que ja té abans de començar a tenir beneficis.

- IPTV no és completament madur enfront d'altres mètodes més tradicionals de distribució de vídeo (com les xarxes de cable o la transmissió per satèl·lit).

- Aquesta falta de maduresa dificulta la interoperabilitat.

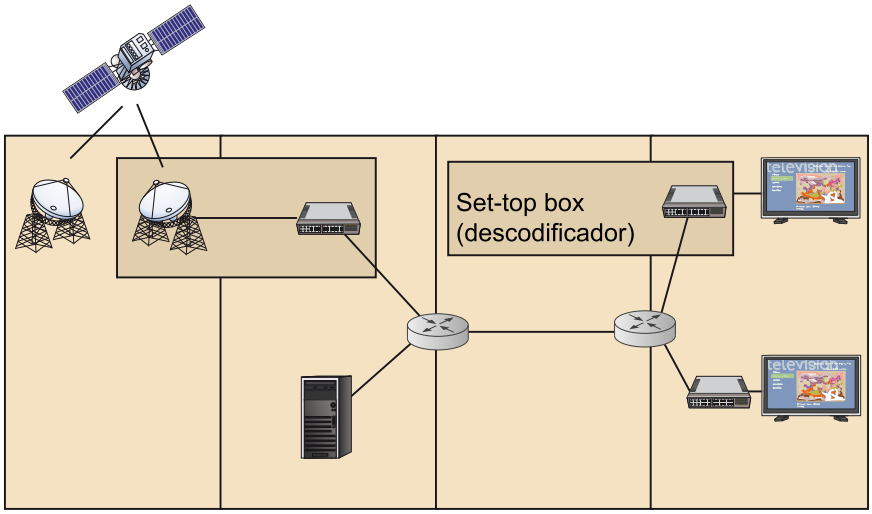
- Requereix complexos sistemes de xarxa IP i de mesura constant de la qualitat de servei a l'usuari final per a detectar possibles problemes.

- Pot requerir costoses codificacions en diversos formats (MPEG-2, H.264, 3GGP, etc.).

2. Arquitectura de la xarxa IPTV

2.1. A escala d'agents

Com a agents implicats en la gestió i funcionament d'una xarxa IPTV, podem enumerar els següents:



1) El **proveïdor de continguts**, que dóna els senyals d'àudio i vídeo en directe o el material audiovisual ja digitalitzat.

2) El **proveïdor de servei**, que posseeix granges de servidors de vídeo sota demanda (VOD) on s'emmagatzema el material audiovisual digitalitzat i, temporalment, els senyals en directe degudament digitalitzats, i també el *head end*.

Igualment, el proveïdor de servei cataloga el material emmagatzemat, classifica els senyals en viu i genera la guia electrònica de programació (EPG) perquè el client pugui tenir compte de tot el material estàtic i dinàmic al qual pot accedir.

3) El **proveïdor de xarxa**, que connecta el proveïdor de serveis amb el client per mitjà de la seva xarxa IP pròpia. Usualment el nucli del proveïdor és fibra, i s'arriba a la llar del client la majoria de vegades per coaxial de coure (mòdem de cable o *cable modem*) o fins i tot parell trenat (*xarxa telefònica clàssica* gràcies a la tecnologia ADSL, ADSL2, ADSL2+, etc).

Head end

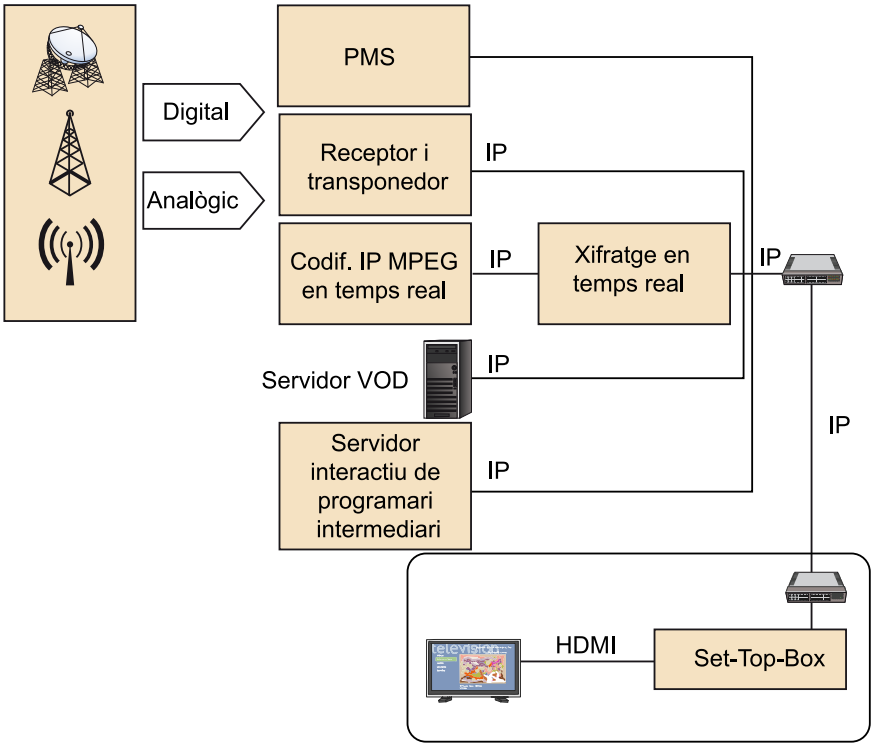
El *head end* (també denominat *IPTV data center*) és qui rep els continguts (productores, satèl·lit, canals de TV TDT gratuïts, canals de pagament, etc.), els digitalitza i prepara, i els envia als servidors VOD. Igualment, centralitza la gestió i la tarifació dels drets dels subscriptors.

4) El **client**, amb el seu receptor IP connectat a la xarxa del proveïdor. Usualment connectat al seu torn al TV i també a la xarxa local domèstica si té contractat servei d'Internet (recordem el *triple play*).

En bona part de les IPTV actuals el proveïdor de servei i el de xarxa poden ser el mateix.

2.2. A escala de dades

Podem distingir sis fases en una transmissió típica d'àudio i vídeo per IPTV fins a la llar del subscriptor:



1) Fase 1. Codificació

Els senyals de TV i ràdio en viu són codificats digitalment en formats comprimits compatibles amb la transmissió posterior via IP, com per exemple MPEG-2 o H.264/MPEG-4 AVC. El material audiovisual ja existent, en canvi, s'emmagatzema en granges de servidors VOD també en aquests formats, i s'espera la petició de transmissió.

Els sistemes de TV digital van aparèixer en els anys noranta i actualment són utilitzats en tots els mitjans (TDT, satèl·lit, cable, etc.). En general utilitzen MPEG-2 per a vídeo en qualitat estàndard, que ocupa aproximadament entre 2 i 6 Mbps (varia segons el mitjà: 6 Mbps en TDT i 2-3 Mbps en IPTV). En

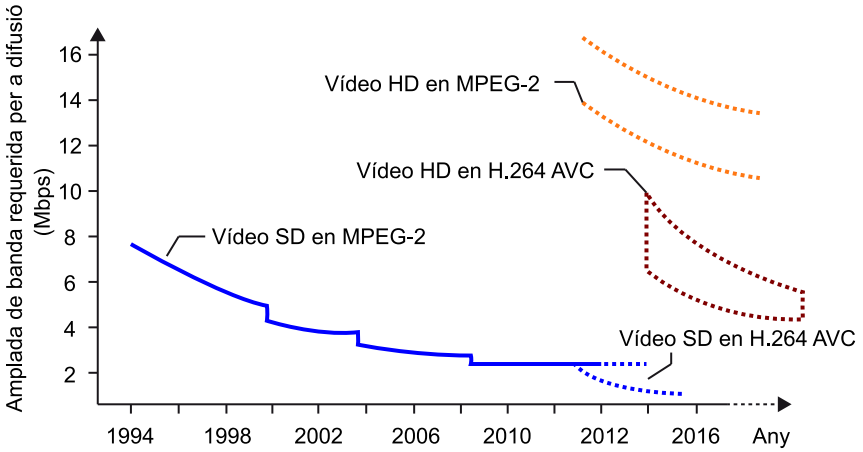
canvi, el vídeo en alta definició requereix una codificació de més compressió com H.264/MPEG-4 AVC per a poder-se empaquetar en un flux o *stream* de 8 a 14 Mbps.

Si mitjançant una xarxa IPTV es volen rebre dos canals simultanis de TV (un per a veure'l, un altre per a gravar-lo i veure'l posteriorment), almenys es requereixen 6 Mbps d'amplada de banda. Però si la connexió a la xarxa IPTV és per ADSL de, diguem-ne, 10 Mbps, i a més es vol navegar per Internet, tenim un problema.

Per això **H.264/AVC** s'està imposant definitivament en la codificació de material audiovisual en xarxes IPTV, ja que redueix gairebé en un 50% les necessitats d'amplada de banda comparat amb MPEG-2.

El gràfic següent intenta presentar les tendències de compressió en els propers anys.

Il·lustració 3. Tendències d'ús d'estàndards de compressió per a IPTV



Entre els formats de codificació més habituals tenim:

- H.261 i H.263 per a videoconferència (menys d'1 Mbps)
- MPEG-2 per a vídeo de qualitat estàndard (habitualment 2-4 Mbps en IPTV)
- H.264/MPEG-4 AVC per a vídeo d'alta definició (habitualment 8-12 Mbps en IPTV)

Els servidors VOD emmagatzemen aquests materials i poden subministrar diversos fluxos de dades/vídeo simultàniament a diferents clients. Les característiques fonamentals d'aquests equips són la capacitat d'emmagatzematge i, més encara, la taxa de transferència de dades a la xarxa. Usualment la connexió és de tipus Gigabit Ethernet.

2) Fase 2. Encapsulament IP

En el moment que el material codificat (emmagatzemat en un servidor VOD o en temps real provinent d'una transmissió en directe) és demanat pel client, es reforma i encapsula per a ser transmès amb protocol IP.

3) Fase 3. Addició de gestió de drets digitals (DRM)

Si el material que s'ha de transmetre serà emmagatzemat temporalment en el receptor de l'usuari (equip posseïdor d'un emmagatzematge massiu com un disc dur intern) o és una emissió en directe amb subscripció, s'afegeixen drets digitals perquè no es pugui exportar i caduqui passat cert temps després de la descàrrega local, o pugui ser visualitzat per clients no autoritzats, respectivament.

DRM en material HD

La majoria de material HD, per exemple, necessita un mecanisme de seguretat des de l'origen fins a la pantalla de presentació. Entre les tecnologies de xifratge més populars, tenim: ProIdiom, Verimatrix Video Content Authority System (VCAS), Widevine Cypher, etc.

4) Fase 4. Transmissió sobre la xarxa IP

El flux de dades és encaminat cap al receptor del client. En aquesta fase es monitora la qualitat de servei de la xarxa (QoS) per a assegurar-ne el lliurament en les condicions idònies, i es controla la prioritat del flux respecte a altres segons la seva naturalesa i objectiu (un flux d'àudio no té els mateixos requisits que un de vídeo, però tots dos tindran prioritat sobre les dades d'Internet que hagi demanat l'usuari en aquest mateix instant).

Vegeu també

En l'apartat 2.3 veiem els problemes habituals generats en aquesta fase.

5) Fase 5. Recepció a la xarxa d'accés

La xarxa d'accés és el punt on finalitza la xarxa del proveïdor i comença l'equip de l'usuari. Aquí se situa el dispositiu receptor que descodifica. En el cas d'una emissió en directe, quan l'usuari selecciona el canal, el receptor llegeix l'adreça IP multidestinació associada i descodifica el flux rebut.

A més, el receptor posseeix un programari encarregat de proporcionar a l'usuari informació dels diferents serveis per mitjà de menús en pantalla, i permet la interacció entre el client i el sistema.

a) Xarxa d'accés xDSL

La tecnologia xDSL possibilita allargar la vida del clàssic parell trenat de coure de la xarxa telefònica clàssica. Com més gran és la distància de la central telefònica digital a l'abonat, més petita és la capacitat de pujada i baixada de dades:

Taula 1. Diferents tecnologies de xarxa d'accés i límits

Tecnologia de xarxa d'accés	Baixada	Pujada	Distància
ADSL	8 Mbps	~684 Kbps	~3 km
ADSL2	<14 Mbps	<800 Kbps	~5 km
ADSL2+	<24 Mbps	800 Kbps	<1,5 km
VDSL	>50 Mbps >13 Mbps	>2Mbps <1 Mbps	300 m 1,5 km

El cas asimètric (ADSL) és el més estès en les seves diferents millores (ADSL2, ADSL2+) i condiciona actualment la qualitat d'accés a les xarxes IPTV fins que la implantació de xarxes de fibra òptica no arribi a totes les llars.

b) Xarxa d'accés HFC

La tecnologia HFC (*hybrid fiber coax*) combina l'ús d'un nucli de xarxa (*backbone*) en fibra òptica fins a la central més propera, i l'ús de coaxial de coure per a cobrir *l'última milla* fins a l'usuari. Les xarxes de cable han utilitzat aquest sistema des del principi dels anys noranta, més eficient que xDSL, en proveir de més amplada de banda sobre més distància.

c) Xarxa d'accés FTTx

El cable de fibra òptica posseeix una immensa amplada de banda comparada amb les dues tecnologies anteriors sobre grans distàncies. Així, l'FTTH (*fiber to the home* fibra fins a la llar) possibilita 100 Mbps o més com a xarxa d'accés domèstic. El cost d'instal·lació és més alt que els anteriors però té l'avantatge que disposa una "canonada" única per a proveir de tots els serveis de vídeo, àudio i dades.

d) WiMax

La tecnologia WiMax sense fil pot ser el suport per a l'última milla a la llar com a alternativa de baix cost a qualsevol de les altres vistes. S'usa majoritàriament en entorns rurals, com a medi per a proveïdors no tradicionals (com companyies elèctriques) que no posseeixen xarxa d'accés i proveïdors satèl·lit que no posseeixen canal de tornada amb els seus clients. Pot proveir de fins a 40 Mbps en un radi de 3 a 10 km.

6) Fase 6. Visualització i control

El receptor és un descodificador basat en IP (un descodificador d'Internet, una targeta PCMCIA, integrat en una TV IP, etc.), per la qual cosa ha d'acceptar fluxos de dades des d'1,5 fins a 20 Mbps segons el material.

L'entorn gràfic (interfície) de la IPTV facilita la reproducció i control del material visualitzat (en diferent mesura si el material és en directe o pregravat), accions possibles gràcies a la bidireccionalitat de la xarxa.

La connexió del receptor al TV és usualment HDCP o DTCP sobre cable HDMI, ja que ha de tenir xifratge contra còpia. Usualment accepta 720p, 1080i i alguns fins a 1080p a més de la resolució estàndard.

2.3. A escala de xarxa

En aquest apartat veurem primer els requisits globals que ha de complir una xarxa IPTV, i posteriorment ens centrarem en les tècniques de difusió de dades entre la font d'àudio/vídeo i el destinatari o destinataris. Finalment, veurem quin protocol s'ajusta a cada tècnica de difusió anterior.

1) Requisits generals de la xarxa IPTV

Ha de complir els requisits següents:

- Ha d'assegurar un flux de recepció de dades entre 1,5 i 20 Mbps, això és, des d'una senzilla connexió d'Internet fins a la suma de diversos serveis simultanis (connexió a Internet + descàrrega de material HD + dades).

- La infraestructura de xarxa ha de ser escalable i robusta per a donar servei constant a un nombre creixent de clients cada vegada amb més necessitats.

- Els requisits d'amplada de banda mínima i màxima entre els receptors dels clients i el commutador principal (*switch*) s'han d'estimar correctament i complir en totes les situacions en funció de la petició específica de dades que faci l'usuari.

- Els elements de la xarxa IPTV han de ser sensibles a la qualitat de servei (QoS) per a assegurar que les dades d'alta prioritat es lliuren abans que les de baixa (per exemple, veu abans que vídeo, vídeo abans que dades, etc.).

- Ha de ser una infraestructura de pèrdua mínima de paquets, és a dir, que es perdin a causa que cau el node que els transporta, o que siguin rebutjats pel mateix receptor perquè han arribat desordenats (el camí ha canviat enmig de la transmissió) i ja és tard per a presentar-los.

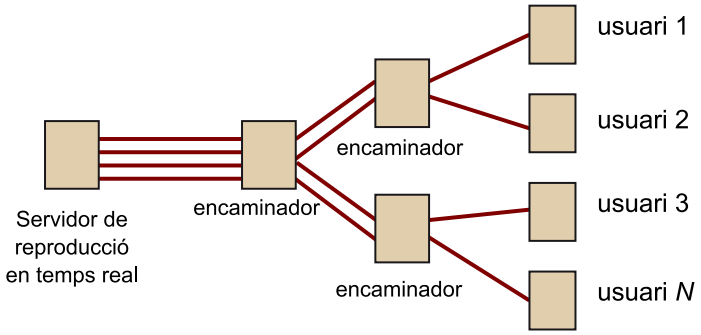
- Ha de reduir el retard de la transmissió de les dades al mínim possible, i una vegada reduït, mantenir-lo en un valor més o menys estable.

2) Tècniques de difusió

En les xarxes IP hi ha tres tècniques per a la difusió de la informació:

a) Unidestinació (*unicast*): l'enviament d'un punt a un altre en una xarxa es denomina *unidestinació*. El mecanisme habitualment utilitzat per totes les aplicacions té un nombre *N* màxim d'usuaris limitat, ja que la connexió del servidor de reproducció en temps real (*streaming*) al seu encaminador (*router*) ha de suportar la suma dels diferents fluxos de dades simultanis.

Il·lustració 4. *N* usuaris visualitzen simultàniament una pel·lícula diferent cadascun

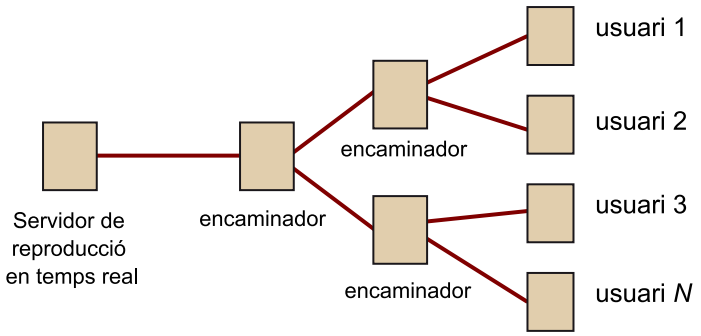


En unidestinació el servidor ha d'enviar el flux específic per a cada usuari.

En les xarxes IPTV, en el cas de la petició d'un **material pregravat** (per exemple, una pel·lícula), la transmissió es fa exclusivament des del servidor de VoD fins al client, per la qual cosa l'opció triada és sempre **unidestinació**.

b) Multidestinació (*multicast*): l'enviament de la informació a múltiples destinacions simultàniament amb l'ajuda d'encaminadors preparats que, si estan enviant el flux a un usuari, en rebre una altra petició dupliquen les dades del flux. El servidor queda molt més descarregat, però obliga a tenir encaminadors capacitats per a aquest protocol.

Il·lustració 5



En multidestinació, el servidor envia inicialment un flux al primer usuari. Els altres reben el seu per mitjà de reenviaments dels encaminadors, que s'adonen que tenen més d'un usuari amb la mateixa petició.

En les xarxes IPTV, en el cas d'una **emissió en directe**, en canvi, el mecanisme de transmissió és sempre **multidestinació**.

c) Difusió (*broadcast*): l'enviament a tots els nodes en una xarxa es denomina *difusió àmplia*. Lògicament aplicable només en contextos reduïts, per exemple, per al descobriment de recursos en una xarxa local (LAN), mai per a xarxes IPTV.

La tècnica de multidestinació és de descripció fàcil i d'implementació complicada. La multidestinació ha d'usar l'estratègia més eficient per a l'enviament dels missatges sobre cada usuari de la xarxa (amb la finalitat de disminuir el consum d'amplada de banda), utilitzant cada enllaç com a màxim una vegada perquè cada paquet sigui difós i creant còpies en els encaminadors quan els enllaços en les destinacions es divideixen. Habitualment això s'aconsegueix mitjançant la utilització d'**arbres de cobriment**, i sorgeix un protocol per a mantenir aquest arbre a través dels encaminadors.

Des del punt de vista de l'emissor i els receptors el procés és senzill: l'emissor envia la informació una sola vegada a una adreça IP especial (de manera idèntica a una difusió unidestinació); els receptors se subscriuen al grup de multidestinació associat a aquesta IP especial i reben una còpia de tot el que ha enviat l'emissor. Per tant, abans de l'enviament de la informació en multidifusió, s'han d'establir una sèrie de paràmetres.

Per a poder rebre-la, és necessari establir el que es denomina *grup multidestinació*. En IPv4 les IP especials pertanyen al rang 224.0.0.0 a 239.255.255.255 i el protocol utilitzat per a manejar i associar els grups de multidestinació es diu *Internet group management protocol* (IGMP).

Depenent de la informació es tria el mecanisme ideal per a la difusió. En IPTV, la transmissió de **canals en directe** habitualment es fa mitjançant multidestinació, ja que s'espera que siguin observats per una audiència nombrosa (l'enviament individual a cada espectador –unidestinació– redundaria en un dimensionament inadmissible de la xarxa).

En canvi, el **video sota demanda (VoD)** en xarxes IPTV per naturalesa és punt a punt i, per tant, se sol utilitzar unidestinació. Però això no és una regla, fins i tot en el context d'IPTV, per exemple:

- Hi ha tècniques per a reduir el temps de zàping entre els canals en viu (enviats per multidestinació) que impliquen l'enviament unidestinació d'una ràfega inicial de gran amplada de banda per a omplir ràpidament la memòria intermèdia (*buffer*) del receptor i reproduir ràpidament després del canvi de canal.

- D'altra banda, en el cas de VoD, quan un contingut és molt sol·licitat sota demanda aquest pot ser reproduït en forma de nVoD (***near VoD***), que implica l'enviament per multidestinació i una espera inicial d'alguns minuts pel client tot esperant la propera transmissió multidestinació. Una tècnica una mica més sofisticada implica l'enviament d'una bona porció del VoD

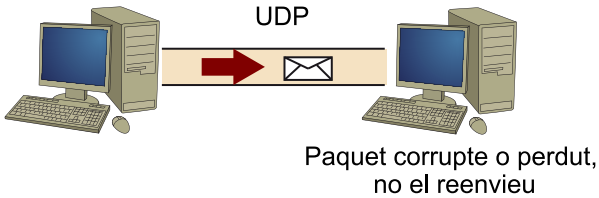
per unidestinació i l'emmagatzematge en memòria de la transmissió multidestinació antiga més propera en el temps. Això evita l'espera inicial del sistema nVoD però exigeix als receptors posseir un espai de memòria molt més gran per a emmagatzemar. Aquest tipus de mecanisme mixt encara s'ha d'investigar més.

3) Protocols de reproducció en temps real: UDP, RTP i RTSP

Per a una emissió multidestinació d'un esdeveniment en directe, el protocol de xarxa utilitzat ha de ser àgil i senzill, potser poc segur sense possibilitat de recuperar els paquets perduts.

a) Un primer exemple és el senzill **UDP**, protocol lleuger que no dóna garantia sobre la pèrdua de paquets ni la recepció per duplicat de paquets. Només té mecanismes de comprovació de dades, i si cal gestionar els errors en la transmissió s'haurà de fer en el costat del destinatari (en l'aplicació que els rebi). És el primer protocol de transport que hi va haver per a reproducció en temps real de vídeo i àudio.

Il·lustració 6



En UDP una pèrdua, error o duplicació de paquet no genera cap petició de reenviament per part del destinatari.

La raó per la qual s'utilitza aquest protocol és que consumeix pocs bits del total de bits de dades i és ràpid a inicialitzar-se (ja que no fa gaire gestió).

Certament és menys segur que altres, però en reproducció en temps real es considera inútil una retransmissió de la informació demanada, ja que aquesta arribaria a destemps (la reproducció en temps real presenta restriccions de temps real).

No obstant això, la senzillesa d'aquest protocol l'incapacita per a poder-lo utilitzar en unidestinació, en què l'usuari ha de tenir control sobre el flux per a controlar-lo. Els protocols de xarxa dissenyats dissenyats específicament per a això, coneguts com a **protocols de temps real**, intenten assegurar l'enviament de fluxos de dades amb una cadència assegurada, tal com necessita el material audiovisual, i han substituït UDP en aquestes tasques. Dels diversos que n'hi ha ens centrarem en tres: RTP, RTCP i RTSP

b) RTP (*real-time transport protocol*)

És un protocol de transport desenvolupat per a reproducció en temps real, usualment muntat sobre UDP. El transport d'RTP sobre TCP també es troba definit, però no obstant això és menys utilitzat, perquè presenta una **latència** (retard) i **sobrecàrrega** (la proporció entre bits de control i bits d'informació és gran i redueix el cabal efectiu de la transmissió) més grans que UDP (cosa que és un desavantatge per a aplicacions de temps real). Lamentablement, RTP no disposa d'informació de sincronització, ni de mecanismes per a la recuperació d'errors natius.

Quan es fa una transmissió **multidestinació** d'esdeveniments en directe en una xarxa IPTV és habitual fer-la en un protocol de transport lleuger com RTP i en menys mesura amb UDP.

c) RTCP (*real time transport control protocol*)

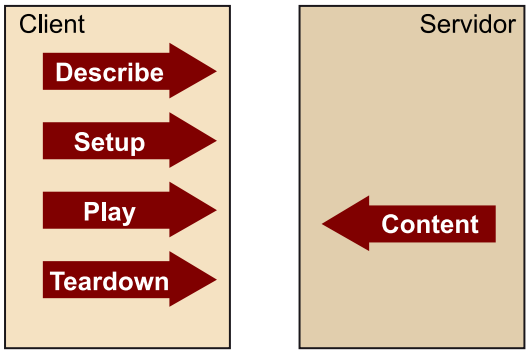
És usat en conjunció amb RTP per a la recepció d'informes estadístics. Permet, per exemple, la detecció d'errors en l'arbre de distribució de clients multidestinació, del nombre de paquets perduts i estadístiques de fluctuacions del senyal (*jitter*). No és habitual utilitzar-lo en IPTV.

d) RTSP (*real-time streaming protocol*)

Fa control sobre dades multimèdia de temps real, i dóna la possibilitat d'interactivitat amb el reproductor, de manera similar a un vídeo reproductor domèstic. L'RTSP permet reproduir, aturar, avançar i més, com si fos un equip DVD. També pot reaccionar a congestions en la xarxa i reduir l'amplada de banda. És el company perfecte per a unidestinació en les xarxes IPTV.

Quan es fa una transmissió **unidestinació** de material pregravat en una xarxa IPTV des del servidor de VOD fins al client, aquesta es recolza en el protocol **RTSP**.

Il·lustració 7. Les ordres bàsiques d'RTSP entre client i servidor VOD



Les ordres estandarditzades en RTSP són:

- ***Describe***: amb aquesta ordre es rep una descripció del recurs, una llista dels fluxos necessaris.

- ***Setup***: s'indiquen els paràmetres de configuració del flux.

- ***Play***: fa la reproducció del flux especificat.

- ***Pause***: deté la reproducció del flux indicat, reiniciable amb un *Play*.

- ***Teardown***: deté i allibera els recursos utilitzats, finalitza el flux.

- ***Content***: el servidor n'indica el contingut i l'estat.

L'RTSP va ser inspirat en el protocol Web (HTTP 1.1), però amb la millora que es pot mantenir l'estat de la connexió (HTTP no manté estat) i que tots dos (client i servidor) poden donar ordres. RTSP suporta RTP com a protocol de transport.

Una de les seves utilitats és brindar una manera inicial d'escollir el canal de distribució òptim envers el client. Per exemple, alguns clients poden tenir filtrats en el seu tallafoc els paquets UDP, per la qual cosa el servidor de reproducció en temps real hauria de proveir la possibilitat d'escollir entre diferents protocols de transport com UDP o TCP o UDP multidestinació.

3. Problemes en les xarxes IPTV

Primer vegem els problemes habituals de les xarxes IPTV heretats de la seva naturalesa IP, i definirem dues mesures de qualitat que mostren la importància de tals problemes: la QoD i la QoE, i a continuació descriurem alguns problemes més específics de les xarxes IPTV.

3.1. Mesures de qualitat: QoS (qualitat de servei)

Els serveis de vídeo, veu i dades que circulen per una xarxa IPTV són bàsicament serveis de dades, ja que tots són digitals, però no per això tenen la mateixa prioritat de tracte en el moment que la xarxa està congestionada. Per exemple, el servei de veu és molt sensible a les variacions de retard, i es fa inintel·ligible si aquest va variant, per la qual cosa la xarxa hauria de preveure aquest fet i, si tot i així ocorre, minimitzar-lo al més aviat possible.

La solució immediata seria sobredimensionar la xarxa perquè sempre hi hagués un excés d'amplada de banda, un retard mínim i una qualitat tal que la probabilitat d'error per bit fos mínima, però aquesta solució és inviable econòmicament.

> Sempre hi ha un compromís entre la sobredimensió de la xarxa i la seva saturació. Una xarxa sempre saturada obliga a noves inversions per a sobredimensionar-la, i aquestes inversions obliguen a augmentar els ingressos per a compensar-los, i facilitar l'augment de clients i, per tant, del trànsit.

En la realitat es defineix un conjunt de mecanismes que reserven recursos de la xarxa perquè qualsevol d'aquests serveis arribi al destinatari mantenint un **nivell de qualitat contractat**, i aquest conjunt es denomina *qualitat de servei* (QoS, *quality of service*). Per exemple, la possibilitat d'assignar prioritats a un servei respecte a un altre en situacions de congestió, de commutar rutes amb menys pèrdues de paquets, etc. Aquests mecanismes de QoS són necessaris en qualsevol xarxa, però són imprescindibles si es presten serveis en temps real com àudio i vídeo.

Contracte SLA

La qualitat del servei es paga en funció dels requisits que imposi el client. Com més qualitat, més cost. Aquest contracte es denomina *SLA* (*service level agreement*).

Hi ha tota una branca de l'enginyeria dedicada a l'estudi del trànsit, que busca models matemàtics que el representin per a trobar així mecanismes de gestió òptima de la xarxa. Alguns dels conceptes que abraça la **qualitat de servei** són:

a) Pèrdua de paquets: si cau un node o encaminador de la xarxa quan la seva memòria intermèdia està plena de paquets que han arribat i encara no ha reenviat a la seva destinació. En aquesta situació és possible la pèrdua definitiva d'alguns o tots els paquets, per la qual cosa serà l'aplicació del client la que haurà de manejar la situació (és a dir, ser capaç de detectar quins s'han perdut i tornar-los a demanar, o bé descartar-los definitivament i continuar la recepció dels següents).

Activitat

Activitat 1. Si en una conversa de veu es perden alguns segons, hauria de fer alguna operació l'aplicació receptora? Penseu en l'Skype.

Activitat 2. Si és una transmissió de futbol, hauria de fer alguna operació? Penseu en el cas de la TV per Internet i en el cas de lloguer d'una pel·lícula VoD.

Activitat 3. I si és la descàrrega d'un document Word?

b) Retard: el camí d'origen a destinació representa sempre un temps de viatge que a ulls del destinatari és un retard. Dessestimant el temps de transport per la fibra o el cable, cada encaminador detecta i emmagatzema les dades, llegeix la capçalera dels paquets per a conèixer-ne la destinació i els reenvia, i això implica un temps.

Activitat

Activitat 4. Com afecta el retard a una VoD?

Activitat 5. I en una conversa telefònica?

Activitat 6. I en la recepció del document Word?

c) Fluctuació: igual que les xarxes IP, en IPTV el camí entre encaminadors pot canviar sense avís enmig d'una transmissió a causa de saturació en algun segment, cosa que fa variar constantment el retard de les dades.

Activitat

Activitat 7. Els efectes de la fluctuació poden ser minimitzats en alguns casos afegint memòria intermèdia en els equips o aplicacions receptores. Seria necessari en una VoD?

Activitat 8. I en una conversa telefònica?

Activitat 9. I en la recepció del document Word?

d) Amplada de banda garantida: si no s'assegura una amplada de banda específica segons el servei demanat pel client, les dades no arribaran de manera més o menys uniforme al receptor, sinó en ràfegues intenses, la qual cosa generarà problemes de saturació de recepció i de capacitat d'emmagatzematge en l'equip receptor.

Activitat

Activitat 10. En quin o quins dels tres serveis pot ser més greu aquest problema?

e) Desordre de paquets en recepció: ja que els camins que segueixen els paquets poden ser canviants, en alguns casos arriben desordenats al receptor. Depenent del tipus de servei, el receptor els ha d'ordenar abans de lliurar-los al client o bé descartar aquells que han arribat tard.

Activitat

Activitat 11. Reflexioneu sobre l'efecte del desordre en els tres casos comentats. Si descarta, quin efecte tindria en el producte lliurat en cada cas?

f) Errors: certament sempre hi ha una probabilitat d'error sobre cada bit que circula per la xarxa. Els paquets ja es creen de manera que es puguin recuperar completament de l'error en un o alguns bits (suma de comprovació, Reed Solomon, FEC) sense necessitat de tornar a demanar-los al remitent, però fins i tot així el paquet pot arribar corrupte, i es generen problemes en la qualitat de la recepció.

3.2. Mesures de qualitat: QoE (qualitat d'experiència)

Algunes situacions amb una baixa QoS, curiosament, no generen a ulls de l'usuari receptor un problema molt visible, és a dir, no tots els errors tenen la mateixa importància per al destinatari; i a l'inrevés: problemes de poc pes impacten desagradablement.

Per això hi ha un segon paràmetre, la **QoE** (qualitat d'experiència de l'usuari), que no és empíric sinó subjectiu i que avalua el grau de satisfacció de l'usuari. I aquest és usualment igual d'important que el QoS.

Per a la valoració del QoE, es prenen en compte diferents consideracions:

- El subscriptor està consumint més o menys amplada de banda que l'assignada.
- Els serveis que rep compleixen el promès o no (per exemple, la guia electrònica de programes anuncia els continguts de la manera adequada).
- La realitat i expectatives del subscriptor (el cinèfil i la qualitat d'imatge, el melòman i la qualitat d'àudio, etc.).

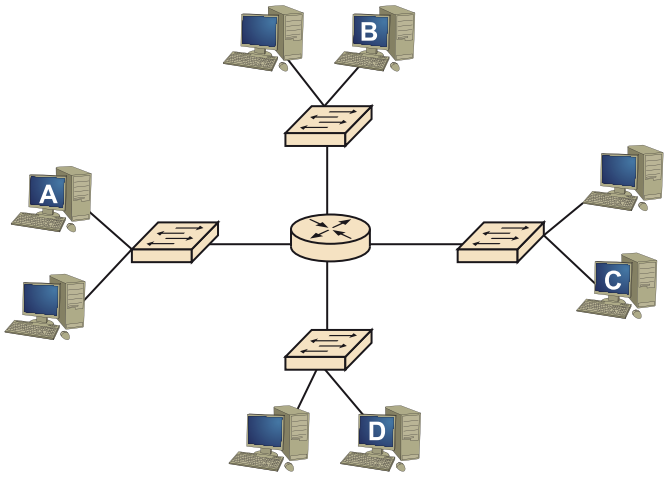
És tal la seva importància que hi ha mètodes sistemàtics, alguns de molt sofisticats.

Així, el mètode MOS és presentar una sèrie de productes (p. ex. vídeos) i demanar que un grup seleccionat d'usuaris els valorin; el mètode MDI possibilita mesurar qualitat d'experiència en els serveis VoD i VoIP directament sobre la xarxa, i altres mètodes de propietat posseeixen les seves pròpies mètriques per a QoE.

3.3. Associats a la multidestinació: la inundació de dades

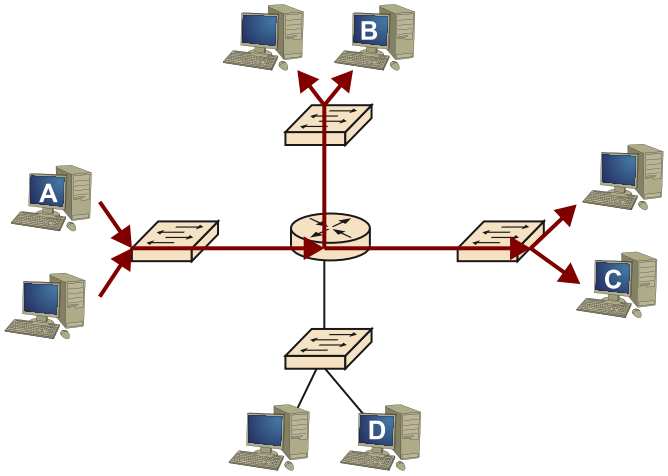
El problema és el següent: usualment, quan un dispositiu genera trànsit multidestinació, les seves trames a escala d'enllaç (és a dir, nivell 2) es reenvien a totes les interfícies del grup, i es crea un trànsit excessiu innecessari (inundació o *flooding*) en dispositius que són aliens a aquesta multidestinació. Il·lustrem-ho amb un exemple. Sigui una xarxa amb quatre commutadors i un encaminador que els connecta entre si:

Il·lustració 8. Una xarxa amb un encaminador i quatre commutadors



L'ordinador A envia un trànsit multidestinació als ordinadors B i C, que estan en el seu mateix grup. L'encaminador central fa correctament la seva funció i reenvia el trànsit multidestinació només als segments en què se situen els destinataris, però els commutadors reenvien innecessàriament el trànsit a tots els membres del seu segment:

Il·lustració 9. La multidestinació satura bona part de la xarxa



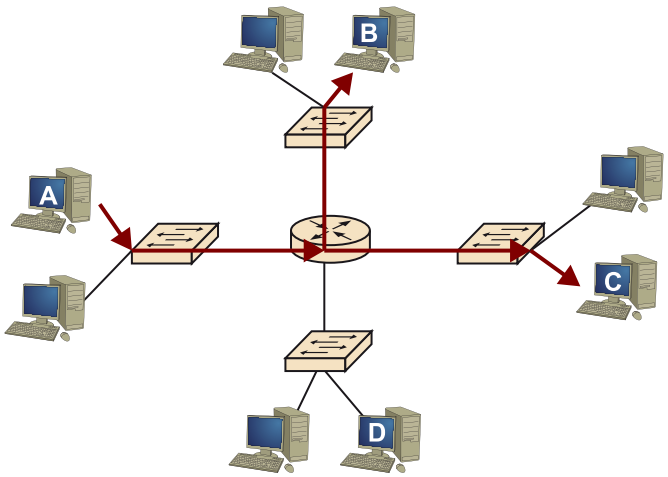
Com més gran és la xarxa, l'efecte de la inundació és més gran.

Com que els encaminadors són capaços de gestionar el trànsit difusió i multidestinació amb eficiència, ja que poden segmentar les xarxes i reenviar el trànsit de paquets només als ordinadors destinació interessats en aquest, per

què no podem habilitar els commutadors perquè facin una operació similar a escala d'enllaç amb les trames? Per a això, el commutador ha de ser capaç d'obrir la trama i llegir la capçalera del paquet de nivell de xarxa, és a dir, ha de tenir habilitat l'IGMP snooping.

En aquest cas, els commutadors només reenviaran el trànsit als destinataris específics de cada segment, sense inundar els seus ordinadors companys de segment:

Il·lustració 10. La multidestinació de l'ordinador A arriba exclusivament a qui ho ha demanat, els ordinadors B i C



Els encaminadors i els commutadors de la xarxa han de suportar *IP multicast snooping* per a reduir l'impacte dels fluxos multidestinació a la xarxa, per la qual cosa és imperatiu utilitzar IGMP en una xarxa IPTV i que tots els equips que la formin siguin compatibles amb aquest mode.

En resum, la gestió del cas multidestinació per a emissions en directe s'ha de fer afegint un protocol a escala d'enllaç (nivell 2) denominat *IGMP* (*Internet group management protocol*).

És un senzill mecanisme mitjançant el qual es pot reduir considerablement el trànsit de reproducció en temps real i d'altres aplicacions multidestinació que consumeixen gran quantitat d'amplada de banda i que generen un efecte de saturació de dades conegut com a *inundació*.

Observació

Per cert, usualment els commutadors amb aquesta capacitat vénen de fàbrica amb l'opció desactivada (*IGMP disabled*).

3.4. Associats a l'ús del mecanisme *IGMP snooping*

Tot avantatge té la seva contra. Un canvi de canal en el receptor del client no és una tasca evident: ha de comunicar la seva baixa de la llista de recepció multidestinació del canal anterior i l'alta en l'actual mitjançant IGMP al commu-

tador de la xarxa IPTV, cosa que representa una espera de temps (finita, però no nul·la). A més, cal afegir el retard propi de la xarxa. En total, commutar el canal pot arribar a ser d'un a tres segons d'imatge congelada.

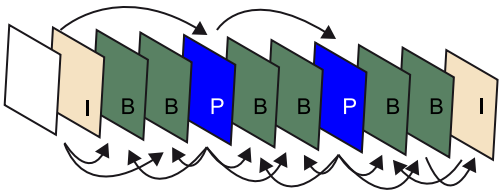
3.5. Associats a la compressió del vídeo

Tal com s'ha comentat en l'apartat de codificació, es tendeix a utilitzar cada vegada més l'estàndard H.264 enfront del clàssic MPEG-2. No obstant això, H.264 és més sensible als errors de la xarxa.

Tant l'un com l'altre analitzen el vídeo quadre a quadre i calculen les diferències existents entre un quadre, el seu antecessor i el seu posterior. Habitualment les diferències són mínimes, de manera que el que es transmet és un quadre (degudament comprimit) i les diferències. Així, el receptor rep el quadre, el descomprimeix i mitjançant una senzilla addició recupera el quadre anterior i posterior. En realitat el procés és més complex, i s'indiquen una sèrie de quadres referència (denominats *quadres I*) que es comprimeixen amb poques pèrdues, altres quadres (denominats *P*) que depenen dels anteriors i finalment un gran volum de quadres B que es calculen com a diferències entre els I i P.

Tot el paquet de quadres que formen un conjunt i que en arribar al receptor es poden reconstruir sense més ajuda es denomina **GOP** (*grup d'imatges*).

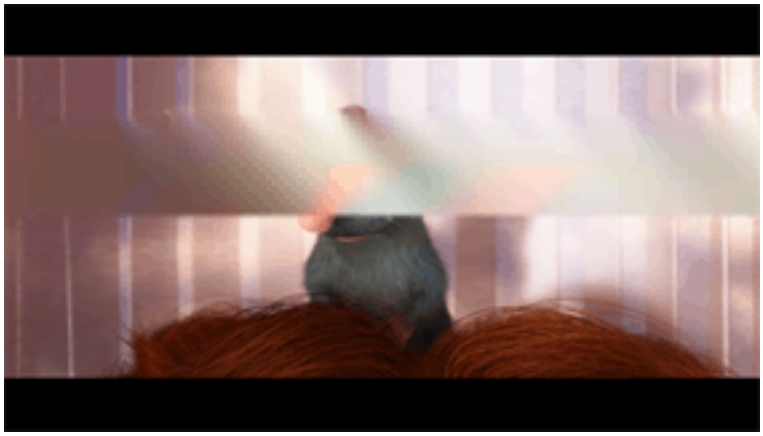
Il·lustració 11. Un GOP de 10 imatges



En MPEG-2 és habitual fragmentar una seqüència de vídeo en GOP de 12 a 18 quadres, amb la qual cosa una pèrdua de paquets implica la corrupció de part d'aquest grup. No obstant això, en H.264 el GOP pot arribar a ser de fins a 300 quadres.

Petits errors de transmissió que afectin quadres de tipus P o B es visualitzen com a blocs o fins i tot bandes completes de pèrdua d'imatge en algun fotograma.

Il·lustració 12. Fotograma de vídeo en H.264 que forma part d'un GOP parcialment erroni



No obstant això, si l'error de transmissió afecta un fotograma de tipus I, es propaga per tot el GOP i el vídeo queda congelat i presenta imatges amb blocs durant uns segons fins que arribi el GOP següent al receptor.

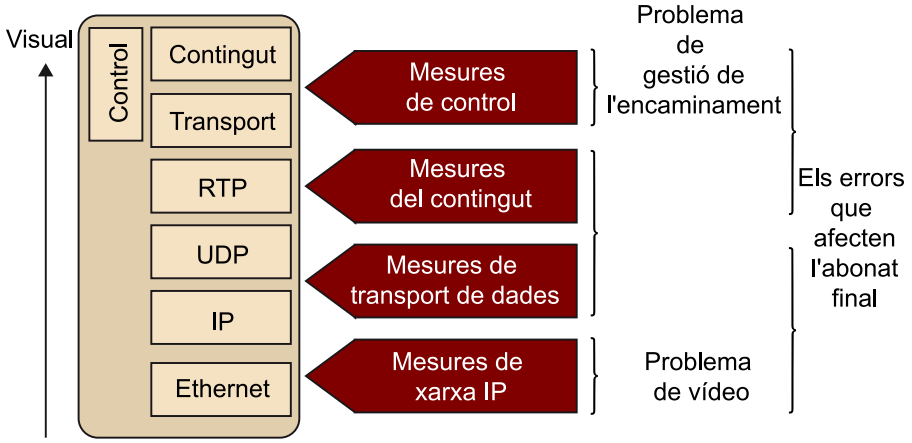
Il·lustració 13. Si l'error afecta un fotograma de tipus I

En aquest cas, suposant una reproducció de 25 imatges/segon, un error d'aquest tipus en MPEG-2 representa una mica més de mig segon de vídeo perdut o alterat, mentre que en H.264 pot arribar a ser de 12 segons, inacceptable per a un servei de pagament com és IPTV de qualitat assegurada.

3.6. Associats al nivell físic de xarxa i a la pila de protocols

El gràfic següent presenta a l'esquerra el model bàsic d'una xarxa IPTV seguint l'exemple clàssic per capes, i a la dreta els tipus de mesures que es poden fer aproximadament en cada nivell per a detectar problemes, els quals s'indiquen a la dreta juntament amb els afectats en cada cas.

Il·lustració 14. Tipus i nivells de problemes en IPTV



Així, els errors físics en la capa més baixa són els propis de la xarxa, que afecten l'operador, ja que indiquen problemes en la infraestructura, i són poc visibles per a l'usuari final en haver-hi mecanismes que compensen o resolen en tant que sigui possible aquests problemes. La QoS és la que queda afectada en aquests casos.

Com més cap amunt progressem, els errors provenen de problemes en els protocols i el seu origen és més difús, ja sigui de la part física de la xarxa o, per exemple, de la codificació del vídeo. Tant l'operador com l'abonat són afectats i l'error és cada vegada més visible a l'abonat.

En les capes superiors els problemes són clarament visibles i l'abonat és el principal damnificat, i això afecta directament el QoE. L'origen de tals errors principalment és el contingut o la gestió del control del contingut.

4. IPTV actualment

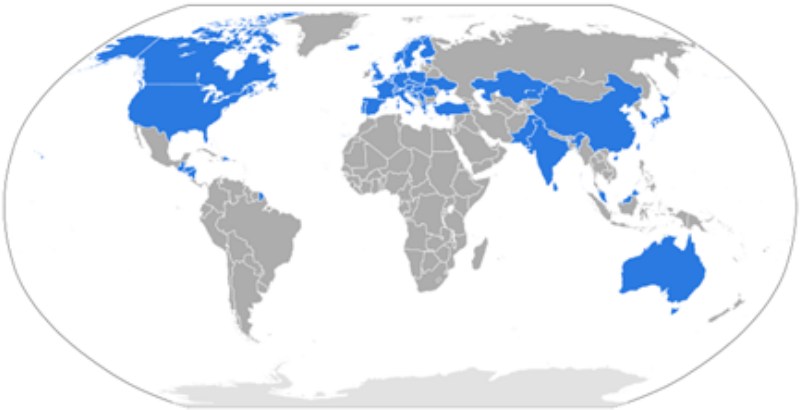
4.1. IPTV a Espanya

Com a líder d'IPTV a Espanya actualment hi ha **Imagenio** de Movistar, servei que es va iniciar el 2000 a Alacant, Madrid i Barcelona i que ara s'ha estès a tota la geografia nacional. Inicialment reservat per a la seva xarxa de fibra i cable, Telefónica va canviar la seva tàctica de suport sense fissures a la fibra quan l'ADSL va créixer exponencialment a partir del 2000, i ofereix Imagenio també sobre aquest tipus de connexió de banda ampla.

Jazztel va ser la primera a respondre amb la seva pròpia oferta d'IPTV el desembre del 2005, denominada **Jazztelia TV**, inicialment a Saragossa, i es va estendre progressivament. **Wanadoo TV** (ara Orange TV), **Ono TV**, etc., van seguir la senda. No obstant això, Ya.com va iniciar el seu camí en IPTV quan encara pertanyia a T-Online, filial de Deutsche Telekom, basant-la en la plataforma Microsoft TV i oferint un descodificador amb disc dur intern, però va abandonar en ser adquirida per France Telecom.

Totes tenen **oferta *triple play***, fins i tot algunes afegeixen ofertes comercials indirectes als serveis de telefonia mòbil.

Il·lustració 15. IPTV al món (Wikipedia, 2010)



4.2. IPTV al món

L'empresa pionera en IPTV va ser **Kingston Interactive TV** (Gran Bretanya) a la fi de 1999, encara que va abandonar el 2006. A França, France Telecom va llançar el seu primer servei IPTV el 2003. Deutsche Telecom va fer el mateix

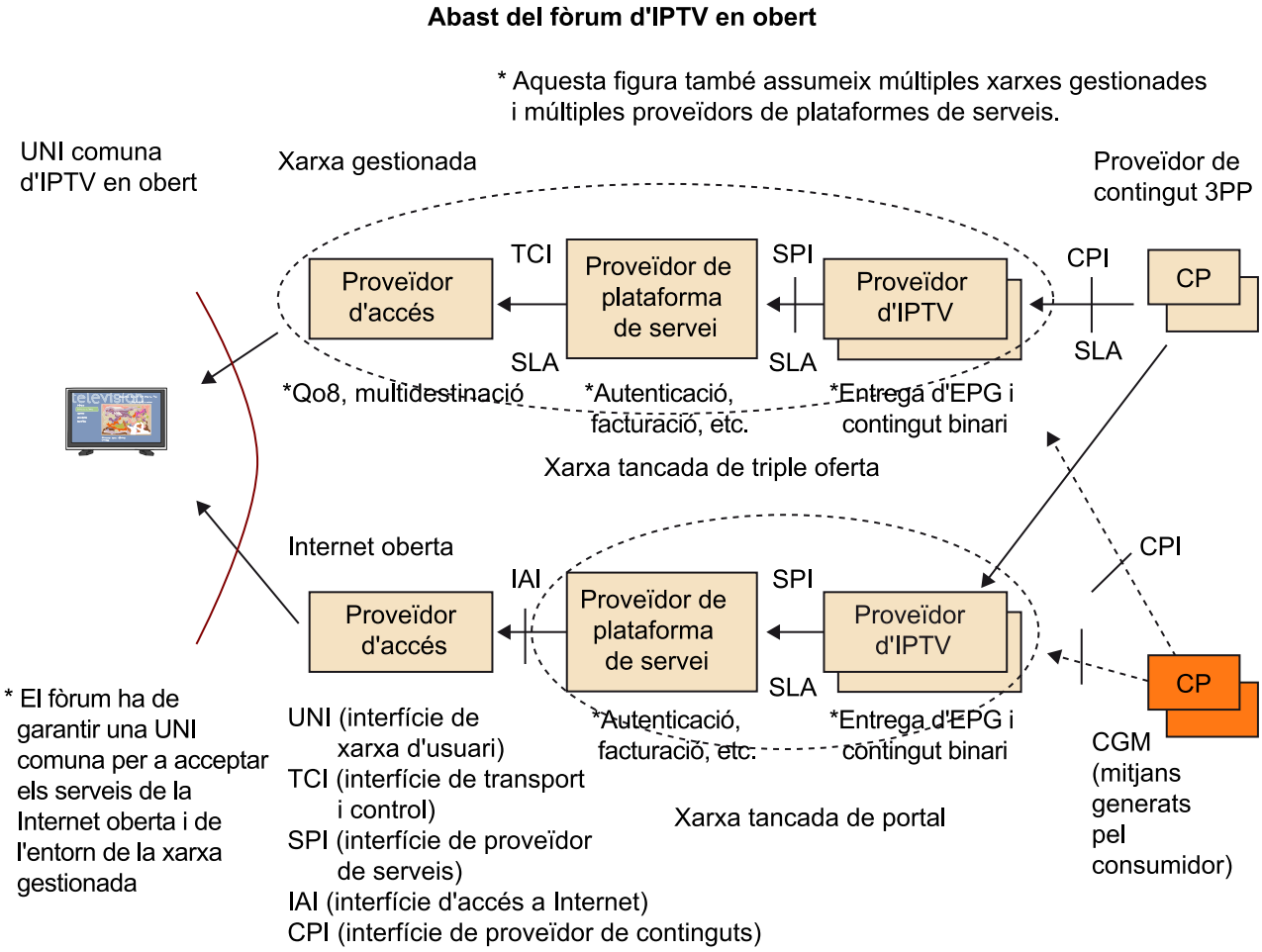
a Alemanya el 2004, i Fastweb a Itàlia. **Verizon** i **Bellsouth** als Estats Units són els líders actualment, i hi ha xarxes IPTV al Canadà i Austràlia, la Xina i l'Índia, alguns països sud-americans, etc.

4.3. Normativa en IPTV

Des de 2007 l'**OpenTV Forum** (http://www.oipf.tv) desenvolupa les especificacions que normalitzen la interoperabilitat d'equips i plataformes IPTV de qualsevol operador. És un fòrum constituït per empreses capdavanteres de tecnologia (Sony, Toshiba, Panasonic, Motorola, Sharp, Samsung, Huawei, Ericsson, Dolby, DTS, Intel, Nagra, Alcatel Lucent, etc.), emissors (BBC, Astra, etc.) i proveïdors de comunicacions (Movistar, Deutsche Telekom, France Telecom, TeliaSonera, etc.). Actualment ja ha publicat la versió 2.0 de la seva especificació oberta per a plataformes IPTV.

Il·lustració 16. Logotip d'OpenTV

Il·lustració 17. Esquema de l'especificació OpenTV per a una plataforma IPTV des del proveïdor de servei fins al client final



També la Unió Internacional de Telecomunicacions (ITU) dóna suport des de 2007 a la Global Standards Initiative (**IPTV-GSI**), que busca estandarditzar l'arquitectura, el QoS, la seguretat, els receptors i les aplicacions multimèdia

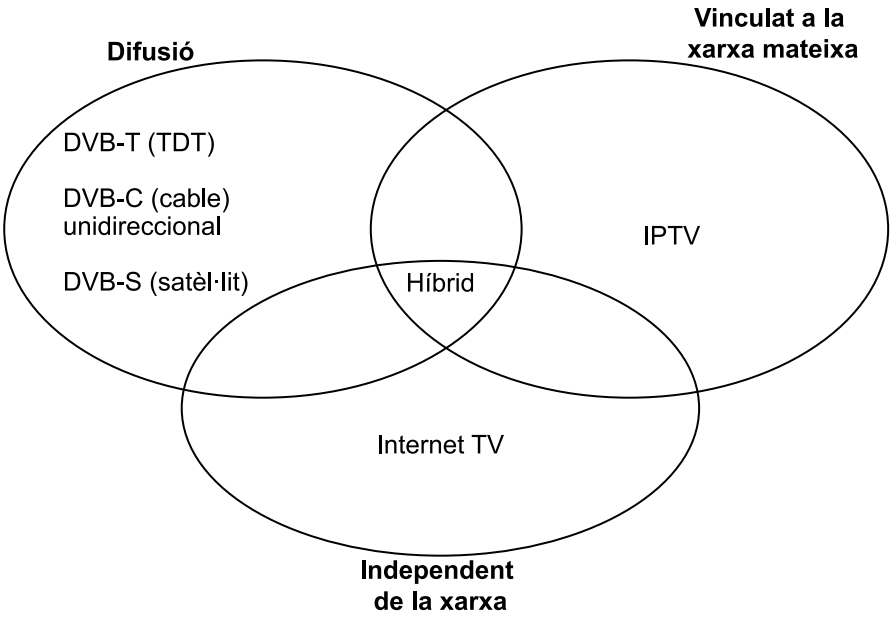
en un model denominat *NGN* (*next generation network*), que reduiria els costos i promocionaria la innovació assegurant un nivell i qualitat de servei constant i també la interoperabilitat de les plataformes IPTV.

Altres grups són ATIS IFF (IPTV Interoperability Forum, http://www.atis.org/iif/) i ETSI TISPAN (Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking, http://www.etsi.org/tispan/).

4.4. IPTV híbrida

Un tipus especial d'IPTV és la IPTV híbrida, que bàsicament és combinar el servei tradicional de televisió digital (ja sigui terrestre, per cable o per satèl·lit) amb una xarxa IPTV, de manera que a la recepció tradicional unidireccional s'hi afegeixen una sèrie de serveis interactius i continguts oferts per la xarxa IPTV. El receptor de l'usuari, evidentment, ha de ser compatible amb tots dos sistemes, és a dir, és un receptor IPTV compatible, per exemple, amb la TDT.

Il·lustració 18. Ubicació de la IPTV híbrida

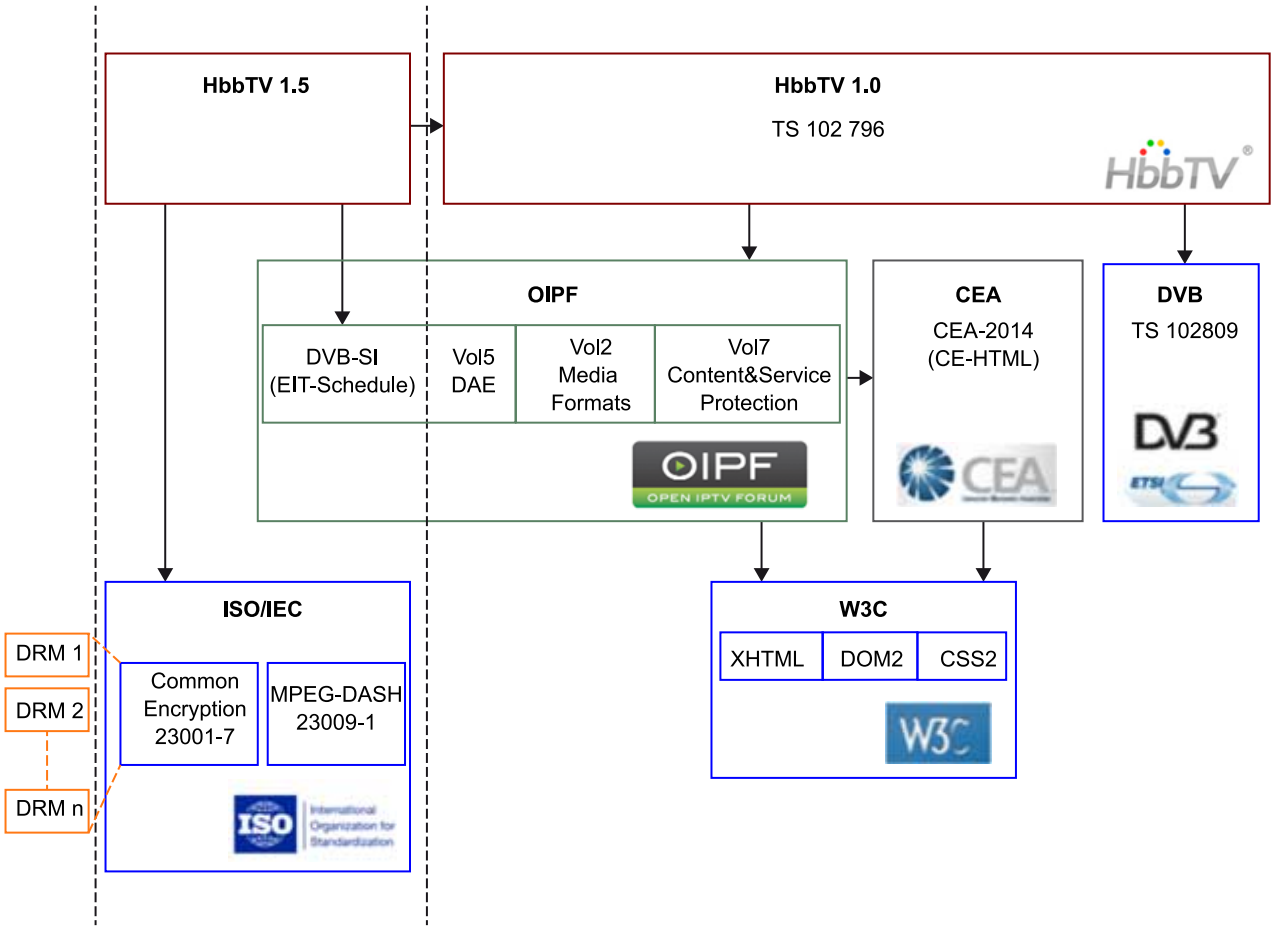


La primera plataforma híbrida al món va ser de Telefónica (2005) i integrada en el seu servei IPTV clàssic Imagenio. No obstant això, fins fa poc no hi ha hagut un estàndard d'IPTV híbrid que faciliti i abarateixi la comercialització i desenvolupament dels serveis i receptors d'aquest sistema per a accelerar-ne la implantació.

L'estàndard **HbbTV** (TV híbrida de difusió i banda ampla) és una iniciativa europea, oberta i neutral, de 2010, que combina els serveis de la TDT amb els habituals d'Internet (http://www.hbbtv.org/). Amb els receptors actuals HbbTV en comercialització el consumidor pot accedir als proveïdors de continguts i serveis, que usualment són les mateixes empreses de difusió o d'altres de creació recent: vídeo sota demanda (VoD), publicitat interactiva, personalització, vot electrònic, jocs en línia associats al programa en emissió, guia electrònica ràpida de programació, etc.

Que es pugui classificar HbbTV com un tipus d'IPTV és discutible, ja que no hi ha cap vinculació fins ara entre els continguts per visualitzar amb l'operador i amo de la xarxa IP de banda ampla amb què es connecta l'equip, almenys en l'horitzó a curt termini. La relació entre HbbTV i IPTV ara com ara és sobretot d'estàndards i de tecnologia, ja que s'ha basat en bona mesura en previs ja existents i provats com l'Open IPTV Forum, tal com es veu en el gràfic de blocs següent, que presenta a grans trets l'estàndard:

Il·lustració 19. Visió global de l'especificació 1.0 d'HbbTV amb l'extensió 1.5 (2012)



Així, utilitza l'estàndard MPEG DASH per a fer reproducció en temps real (una reproducció en temps real més avançada que la que hem vist en aquest mòdul, denominada *reproducció en temps real adaptativa*); els llenguatges XHTML, CSS2, el model d'*object document* DOM2 per a interactuar amb objectes HTML, XHTML i XML, XML per a la gestió de la interfície gràfica i la comunicació entre l'emissora de TV i receptor, i entre el receptor i els servidors de continguts; protegeix els continguts mitjançant un estàndard de xifratge universal, etc.

Si bé en general les xarxes IPTV híbrides amplien les capacitats de la TV digital, i actualitzen així aquest servei que aviat tindrà 100 anys de vida, els detractors apunten al fet que Internet ofereix actualment molta més flexibilitat i oferta que la que pugui donar ara o en el futur aquest sistema. Un altre obstacle és que ara com ara és un servei OTT (*over the top*), és a dir, que no compta amb el proveïdor de la xarxa que possibilita la transmissió de serveis i dades entre l'usuari i els servidors indicats per la cadena de TV sintonitzada en aquest moment, per la qual cosa no se'n beneficiarà, cosa sens dubte resolta completament en un model tancat com el d'IPTV.

Activitat

Activitat 12. Sigui una plataforma digital de TV que emet via satèl·lit. Es converteix en una xarxa IPTV híbrida quan els seus abonats poden utilitzar un receptor satèl·lit que a més posseeix connexió a Internet i sobre la qual poden fer VoD, EPG, etc.?

Resum

Les xarxes IPTV neixen en el moment en què la maduresa dels sistemes de codificació d'àudio i vídeo possibilita oferir aquests serveis amb baixes amplades de banda, i en el qual la infraestructura que ho possibilita és econòmicament viable i amb capacitat de creixement ordenat segons demanda. La integració digital de serveis és el nucli del seu negoci, basat en el *triple play* i en la capacitat de mantenir nivells de qualitat de servei elevats tant empíricament com des del punt de vista de l'experiència del consumidor.

La seva estructura i gestió és tancada, i s'entén com una resposta dels grans operadors de telefonia a l'anòmala posició d'arraconament que han viscut en el negoci de la compravenda de serveis i productes per Internet, malgrat que són els qui ofereixen l'accés a la Xarxa i es comprometen a costoses inversions per a la millora contínua.

Els seus mecanismes interns de transmissió es basen en la reproducció en temps real unidestinació i multidestinació segons la font d'informació, i es recolza en protocols de temps real com RTP i RTSP i en mecanismes de gestió de fluxos com IGMP.

Si bé el seu futur és prometedor, falta apostar per una normativa que faciliti la interoperabilitat de xarxes, equips i serveis IPTV per a desenvolupar l'oferta de continguts i aplicacions en un marc estable i unificat. Mentrestant, apareixen noves generacions de xarxes híbrides que amplien i donen suport a serveis ja existents.

Glossari

asymmetric digital subscriber line *f* ADSL és la implementació més freqüent de la tecnologia DSL al món. Les altres són versions millorades de l'anterior. ADSL+ és el mateix que ADSL2+.
sigla **ADSL, ADSL2, ADSL+, ADSL2+**

descodificador d'Internet L'equip del client que ofereix a l'usuari final els serveis i productes de la xarxa IPTV i pel qual interacciona amb la xarxa.
sigla **STB**
en set-top box

digital rights management Control de l'ús que fa l'usuari del material una vegada descarregat. Per exemple, veure-ho només una vegada, en un marge limitat de temps, etc.
sigla **DRM**

digital video broadcasting Consorci d'empreses de difusió, fabricants, institucions reguladores i altres que van crear estàndards de distribució digital de televisió i dades. Inclou fins avui quatre famílies: DVB-T (terrestre, és a dir, TDT), DVB-S (satèl·lit), DVB-C (cable) i DVB-H (dispositius mòbils).
sigla **DVB**

European Telecommunications Standards Institute Una organització europea independent sense ànim de lucre destinada a la definició d'estàndards en el món de les telecomunicacions.
sigla **ETSI**

fiber to the Un conjunt d'arquitectures de xarxa de fibra òptica que inclou: FTTP (fibra fins a les instal·lacions, per a pimes i domèstic), FTTC (fibra fins a la central), FTTH (fibra fins a la llar), FTTS (fibra fins al subscriptor), FTTN (fibra fins al node o veïnat), FTTB (fibra fins a l'edifici), etc.
sigla **FTTx**

group of pictures Segment d'imatges d'una seqüència de vídeo, que es codifica com un conjunt independent de la resta d'imatges.
sigla **GOP**

hybrid fiber coax Sistema que combina l'ús d'un nucli en alta velocitat per fibra fins als límits de la xarxa, usant coaxial de coure per a cobrir "l'última milla" fins a arribar al subscriptor.
sigla **HFC**

Internet group management protocol Protocol per a la gestió dels membres d'un grup multidestinació.
sigla **IGMP**

multi protocol label switching Un servei de transmissió de dades per a usuaris basat en circuits commutats o en commutació de paquets, que pot portar diferents tipus de trànsit, inclusivament IP.
sigla **MPLS**

multidestinació Enviament simultani d'informació a un grup de destinataris.

quality of experience Una mesura subjectiva de l'experiència de l'usuari.
sigla **QoE**

quality of service Capacitat de prioritzar trànsit i decidir la millor gestió per a trànsit sensible al retard com veu i vídeo.
sigla **QoS**

real-time transport protocol Un format estàndard de paquet per a distribuir àudio i vídeo per IP, utilitzat en aplicacions unidestinació i multidestinació.
sigla **RTP**

real-time reproducció en temps real protocol Possibilita a l'usuari accedir al servidor de reproducció en temps real i controlar remotament el flux que li envia, similar a les ordres d'un DVD (reproduir, pausa, etc.).
sigla **RTSP**

transmission control protocol Un dels protocols fonamentals de les xarxes IP, gestiona la transmissió fiable de les dades a través d'aquesta.

sigla **TCP**

user datagram protocol Un dels protocols fonamentals de les xarxes IP, gestiona la transmissió ràpida de les dades a través d'aquesta però sense assegurar-ne el lliurament.
sigla **UDP**

unidestinació Enviament d'informació des d'una única font a un únic destinatari.

very high speed digital subscriber line Una tecnologia avançada de la família xDSL que proveeix de grans velocitats d'accés a través d'un parell trenat de coure.
sigla **VDSL, VHDSL**

video on demand Sistema pel qual el material audiovisual digital és transmès a un únic usuari quan aquest el requereix.
sigla **VoD**

xDSL Nom que es dóna a la família de tecnologies DSL que possibiliten la transmissió de dades digitals sobre coure (parell trenat o coaxial).

Bibliografia

Bajon, J. (2006). "IPTV markets. New broadband service promising to upset the balance of TV market". *Communications & Strategies* (vol. 62, pàg. 175-181).

Fischer, W. (2010). *Digital video and audio broadcasting technology: a practical engineering guide*. Rohde & Schwarz.

Perkins, C. (2008). *RTP: audio and video for the Internet*. Addison Wesley.

Plevyak, T.; Sahin, V. (2010). *Next generation telecommunications networks, services and management*. John Wiley & Sons.

Simpson, W. (2008). *Video over IP*. Focal Press.

Tektronix (2007). *Principles of IPTV*.

Annex

Vegem un exemple pràctic de com podem treballar amb *IGMS snooping* en un commutador de 48 ports FastEthernet (fe) i 1 port GigaEthernet (ge) situat en la tercera expansió del seu xassís.

Il·lustració 20. Enterasys 1H582-51

En la part inferior es poden veure les 48 boques de coure i en la superior les tres ranures d'expansió (buides en aquesta il·lustració).

Per aquest commutador circulen diversos fluxos multidestinació IGMP, cadascun dirigit a un cert nombre específic de boques (mitjançant *IGMP snooping*), que formen un grup. El conjunt d'instruccions que es poden utilitzar és el següent:

```
sh igmp ?                Ajuda de les ordres IGMP
sh config igmp           Visualitza la configuració IGMP del commutador
sh igmp groups           Presenta la llista de grups de boques client que reben el mateix
                         flux IGMP multidestinació
sh igmp query-interval   Presenta amb quina freqüència les trames QUERY són transmeses
Sh igmp response-time    Presenta el temps màxim de resposta a un QUERY
```

Mitjançant Telnet o SSH entrem en el commutador com a administrador:

```
Username:admin
Password:**********
waiting for authorization......

****************************************
*                                      *
*          Matrix 1H582-51             *
*                                      *
*      Enterasys Networks, Inc.        *
*         50 Minuteman Road            *
*       Andover, MA 01810 USA          *
*                                      *
****************************************
```

Visualitzem l'estat actual del commutador, presentant que té l'IGMP activat:

```
E1-1CEI1A> sh igmp
 IGMP Snooping is enabled.

E1-1CEI1A>sh config igmp
 Creating CLI device configuration Set commands!

!Enterasys Networks, Inc. 1H582-51  Rev 03.07.32 0001 06/17/2009--17:59 ofc
!
! igmp
 set igmp enable
!
```

Visualitzem quins ports del commutador reben quin trànsit multidestinació:

```
E1-1CEI1A>sh igmp groups
 Vlan ID = 200     MultiCast IP =  224.0.0.18     Type = IGMP

  IGMP Port List =   ge.3.1
-------------------------------------------------------------------------------
 Vlan ID = 200     MultiCast IP =  224.0.0.22     Type = IGMP

  IGMP Port List =   ge.3.1
-------------------------------------------------------------------------------
 Vlan ID = 200     MultiCast IP =  239.192.1.84     Type = IGMP

  IGMP Port List =   fe.0.34
-------------------------------------------------------------------------------
 Vlan ID = 200     MultiCast IP =  224.0.0.13     Type = IGMP

  IGMP Port List =   ge.3.1
 -------------------------------------------------------------------------------
 Vlan ID = 200     MultiCast IP =  224.0.1.22     Type = IGMP

  IGMP Port List =   fe.0.1-2, fe.0.4, fe.0.7, fe.0.9, fe.0.11, fe.0.13, fe.0.15, fe.0.21,
    fe.0.34, fe.0.38, fe.1.1, fe.1.3
 -------------------------------------------------------------------------------
 Vlan ID = 200     MultiCast IP =  225.10.10.10     Type = IGMP

  IGMP Port List =   fe.1.14
 -------------------------------------------------------------------------------
 Vlan ID = 200     MultiCast IP =  224.0.0.251     Type = IGMP

  IGMP Port List =   fe.0.1, fe.0.11, fe.0.15, fe.0.27, fe.0.46-47
 -------------------------------------------------------------------------------
 Vlan ID = 200     MultiCast IP =  224.0.1.60     Type = IGMP
```

```
 IGMP Port List =   fe.0.5, fe.0.22, fe.0.24, fe.0.27, fe.0.43, fe.0.46-47
---------------------------------------------------------------------------
Vlan ID = 200     MultiCast IP =  239.255.255.250     Type = IGMP

 IGMP Port List =   fe.0.1-2, fe.0.4, fe.0.7, fe.0.9, fe.0.11, fe.0.13, fe.0.15, fe.0.19,
  fe.0.21, fe.0.28, fe.0.34, fe.0.38, fe.0.47, fe.1.1, fe.1.3
---------------------------------------------------------------------------
Multicast group list processed.
```

Visualitzem els temps de resposta i de petició:

```
E1-1CEI1A>sh igmp response-time
 IGMP max response time is 100 .1 seconds.

E1-1CEI1A>sh igmp query-interval
 IGMP query interval is 125 seconds
```

Així, si un ordinador client no respon al *QUERY* en 2 vegades el temps de resposta (és a dir, als 100 × 2 + 0,1 = 200,1 segons) el dóna de baixa del grup en què estigui.