

TÈCNIQUES D'IPTV AMB PROTOCOL SAT>IP

Font Vila, Jordi

Curs 2015-2016

Director: Carles Bock / Daniel Soto

GRAU EN ENGINYERIA INFORMÀTICA



Universitat
Pompeu Fabra
Barcelona

Escola
Superior Politècnica

Treball de Fi de Grau

Agraïments

A l'Hajar, per donar-me suport cada moment.

Als meus pares, per ajudar-me a fer possible aquest camí.

Al Daniel, per orientar-me i ajudar-me en la comprensió d'una temàtica nova per a mi.

Resum

En els darrers anys, els serveis de distribució de televisió digital mitjançant xarxes IP, anomenats comunament com IPTV, han proliferat dins la societat, en gran part gràcies al desplegament de les connexions de fibra òptica fins a l'usuari final. Dins el sector de les telecomunicacions és cada vegada més clara aquesta tendència, la qual és més accentuada per la massificació dels dispositius portables, doncs ja són un producte tan comú com la mateixa televisió. Tot això permet ara l'oportunitat de subministrar tots aquests continguts de televisió sobre qualsevol tipus de dispositius. Així mateix, la televisió digital, distribuïda per xarxes terrestres o de satèl·lit, també comença a experimentar canvis. Així recentment han aparegut nous protocols amb l'objectiu de simplificar la distribució dels senyals de televisió digital dins la llar. Així neix el protocol SAT>IP, que permet utilitzar qualsevol tipus de senyal de televisió dins una xarxa local IP, aportant així noves oportunitats tant en l'àmbit domèstic com professional.

Dins aquest TFG s'han explorat les possibilitats d'aquest protocol i les seves àrees d'aplicació més enllà de les propostes inicials de l'estàndard. S'han desenvolupat eines sobre el mateix, i també s'ha avaluat la seva aplicació en un entorn professional.

Abstract

In the last years, Internet Protocol television (IPTV), have proliferated in society, largely issued by entrance of fiber networks to the end user. This trend has become more clear in telecommunications sector, the growth has been accentuated by portable devices, that has become a very popular product like televisions itself. These trends allowed to provide TV content in any device. Digital television is changing too. New protocols are coming for simplify the distribution of digital television signals. SAT>IP protocol become real thanks to these things, SAT>IP allows to use any type of TV signal within a local IP network, bringing new opportunities to both domestic and professional environments.

Within this TFG have been explored the possibilities of this protocol and their application areas beyond the initial proposals of the standard. Some tools have been developed using this protocol, and also application in a professional environment has been evaluated.

Resum	iii
Abstract.....	iii
1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS	1
1.1 Introducció.....	1
1.2 Objectius.....	2
1.3 Estructura de la memòria.....	4
2. ESTAT DE L'ART.....	5
2.1 Presentació.....	5
2.2 Televisió digital	5
2.2.1 Introducció.....	5
2.2.2 Fonaments televisió digital.....	6
2.2.3 Estàndards.....	9
2.2.4 Transport.....	12
2.2.4 IPTV	15
a) Què és la IPTV	15
b) Funcionament.....	16
c) Operadors	17
2.2.5 Protocol RTSP/RTP i SAT>IP	17
a) RTSP.....	17
c) Què és SAT>IP.....	21
c) Estat del protocol SAT>IP	22
d) Característiques i avantatges de SAT>IP	22
3. DESCRIPCIÓ TÈCNICA DEL PROJECTE	25
3.1 Introducció.....	25
3.2 Planificació	25
3.3 Metodologia.....	26
3.4 Eines utilitzades.....	27
3.4.1 SAT>IP	27
a) Funcionament i estructura	27
b) Addressing	28
c) Discovery	29
b. SSDP.....	31
c) Description	32
d) Control	33
a. Setup	34
b. Play	37
c. Options	37
d. Describe	38
e. Teardown	39
e) Transport.....	40
3.4.2 Tvheadend	40
3.4.3 Node JS.....	41
4. DISSENY I DESENVOLUPAMENT	43
4.1 Introducció.....	43
4.2 Servei d'IPTV amb protocol SAT>IP	43
4.2.1 Desenvolupament Tvheadend.....	44
a) Introducció.....	44
b)Entorn desenvolupament.....	44
c)Revisions i Modificacions	44
4.3 Desenvolupament eines SAT>IP.....	47

4.3.1	Introducció.....	47
4.3.2	Satip-client.....	47
	a) Què és	47
	b) Arquitectura i Implementació.....	48
	c) Funcionament	49
4.3.3	SSDP-announcer-tool	52
	a) Què és	52
	b) Arquitectura i Implementació	53
	c) Funcionament	54
4.3.4	Satip-proxy	55
	a) Què és	55
	b) Arquitectura i Implementació	56
	c) Funcionament	57
5.	PROVES i RESULTATS	61
5.1	Descripció de les proves	61
5.1.1	Servei IPTV amb protocol SAT>IP	61
	a) Propòsit, metes i objectius.....	61
	b) Qüestions de recerca.....	61
	c) Característiques dels Participants	62
	d) Metodologia	62
	e) Entorn de proves, equipament i logística	63
	f) Rol del moderador del test	63
	g) Dades a obtenir i paràmetres d'avaluació	63
5.1.2	Eines SAT>IP	64
5.2	Presentació dels resultats	64
5.2.1	Resultats servei IPTV	64
5.2.2	Resultats eines SAT>IP	65
5.3	Discussió dels resultats.....	65
5.3.1	Discussió servei IPTV	65
5.3.2	Resultats eines SAT>IP	65
6.	CONCLUSIONS I TREBALL FUTUR.....	67
	Bibliografia.....	71
	ANNEX	73

1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

1.1 Introducció

Han passat ja més de 85 anys des de les primeres emissions regulars de televisió, i durant tot aquest temps, aquesta tecnologia ha format part integral de les nostres vides. Actualment es fa impensable imaginar una llar sense ni un sol aparell de televisió, o simplement un dia en el qual no visualitzem cap programa o imatge retransmesa. D'ençà, la tecnologia ha evolucionat considerablement, des de les primeres imatges en blanc i negre, visualitzades mitjançant tubs de raigs catòdics, fins a les televisions digitals intel·ligents (smart TVs), de pantalles corbades, i programació sota demanda. Però aquesta tecnologia continua evolucionant, i a un gran ritme, on amb l'arribada dels telèfons intel·ligents i les connexions d'alta velocitat, s'ha acabat reconvertint el concepte d'allò que considerem televisió.

Continuem per tant explorant nous camins per a l'evolució d'aquest servei que s'estén cap nous formats. La televisió que tots coneixem es trasllada, cada vegada més, cap a la xarxa. Visualitzar els continguts que un desitja, en el moment escollit i a més a més, amb el dispositiu que més ens agradi, ja sigui el telèfon mòbil, una tauleta, el PC... És d'imaginar doncs que tot aquest contingut audiovisual transmès diguem-ne de forma "tradicional" s'hagi de poder reproduir a través de nous medis per tal de poder satisfer la demanda actual.

Però, com traslladem la televisió tradicional ja sigui la televisió digital rebuda per satèl·lit, cable, ones terrestres o canals online. I com empaquetem aquest conjunt de serveis per a què l'usuari final pugui consumir el que desitgi sense importar la procedència, és a dir d'una forma transparent, còmode i senzilla?

És en aquest punt, on neixen noves regles de joc, per a la gestió, control i distribució de continguts audiovisuals, a través de la xarxa. Aquestes regles, en format de protocol, pretenen donar solució a aquest problema d'adaptació dels formats de distribució actuals.

Però encara ens trobem en un estat incipient, a on sorgeixen nous protocols i sistemes però cap d'ells és un estàndard universal a data d'avui. La seva aplicació es comença a mostrar als usuaris, però de forma tímida i no s'ha exhibit tot el potencial que ens pot oferir en un futur no molt llunyà.

En aquest treball, s'ha volgut experimentar amb un d'aquests protocols de nova fornada, amb el nom de SAT>IP[1]. Més endavant parlarem d'aquest en detall.

De moment, el que és important és que ja existeix un protocol, encara que amb una vida curta, que es pretén resoldre aquest problema i que ens pot oferir noves formes d'ús, tant des de un punt de vista domèstic, com des d'un entorn més professional.

Per tal d'acomplir aquests propòsits, dins el present treball s'ha estudiat aquest protocol i s'han desenvolupat tot un seguit d'utilitats que faciliten l'ús d'aquest protocol, en diferents àrees. Tot amb l'objectiu d'avançar en la utilització d'aquest nou estàndard.

1.2 Objectius

Aquest treball ha estat focalitzat en explorar el protocol SAT>IP i veure les utilitats d'aquest en diferents àmbits. Per tal d'acomplir aquesta fita, s'han marcat diferents objectius:

- Estudi del protocol: analitzar l'estat actual, aplicacions existents del protocol i expansió del mateix.
- Avaluació del protocol; en entorn domèstic per posar un receptor tradicional (DVB-T , DVB-S...), accessible a la xarxa i poder fer transparent l'accés a aquest de cara a l'usuari.
- Desenvolupament: creació d'un conjunt d'utilitats que facilitin la utilització i proves d'equips i programes que siguin compatibles amb aquest estàndard.

La primera aproximació a la matèria, es va produir analitzant teòricament el protocol i les aplicacions actuals. Amb aquesta vista preliminar, es va poder plantejar una primera idea per tal de realitzar un dels objectius principals del TFG, l'accés transparent a l'usuari.

Per a aconseguir aquest objectiu, es va decidir l'implementació d'una eina que permetés realitzar traducció de freqüències, és a dir, poder visualitzar contingut de satèl·lit quan el client creu que està demanant contingut de terrestre. L'explicació detallada d'aquesta eina i el seu funcionament es pot veure més endavant. Ara simplement es defineixen els objectius d'aquest desenvolupament:

- Disseny i desenvolupament d'una eina en format proxy, per a SAT>IP
 - Assegurar la traducció i funcionament de l'eina en diversos clients i servidors de SAT>IP
 - Crear una eina robusta i funcional.

Durant la realització del treball, va sorgir la possibilitat d'aplicar el protocol en un entorn professional. Aquesta oportunitat proporcionada per una empresa del sector, encaixava perfectament en els objectius que s'han exposat, ja que es requeria d'un servei de televisió amb l'ús del mateix protocol.

El compromís en aquest projecte, va implicar determinar uns nous objectius més específics respecte la col·laboració, sempre però inclosos en els 3 punts inicials:

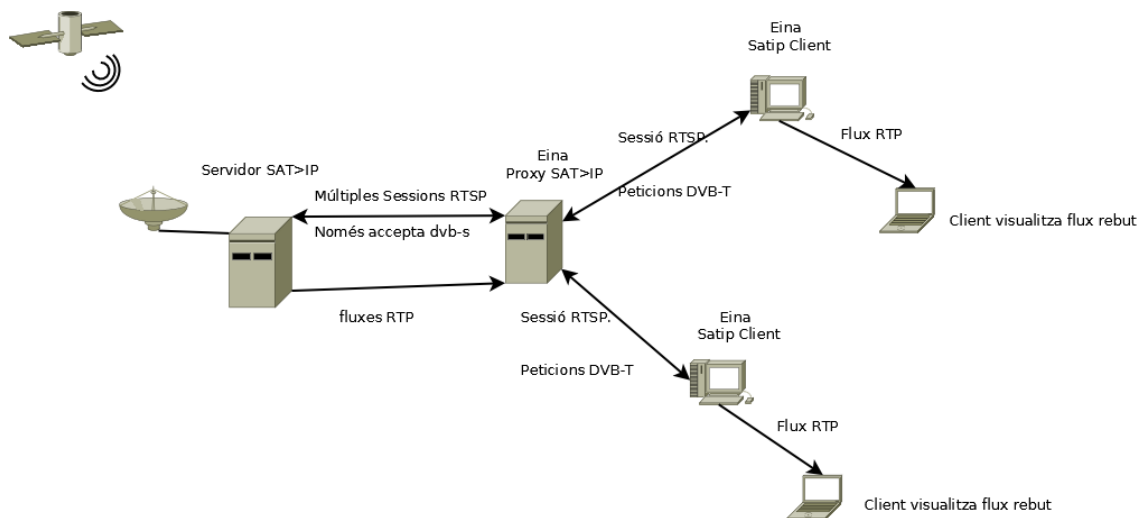
- Aplicació de SAT>IP en un servei de televisió a través de la xarxa. Com a conseqüència, es desglossen els sub-objectius :
 - Desplegament i posada en marxa d'un entorn de proves amb un servidor de SAT>IP, el qual s'alimenta de senyals a través de IPTV

- Adaptar i assegurar la robustesa del programari desplegat
 - Desenvolupament d'eines necessàries per assegurar el correcte funcionament del programari
 - Realització de proves amb usuaris reals, per avaluar la viabilitat del projecte.
 - Donat les característiques d'aquest objectiu, es va seleccionar un servidor SAT>IP de codi lliure, el qual s'havia d'adaptar, revisar i assegurar el funcionament, per tal de complir amb els requeriments establerts.
 - Contribuir, en tot el que sigui possible, amb la comunitat de Tvheadend.

Quan la col·laboració en el projecte ja es trobava en les fases finals, es va veure que el conjunt d'eines desenvolupades en aquest TFG, podria servir a altres persones, per a la seva utilització en altres projectes relacionats amb el protocol. Per tant, es va fixar un darrer objectiu:

- Permetre i mantenir l'accés públic a les eines desenvolupades, per tal de contribuir a la comunitat en tot allò que sigui possible.

En el següent diagrama, podem observar una representació del que es pretén realitzar en aquest TFG:



Il·lustració 1 – Estructura general objectius

Podem veure un servei de televisió, gestionat per un servidor SAT>IP el qual subministra contingut dins una mateixa xarxa. S'utilitzen un seguit d'eines, desenvolupades en el treball pel control i visualització.

1.3 Estructura de la memòria

Aquest TFG, està organitzat en àmbits clarament marcats. En aquesta primera part, que finalitza amb aquest apartat, es troba la introducció i objectius del treball.

Seguidament, trobem una part més teòrica, la qual pretén introduir els conceptes tractats. Comencem parlant de la televisió digital, i els seus derivats, fins a un dels punts importants del projecte, SAT>IP.

El tercer capítol, es troba la descripció tècnica, parlant de la planificació, metodologia, l'especificació de les eines utilitzades, protocols implicats, etc.

El quart capítol hi consta la descripció completa de les eines que s'han dissenyat i desenvolupat. Conjuntament amb les que s'han modificat o utilitzat profundament.

En el cinquè, trobem les proves, una definició clara de l'estructura i desplegament dels tests realitzats amb usuaris en entorn real; Coneixem les proves amb les eines i el seu ús amb altres conceptes del projecte.

Finalment, una avaluació i reflexió sobre els resultats obtinguts, conjuntament amb l'estat final, ús i futur treball en les eines realitzades.

2. ESTAT DE L'ART

2.1 Presentació

En aquest segon capítol, s'introdueixen els conceptes que han tingut rellevància en el conjunt del projecte. Comencem amb la televisió digital, en el qual la totalitat del projecte es troba immers. En aquesta primera part, és dona una visió sobre la televisió digital, des de la seva definició, funcionament, estàndards, distribució,...

En la segona part d'aquest capítol, es parla sobre un tema cabdal dins el sector en l'actualitat. La televisió sobre xarxes amb protocol IP, anomenada IPTV. Què entenem per IPTV, que ens ofereix, diferències dins la IPTV, etc.

Finalment en un últim punt, es parla sobre els protocols implicats en el control i transmissió, de la televisió digital i que fan referència en aquest projecte. Es pot trobar informació teòrica sobre el protocol tractat, SAT>IP i els protocols que utilitza.

2.2 Televisió digital

2.2.1 Introducció

En l'actualitat, l'anomenada "apagada analògica" ja ha acabat, és a dir, ens trobem immersos completament en l'era digital dins el món televisiu.

Però que entenem per televisió digital?

La televisió digital és la evolució lògica de la televisió en els nostres dies. Principalment, consisteix en el canvi en la forma en que es transmet, rep i es processa el senyal de àudio i vídeo. Aquest ha canviat a format digital, és a dir, en senyals binàries. Aquest canvi aporta nombrosos avantatges tant en la forma, com en les oportunitats que s'obren. Alguns d'aquestes s'exposen a continuació:

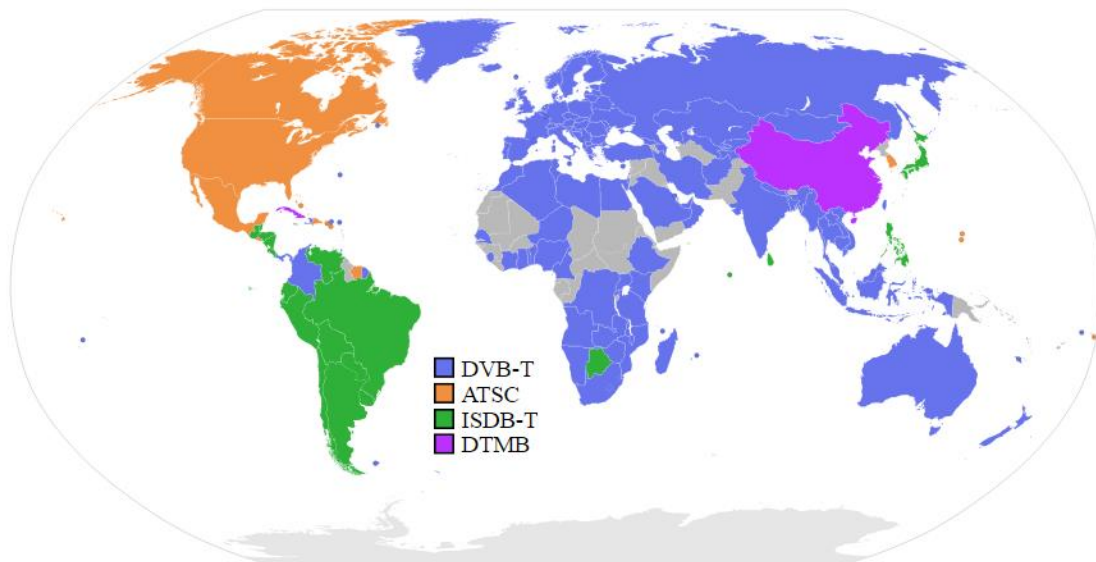
- Possibilitat de comprimir el senyal.
- Inclusió de filtres digitals.
- Detecció i correcció d'errors en el senyal.
- Més qualitat d'imatge i so
- Possibilitat de transmetre serveis.
- Augment del nombre de canals degut a la compressió.
- Obertura de vies bidireccionals.

La televisió digital és realment innovadora i permet aportar la era 2.0 al sector. Per a realitzar el canvi però, han calgut grans esforços econòmics, tecnològics i polítics.

Però per arribar fins a l'apagada analògica, ha passat molts anys de investigació i innovació. La televisió digital no va ser factible fins a una determinada evolució tecnològica, fins a finals dels anys 80, no es podia considerar aquesta opció. A principis del 1993, es van produir els principals avenços cap a la definició de estàndards per a la televisió digital, tant en àmbit americà, FCC (Federal Communications Commission), com a nivell europeu, DVB (Digital Video Broadcasting). També en diferents localitzacions, Japó i Brasil, Xina, Corea. [2]

Cada una de les entitats es va dedicar a establir els seus propis estàndards, per a la codificació, transmissió, recepció i reproducció de la televisió digital. A causa d'aquesta diferències, avui en dia no s'utilitzen els mateixos en el nou i vell continent.

En el següent mapa, es poden veure les diferències en estàndards, en transmissions terrestres, segons regions a nivell mundial:



Il·lustració 2 - Estàndards segons regions

2.2.2 Fonaments televisió digital

El format digital de televisió presenta la oportunitat de transmetre televisió en alta definició, (HDTV, High Definition Television). Tenim aleshores diferents formats, que es divideixen en televisió en alta definició i televisió en definició estàndard, (SDTV, Standard-Definition Television).

La presència de diferents formats, comporta també una diferència en relacions d'aspecte i resolucions:

- La televisió en alta definició es pot trobar en resolucions de 1280x720 píxels o 1920x1080 píxel en un aspecte de 16:9.
- La televisió de definició estàndard digital, adapta el seu aspecte i resolució en funció del que utilitzava la televisió analògica, en la regió on s'implanta. Això inclou aspectes de 4:3 o 16:9 amb resolucions de 640x480 i 720x576 píxels.

La inclusió de canals d'alta resolució, presenta un repte per a la transmissió de tot aquest tràfic sobre els canals típics. Pot ser que actualment, degut a la extensió de la fibra òptica l'arribada de altes velocitats i la popularització de la televisió per internet, aquest problema no sembli tant important. Tot i així encara ho és, i quan es dissenyava els estàndards de televisió digital era un dels principals problemes.

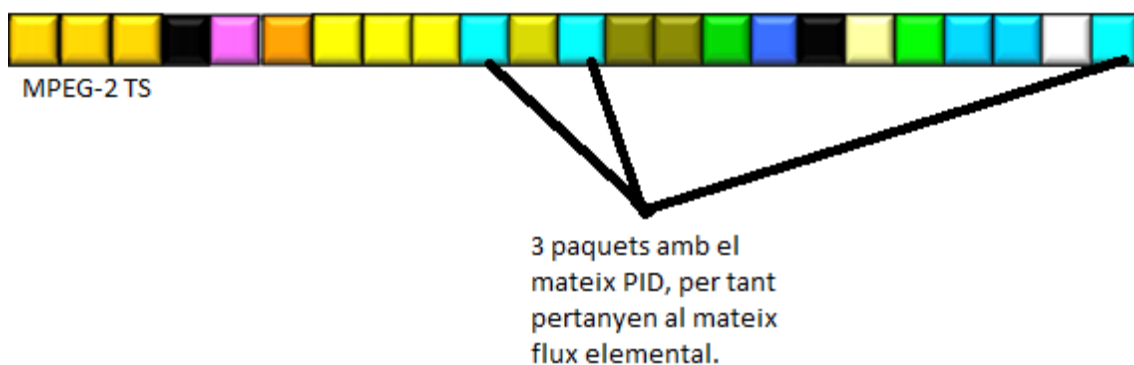
Com a solució, es presenta la compressió dels fluxos de vídeo per a la seva transmissió. Molts dels estàndards que existeixen avui en dia, utilitzen un mateix protocol, MPEG-2. [3]El qual s'exposa a continuació:

MPEG-2 Transport Stream

Es tracta de l'adaptació del protocol de comunicació per a vídeo i àudio, estàndard MPEG-2. En aquest protocol, cada flux de vídeo i àudio es comprimeix de forma independent formant un "flux elemental". Cada un d'aquests fluxos, es fragmenta en paquets PES (Packetized Elementary Stream), que són específics del estàndard. Els paquets es multiplexen en un únic flux, anomenat corrent de transport, (TS, transport stream).

El protocol no aplica proteccions contra errors, aquestes proteccions, s'apliquen en etapes posteriors en funció del medi de transmissió.

En un TS, es poden incloure diferent fluxos elementals, d'aquesta manera és possible transmetre diferents programes en una mateix flux, com en el cas de la televisió digital. Una característica important de TS, és que el flux ha de ser constant, per tant s'acostuma a incloure paquets nuls per a mantenir aquesta constància quan no hi ha res a transmetre. [27],[3]



Il·lustració 3 - Exemple flux TS

En la imatge anterior, podem veure la representació d'un flux constant TS. El que anomenem PID (paquet ID), permet identificar cada flux elemental dins el TS.

El desmultiplexor, compta amb l'ajuda d'unes taules anomenades PSI (Program Specific Information), per tal de poder extreure cada un dels fluxos elementals que conformen el TS. Un cop extretes, aporten la informació per a dir quins PIDs formen cada programa. Per exemple un canal concret de televisió format per un PID de vídeo i un parell d'àudio.

Aquesta informació específica dels programes, es compona de 4 taules concretes:

- Program Association Table (PAT)
- Conditional Access Table (CAT)
- Program Map Table (PMT)
- Private

A més a més, el estàndard proveeix de unes taules addicionals per a transmetre informació específica. En els estàndards DVB, a més inclouen algunes taules més:

- Obligatories:
 - Network Information Table (NIT)
 - Service Description Table (SDT)
 - Event Information Table (EIT)
 - Time & Date Table (TDT)
- Opcionals:
 - Bouquet Association Table (BAT)
 - Running Status Table (RST)
 - Time Offset Table (TOT)
 - Stuffing Tables (ST)

Taules Mpeg-2:

- Taules PAT:

Aquesta taula conté una llista de tots els programes disponibles al TS. S'ha d'incloure obligatòriament, i és transportada en els paquets amb PID = 0x0000. [3]

- Taules CAT:

Aquestes taules s'inclouen en el cas d'accés condicional a un programa. Per exemple en el cas de televisió de pagament. És transportada en els paquets amb PID = 0x0001. [3]

- Taules PMT:

D'aquesta taula n'existeix una còpia per a cada programa. Especifica els fluxos que el componen, és a dir, especifica cada PID que el forma i que és cada un. [3]

- Taules NIT:

Proporciona informació sobre la xarxa física utilitzada per a transmetre el TS. Aquesta informació, pot ser freqüències de canal, xarxes alternatives, detalls de la modulació, etc. És transportada en els paquets amb PID = 0x0010. [3]

- Taules SDT:

Aporta informació sobre els serveis. Nomes de proveïdors, noms de servei, etc. És transportada en els paquets amb PID = 0x0011.[3]

- Taules EIT:

S'utilitza per enviar informació sobre esdeveniment presents o futurs del TS. És transportada en els paquets amb PID = 0x0012.[3]

- Taules TDT:

Aporta informació sobre la hora i data per a sincronitzar el rellotge del receptor. És transportada en els paquets amb PID = 0x0014.[3]

- Taules BAT:

Aporten informació sobre col·leccions de serveis que es comercialitzen amb el mateix nom. Com per exemple “Mediaset”. És transportada en els paquets amb PID = 0x011. [3]

- Taules RST:

Actualitzen la informació sobre esdeveniments de TS. És transportada en els paquets amb PID = 0x0013. [3]

- Taules TOT:

Informació sobre la diferència horària local. És transportada en els paquets amb PID = 0x0014. [3]

- Taules ST:

Aquestes taules serveixen per a invalidar taules que ja no son vàlides. És transportada en els paquets de la taula que es vol invalidar. [3]

Quan els senyals ja són d’una mida suficientment òptima per a enviar-los, ja es poden afegir les capçaleres dels diferents estàndards, segons el medi on es vol transmetre. Aquestes capçaleres, poden aportar codificacions, bits pera detecció d’erros, etc.

La transmissió i recepció de la televisió digital, ve definida en cada un dels estàndards, ja que no és el mateix si parlem de televisió digital terrestre, per satèl·lit o per cable. Tot i que es mantenen algunes similituds entre ells.

2.2.3 Estàndards

Com hem pogut veure en la il·lustració dels diferents estàndards a nivell mundial, hi ha diverses organitzacions independents que es dediquen a regular la televisió digital. A continuació, veiem algunes de les més importants en nombre d’usuaris.

ATSC

Advanced Television Systems Committee, Inc.[4] És una organització sense ànim de lucre, que desenvolupa estàndards per a la televisió digital. Els països que actualment adopten els estàndards d'aquesta organització són:

- Canadà
- República Dominicana
- El Salvador
- Guatemala
- Hondures
- Mèxic
- Corea del Sud
- Estats Units

DVB

Aquesta està constituïda per més de 200 institucions i empreses.

Els estàndards d'aquesta organització, han sigut adoptats casi mundialment, i en altres països com Estats Units i Japó, coexisteixen amb d'altres. [5]

Ha realitzat multitud de estàndards, però els més utilitzats i que tenen rellevància en aquest projecte són els següents:

ISDB

Integrated Services Digital Broadcasting, són un conjunt de estàndards desenvolupats per Japó, i adoptats per un seguit de països:

- Amèrica del Sud(No tota però bona part)
- Botswana

DTMB

Digital Terrestrial Multimedia Broadcast, és una mescla dels estàndards ATSC-T i DMB-T. Aquest estàndard s'utilitza en les següents regions:

- Xina
- Hong Kong
- Macao
- Cuba

DMB, Digital multimedia broadcasting, són els estàndards desenvolupats la organització de Corea del sud. Són utilitzats en altres països en fases de prova o per a distribucions de ràdio.

Actualment són coneguts com DTMB.

La següent taula, mostra un resum de cada organització, i els estàndards que ha creat per a cada medi de transmissió.

	Terrestre	Satèl·lit	Cable	Dispositius mòbils
ATSC	ATSC		ATSC	ATSC-M/H
DVB	DVB-T	DVB-S	DVB-C	DVB-H/DVB-SH
ISDB	ISDB-T	ISDB-S	ISDB-C	seg 1
DTMB	DTMB	S-DMB		CMMB/ DMB-H

Il·lustració 4 – Taula Estàndards

En la següent taula, podem observar algunes de les diferències més importants entre estàndards terrestres:

	DVB-T	DTMB	ISDB-T	ATSC
Origen	Europa	Xina	Japó	Estats Units
Rang de Freqüències (MHz)	470-862 i 174-230	470-862	470-770	54-72,76-88 174-216,470,608
Espai entre canals (MHz)	1,5,6,7,8,10	8	6,7,8	6
Tipus	diverses portadores CP-OFDM	diverses portadores PN-OFDM	diverses portadores CP-OFDM	Portadora simple
Modulació	QPSK, QAM	QAM	QPSK, QAM, DQPSK	8VSB
Velocitat senyal (Mbits/s)	0,87-6,63	0,6-4,1	0,61-3,87	3,23
FEC	LDPC/BCH	LDPC/BCH	Codi convolució Reed Solomon	Codi convolució Reed Solomon

Il·lustració 5 – Taula diferències estàndards Terrestre

2.2.4 Transport

Com hem vist en l'apartat anterior, actualment existeixen nombrosos estàndards a nivell mundial, en aquest TFG veurem els més importants a nivell europeu, ja que són els que tenen relació amb la temàtica del projecte.

Els següents estàndards, especifiquen l'estructura de la trama, la codificació del canal i la modulació per a la radiodifusió de la televisió digital en diferents canals de transmissió.

Quan es va fundar DVB, es va prioritzar el desenvolupament de estàndards pels mercats de cable i satèl·lit. Més tard, es va desenvolupar el estàndard per a la televisió digital terrestre DVB-T, tot i que aquest va ser un repte més gran, degut a diferents problemes com el medi i les regulacions. [5]

DVB-T

Aquest estàndard es refereix a la televisió digital terrestre, el qual va ser publicat el març de 1997. En aquests darrers anys, s'ha convertit en l'estàndard que més ha penetrat en el món. Actualment s'ha dissenyat una evolució del mateix, DVB-T2, per tal de complir els requeriments actuals.

El estàndard presenta un seguit de variacions tècniques, les quals fan possible adaptar-se als requeriments del operador:

- Diferents opcions de modulació (QPSK, 16QAM, 64QAM).
- 5 codis FEC (Forward error correction) diferents.
- 4 opcions de període de guarda.
- 2 opcions per a portadores 2k o 8k.
- Pot operar en les següents bandes: 6,7 o 8 MHz.

DVB-T utilitza modulació OFDM (Orthogonal frequency division múltiplex), la qual permet robustesa en el lliurament del senyal, incloses condicions adverses.

Aquest estàndard no suporta els dispositius mòbils. Per a aquest mercat, s'ha desenvolupat un altre estàndard similar a DVB-T.

La evolució del protocol ha aportat DVB-T2, el qual millora notablement aquest, actualitzant les seves característiques a les necessitats actuals. Alguns d'aquests avantatges, aporten noves tècniques de correcció d'errors, més opcions de modulació, diferents períodes de guarda, la inclusió d'un sistema de transport de les dades de cada servei per separat, mitjançant les connexions de capa física o PLPs. Això permet augmentar la protecció i la solidesa del sistema, i el que és més important, poder fer servir una modulació diferent per a cada servei

El estàndard, s'ha desplegat en uns 68 països i adoptat a 47 més. Aquesta extensió representa unes vendes de més de 200 milions de receptors, (any 2012). [7]

DVB-S

El estàndard DVB-S, va ser introduït el any 1994, aquest estàndard es refereix a la transmissió de televisió digital a través de satèl·lit. El contingut transmès, està codificat amb l'estàndard MPEG-2, el qual s'explica en detall més endavant.

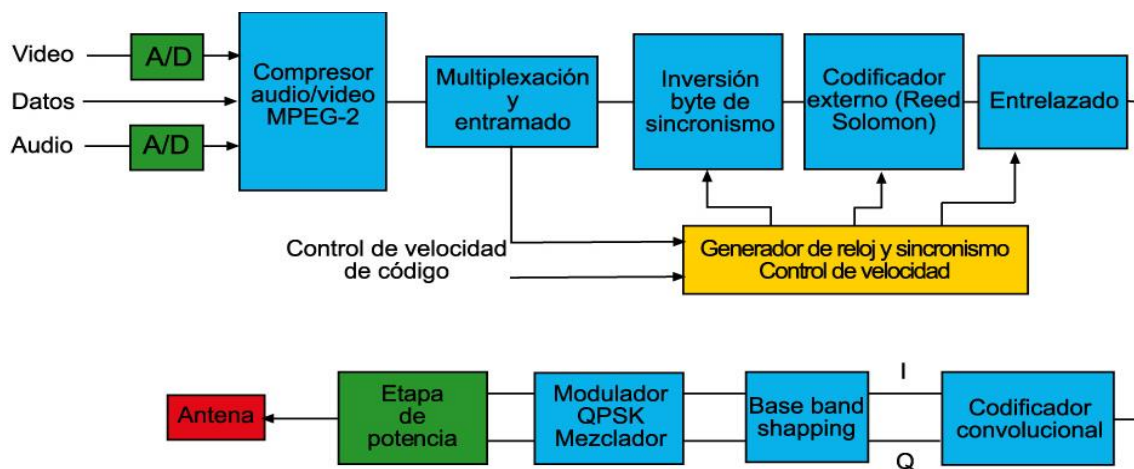
En DVB-S, la velocitat de transferència del flux, varia entre 18,4 i 48,4 Mb/s, gràcies a la codificació aplicada a la ona portadora, modulació per desplaçament de fase, QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) [8]

Es parteix de la trama MPEG-2, on introdueix una sèrie de modificacions per adaptar-la a les característiques del canal per on es transmet. Aquestes etapes es poden resumir en:

- Inversió de un bit de sincronisme cada 8 paquets, de la trama de transport.
- Inserció de codis aleatoris en la trama.
- Addició d'un codi Reed-Solomon per a la detecció i correcció d'errors.
- Aplicació de un entrellaçat de convolució, per tal de dispersar els errors. Per tal de fer possible la seva eliminació.
- Inserció de un segon codi per a la protecció contra errors.

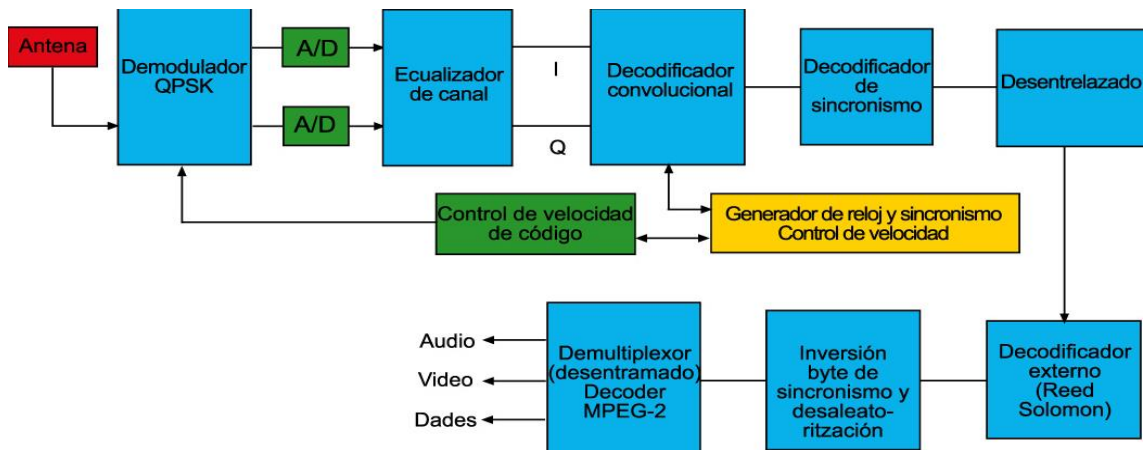
En les dues següents imatges, es poden veure les etapes anteriorment esmentades que es realitzen sobre cada trama, tant en la seva emissió, com en la recepció:

Bloc transmissor



Il·lustració 6 - Bloc transmissor

Bloc receptor



Il·lustració 7 - Bloc receptor

DVB-S2, és una actualització del estàndard, la qual aporta un increment en la eficiència de aproximadament el 30%. Aquesta actualització, aporta una correcció d'errors millorada, nous esquemes de modulació i la possibilitat de una entrada formada per diversos TS, entre d'altres millores. [8]

DVB-C

Aquest és l'estàndard per a la transmissió del contingut sobre cable. Està limitat degut a la necessitat d'una infraestructura gran i costosa, a canvi però, presenta absència de retards i interferències.

Les següents característiques defineixen l'estàndard:

- La codificació de la trama es realitza amb MPEG-2 o MPEG-4, principalment el primer.
- Pel que fa a la modulació s'utilitza la de amplitud en quadratura, QAM.
- Ample de banda del canal entre 6 i 8 MHz
- Resistent al soroll.
- Existència d'ecos en el senyal, es necessiten correctors.
- Televisió interactiva, gràcies al canal de retor que pot suportar el cable. No és necessària una connexió a internet.

L'actualització de l'estàndard, DVB-C2, aporta millores en casi tots els aspectes, com l'acceptació de diversos TS com entrada, correcció d'errors millorada, modulació OFDM, més esquemes de modulació, introducció de intervals de guarda, etc. [9]

2.2.4 IPTV

a) Què és la IPTV

Gràcies als avanços en les comunicacions, ja des de finals del segle passat, la televisió ha pogut conquerir un altre medi de propagació, el parell de coure i més recentment la fibra òptica. Concretament al any 1994, el programa ABC's World News, va ser el primer en ser difós per la xarxa, utilitzant un software de videoconferència anomenat CU-See Me.. No és fins a principis de segle, quan realment es fa popular la televisió sobre xarxes IP, donat les xarxes de comunicació d'alta velocitat.

Podem definir la televisió per IP com la distribució de canals de televisió tradicionals, pel·lícules, text, gràfic, dades i contingut de vídeo i àudio sota demanda sobre una xarxa IP de banda ampla. [10]

La IPTV, aporta novetats en la televisió digital, oferint interactivitat, permetent una comunicació bidireccional. Atorga un nou nivell de personalització, permetent la inclusió de publicitat personalitzada, valoracions de contingut, etc. A més a més, permet la visualització del contingut en múltiples dispositius.

A nivell de infraestructura, la IPTV permet enviar només el canal sol·licitat per l'usuari, realitzant la selecció en el servidor, a diferència de la televisió per cable, la qual envia tot el flux i es selecciona en el Set Top Box. Ofereix també una gran qualitat en el contingut transmès.

Quan ens referim a IPTV, podem pensar en qualsevol dels següents serveis:

- Televisió lineal: Són els programes que es poden visualitzar per a la televisió digital normal, pot existir o no interacció amb l'usuari.
- Televisió en diferit: Representa la visualització de programes que ja s'han emès en anterioritat.
- Vídeo sota demanda: Qualsevol contingut que ens ofereixen, com poden ser pel·lícules o sèries.

En aquest punt, ens poden sorgir dubtes sobre les diferències entre IPTV i els vídeos que podem veure en una plataforma com Youtube. Però no és el mateix, anem a veure les diferències amb la següent taula:

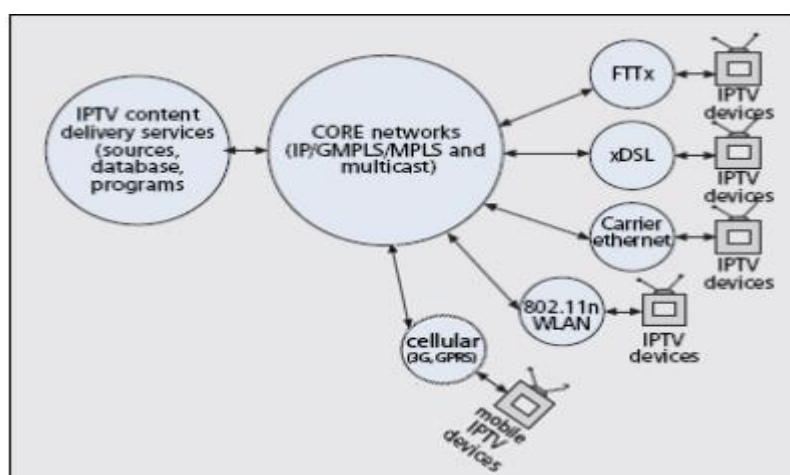
	Vídeo Streaming	IPTV
Medi Distribució	Internet obert, xarxes no controlades	Xarxes dedicades, mantingudes
Tipus xarxa	Descarregat des de el proveïdor de contingut	Xarxes tancades, accés a través de proveïdor
Característiques xarxa	Xarxa normal d'internet, no específica pel contingut	Xarxa específica, amb gran ample de banda
Qualitat del servei	No està garantida	Alta qualitat, controls de qualitat
Exemples	Yotube, Netflix...	Movistar TV, Orange TV
Protocols distribució	HTTP/TCP, altres	Transport Stream,RTP sobre UDP
Ruta del contingut	Unicast (HTTP), Multicast simulat (UDP/TCP)	Normalment multicast
Categoria Servei	Serveis complementaris	Servei principal, similar a TV normal
Beneficis	Baix cost, model flexible, fàcil de operar	Alta qualitat, control, serveis interactius
Problemes	Baixa qualitat, unicast	Alt cost, gran inversió, Xarxes amb gran ample de banda

Il·lustració 8 – Flux vídeo contra IPTV

[11]

b) Funcionament

Per a la distribució de IPTV, primer de tot trobem una sèrie de servidors de contingut, utilitzats per les operadores per tal de codificar el senyal, normalment en format MPEG-2 o MPEG-4/H.264, fragmentar-lo en paquets per a ser transmesos a la xarxa IP. Aquest tràfic, es pot protegir per tal de millorar la qualitat del mateix. El flux, s'envia en una única còpia cap als routers de distribució, els quals fan arribar còpies cap als clients que ho sol·liciten. Finalment, els Set Top Boxes, descodifiquen la informació per a ser presentada a l'usuari. [12]



Il·lustració 9 - Arquitectura genèrica IPTV

c) Operadors

Actualment la IPTV ja es troba cada vegada més present en les nostres vides. La progressiva arribada de la fibra òptica a les nostres llars, ha permès oferir connexions amb l'ample de banda i qualitat, més que suficient per a oferir aquests tipus de serveis.

Els operadors actuals, ofereixen el que anomenen "triple play". Consisteix en oferir internet d'alta velocitat, telefonia i televisió (IPTV). Tots els productes es distribueixen sobre la mateixa arquitectura.

Avui en dia, trobem els més grans operadors de l'estat que ofereixen aquest tipus de producte a preus molt competitiu [12]

2.2.5 Protocol RTSP/RTP i SAT>IP

En aquest apartat es repassen els protocols més importants d'aquest TFG. Com indica el títol del treball, el principal protocol és SAT>IP, però aquest protocol es fonamenta en RTSP, (Real Time Streaming Protocol). Per tant anem a veure primer que és RTSP.

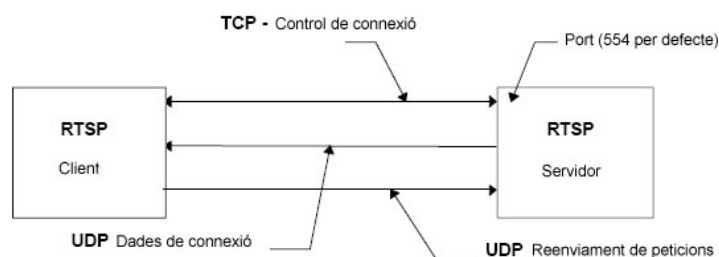
a) RTSP

<http://www.ietf.org/rfc/rfc2326.txt>

El protocol permet iniciar i controlar una o varies sessions de transmissió d'arxius de àudio o vídeo sincronitzat. RTSP és un protocol molt conegut, el qual va ser publicat l'any 1998. [13]

Normalment, per al transport del flux, s'utilitza el protocol de transport en temps real, (RTP, Real-time Transport Protocol), tot i que la implementació de RTSP no implica l'ús de RTP. Com a protocol de transport es pot utilitzar UDP, Remote desktop protocol (RDP) o TCP.

La comunicació entre un client i servidor amb protocol RTSP, s'estableix mitjançant TCP en el port 554. En el següent diagrama es mostra aquesta connexió:



Il·lustració 10 – Esquema sessió RTSP

RTSP manté un estat per a les tasques que realitza, per tant necessita tenir un identificador de sessió, per a poder gestionar sessions concurrents.

Generalment, una sessió pot tenir múltiples connexions TCP amb el servidor (1 sessió = petició-resposta), també és possible tenir només una connexió amb múltiples peticions-respostes.

RTSP és molt similar en sintaxi i operacions a HTTP, però presenta una sèrie de diferències que es detallen a continuació:

- Nous mètodes i diferent identificador de protocol.
- El servidor RTSP necessita mantenir l'estat en el que està.
- Servidor i client poden fer peticions.
- Les dades es transmeten utilitzant un altre protocol.
- RTSP utilitza la ISO 10646 (UTF-8) en lloc de ISO 8859-1.

El protocol presenta un conjunt de peticions basades en HTTP molt típiques, anem a veure en més detall:

- **OPTIONS:** Una petició molt utilitzada per a saber si les peticions que pot resoldre el servidor, també per a mantenir sessions actives.

```
C->S:      OPTIONS * RTSP/1.0
          CSeq: 1
          Require: implicit-play
          Proxy-Require: gzipped-messages
```

```
S->C:      RTSP/1.0 200 OK
          CSeq: 1
          Public: DESCRIBE, SETUP, TEARDOWN, PLAY, PAUSE
```

- **DESCRIBE:** Permet sol·licitar al servidor la descripció dels arxius multimèdia que ofereix.

```
C->S:      DESCRIBE rtsp://server.example.com/fizzle/foo RTSP/1.0
          CSeq: 312
          Accept: application/sdp, application/rtsp, application/mpeg
```

```
S->C:      RTSP/1.0 200 OK
          CSeq: 312
          Date: 23 Jan 1997 15:35:06 GMT
          Content-Type: application/sdp
          Content-Length: 376
```

```
v=0
o=mhandley 2890844526 2890842807 IN IP4 126.16.64.4
s=SDP Seminar
i=A Seminar on the session description protocol
u=http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/M.Handley/sdp.03.ps
e=mjh@isi.edu (Mark Handley)
c=IN IP4 224.2.17.12/127
t=2873397496 2873404696
a=recvonly
m=audio 3456 RTP/AVP 0
m=video 2232 RTP/AVP 31
m=whiteboard 32416 UDP WB
a=orient:portrait
```

- **SETUP:** Permet especificar el mecanisme de transport que ha de ser utilitzat per rebre el flux. També s'utilitza per modificar els paràmetres de transport de un flux que ja s'està reproduint. A més a més, s'ha d'especificar els paràmetres de transport que accepta el client.

El servidor, ha de respondre amb els que utilitzarà.

```
C->S:    SETUP rtsp://example.com/foo/bar/baz.rm RTSP/1.0
        CSeq: 302
        Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=4588-4589
```

```
S->C:    RTSP/1.0 200 OK
        CSeq: 302
        Date: 23 Jan 1997 15:35:06 GMT
        Session: 47112344
        Transport: RTP/AVP;unicast;
        client_port=4588-4589;server_port=6256-6257
```

- **PLAY:** S'utilitza per dir al servidor que comenci a enviar dades utilitzant el mecanisme especificat en el missatge SETUP.

Les peticions de PLAY, s'executen en l'ordre d'arribada, per tal de mantenir la coherència en possibles peticions. S'afegeix el temps, per indicar quan han de començar a reproduir.

```
C->S:    PLAY rtsp://audio.example.com/twister.en RTSP/1.0
        CSeq: 833
        Session: 12345678
        Range: smpte=0:10:20-;time=19970123T153600Z
```

```
S->C:    RTSP/1.0 200 OK
        CSeq: 833
        Date: 23 Jan 1997 15:35:06 GMT
        Range: smpte=0:10:22-;time=19970123T153600Z
```

- **TEARDOWN:** Amb aquesta petició, es para l'enviament del flux i s'alliberen els recursos utilitzats per a aquesta sessió.

```
C->S:    TEARDOWN rtsp://example.com/fizzle/foo RTSP/1.0
        CSeq: 892
        Session: 12345678
```

```
S->C:    RTSP/1.0 200 OK
        CSeq: 892
```

Com hem vist un protocol de transport que es sol utilitzar és RTP, a continuació parlem una mica sobre aquest protocol que ja fa molts anys que s'utilitza.

b) RTP

És un protocol comú, d'extrem a extrem per a la transmissió de àudio i vídeo en temps real, sobre xarxes IP. Va ser publicat ja fa uns 20 anys pel grup "Audio-Video Transport Working Group". [14]

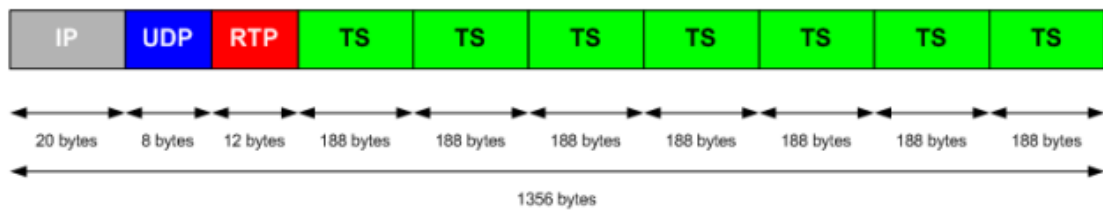
Normalment s'utilitza al costat de protocol de control RTCP. El protocol de control, s'utilitza per monitoritzar la transmissió i tenir constància de la qualitat de la transmissió, així com la sincronització dels diferents fluxos.

RTP permet la transmissió a diferents destins utilitzant multicast. Normalment s'utilitza sobre el protocol UDP, per temes de retransmissions ja que parlem de vídeos en temps real.

Les capçaleres del protocol, porten informació sobre temps, per a la sincronització, número seqüència del paquets i el format del contingut. El contingut del paquet, pot adoptar diferents formats, per tant no cal modificar el protocol en el futur per aquest cas.

En una sessió del RTP/RTCP, s'utilitzen dos ports, un port parell per RTP i el port immediatament superior i imparell per a RTCP. [14]

Anem a veure l'estructura dels paquets en el cas que aplica en aquest TFG, un paquet RTP amb la càrrega d'una transmissió de flux d'un servidor SAT>IP:



Il·lustració 11 - Paquet RTP SAT>IP

Aquest paquet, és composta de la capçalera IP, UDP i RTP, amb un contingut de dades corresponent a 7 paquets MPEG-2. Conformant una llargada de 1356 bytes en total.

c) Què és SAT>IP

El naixement públic de SAT>IP, té lloc el abril de l'any 2012, de la mà dels seus creadors, la empresa de comunicacions per satèl·lit SES, la empresa de telecomunicacions britànica BSkyB i l'empresa de software alemanya Craftwork.

SAT>IP es defineix com la tecnologia que permet traslladar les senyals de televisió per satèl·lit, cap als dispositius a través de IP. [15]

En els sistemes de recepció de senyals de satèl·lit tradicionals, les senyals es tradueixen a freqüència, just abans de distribuir-se a través del cable coaxial. Per tant, es requereixen receptors de satèl·lit que desmodulen aquestes senyals a l'estàndard DVB-S/S2. El servidor que utilitza aquest protocol, servidor SAT>IP, permet desmodular els senyals DVB-S/S2 i convertir-lo a paquets IP de capa de transport. [16]



Il·lustració 12 - Diagrama concepte general SAT>IP [16]

Introdueix doncs, la novetat de permetre la transmissió de senyals de satèl·lit, no només a través de cable coaxial, sinó a través de cables ethernet, tecnologies wi-fi, etc. Poder traslladar aquest senyal a través de IP, combinat amb l'augment del nombre de tauletes, smartphones i smart tv obre un nou món de possibilitats tant en distribució, com en varietat de continguts de la televisió per satèl·lit.

El protocol, no només defineix l'arquitectura i normativa per a la televisió per satèl·lit, si no que també inclou la gestió dels diferents estàndards. Per tant, ens trobem davant d'una solució completa en la gestió, control i transmissió dels senyals de televisió digital.

El funcionament d'aquest protocol es basa principalment en el protocol RTSP. En el següent capítol, veurem en més detall com s'ha adaptat RTSP dins de SAT>IP.

c) Estat del protocol SAT>IP

Actualment SAT>IP es troba en una fase d'expansió. La seva presentació en públic i entrada al mercat és relativament recent, per tant encara no és un sistema que puguem trobar en la majoria d'aparells de satèl·lit actuals, ni televisions intel·ligents.

To i així, es comença a deixar veure en els principals mercats. Podem trobar, en data de realització d'aquest projecte, els següents exemples representatius:

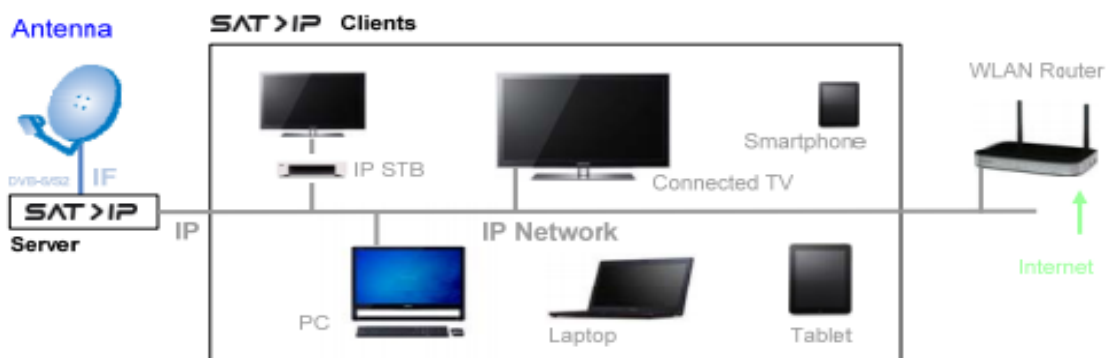
- Primera televisió amb suport del protocol com a client, SAT>IP Client.
- Aplicacions en les principals botigues (App Store, Google Play), que permeten fer la funció de client del protocol, SAT>IP Client.
- A nivell de software, podem trobar també exemples de suport del protocol, tant a nivell de client com de servidor. DVBviewer, un important software de visualització de televisió digital, té suport com client. La mateixa empresa ha desenvolupat una versió gratuïta i exclusiva dedicada a aquest protocol. També ha aportat serveis que poden actuar com a servidors del mateix.
- Primers servidors i clients de codi lliure, en diferents llenguatges, encara que amb estats de desenvolupament i versions més inestables.

d) Característiques i avantatges de SAT>IP

Presenta diferents avantatges, tant per usuaris, operadors i fabricants. Els principals es detallen a continuació: [16]

Per a consumidors:

- Com ja hem comentat, el protocol ofereix la principal oportunitat de distribuir el contingut de satèl·lit a través de xarxes sobre IP. Per tant elimina la barrera que existia actualment al necessitar l'entrada de cable coaxial i suport per desmodular el estàndard DVB-S/S2. Qualsevol dispositiu, és ara un possible receptor de senyal de satèl·lit, sempre i quan disposi del software adient.



Il·lustració 13 - Concepte Senyal Satèl·lit per IP[16]

- Permet eliminar la barrera que tenien els dispositius de satèl·lit actuals, ja no posa límits en el nombre de sintonitzadors suportats.
- No és necessària la instal·lació de cable coaxial per tota la llar.

Per operadors:

- Facilita la instal·lació, només es requereix un únic cable bidireccional fins al servidor SAT>IP.
- Permet integrar el servei de satèl·lit amb els altres estàndards disponibles.
- Obre la possibilitat d'inclusió de serveis basats en internet sobre contingut de satèl·lit.
- Redueix el cost per oferir televisió satèl·lit als clients.

Per fabricants:

- Ofereix la possibilitat de noves línies comercials i actualitzacions dels seus productes. (IP multiswitches, IP LNBS, SAT>IP tunerless STBs, SAT>IP compliant televisions, innovative SAT>IP software apps, entirely new SAT>IP devices (NAS, Routers, etc.)
- La llicència d'ús és lliure.

3. DESCRIPCIÓ TÈCNICA DEL PROJECTE

3.1 Introducció

Aquest capítol es descriu com s'han organitzat les tasques en aquest TFG, conjuntament amb la metodologia seguida al llarg del treball.

En una segona part, s'esposen tot el seguit d'eines que s'ha utilitzat o bé que mantenen una forta relació amb aquest treball. Per exemple, podem trobar una descripció més extensa sobre el protocol SAT>IP, el programari Tvheadend i el llenguatge utilitzat el desenvolupament d'eines pròpies.

3.2 Planificació

La planificació d'aquest treball ha evolucionat conjuntament amb la revisió dels objectius. Tot i aquestes adaptacions, l'estructura bàsica planificada s'ha mantingut al llarg del seu desenvolupament.

Recordem que l'objectiu principal d'aquest TFG, era la innovació en el protocol SAT>IP. Perseguint el compliment de l'anterior objectiu, s'ha distribuït el temps en explorar els diferents camps que s'han obert durant la seva realització.

El gruix de l'esforç, s'ha dedicat en el desenvolupament de les eines SAT>IP i en la col·laboració amb l'adaptació del servei de IPTV. En la següent taula es mostra l'organització del projecte, de la qual es genera el corresponent diagrama de Gantt.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
TFG				
Ànàlisi Protocol i situació actual	30 días	lun 02/03/15	vie 10/04/15	
▾ Desenvolupament Proxy SAT>IP	107 días	mié 01/04/15	jue 27/08/15	
Identificació requeriments	22 días	mié 01/04/15	jue 30/04/15	
Disseny estructura	22 días	vie 01/05/15	dom 31/05/15	4
Implementació primera versió	64 días	lun 01/06/15	jue 27/08/15	5
▾ Anàlisi i desplegament servei IPTV	73 días	mié 06/01/16	vie 15/04/16	
Avaluació tecnologia	13 días	mié 06/01/16	vie 22/01/16	
Desplegament Entorn de proves	5 días	lun 25/01/16	vie 29/01/16	8
Inici Proves	10 días	lun 01/02/16	vie 12/02/16	9
Recopilació errors	45 días	lun 15/02/16	vie 15/04/16	10
Reparar falles	45 días	lun 15/02/16	vie 15/04/16	10
Seguiment evolució falles	45 días	lun 15/02/16	vie 15/04/16	10
▾ Desenvolupament SAT>IP tools	38 días	vie 15/04/16	mar 07/06/16	
▸ Desenvolupament Client SAT>IP	36 días	vie 15/04/16	dom 05/06/16	
▸ Desenvolupament SSDP Announcer	26 días	lun 25/04/16	lun 30/05/16	
▸ Desenvolupament Proxy SAT>IP versió 2	28 días	vie 29/04/16	mar 07/06/16	
▾ Memòria TFG	45 días	lun 18/04/16	vie 17/06/16	29
Organització memòria	5 días	lun 18/04/16	vie 22/04/16	
Redacció	21 días	lun 16/05/16	lun 13/06/16	
Revisió	4 días	mar 14/06/16	vie 17/06/16	
Final Projecte	0 días	vie 17/06/16	<u>vie 17/06/16</u>	33

Il·lustració 14 – Taula diagrama de Gantt

Com es pot veure, el desenvolupament del Proxy SAT>IP, comença ja fa molt de temps, això és degut a que en un inici, es pretenia desenvolupar el Proxy com a objecte principal d'aquest TFG. Amb l'aparició de noves oportunitats, es va reconduir el projecte i en va canviar el contingut. Tot i així, el que es va desenvolupar en un principi també s'ha inclòs donat la relació i ús que finalment se'n ha trobat.

Moltes de les tasques, s'ha realitzat en paral·lel amb d'altres, degut a la relació que mantenen entre elles.

3.3 Metodologia

Les dues etapes principals, tant el desenvolupament de les eines, com la col·laboració en el desplegament del servei IPTV, s'han portat a terme utilitzant metodologia en espiral.

En el cas del desplegament del servei IPTV, es considera el client la interacció amb el tutor, com a punt d'interacció amb l'empresa en la qual es col·labora. Amb aquest s'establien els objectius i requeriments de cada iteració, així com l'avaluació dels avenços realitzats. Cada una de les iteracions, comptava amb els següents punts de treball:

1. Detecció de falles.
2. Registrar detalladament per a la posterior revisió.
3. Analitzar les falles trobades i aïllar el seu comportament.
4. Reparar el codi afectat.
5. Un cop la solució s'ha preparat, aquesta s'ha encapsulat en un format de pedaç del projecte, per a cada falla.
6. Verificar solució aportada.
7. Generar versió de Tvheadend amb les falles reparades.
8. Aportar la solució a la comunitat de Tvheadend.

Els punts anteriors, es repeteixen en cada versió generada, fins a obtenir una versió perfectament funcional que aconsegueix els requeriments determinats. El període de cada iteració, aproximadament, ha sigut de dues setmanes.

Amb les eines, s'establien requeriments, també, amb el tutor del treball. En un principi, es van establir uns requeriments inicials en cada eina. A partir d'aquests punts en cada iteració es realitzaven un seguit de tasques que es descriuen a continuació:

1. Determinació requeriments i revisió objectius.
2. Planificació de la iteració.
3. Disseny i/o revisió de la funcionalitat.
4. Implementació millores i/o correcció de les mateixes.
5. Revisió de la implementació.
6. Aportar nou material al control de versions.
7. Supervisió del tutor sobre el treball realitzat.

Cada una de les iteracions, ha intentat aportar noves funcionalitats, canvis en les funcionalitats o bé correccions d'errors i/o millores.

3.4 Eines utilitzades

En aquest punt, es descriuen de forma tècnica les tres eines utilitzades i que formen la base del present projecte. Una explicació extensa sobre SAT>IP, una visió sobre la principal funcionalitat de Tvheadend i una visió sobre el llenguatge utilitzat en el desenvolupament de les eines.

3.4.1 SAT>IP

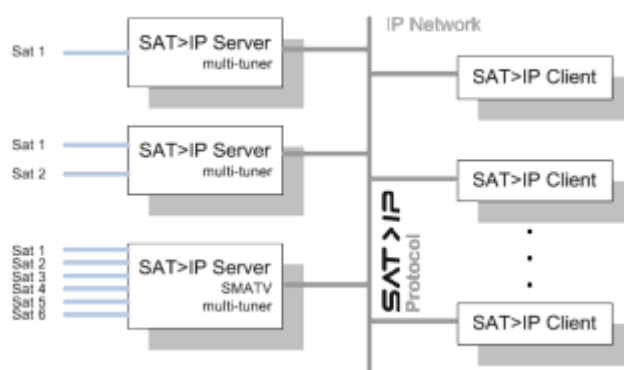
En aquest apartat, es detalla tècnicament el protocol SAT>IP. També s'inclouen protocols, els quals utilitza SAT>IP i requereixen d'una descripció.

a) Funcionament i estructura

L'objectiu del protocol, és el de permetre la recepció de televisió per satèl·lit, en dispositius que no tenen un sintonitzador específic en el seu maquinari. Aplicant SAT>IP en un sistema, els sintonitzadors de satèl·lit i els desmoduladors, es traslladen al servidor de SAT>IP. També poden estar en una altre ubicació, i enviar el senyal del sintonitzador cap al servidor. Els clients de SAT>IP, utilitzen el protocol per comunicar-se amb el servidor i d'aquesta manera poder controlar els sintonitzadors de forma remota.

Un client, es pot comunicar amb diversos servidors. Els servidors poden ser de diferents configuracions, variant el número de sintonitzadors i número de satèl·lits dels quals obté els fluxos.

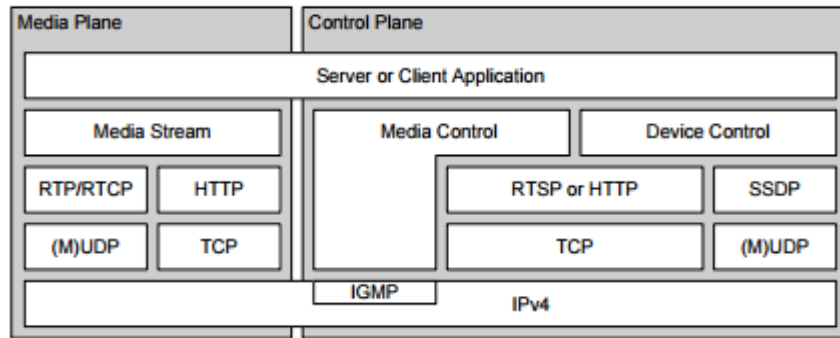
Els servidors poden servir a múltiples clients, només ve limitat per la implementació particular del servidor. En la següent il·lustració, es mostra els diversos tipus de servidors, coexistent en una mateixa xarxa.



Il·lustració 15 - Configuracions Servidors clients [16]

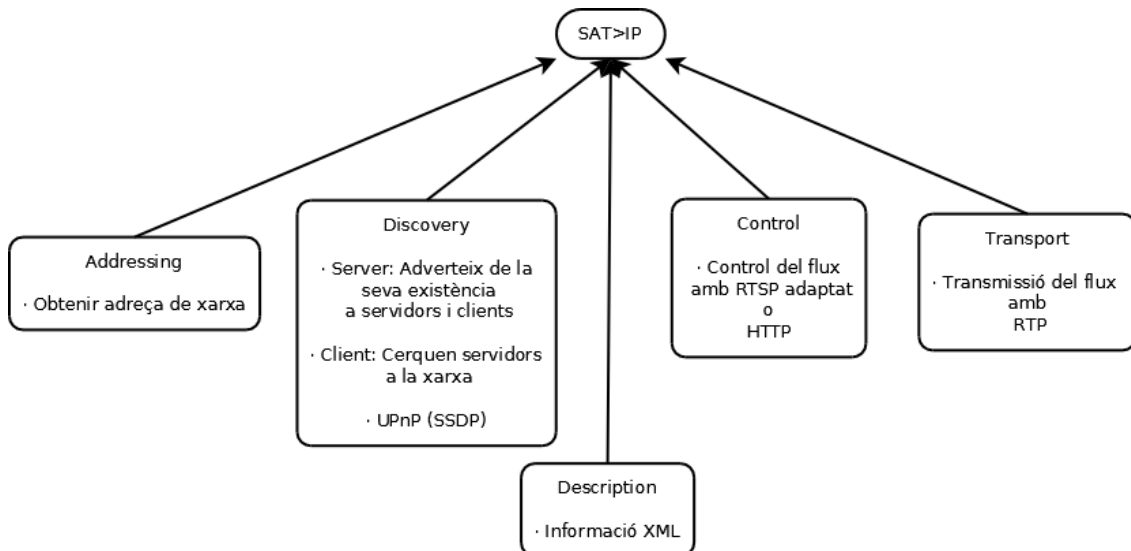
Com hem vist en el capítol anterior, SAT>IP utilitza el protocol RTSP per al control del flux. També utilitza RTP per a l'enviament del propi flux. També utilitza un altre protocol més, aquest es UPnP, (Universal Plug and Play), el qual s'utilitza per a poder donar-se a conèixer en una xarxa.

La Pila del protocol SAT>IP, es mostra a continuació:



Il·lustració 16 - Pila protocol SAT>IP [16]

El protocol SAT>IP, es pot dividir en diferents blocs de funcionament, molt diferenciats:



Il·lustració 17 - Esquema blocs protocol SAT>IP

En els següents apartats es descriuen tots els blocs del diagrama.

b) Addressing

Tot servidor de SAT>IP ha d'obtenir una adreça IP, aquesta s'ha d'obtenir abans de poder realitzar cap acció. Per tant el servidor ha de tenir un client DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), per tal d'obtenir una adreça automàticament.

En cas que no estigui disponible, s'assignen una IP automàticament i es comprova periòdicament l'existència d'un servidor DHCP. [17]

c) Discovery

Durant la fase de “discovery”, els clients i servidors SAT>IP realitzen el següent:

- **Servidor:** Adverteix de la seva existència identificant-se com a servidor SAT>IP. Aquest missatge és recollit per altres servidors i clients.
- **Client:** Quan accedeixen a una xarxa, cerquen tots els servidors de SAT>IP presents en aquesta.

La fase de “discovery”, es duu a terme utilitzant el protocol “Simple Service Description Protocol” (SSDP) tal i com s’especifica dins el protocol UPnP. [17]

Per a entendre com es duu a terme aquesta fase s’introdueixen aquests dos protocols a continuació.

a. UPnP

És un conjunt de protocols de comunicació, el qual permet descobrir serveis dins la xarxa. Permet establir una comunicació entre diferents tipus de dispositius i perifèrics de manera automàtica. Aquesta definició resulta molt similar a la de SSDP, de fet UPnP utilitza SSDP, afegint funcionalitat i complementant la informació que s’envia.

UPnP, disposa d’una arquitectura oberta i distribuïda, basada en estàndards molt coneguts com són TCP/IP, HTTP, XML i SOAP. [18]

En l’arquitectura UPnP, existeixen dos tipus de rols diferenciats, els quals poden ser implementats en la majoria de dispositius que suporten el protocol:

- Punts de control (CPs, Control Points), que són els encarregats de recuperar la descripció de dispositius i serveis. Envien les accions als serveis, demanen dades sobre l’estat dels serveis i reben esdeveniments que envien els serveis.
- Dispositius UPnP controlats (CDs, Controlled Devices), responen a les peticions dels punts de control i segueixen el seu control. [18]

El protocol es compon de les següents etapes:

- Addressing

Es cerca la presència de un servidor DHCP en la xarxa, si la xarxa és gestionada, o s'assigna automàticament una IP en el cas de que no estigui gestionada. En aquest últim escenari, es cerca periòdicament la presència d'un servidor DHCP. [18]

- Discovery

El protocol utilitzat en aquesta fase és SSDP, els dispositius es donen a conèixer amb un missatge `ssdp:alive`. Quan accedeix un nou dispositiu de control, pot realitzar peticions per a descobrir dispositius. Els missatges de descobriment de nous serveis inclouen tipus, identificador, localització i descripcions més acurades sobre el servei que ofereixen. [18]

- Description

Quan un punt de control troba un dispositiu, accedeix a la localització que s'ha especificat en el missatge SSDP i cerca per un arxiu XML, anomenat descripció del dispositiu. Aquest arxiu, conté molta més informació sobre el servei o serveis que s'ofereixen, especificant per cada servei la direcció URL per a controlar, enviar esdeveniments i descriure el servei. [18]

- Control

Un cop el punt de control a rebut el arxiu de descripció del dispositiu, ja es poden enviar accions al servei a la direcció URL de control. Els missatges de control s'especifiquen en XML utilitzant Simple Object Access Protocol (SOAP). [18]

- Presentation

Si el dispositiu disposa d'una direcció URL de presentació, el punt de control pot rebre i obrir aquesta direcció en un navegador. Segon la implementació, l'usuari pot controlar el dispositiu des de aquesta URL. [18]

b. SSDP

És un protocol que proveeix dels mecanismes necessaris per a que els clients puguin descobrir serveis dins la xarxa.

La comunicació, funciona sense cap tipus de configuració, control o administració. És a dir, l'usuari que tingui una xarxa, no ha de configurar SSDP abans d'utilitzar-ho.

Els serveis s'anuncien mitjançant UDP com a protocol de transport. Utilitzen una adreça multicast en, IPv4 (239.255.255.250), en el port 1900.

Cada servei, envia notificacions d'anunci HTTP UDP a l'adreça anterior, identificats per un paràmetre USN (uuid). Aquest identifica inequívocament cada un dels serveis, fins i tot, si aquests són del mateix tipus i es troben a la mateixa màquina. S'indica també la localització del servei, i com es pot comunicar amb aquest.

Cada client, pot realitzar peticions HTTP UDP a l'adreça multicast per tal de descobrir serveis, o sol·licitar un servei en concret. [20]

Un exemple de notificació de servei, enviat quan es vol indicar la presència a la xarxa d'un servei:

```
NOTIFY * HTTP/1.1
Host: 239.255.255.250:1900
NT: blenderassociation:blender
NTS: ssdp:alive
USN: someunique:idscheme3
AL: <blender:ixl><http://foo/bar>
Cache-Control: max-age = 7393
```

Petició d'un client i resposta:

Petició:

```
M-SEARCH * HTTP/1.1
S: uuid:ijklmnop-7dec-11d0-a765-00a0c91e6bf6
Host: 239.255.255.250:reservedSSDPport
Man: "ssdp:discover"
ST: ge:fridge
MX: 3
```

Resposta:

```
HTTP/1.1 200 OK
S: uuid:ijklmnop-7dec-11d0-a765-00a0c91e6bf6
Ext:
Cache-Control: no-cache="Ext", max-age = 5000
ST: ge:fridge
USN: uuid:abcdefgh-7dec-11d0-a765-00a0c91e6bf6
AL: <blender:ixl><http://foo/bar>
```

Cessament d'operació d'un servei:

```
NOTIFY * HTTP/1.1
Host: 239.255.255.250:reservedSSDPport
NT: someunique:idscheme3
NTS: ssdp:byebye
USN: someunique:idscheme3
```


c) Description

En aquesta fase, els servidors SAT>IP donen més informació d'ells mateixos subministrant un arxiu XML, ubicat a la localització especificada a la fase de "Discovery".[19]

A continuació es mostra un exemple d'un arxiu XML:

```
<?xml version="1.0"?>
<root xmlns="urn:schemas-upnp-org:device-1-0" configId="0">
  <specVersion>
    <major>1</major>
    <minor>1</minor>
  </specVersion>
  <device>
    <deviceType>urn:ses-com:device:SatIPServer:1</deviceType>
    <friendlyName>SATIPBOX</friendlyName>
    <manufacturer>Manufacturer</manufacturer>
    <manufacturerURL>http://www.manufacturer.com</manufacturerURL>
    <modelDescription>SATIPBOX 500 4.0</modelDescription>
    <modelName>SATIPBOX</modelName>
    <modelNameNumber>1.0</modelNameNumber>
    <modelURL>http://www.manufacturer.com/satipbox</modelURL>
    <serialNumber>1S81A31231000007</serialNumber>
    <UDN>uuid:50c958a8-e839-4b96-b7ae-8f9d989e136c</UDN>
    <presentationURL>/index.htm</presentationURL>
    <satip:X_SATIPCAP xmlns:satip="urn:ses-com:satip">DVBS2-8,DVBT-4</satip:X_SATIPCAP>
    <satip:X_SATIPM3U xmlns:satip="urn:ses-com:satip">/channellist.m3u</satip:X_SATIPM3U>
  </device>
</root>
```

Il·lustració 1 - Exemple XML servidor SAT>IP

El exemple anterior, podem destacar dos paràmetres importants:

- Satip:X_SATIPCAP: Determina els sistemes de modulació suportats pel servidor i el nombre de front-ends disponibles de cada un.
- Satip:X_SATIPM3U: Ofereix un fitxer amb la llista de canals amb format m3u.

d) Control

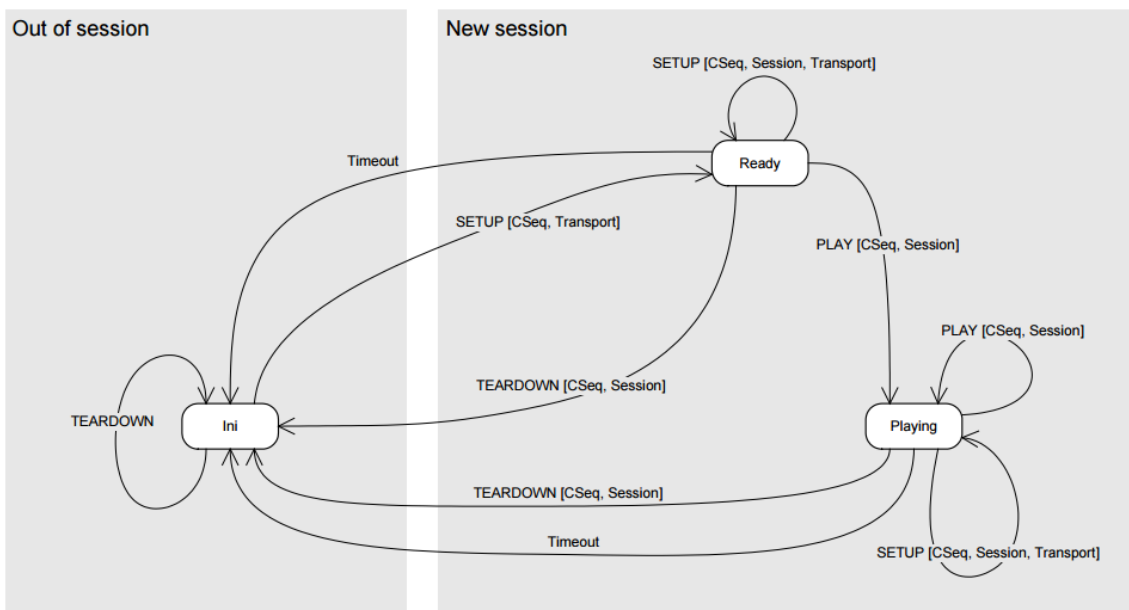
En el control, s'especifiquen totes les comunicacions necessàries pel client per tal de poder sol·licitar el flux al servidor SAT>IP. El control, es pot operar mitjançant l'ús del protocol de dades en temps real RTSP, o bé mitjançant peticions HTTP.

Segons especificació, els servidors han de poder treballar en els dos protocols. En canvi els clients, només han de implementar el que necessitin en funció de les seves operacions. [21]

RTSP en SAT>IP:

SAT>IP utilitza els missatges més comuns de RTSP, els clients els envien al servidor SAT>IP segons la acció que volen realitzar.

A continuació, es mostra un imatge sobre la màquina d'estats que compon doncs la comunicació amb RTSP. Es visualitza molt fàcilment les opcions que ens permet cada una d'elles, i que està passant en cada moment segons la comanda aplicada:



Il·lustració 18 - Màquina d'estats RTSP SAT>IP [21]

Una sessió RTSP, s'identifica amb una seqüència de caràcters únics per a cada instància. Tota sessió, comença amb una petició de SETUP, i acaba amb un missatge de TEARDOWN o si no hi ha manteniment de la sessió.

Anem a veure, en més detall, cada missatge present en una sessió RTSP dins el protocol SAT>IP:

a. Setup

Les sessions amb el servidor, s'inicien amb una petició RTSP SETUP. A continuació, es mostren dos exemples de comanda per analitzar el seu contingut:

Example	Unicast Transport Delivery
Request	<pre>SETUP rtsp://192.168.128.5/?src=1&fe=1&freq=12402&pol=v&msys=dvbs&sr=27500&fec=34&pids=0,16,50,104,166,1707 RTSP/1.0 CSeq: 1 Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=1400-1401 <CRLF></pre>
Response	<pre>RTSP/1.0 200 OK CSeq: 1 Session: 12345678;timeout=60 Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=1400-1401 com.ses.streamID: 1 <CRLF></pre>
Example	Multicast Transport Delivery
Request	<pre>SETUP rtsp://192.168.128.5/?src=1&fe=1&freq=12402&pol=v&msys=dvbs&sr=27500&fec=34&pids=0,16,50,104,166,1707 RTSP/1.0 CSeq: 1 Transport: RTP/AVP;multicast;port=5004-5005 <CRLF></pre>
Response	<pre>RTSP/1.0 200 OK CSeq: 1 Session: 12345678;timeout=60 Transport: RTP/AVP;multicast;destination=239.0.0.9;port=5004-5005;ttl=5 com.ses.streamID: 1 <CRLF></pre>

Il·lustració 19 - Exemples petició-resposta RTSP SETUP [21]

PETICIÓ

Analitzem primer la petició del client, aquesta comença indicant que és un SETUP, informant que es tracta de RTSP i IP del servidor SAT>IP. El port no és obligatori especificar-lo, ja que per defecte és el 554, [21]. Aleshores el següent paràmetre, pot ser o bé l'identificador del flux, si ja ha estat seleccionat o una petició. En l'exemple veiem que al ser el primer SETUP, especifica una petició amb un seguit de atributs amb valors. El format a seguir és el següent:

<atribut1>=<valor1>&<atribut2>=<valor2>&<atribut3>=<valor3>...

L'ordre dels atributs no és rellevant, tot i que sempre han de contenir tots els paràmetres que siguin obligatoris.

En la taula següent, es mostres tots els paràmetres possibles en una petició DVB-S:

Name	Attribute	Value		Example
		Name	Range	
Frontend identifier	fe	feID	Numerical value between 1 and 65535. <i>Not required in normal client queries</i>	fe=1
Signal source	src	srcID	Numerical value between 1 and 255. Default value is "1".	src=1
Frequency	freq	frequency	Transponder frequency expressed in MHz as fixed point type or integer value.	freq=11361.75 freq=11720
Polarisation	pol	polarisation	Set to one of the following values: "h" horizontal linear, "v" vertical linear, "l" circular left, "r" circular right.	pol=h
Roll-Off	ro	roll_off	Set to one of the following values: "0.35", "0.25", "0.20". <i>For DVB-S this value shall be set to "0.35" in client queries</i>	ro=0.35
Modulation system	msys	system	Set to one of the following values: "dvbs", "dvbs2".	msys=dvbs2
Modulation type	mtype	type	Set to one of the following values: "qpsk", "8psk". <i>For DVB-S this value shall be set to "qpsk" in client queries</i>	mtype=8psk
Pilot tones	plts	pilots	Set to one of the following values: "on", "off". <i>For DVB-S this value shall be set to "off" in client queries</i>	plts=off
Symbol rate	sr	symbol_rate	Value in kSymb/s.	sr=22000
FEC inner	fec	fec_inner	Set to one of the following values: "12", "23", "34", "56", "78", "89", "35", "45", "910".	fec=23
List of PIDs	pids		CSV list of PIDs: (Num. values betw. 0 and 8191) for spts streams, "all" for mpts streams, "none" for no demux output.	pids=0,16,201,302
	addpids ⁽¹⁾		Opens new PID filters on the demux for streaming on the network. CSV list of PIDs.	addpids=307,309
	delpids ⁽¹⁾		Removes PID filters from the demux. CSV list of PIDs.	delpids=201,302

¹ The "addpids" or "delpids" parameters shall not be used in combination with the "pids" parameter in the same RTSP query.
The "addpids" and "delpids" parameters may be combined in the same RTSP query.

Il·lustració 20 - Paràmetres petició SETUP DVB-S [21]

Número seqüència

El paràmetre CSeq, identifica el número de missatge. Aquest comença amb el número 1 i s'incrementa en 1 unitat per a cada missatge. Per un únic nombre de seqüència hi ha una parella de missatge resposta.

Transport

El transport, especifica quin tipus de protocol s'utilitzarà, també aporta paràmetres com quina és la adreça de destí, els ports de destí, si és unicast o multicast, i el temps de vida (ttl, time-to-live) en cas de multicast. Cada paràmetre es separa de la resta amb l'ús del punt i coma.

Les possibilitats en aquest camp es poden veure en la següent imatge:

Header Field	
Transport	Specifies the transport of the requested stream. Only a single transport mode is allowed per SETUP request. RTP/AVP;unicast;client_port=<client RTP port>-<client RTCP port> RTP/AVP;multicast;destination=<IP multicast address>;port=<RTP port>-<RTCP port>;ttl=<ttl> RTP/AVP;multicast RTP/AVP;multicast;ttl=<ttl> RTP/AVP;multicast;port=<RTP port>-<RTCP port> RTP/AVP;multicast;port=<RTP port>-<RTCP port>;ttl=<ttl> RTP/AVP;multicast;destination=<IP multicast address> RTP/AVP;multicast;destination=<IP multicast address>;ttl=<ttl> RTP/AVP;multicast;destination=<IP multicast address>;port=<RTP port>-<RTCP port> RTP/AVP;multicast;destination=<IP multicast address>;port=<RTP port>-<RTCP port>;ttl=<ttl>

Il·lustració 21 - Paràmetres de transport en petició SETUP [21]

S'ha de tenir en consideració que quan s'utilitza RTP, el port per on es transmet i es rep el flux, és parell i les comunicacions RTCP, s'utilitza el port immediatament superior i imparell.

També la especificació dels ports varia tant en unicast i multicast:

- Unicast: Client_port = <port client RTP> - <port client RTP>
Server_port = <port servidor RTP> - <port servidor RTP>
- Multicast: port= <port RTP> - <port RTCP>

Un client també es pot unir a la recepció d'un flux ja existent. En aquest cas, el propietari del flux serà el client original. El client que s'ha unit, no podrà modificar el flux.

RESPOSTA

Analitzem ara la resposta a la petició .La resposta del servidor, si ha sigut correcte i acceptada la petició, retornarà el codi 200 amb un "OK". I la capçalera del missatge conté el següent:

- Un no número de sessió RTSP
- Els paràmetres actuals de transport
- Un identificador del flux de transport

El identificador del flux (streamID), és únic per a cada flux de transport. El client que ha realitzat el "SETUP" d'aquest flux, n'és el propietari. Per a realitzar qualsevol acció sobre aquest flux, el client ha d'utilitzar el identificador que ha proporcionat el servidor. [21]

S'adjunta també el número de sessió, aquest com bé s'ha dit, identifica la sessió RTSP. La combinació de la sessió, la selecciona el servidor. Aquesta té un longitud mínima de 8 bytes. Un cop s'ha especificat la sessió, el client ha d'utilitzar-la sempre en les seves peticions al servidor fins al moment de tancar-la amb el missatge TEARDOWN.

S'ha de tenir en compte que un client pot mantenir múltiples sessions actives, i que una mateixa sessió es pot mantenir tot i tancarà la connexió TCP.

Si en fixem, al nombre de sessió, l'acompanya un temps de vida. Aquest determina el temps d'espera màxim fins a la següent petició del client. Si el temps s'acaba, el servidor tancarà la sessió automàticament. En cas que el client no tingui res a demanar al servidor, aquest envia missatges de OPTIONS, per tal de mantenir viva la sessió.

b. Play

Un cop establerta la sessió amb el SETUP, pot començar la transmissió de dades. Per a iniciar-la, el client a d'enviar un missatge PLAY al servidor. Anem a veure amb més detall les possibilitats i usos de la comanda:

```
Example Request  PLAY rtsp://192.168.128.5/stream=1 RTSP/1.0
                CSeq: 2
                Session: 12345678
                <CRLF>
Response         RTSP/1.0 200 OK
                CSeq: 2
                Session: 12345678
                RTP-Info: url=rtsp://192.168.128.5/stream=1
                <CRLF>
```

Il·lustració 22 - Exemple comanda RTSP PLAY [21]

En l'anterior il·lustració, podem veure un exemple de petició i resposta. Per a iniciar la transmissió, és suficient que el client sol·liciti el flux, amb l'identificador proporcionat pel servidor en la comanda de SETUP. En aquest moment, el servidor comença l'enviament de paquets a l'adreça acordada.

La comanda PLAY, també permet afegir paràmetres i/o modificar el flux establert. Aquestes peticions mantenen un format similar a la comanda SETUP. Aquestes accions són freqüents quan la comanda de configuració, no ha definit correctament el flux. Per exemple no s'han especificat els PID.

En qualsevol cas, si el servidor no pot enviar el flux de transport, ja que no s'ha configurat correctament, o no es troba disponible en aquell moment, etc. S'enviarà un paquet RTP buit cada 100 ms.

c. Options

El missatge OPTIONS, acostuma a ser el més freqüent en les comunicacions RTSP SAT>IP. Aquest missatge, com ja s'ha exposat, serveix per mantenir activa una sessió, i s'envia sempre abans de finalitzar el temps de vida màxim, normalment un temps compres entre 30 i 60 segons,[21]. El client també el pot utilitzar per a saber els mètodes suportats pel servidor. Anem a veure l'estructura d'aquest missatge amb un exemple:

```
Request>
OPTIONS rtsp://192.168.178.57:554/ RTSP/1.0
CSeq:5
Session:2180f601c42957d

Response>
RTSP/1.0 200 OK
Public:OPTIONS,SETUP,PLAY,TEARDOWN,DESCRIBE
CSeq:5
Session:2180f601c42957d
```

Il·lustració 23 - Exemple comanda RTSP OPTIONS [21]

Per tal de mantenir viva la sessió, el client sempre ha d'incloure el número de sessió corresponent.

En la resposta, veiem que el servidor llista el conjunt d'accions que admet. Encara que sigui un missatge de manteniment de sessió.

d. Describe

Aquest missatge es pot enviar en qualsevol moment per part del client. Proporciona informació sobre un flux determinat, o tots els fluxos disponibles en el servidor. Per a decidir si es vol només d'un flux o de tots, s'especifica el flux concret o es realitza un genèric a la direcció del servidor, respectivament.

Anem a veure amb un exemple la petició i la resposta que emet el servidor:

Example	Request	DESCRIBE rtsp://192.168.128.5/ CSeq: 5 Accept: application/sdp <CRLF>
	Response	RTSP/1.0 200 OK CSeq: 5 Content-Type: application/sdp Content-Base: rtsp://192.168.128.5/ Content-Length: 724 <CRLF> v=0 o=- 5678901234 7890123456 IN IP4 192.168.128.5 s=SatIPServer:1 4 t=0 0 m=video 5004 RTP/AVP 33 c=IN IP4 239.0.0.8/5 a=control:stream=0 a=fmtp:33 ver=1.0;src=1;tuner=1,240,1,7,12402,v,dvbs,,,,,27500,34;pids=0,16,56,112,168,1709 a=inactive m=video 5006 RTP/AVP 33 c=IN IP4 239.0.0.9/5 a=control:stream=1 a=fmtp:33 ver=1.0;src=1;tuner=1,240,1,7,12402,v,dvbs,,,,,27500,34;pids=0,16,50,104,166,1707 a=sendonly m=video 0 RTP/AVP 33 c=IN IP4 0.0.0.0 a=control:stream=2 a=fmtp:33 ver=1.0;src=1;tuner=1,240,1,7,12402,v,dvbs,,,,,27500,34;pids=all a=sendonly m=video 5010 RTP/AVP 33 c=IN IP4 239.0.0.11/5 a=control:stream=3 a=fmtp:33 ver=1.0;src=2;tuner=2,221,1,6,11758,h,dvbs2,8psk,off,25,27500,56;pids=all a=sendonly

Il·lustració 24 - Exemple comanda RTSP DESCRIBE [21]

Com podem veure, el missatge del client està sol·licitant informació sobre tots els flux disponibles. El servidor, contesta correctament i transmet la informació sol·licitada.

En la resposta, veiem:

- La part vermella, es correspon a informació sobre la sessió i el servidor.
- Les parts blaves i grises, corresponen a la informació específica del cada flux disponible en el servidor.

En la imatge inferior, podem veure quins són aquests paràmetres que el servidor mostra de cada flux:

```
Session Level:  
s=SatIPServer:1 <frontends>  
  
Media level:  
a=control:stream=<streamID>  
  
a=fmtp:33 ver=<major>.<minor>;src=<srcID>;tuner=<feID>,<level>,<lock>,<quality>,<frequency>,<pol  
arisation>,<system>,<type>,<pilots>,<roll_off>,<symbol_rate>,<fec_inner>;pids=<pid0>,...,<pidn>
```

Il·lustració 25 - Paràmetres informació flux [21]

e. Teardown

El missatge, permet finalitzar la emissió d'un flux de transmissió i finalitzar també la sessió, ja sigui multicast o unicast. S'ha de tenir en compte, que un flux multicast només el pot finalitzar el client que n'és el propietari.

Veiem doncs un exemple d'aquest missatge:

Example	Request	TEARDOWN rtsp://192.168.128.5/stream=1 RTSP/1.0 CSeq: 3 Session: 12345678 <CRLF>
	Response	RTSP/1.0 200 OK CSeq: 3 Session: 12345678 <CRLF>

Il·lustració 26 - Exemple comanda RTSP TEARDOWN [21]

Fins ara hem vist que a les peticions de SETUP i PLAY, s'han inclòs molts tipus de paràmetres, veiem breument quins i què són sobre els més importants:

- “Frontend”: Controla el sintonitzador i el des-modulador. El servidor normalment en té varis. El client normalment no el selecciona, el servidor és qui assigna un al client.
- “Source (Src)”: És la posició del satèl·lit. El client sol·licita segons la configuració que té. El servidor pot tenir un mapeig del valor sol·licitat cap a la seva pròpia configuració.
- Paràmetres per sintonitzar el aparell físic. Cada servidor, té diferents sintonitzadors físics, DVB-S/S2, connectats. Aquests requereixen com a mínim els paràmetres: “src”, “freq”, “pol”, “ro”, “msys”, “mtype”, “plts”, “sr” i “fec”. El paràmetre pids, es pot especificar com pids, addpids o delpids, segons l'acció i missatge.

Fins ara, no hem tingut en massa consideració les respostes de servidor, només hem vist que amb el valor “200 OK”, mostrava una resposta correcte. Veiem en la següent llista, el número de la resposta i el seu significat:

Status code	Reason Phrase
100	Continue
200	OK
400	Bad Request
403	Forbidden
404	Not Found
405	Method Not Allowed
406	Not Acceptable
408	Request Timeout
414	Request-URI Too Long
453	Not Enough Bandwidth
454	Session Not Found
455	Method Not Valid in This State
461	Unsupported Transport
500	Internal Server Error
501	Not Implemented
503	Service Unavailable
505	RTSP Version Not Supported
551	Option Not Supported

Il·lustració 27 - Respostes possibles servidor SAT>IP [21]

e) Transport

El transport del flux de transmissió, segons l'estàndard, es realitza amb RTP. El que es transmet és un flux en format MPEG-2, comunament anomenat TS. [22]

3.4.2 Tvheadend

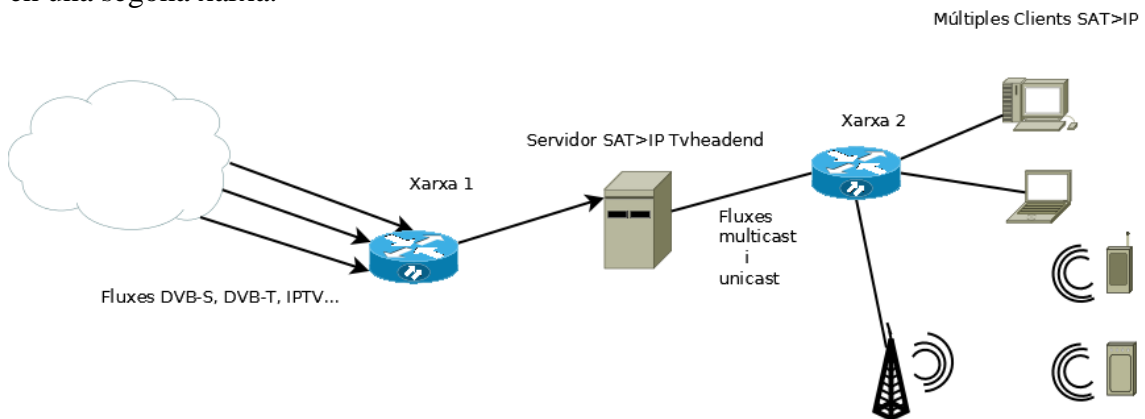
És una aplicació de codi lliure, desenvolupat per a sistemes Linux i utilitzat, principalment, per a la distribució de televisió digital. Actualment els estàndards suportats com entrada són: DVB-S/S2, DVB-C/C2, DVB-T/T2, ATSC, IPTV (UDP/HTTP) i vídeo analògic (V4L). [23]

El software necessita molt pocs requeriments, gràcies a la seva implementació i la interfície actual, una interfícies web. Per a demostrar les poques exigències en hardware, val comentar que es pot executar sense problemes de rendiment en un mini-PC com és una Raspberry Pi.

Tvheadend, permet el control de totes les entrades esmentades anteriorment i gestionar la seva distribució a través de "Home TV Streaming Protocol", HTSP, RTSP. També hi ha disponible la opció de guardar les entrades com arxius de vídeo.

Recentment, s'ha inclòs el suport com a client i servidor de SAT>IP, és a dir, pot operar com a client, obtenint el contingut d'un servidor SAT>IP com una entrada més i/o pot funcionar com a servidor de SAT>IP. Gestionant les entrades disponibles de qualsevol tipus de contingut, i oferir-lo com a fluxos per als clients de SAT>IP.

En el següent diagrama, es pot observar un servidor SAT>IP Tvheadend, el qual rep fluxos d'una xarxa, en diferents protocols, i els ofereix com a serveis en protocol SAT>IP en una segona xarxa.



Il·lustració 28 – Diagrama Tvheadend

3.4.3 Node JS

Quan parlem del desenvolupament d'aplicacions amb connexions asíncrones i amb una gran afluència de clients, el primer que ens ve el cap són un munt de fils de procés per a gestionar la concurrència. És una opció, però n'hi poden haver de millors, i una d'elles és Node js.

Node, és un intèrpret del llenguatge Javascript però en el servidor. Permet la construcció d'aplicacions fàcilment escalables, gestionant les connexions dels clients per esdeveniments i no creant fils paral·lels amb recursos dedicats per a cada un. [24]

S'ha de tenir en compte doncs, que en Node no es programa seguint una metodologia orientada a objectes, si no orientada a esdeveniments. Per exemple, una nova connexió, és un esdeveniment el qual inicia l'execució d'un codi específic, noves dades rebudes, un altre esdeveniment....

Veient el que aporta Node, és una bona opció per a desenvolupar les eines SAT>IP. Primerament per què s'ha començat pel Proxy, el qual està pensat per a poder suportar un nombre indeterminat de clients, amb un nombre indeterminat de connexions. En base al Proxy, s'han desenvolupat les altres eines, i al ser un paquet el seu conjunt és lògic utilitzar el mateix estil en cada una d'elles.

4. DISSENY I DESENVOLUPAMENT

4.1 Introducció

En aquest capítol, es recull tot el treball realitzat sobre el desplegament del servei de televisió amb protocol SAT>IP i el conjunt d'eines desenvolupades.

El capítol comença amb el desplegament del servei de televisió, presentant l'oportunitat, requeriments en la selecció de la tecnologia i la seva adaptació. Més endavant podem trobar una explicació sobre funcionalitat, arquitectura i ús de cada una de les eines desenvolupades.

4.2 Servei d'IPTV amb protocol SAT>IP

Donada la oportunitat de col·laborar en el disseny i desenvolupament d'un servei de IPTV, utilitzant el protocol SAT>IP, la primera tasca va consistir en seleccionar el programari que s'utilitzaria.

Es va seleccionar un programari en codi lliure, que acomplís les necessitats. Els requeriments plantejats es poden resumir en els següents:

- Funcionals:
 - Suport del protocol SAT>IP com a servidor
 - Admissió dels estàndards DVB-S/S2, DVB-T/T2 com entrades.
 - Admissió d'entrades IPTV
 - Poder oferir totes les entrades com a serveis del servidor SAT>IP

- No Funcionals:
 - Servidor en codi lliure
 - Suport per múltiples usuaris
 - Robustesa
 - Capacitat de funcionament en equipament limitat
 - Disponibilitat 24/7
 - Portable, fàcil desplegament

Actualment comencen a existir diverses opcions per a seleccionar, però poques tenen un nivell de maduresa i constància com són Tvheadend i minisatip. Altres opcions, són programes de pagament, per tant ja no s'esmenten en aquest apartat.

Minisatip és un servidor en desenvolupament, implementat en C, i operat des de consola de comandes. Suporta els estàndards DVB-S/S2, DVB-T/T2, DVB-C/C2, ATSC i ISDB-T. Malauradament, aquest servidor no es pot alimentar de un tràfic IPTV. Per tant donada la naturalesa dels requeriments es descarta aquesta opció.

Veiem doncs que donat les poques opcions existents, la més apropiada és utilitzar Tvheadend com a servidor SAT>IP.

4.2.1 Desenvolupament Tvheadend

a) Introducció

Ara que ja s'ha seleccionat el software que s'utilitzarà com a servidor de SAT>IP, s'ha d'adaptar a l'entorn i necessitats del desplegament. Com ja s'ha exposat anteriorment, el software es troba en desenvolupament, per tant és normal trobar problemes en ell. Donada la naturalesa dels requeriments, han calgut certes modificacions per tal de solucionar aquests problemes.

En aquest TFG doncs, s'ha col·laborat en registrar els problemes i modificacions, modificar el software per tal de solucionar-los i aportar les solucions a la comunitat de Tvheadend, per tal de contribuir en el projecte i ajudar a fer-lo créixer i millorar.

b)Entorn desenvolupament

Per a poder dur a terme les proves necessàries, i simular el funcionament i desplegament del programari, s'ha desplegat un entorn de proves propi. Aquest entorn, està format per un servidor ESXi, el qual allotja un conjunt de màquines virtuals:

- Màquina sistema operatiu Debian, per a mantenir el servidor Tvheadend funcionant, amb una disponibilitat 24/7, tal i com es trobarà en un entorn real.
- Simulador de router mikrotik per a una connexió VPN amb entorn de proves “in situ”. (Finalment no utilitzat).
- Màquina amb sistema operatiu Windows, com a subministrador de flux de vídeo.
- Màquines Windows coma clients de SAT>IP
- Dispositiu mòbil amb client de SAT>IP.
- Xarxa LAN gigabit on es concentra l'equipament.

A més a més, es va disposar en una fase més avançada, de una connexió VPN amb l'entorn de proves del projecte en el que s'ha col·laborat.

Tot el desplegament de la infraestructura necessària, també forma part del procés d'avaluació de Tvheadend dins aquest treball.

c)Revisions i Modificacions

En l'avaluació de Tvheadend, s'han centrat els esforços en assegurar que compleixi els requeriments que s'han exposat. S'ha de tenir en compte que el servidor, ha de donar servei a diversos clients reals, distribuïts en diferents ubicacions. Per tant s'ha de assegurar especialment la robustesa, el suport de múltiples connexions, interacció amb el equipament que s'utilitzarà...

En la totalitat de les iteracions realitzades, s'han registrat un total de 18 falles, relacionades amb el funcionament de Tvheadend. S'ha de tenir en consideració que Tvheadend és un projecte gran, que inclou molta funcionalitat. Aquest fet implica, un seguit de tasques que poden semblar senzilles, però requereixen una inversió de temps i cerca considerables. Donada aquesta premissa, hi ha falles detectades que s'ha considerat que no era rentable la inversió necessària, en contraposició del benefici obtingut. Aquestes falles, simplement s'han registrat i han estat notificades a la comunitat, sense oferir la corresponent solució.

A continuació es detallen les falles trobades i l'estat en que es troben actualment:

#	Àrea Afectació	Descripció	Estat
1	SSDP - Discovery	No es reben correctament els missatges SSDP de TVH	Not a bug
2	SAT>IP Anunci tunners	TVH només utilitza la informació dels tunners disponibles, ignora la configuració manual que s'introdueix en la configuració	Fixed
3	SSDP missatges	Possible error de sintaxis en la finalització dels missatges. Comprovar amb gssdp-discover error mostrat	Not a bug
4	Missatges "scan" RTSP	Si en les peticions es detecten paràmetres pròpis o diferents a els acceptats, TVH ho mostra com error i cancel·la la petició	Fixed
5	PIDS en missatges, mapeig	TVH no ignora els PIDS, (comprova si es correspon amb algún stream), de les peticions.	Not a bug
6	TVH "multi-home" - Port RTSP	Només es pot seleccionar una xarxa d'entrada, RTSP només s'obre en una xarxa. Actualment si no s'especifica la adreça, es passa el paràmetre null, per tant la interpretació d'aquest la realitza el sistema operatiu.	Partially fixed
7	Registre del "service" dins el mux en l'operació de SETUP		Not a bug
8	DVBViewer canvia de freq durant scanning amb comanda PLAY	Error quan el PLAY anterior ha estat erroni(Selecciona una freq no assignada). El següent PLAY fallarà.	Fixed
9	Peticions RTSP pids	Quan en una petició, es demanen tots els TS enviant "pids:all" aquest no funciona. No es retorna el que es requereix	Not a bug

#	Àrea Afectació	Descripció	Estat
10	Subscripció durant el scan	Es mostra error en la primera freqüència que s'escaneja.	Not a bug
11	Log, error conversió	Problemes amb hton() i ntohs(). Per exemple el trace dels paquets RTCP	Fixed
12	Subscripcions amb client VDR	Amb client VDR de vegades es queda una subscripció oberta... enviant messages RTP/RTCP, encara que es tanqui el client.	Unresolved
13	Respostes HTTP del servidor SAT>IP	Falta expressar que el codi 405, correspon a el missatge "NOT ALLOWED"	Fixed
14	El signal status SAT>IP amb IPTV té valors erroris ("no lock", snr/signal "low")	No es realitza el lock del tunner	Fixed
15	Scanning servidor SAT>IP, error procés	El servidor SAT>IP de TVH no realitza correctament el "scanning", ja que no fa el SETUP de forma correcte. Fallen les comandes DESCRIBE després del SETUP, no s'indiquen els valors correctes de l'estat del tunner	Fixed
16	Trace RTSP, http headers	És important tenir els headers http quan es realitza el debug	Fixed
17	Servidor SAT>IP sessions expirades	El servidor no tanca les sessions que han expirat. Aquestes es queden a connections	Unresolved
18	El signal status SAT>IP amb IPTV té valors erroris (snr/signal "low")	Es mostra el stream amb snr/signal a valors inferiors al màxim. (Com que es tracta de IPTV, aquests valors haurien de ser els més elevats)	Fixed

Il·lustració 29 - Taula problemes TVH

L'anterior taula, és una mostra del registre de problemes trobat en el software. Cada un mostra l'estat final en el qual es troba:

- “Not a bug”: No es considera un problema, la falla detectada finalment s’ha considerat que no es autènticament una falla.
- “Fixed”: La falla s’ha pogut reparar i s’ha generat el pedaç corresponent.
- “Unresolved”: La falla no s’ha arreglat encara, degut a que no s’ha considerat de vital importància pel projecte i/o no s’ha detectat l’origen d’aquesta.
- “Partially Fixed”: La falla s’ha reparat i disposa d’un pedaç generat. Tot i així encara no s’ha validat correctament, ho està pendent de modificació.

En l'annex d'aquest TFG, es pot trobar la taula completa que s'ha utilitzat com a registre, així com els enllaços amb la informació transmesa a la comunitat de Tvheadend.

4.3 Desenvolupament eines SAT>IP

4.3.1 Introducció

S'han desenvolupat diverses eines, que busquen la innovació en les aplicacions del protocol SAT>IP. Aquestes eines en el moment de la seva implementació, no s'han trobat precedents ni exemples similars.

La motivació per a implementar cada eina ha sorgit en diferents etapes del projecte. Si fem un reconstrucció cronològica, primer de tot trobem el "Satip-proxy". Seguidament el "Satip-client" i finalment el "SSDP-announcer-tool". Tot i l'ordre d'inici d'implementació de cada eina, totes guarden relació entre si. I en el seu conjunt, formen un paquet d'eines molt interessant pel desenvolupament i/o control de programari basat en el protocol SAT>IP.

Les eines s'han posat a l'abast de tothom qui ho desitgi, a través de la plataforma Github.

Totes les eines de SAT>IP, s'han desenvolupat en Node.js. El llenguatge va ser seleccionat donada la seva naturalesa, orientat a esdeveniments asíncrons. També, degut a la facilitat que presenta en la gestió de clients.

En els següents punts, es donarà la documentació referent a cada una de les eines desenvolupades.

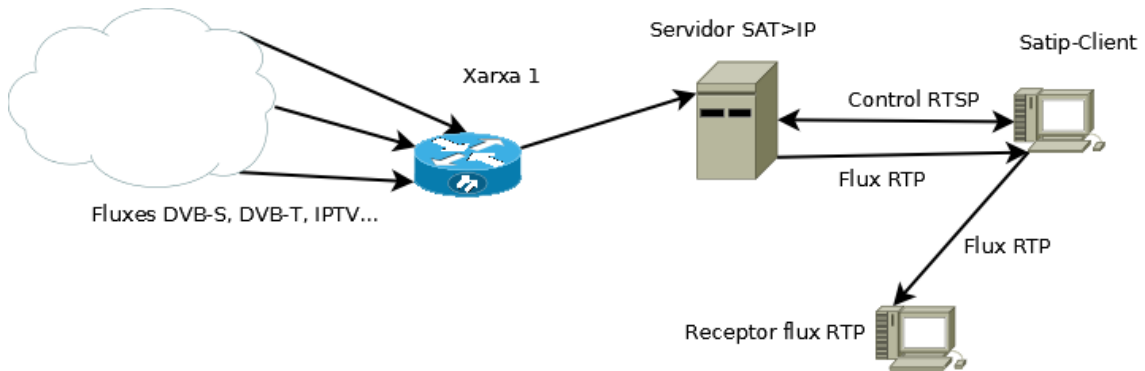
4.3.2 Satip-client

a) Què és

El client SAT>IP neix amb la motivació de crear un client de SAT>IP simple i funcional. Aquest està orientat a proves, i un dels objectius de la seva creació resideix en la seva utilització per a les proves amb Tvheadend. En aquestes proves, es volia saber el màxim de clients suportats pel servidor de forma simultània. Òbviament, també és vàlid com a un client normal de SAT>IP.

L'eina, permet doncs establir una comunicació RTSP basada en protocol SAT>IP, amb un servidor SAT>IP conegut. Permet realitzar peticions d'un flux determinat, en els estàndards DVB-S/S2, DVB-T de forma controlada, i en altres formats sense control sobre l'entrada. També permet reenviar el flux a qualsevol altre destí que desitgi l'usuari.

En el següent diagrama, podem observar el client interactuant amb un servidor i reenviant el flux rebut a un altre destí.



II·lustració 30 – Diagrama general client SAT>IP

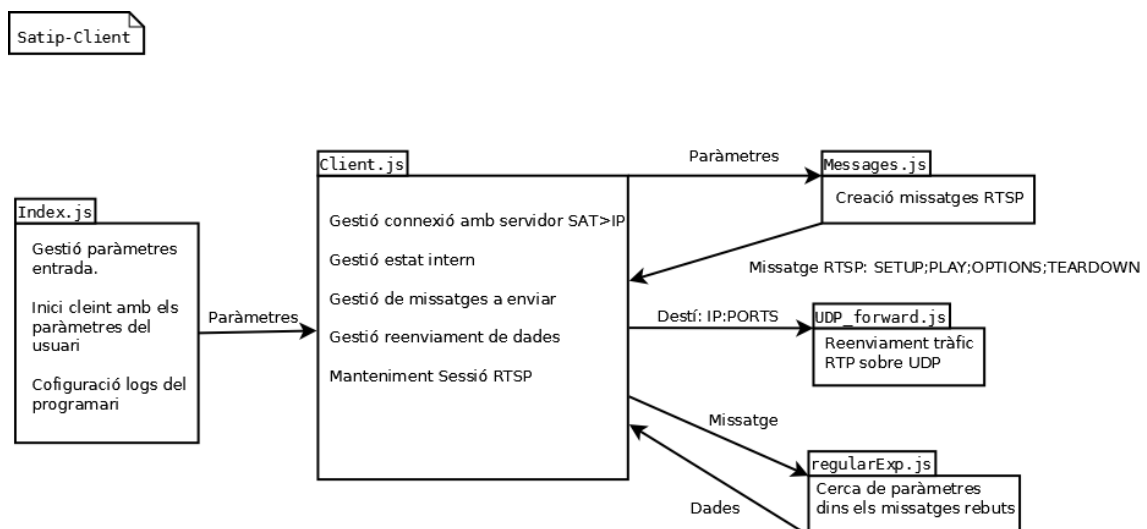
Aquesta eina està disponible en el següent enllaç: <https://github.com/jfont555/satip-client>

b)Arquitectura i Implementació

L'eina es presenta com una utilitat pròpia, basada en línia de comandes. S'estructura en un arxiu client principal, que realitza la gestió de la connexió TCP amb el servidor. Aquest client també controla els missatges RTSP a enviar en cada moment.

La transmissió del flux RTP, és gestionada per un mòdul extern. Aquest mòdul es tracta d'un Proxy UDP de codi lliure, el qual permet reenviar el flux a qualsevol destí, inclòs fora de la mateixa màquina.

El client compta amb la següent estructura d'arxius i funcions de cada un:



II·lustració 31 - Disseny Satip-Client

El client pot realitzar peticions de tràfic unicast o bé multicast. Ara bé l'únic tràfic multicast existent, és el que envia el servidor, no la petició ni el Client. En aquest cas, no es dona ús del Proxy UDP.

L'eina requereix de certes dependències de mòduls node, aquestes es detallen a continuació:

- "stdio": ">=0.2.7" Es tracta d'un mòdul per a gestionar l'entrada de paràmetres per consola. Molt útil per a crear l'ajuda inicial amb la comanda -help.
- "verbal-expressions": ">=0.2.1" És un mòdul dedicat a fer més fàcil l'ús d'expressions regulars.
- "udp-proxy": ">=1.0.1" Mòdul per a la gestió de les transmissions de fluxos RTP sobre UDP.
- "winston": ">=0.9.0" Es tracta d'un paquet molt interessant que ajuda en la construcció de arxius de registre del programa.

c) Funcionament

Per tal de posar en funcionament el client, es necessita primer de tot, instal·lar les dependències del paquet:

```
npm install
```

Un cop instal·lades, ja es pot executar l'eina, abans de tot però, s'han d'exposar el paràmetres d'entrada i la sintaxis utilitzada:

```
satips=<server IP>:<Server Port> (Per defecte 554)
cmd="?freq=1234&msys=dvbs&fec=89&pids=504,234,0,12 ..."
dst=<Client a rebre el flux>:<client port>
```

Com podem veure hi ha 3 paràmetres principals, satips, cmd i dst:

- **Satips** = En el primer s'ha d'especificar l'adreça i port del servidor SAT>IP.
Exemple:

Exemple: satips=192.168.1.30:554

- **Cmd**= En aquest especifiquem la part de petició del SETUP, la sintaxis és la mateixa que en el protocol SAT>IP. Això permet copiar comandes RTSP directament.

Exemple

```
cmd="?src=1&freq=11347&pol=v&ro=0.35&msys=dvbs2&mtype=8psk&plts=on&sr=22000&fec=23&pids=0,17,18,6600,6610,6620,6630"
```

- **Dst** = Determina l'adreça destí del flux, conjuntament amb el port RTP.

Exemple: dst=192.168.1.32:12345

Es disposa a més de l'anterior, els següents arguments:

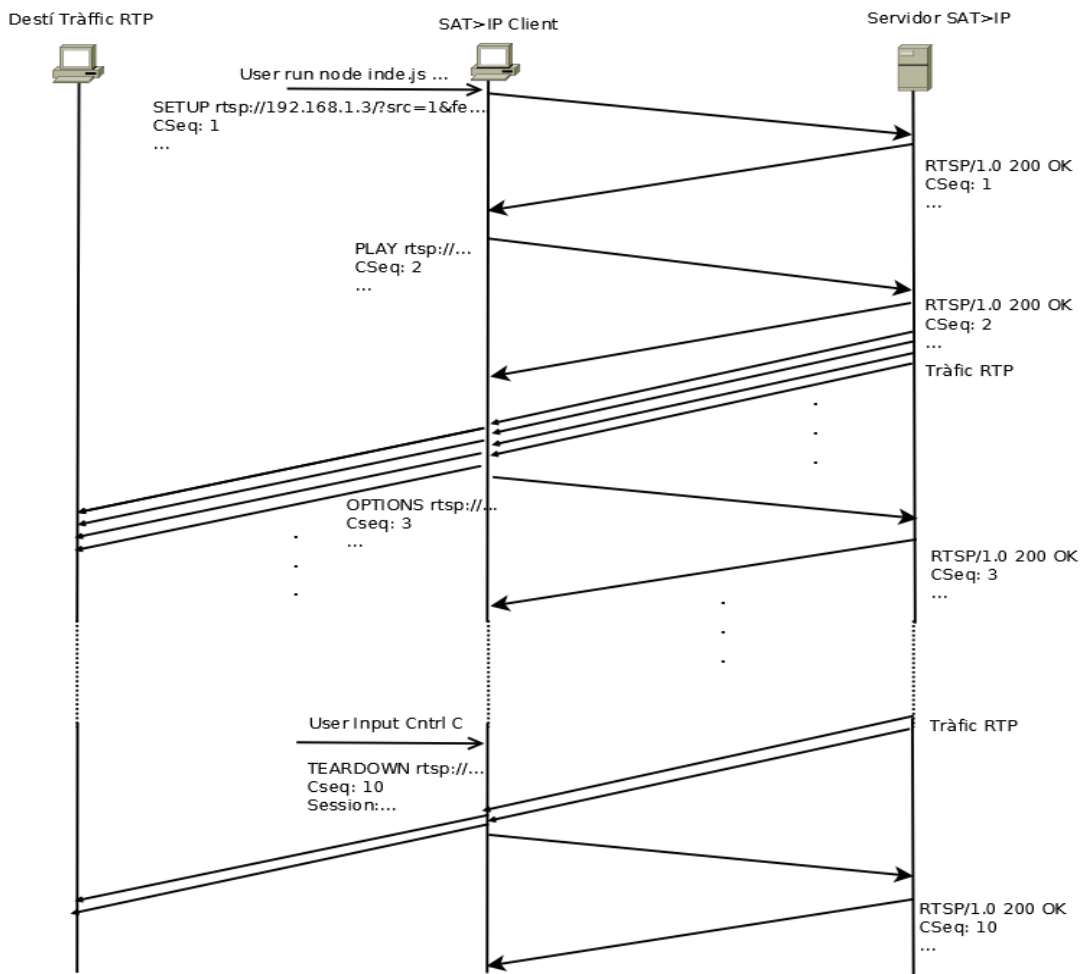
- **-m --multicast:** Booleà per indicar que es sol·licita tràfic multicast al servidor,

- **-t --ttl:** Temps de vida màxim, indicat en multicast
- **-c --Commands:** No parsejar la comanda escrita dins les cometes (cmd="comanda"), per defecte el client extreu i analitza els paràmetres inclosos a dins.
- **-i --info:** Mostrar informació sobre els paràmetres satips, cmd i dst.
- **-v --verbosity:** Definir nivell de informació mostrada per pantalla. info: 0, verbose: 1, debug: 2.
- **-l --logFile:** Guardar la sortida en un arxiu de registre,
- **-p --Port:** Especificar el port RTP que ha d'utilitzar el client SAT>IP per a rebre el tràfic. Si no s'especifica, el client utilitzarà el port posat com a destí+1.
- **--help:** Mostrar informació sobre tots els paràmetres anteriors.

Suposem doncs que realitzem l'execució amb la comanda següent:

```
node index.js satips=192.168.1.30:554
cmd="?src=1&freq=11347&pol=v&ro=0.35&msys=dvbs2&mtype=8psk&plts=on&sr=22000&fec=23&pids=0,17,18,6600,6610,6620,6630" dst=192.168.1.32:12345
```

Aleshores l'intercanvi de missatges, tindrà un aspecte similar al que es mostra en el següent diagrama.



Il·lustració 32 - Diagrama Sessió Client SAT>IP

En el client de destí, per tal de poder visualitzar el flux RTP, es poden utilitzar programes com:

- **TReader:** RTPUnicast/12345
- **VLC:** rtp://192.168.1.32:12345

Si en canvi, es vol guardar el arxiu, una opció és utilitzar l'eina 'dumprtp' inclosa en el paquet 'dvbstream'. En aquest cas s'ha de posar com a destinació l'adreça local de la màquina.

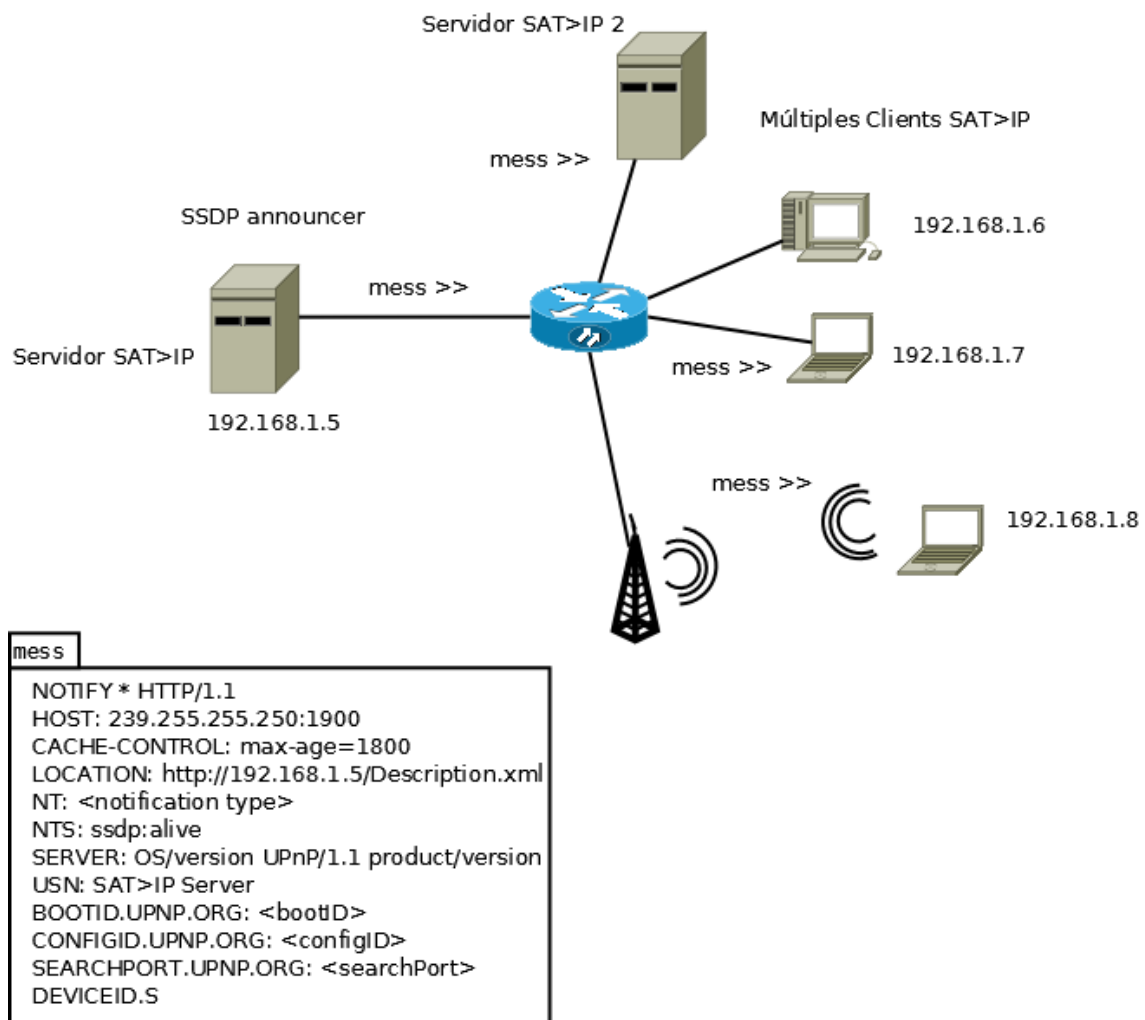
```
dumprtp 127.0.0.1 12345 > capture.ts
```

4.3.3 SSDP-announcer-tool

a) Què és

El SSDP announcer, és una de les eines incloses dins el paquet de “SAT>IP tools”. Aquesta eina, implementa el just i necessari, per satisfer la fase de “Discovery” d’un servidor SAT>IP. És a dir, permet la publicació d’un arxiu XML per tal de descriure el servei del servidor SAT>IP a la xarxa. També anuncia a la xarxa especificada, l’existència del servidor mitjançant UPnP.

En el següent diagrama, podem observar el SSDP-announcer, anunciant la presència d’un servidor SAT>IP en la mateixa màquina.



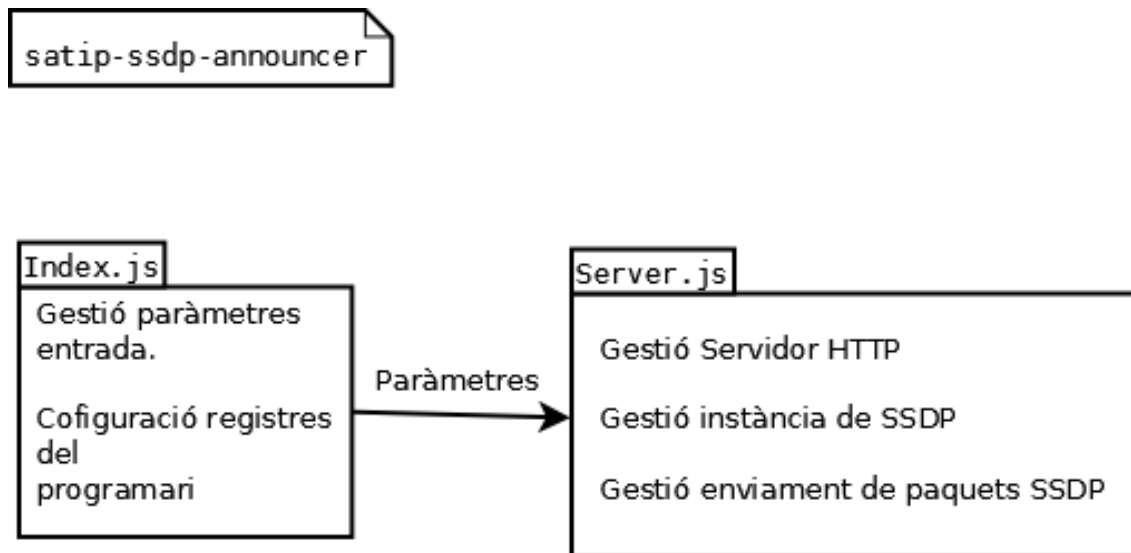
Il·lustració 33 – Diagrama gener SSDP announcer SAT>IP

Aquesta eina està disponible en el següent enllaç: <https://github.com/jfont555/satip-ssdp-announcer>

b) Arquitectura i Implementació

L'eina es presenta com un mòdul de codi, que es pot incorporar a qualsevol projecte que ho requereixi. També es pot utilitzar de forma autònoma, sense necessitat d'inclusió en cap altre projecte.

El SSDP announcer compta amb la següent estructura d'arxius i funcions de cada un:



Il·lustració 34 - Disseny ssdp announcer

La gestió dels anuncis SSDP, es realitza mitjançant el mòdul node-ssdp. Aquest mòdul proveeix de l'estructura per a crear y gestionar un servidor i/o client SSDP.

L'eina requereix de certes dependències de mòduls node, aquestes es detallen a continuació:

- "stdio": ">=0.2.7" Es tracta d'un mòdul per a gestionar l'entrada de paràmetres per consola. Molt útil per a crear l'ajuda inicial amb la comanda -help.
- "winston": ">=0.9.0" Es tracta d'un paquet molt interessant que ajuda en la construcció de arxius de registre del programa.
- "node-ssdp": ">=2.0.1" Permet instanciar un servidor SSDP.
- "node-simple-router": Permet gestionar les direccions del servidor HTTP
- "uuid": ">=2.0.1" Generar identificadors únics.

c) Funcionament

Per a posar en funcionament l'eina, primer de tot s'han d'instal·lar les dependències.

```
npm install
```

Un cop instal·lades, ja es pot executar l'eina amb els paràmetres adients. Aquests són els següents:

- **-p --HTTPServerPath:** Direcció completa pel servidor HTTP.
- **-x --PathXml:** Direcció completa de localització del arxiu XML.
- **-P --HTTPServerPort:** Port del servidor HTTP. Per configurar el número de port del servidor HTTP, s'ha de determinar tant si és un servidor extern com local. Per defecte és el port 3400.
- **-t --serverIP:** Direcció del servidor SAT>IP. Per defecte és la direcció local.
- **-d --DeviceIDSesCom:** Configurar DeviceIDSesCom, Per defecte és 17
- **-u --UUID:** Configurar la UUID del servidor. Per defecte és genera una en funció del temps.

A continuació es mostren dos exemples d'ús. Un per a un arxiu servit en la pròpia màquina. L'altre ubicat en un servidor HTTP extern a la màquina.

- **Intern.** Iniciem amb el arxiu XML al mateix nivell que la resta del codi.

```
sudo node index.js -d 1 -x DeviceDesc.xml -p /
```

- **Extern.** Iniciem amb el servidor a l'adreça 192.168.1.5:9985 i l'arxiu situat a satip_server/desc.xml:

```
sudo ndoe index.js -d 1 -t 192.168.1.5 -P 9985 -x satip_server/desc.xml
```

4.3.4 Satip-proxy

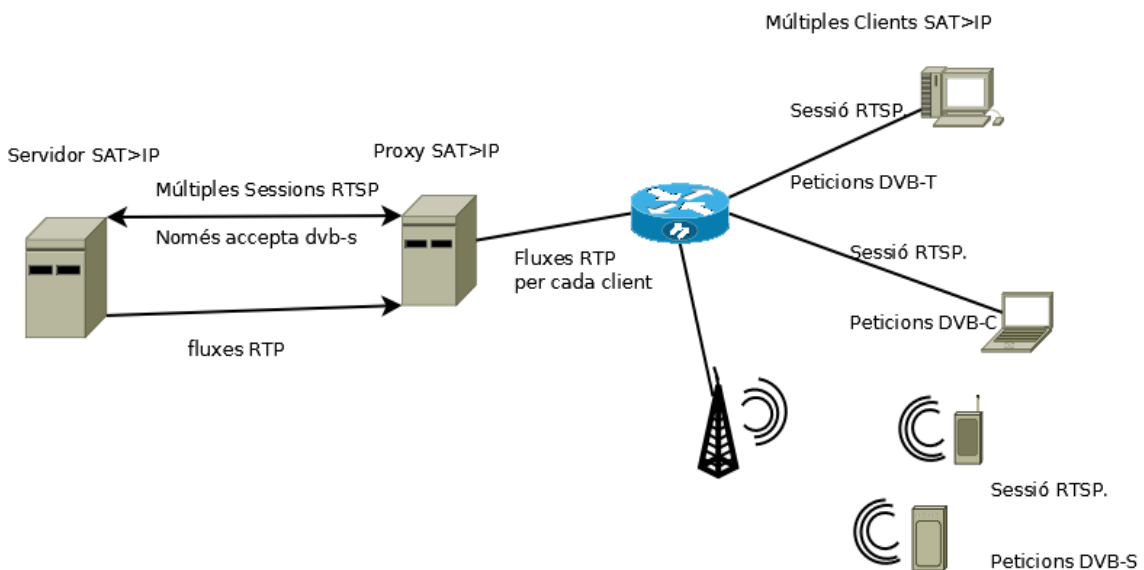
a) Què és

El Proxy, és l'última de les eines aquí presentades. Com, bé diu el nom, és un Proxy de protocol SAT>IP. Entenem doncs que es visualitza com un servidor de SAT>IP per a qualsevol client, i actua com a client vers el servidor especificat per l'usuari.

El Proxy permet realitzar traduccions d'un estàndard a un altre. És a dir, posem per exemple que el client sol·licita una freqüència de DVB-S, 12727 MHz. L'usuari del Proxy ha especificat que aquesta freqüència es correspon en realitat a un freqüència de DVB-T, 798 MHz. En aquest cas el Proxy rebrà per part del client el missatge en DVB-S, aleshores el Proxy crearà un missatge DVB-T amb els paràmetres adients a la consulta, i realitzarà la petició al servidor.

Durant tota la connexió RTSP, el Proxy actuarà com si fos el client, remodelant els missatges originals del client original, per a enviar-los al servidor. Modificarà direccions, ports, paràmetres, etc...

Veiem en el següent diagrama un cas d'ús, en el qual el Proxy és alimentat per un servidor SAT>IP, el que només té sintonitzadors de DVB-S. El Proxy, té un mapeig de freqüències DVB-C/T a DVB-S. Hi ha diversos clients connectats al Proxy sol·licitant contingut en diferents estàndards.



Il·lustració 35 – Diagrama general Proxy SAT>IP

Aquesta eina està disponible en el següent enllaç:
https://github.com/jfont555/satip_proxy_tool

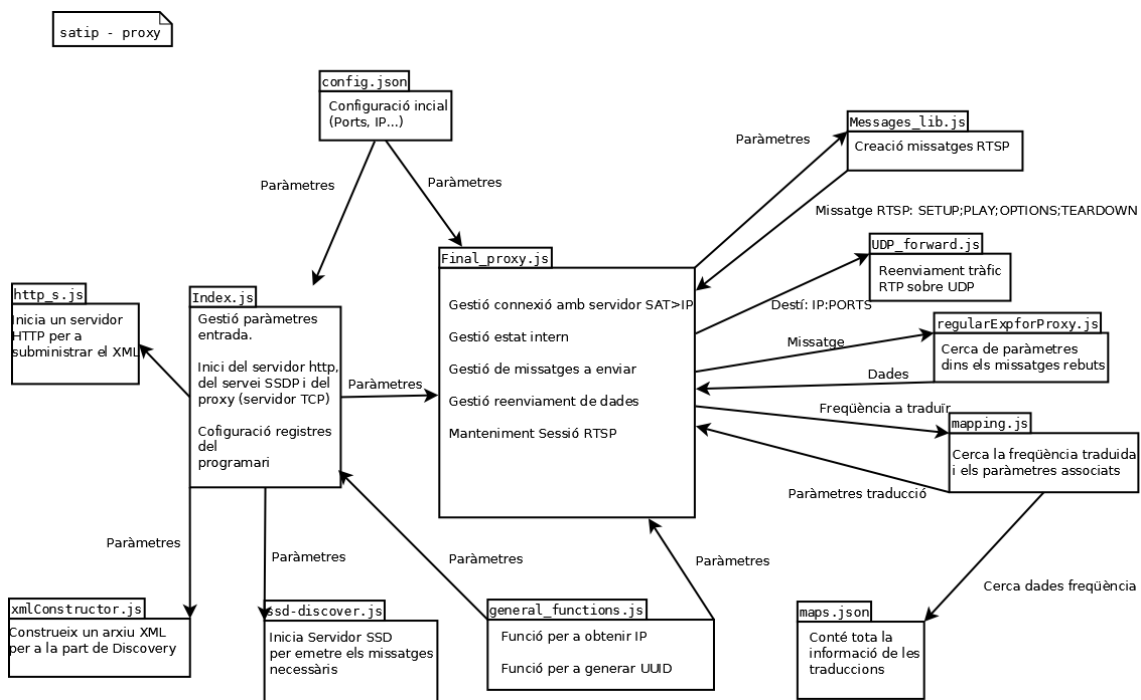
Les traduccions suportades actualment, són les següents:

Estàndard Original	Estàndard Traduït
DVB-S/S2	DVB-T
DVB-S/S2	DVB-S/S2
DVB-T	DVB-S/S2
DVB-T	DVB-C
DVB-C	DVB-T
DVB-C	DVB-S/S2

II-lustració 36^ - Taula mapeig Proxy SAT>IP

b) Arquitectura i Implementació

El Proxy SAT>IP, és l'eina d'aquest projecte més extensa, tant en funcionalitat com en envergadura. Comencem doncs exposant l'estructura i desglossant la seva construcció i funcionalitat.



II-lustració 37 - Disseny SAT>IP Proxy

El servidor TCP i el qual gestiona l'intercanvi de missatges RTSP, ho allotja el arxIU principal final Proxy. És com si es tractés de la classe principal, tot i que les implementacions en node són orientades a esdeveniments. S'ha aïllat la funcionalitat, com a la resta d'eines, en mòduls separats segons àmbit. En aquests mòduls i consten:

- Servidor HTTP.
- Servidor SSD.
- Cercador de paràmetres de mapeig.
- Funcions per a extreure informació amb expressions regulars.
- Proxy UDP, per al reenviament del flux RTP.
- Creador de missatges RTSP.
- Mòdul amb funcions genèriques.

- Arxiu principal recol·lector de paràmetres i instanciar Proxy i servidors.

L'eina requereix de certes dependències de mòduls node, aquestes es detallen a continuació:

- "stdio": ">=0.2.7" Es tracta d'un mòdul per a gestionar l'entrada de paràmetres per consola. Molt útil per a crear l'ajuda inicial amb la comanda `-help`.
- "verbal-expressions": ">=0.2.1" És un mòdul dedicat a fer més fàcil l'ús d'expressions regulars.
- "udp-proxy": ">=1.0.1" Mòdul per a la gestió de les transmissions de fluxos RTP sobre UDP.
- "winston": ">=0.9.0" Es tracta d'un paquet molt interessant que ajuda en la construcció de arxius de registre del programa.
- "node-ssdp": ">=2.0.1" Permet instanciar un servidor SSDP.
- "xmlbuilder": ">=2.6.2" Ajuda en la construcció d'un arxiu XML.
- "node-simple-router": Permet gestionar les direccions del servidor HTTP
- "uuid": ">=2.0.1" Generar identificadors únics.

c) Funcionament

Per a posar en funcionament l'eina, primer de tot s'han d'instal·lar les dependències.

```
npm install
```

Un cop instal·lades, s'ha de configurar dos arxius, un el de mapeig, per a determinar quins pot realitzar el Proxy. I el de configuració general, per especificar l'adreça del servidor SAT>IP a utilitzar, ports que utilitza el servidor i el Proxy.

Arxiu de mapeig:

```
{ "frequencies": [
  { "from": "12727",
    "freq": "12727",
    "type": "DVB-S",
    "fec": "89",
    "pol": "h",
    "sr": "22000"
  },
  { "from": "786",
    "freq": "12727",
    "type": "DVB-S",
    "fec": "89",
    "pol": "h",
    "sr": "22000"
  },
  { "from": "770",
    "freq": "12727",
    "type": "DVB-S",
    "fec": "89",
```

```

    "pol": "h",
    "sr": "22000"
  }
]
}

```

L'arxiu anterior és un exemple de l'especificació del mapeig. En aquest, s'estructura especificant una freqüència origen, seguida dels paràmetres necessaris per a la construcció en l'estàndard al qual es tradueix. En el cas de no realitzar traducció, també s'ha d'especificar en l'arxiu, tal i com surt en el primer exemple.

Arxiu configuració:

"serverRtspPort": "554",	Port Proxy
"minPort": "52000",	Valor mínim rang ports RTP
"maxPort": "52010",	Valor màxim rang ports RTP
"serverHttpPort": "8990"	Port servidor HTTP
"externServer" : "192.168.1.99",	Adreça servidor SAT>IP
"externPort" : "554"	Port Servidor SAT>IP

En aquest arxiu, s'ha d'especificar la adreça del servidor SAT>IP, conjuntament amb el rang de ports RTP que utilitzarà el Proxy i el port HTTP de servidor.

Un cop generats aquests dos fitxers, ja es pot procedir en iniciar el Proxy SAT>IP. Per a fer-ho, existeixen el següent conjunt de arguments segons les necessitats del usuari:

Arguments:

- **-p --path:** direcció arxiu XML
- **-v --verbose:** Activar log nivell = verbose: 1, debug: 2. Nivell per defecte: info.
- **-f --Files:** Activar guardar el log en arxiu

Paràmetres XML:

- **-d --devicetype:** Especificar deviceType en el XML
- **-n --friendlyName:** Especificar friendlyName en el XML
- **-m --manufacturer:** Especificar manufacturer en el XML
- **-U --manufacturerURL:** Especificar manufacturerURL en el XML
- **-r --modelDescription:** Especificar modelDescription en el XML
- **-u --path:** Especificar path en el XML
- **-d --modelURL:** Especificar modelURL en el XML
- **-q --modelName:** Especificar modelName en el XML

- **-V --udn:** Especificar udn en el XML
- **-b --modelNumber:** Especificar modelNumber en el XML
- **-s --serialNumber:** Especificar serialNumber en el XML
- **-t --UPC:** Especificar UPC en el XML
- **-x --satipX_SATIPCAP:** Especificar satipX_SATIPCAP en el XML

Un cop iniciat, el Proxy, espera la connexió dels clients. Quan un client es connecta, s'assigna una identificació per aquest. S'estableix una connexió amb el servidor, reenviant els missatges que no són de SETUP ni PLAY, que envia el client, modificant però les adreces, com si el client fos el Proxy. En el missatge del servidor cap al client es realitza el procés contrari.

La resta de missatges, és a dir missatges de SETUP i PLAY, es creen a partir de la informació que conté l'arxiu de mapeig.

Quan el client sol·licita una freqüència que no està en el mapeig, el Proxy contesta directament, sense enviar el missatge al servidor, amb la resposta adient a que no s'ha trobat.

5. PROVES I RESULTATS

La validació del treball realitzat, s'ha dut a terme en diferents apartats, donat la naturalesa de cada punt a avaluar. Per una banda, s'analitza el desplegament del servei de televisió a través de la xarxa. Per altre banda, trobem el software desenvolupat amb el nom d'eines per SAT>IP.

Aquestes dos parts del treball estan distribuïdes en descripció de proves, presentació de resultats i discussió de resultats.

5.1 Descripció de les proves

5.1.1 Servei IPTV amb protocol SAT>IP

El conjunt de proves per al servei d'IPTV, s'ha dissenyat utilitzant una metodologia per al disseny de test d'usabilitat. [25]

Donada les limitacions en la realització dels tests, (temps, pressupost, mobilitat, presència en el projecte, influència en el projecte), no s'ha pogut seguir una metodologia de test fidel a la descrita al llibre utilitzat coma referència.

Els material per a les proves, es pot trobar en l'annex d'aquest projecte.

a) Propòsit, metes i objectius

Es vol avaluar el servei amb una mostra representativa del que poden ser els usuaris final. Hem de tenir en consideració, que la versió del servei que es presenta al usuari, no és una versió final, és a dir, no s'avaluarà una versió comercial d'aquest. Per tant s'ha seguit una estructura adient a aquestes característiques.

La finalitat, és la construcció d'un sistema robust i plenament funcional, que l'usuari final en pugui gaudir en el seu entorn domèstic.

Les proves es realitzen establint els següents objectius:

- Obtenir índexs en el nivell de satisfacció general del usuari.
- Avaluació de la robustesa del sistema, des d'un punt de vista de software i hardware utilitzat.
- Satisfacció general del usuari amb el conjunt.
- Obtenció de feedback per part de l'usuari per a possibles modificacions.

b) Qüestions de recerca

- Quin dels aparells subministrats té millor valoració per a l'usuari?
- En quines tasques requereixen d'ajuda externa?

- Quin cas d'ús, funciona millor segons l'usuari?
- Quina classe d'informació requereix l'usuari?
 - Teòrica
 - Exemples
 - Entrenament
- El servei és de qualitat comparable a altres serveis convencionals?
- Quins són els principals problemes que troba l'usuari?
- Existeixen errors que impedeixen realitzar o bé continuar amb alguna de les operacions habituals?
- És fàcil pels usuaris ordenar els canals?
- L'usuari entén com accedir a les opcions bàsiques? (Llistat canals, menús, configuració..)
- El temps de resposta és un problema o causa frustració al usuari?
- Quins obstacles té l'usuari en posar en marxa el servei?
- El procés d'aprenentatge del sistema és ràpid i senzill?

c) Característiques dels Participants

Un dels principals punts d'aquest apartat, és determinar el nombre de participants que es sotmetran a la realització de les proves. Aquest nombre, ha de ser suficient per tal d'obtenir resultats estadísticament vàlids i acceptables. Hem de tenir en compte un principi que ens es d'utilitat en la determinació del nombre d'aquestes proves.

Per a unes proves formals, s'haurien d'utilitzar de mitjana entre 10-12 participant per a cada cas d'ús. Tot i que, si es recorre a uns test diguem-ne, menys formals, la recerca ha mostrat que amb 4-5 participants per a cada cas d'ús, podem obtenir un 80% de les deficiències que presenta el producte. Aquest percentatge, sol incloure les problemàtiques més rellevants. [26]

Partint d'aquesta base, donades les condicions d'uns tests com aquests, pertanyents a un TFG, i donat el pressupost disponible. Podem observar que és més que suficient per als propòsits plantejats, sotmetre a test uns 5 usuaris en cada cas d'ús. Malauradament, no ens serà possible sotmetre 5 persones de cada franja d'edat desitjada, així que considerarem el públic objectiu com si fos uniforme obviant aquest punt.

d) Metodologia

Degut a les limitacions exposades, l'única metodologia viable per a realitzar els tests, és la realització de tests en línia en format de qüestionari. Aquests tests seran subministrat al usuari conjuntament amb la recepció i instal·lació del material.

En cada sessió es realitzarà una avaluació d'un cas d'ús diferent.

Temps

L'usuari decidirà el moment oportú per a realitzar el test, la durada aproximada suposa entre uns 15-20 minuts per sessió.

Pre test (2 min)

Hi ha una sèrie de qüestions molt bàsiques a emplenar abans de realitzar el test. També en format de qüestionari en línia.

Tasca (13 -18 min)

Realització del qüestionari en línia.

e) Entorn de proves, equipament i logística

Cada participant de les proves, realitzarà els test en el seu domicili. El conjunt de les proves les realitzarà de forma autònoma, acompanyat únicament de la documentació necessària pel conjunt de proves.

Cada participant disposarà del equipament previst en cada cas d'ús. Aquests es descriuen a continuació:

- Cas ús 1:
 - Aparell Digital box Imperial HD6i de software tancat
 - Router mikrotik
 - Recepció a través de VPN sobre servei de ADSL
- Cas ús 2:
 - Aparell Digital box Imperial HD6i de software tancat
 - Router mikrotik
 - Recepció sense la VPN sobre el servei de ADSL
- Cas ús 3:
 - Aparell Android a determinar
 - Router a determinar
 - Recepció a determinar

f) Rol del moderador del test

Donades les limitacions d'aquest treball i les condicions de la infraestructura. Les proves en el seu conjunt, no disposaran de un moderador in-situ. Cada participant, pot contactar amb un responsable del material, ja sigui per qüestions o per dificultat amb l'avaluació del servei.

Per tant el rol del moderador queda molt limitat en aquestes proves.

g) Dades a obtenir i paràmetres d'avaluació

Per tal de respondre a les qüestions de recerca exposades, es recolliran les preferències i percepcions del usuari.

S'analitzaran els errors trobats, percepció del equipament i servei, familiarització amb el servei i l'equip, si el participant requereix o no d'ajuda externa/addicional.

5.1.2 Eines SAT>IP

Per a avaluar el conjunt de eines desenvolupades, no s'ha seguit una metodologia de proves específica. En una primera fase, durant el desenvolupament, s'han realitzat proves simples, verificant que la funcionalitat implementat complia els requeriments sense problemes destacables.

En una segona fase, s'ha utilitzat les eines, per tal d'avaluar la plataforma de IPTV amb Tvheadend. Amb aquest ús, s'han provat les eines en una cas real.

Client SAT>IP

El client, s'ha utilitzat concretament, per a realitzar proves d'estrès al servidor Tvheadend. En aquestes proves, es volia avaluar els usuaris que podria suportar aquesta plataforma.

Per aquesta tasca, es va realitzar un script el qual llançava un nombre de instàncies del client especificat per l'usuari. Aquest procés, es va realitzar amb un nombre considerables de clients, 20,50,80 i 100.

Proxy SAT>IP

El Proxy, a part de les proves de desenvolupament, s'ha sotmès a un ús continuat amb el servidor Tvheadend, i un client SAT>IP comercial com és DVBCViewer. En aquest test, s'ha utilitzat el client realitzant tot tipus de peticions, com si es tractés de un usuari normal, (escaneig, canvis constants de canal...).

SSDP Announcer

El mòdul SSDP, donada la seva simplicitat i les limitacions temporals. No s'ha cregut oportú realitzar proves específiques més enllà de les requerides en el desenvolupament. Val a dir que el Proxy, incorpora la funcionalitat d'aquest mòdul.

5.2 Presentació dels resultats

5.2.1 Resultats servei IPTV

En aquest apartat, hi hauria de constar els resultats de les proves realitzades amb usuaris. Malauradament, degut a l'estreta relació de les proves amb l'empresa en la qual es col·labora, aquestes s'han posposat més enllà del termini de realització d'aquest TFG. Per aquest motiu, no es poden incloure els resultats, ni cap tipus d'avaluació sobre el servei desplegat. Es manté però, el desenvolupament previ a la realització de les proves, ja que la seva preparació sí que s'ha realitzat.

5.2.2 Resultats eines SAT>IP

Client SAT>IP

En totes les proves, es va comprovar que no hi havia cap tipus de problema destacable. Aquest nombre ja era suficient per a presentar uns resultats acceptables sobre la plataforma Tvheadend. Addicionalment, el client SAT>IP, va mostrar que és útil i no va presentar tampoc cap problema.

Proxy SAT>IP

En tots els usos donats, no s'han detectat falles importants, tot i que s'han proposat un conjunt de millores, les quals s'exposen en el següent capítol.

5.3 Discussió dels resultats

5.3.1 Discussió servei IPTV

En aquest apartat, hi hauria de constar la avaluació de les proves realitzades amb usuaris. Degut als problemes comentats en l'apartat 5.2.1, no es podrà aportar.

5.3.2 Resultats eines SAT>IP

Les proves amb les eines han sigut satisfactòries, tot i així s'han detectat un conjunt de millores, les quals s'expressen a continuació.

Satip Client:

Es poden aplicar certes millores de funcionament com:

- Millora de la sortida d'informació, més clara i entenedora
- Control d'errors emesos pel servidor
- Inclusió de script per executar l'eina.

SSDP SAT>IP Announcer:

Aquesta eina realment no pot oferir gaire més funcionalitat de la que ja té, tot i així es poden incloure certes millores:

- Desenvolupar solució per tal d'anunciar servidors fora de la mateixa màquina
- Inclusió de script per executar l'eina.
- Millora de la sortida d'informació, més clara i entenedora

c) Proxy SAT>IP:

El Proxy SAT>IP, al ser la eina més extensa desenvolupada, també és la que presenta més opcions de millora com:

- Solucionar errors en la llibreria que gestiona el tràfic RTP, per tal de poder gestionar correctament el ús dels ports del Proxy.
- Inclusió de recuperació vers les falles.
- Modificar la introducció del mapeig, per a fer-ho de forma més intuïtiva.
- Habilitar el suport sense configuració per a “no traduccions”. És a dir quan el Proxy no realitza cap tipus de mapeig.
- Millorar la sortida d’informació, sent més clara i entenedora.

6. CONCLUSIONS I TREBALL FUTUR

Passem a valorar els objectius proposats en l'inici d'aquest TFG. Recordem que es van determinar els següents objectius generals:

- Estudi del protocol: analitzar l'estat actual, aplicacions existents del protocol i expansió del mateix.
- Avaluació del protocol; en entorn domèstic per posar un receptor tradicional (DVB-T , DVB-S...), accessible a la xarxa i poder fer transparent l'accés a aquest de cara a l'usuari.
- Desenvolupament: creació d'un conjunt d'utilitats que facilitin la utilització i proves d'equips i programes que siguin compatibles amb aquest estàndard.

- Disseny i desenvolupament d'una eina en format proxy, per a SAT>IP
 - Assegurar la traducció i funcionament de l'eina en diversos clients i servidors de SAT>IP
 - Crear una eina robusta i funcional.

- Aplicació de SAT>IP en un servei de televisió a través de la xarxa. Com a conseqüència, es desglossen els sub-objectius :
 - Desplegament i posada en marxa d'un entorn de proves amb un servidor de SAT>IP, el qual s'alimenta de senyals a través de IPTV

 - Adaptació i assegurar la robustesa del programari desplegat
 - Desenvolupament d'eines necessàries per assegurar el correcte funcionament del programari
 - Realització de proves amb usuaris reals, per avaluar la viabilitat del projecte.
 - Donat les característiques d'aquest objectiu, es va seleccionar un servidor SAT>IP de codi lliure, el qual s'havia d'adaptar, revisar i assegurar el funcionament, per tal de complir amb els requeriments establerts.
 - Contribuir, en tot el que sigui possible, amb la comunitat de Tvheadend.

- Permetre i mantenir l'accés públic a les eines desenvolupades, per tal de contribuir a la comunitat en tot allò que sigui possible.

Per tal de la realització del projecte, s'ha tingut que analitzar a fons l'ús i funcionament del protocol, així com l'aplicació del mateix en altres programaris. S'ha vist que es troba en un estat inicial d'expansió ,però molt probablement en els propers anys el començarem a veure inclòs en moltes televisions intel·ligents del mercat.

Respecte al servei de televisió amb protocol SAT>IP, s'ha desplegat una versió, funcional i robusta que aconsegueix els requeriments establerts, s'ha aconseguit per tant aquest objectiu. Tot i així, degut a no poder obtenir els resultats de les proves amb usuaris,

faltaria ratificar la feina feta. Per tant aquest objectiu restaria com a treball futur d'aquest TFG.

L'aportació a la comunitat queda demostrada amb la següent relació de enllaços, els quals constaten la contribució d'aquest treball en el programari lliure Tvheadend.

- <https://tvheadend.org/issues/3702>
- <https://tvheadend.org/issues/3649>
- <https://tvheadend.org/issues/3703>
- <https://tvheadend.org/issues/3626>
- <https://tvheadend.org/issues/3750>
- <https://tvheadend.org/issues/3751>
- <https://tvheadend.org/issues/3704>
- <https://tvheadend.org/issues/3749>
- <https://tvheadend.org/issues/3705>
- <https://tvheadend.org/issues/3752>

Respecte les eines, la valoració general es molt satisfactòria, s'ha pogut desenvolupar un conjunt d'eines plenament funcionals, les qual es troben disponibles per a tothom qui ho vulgui. Aquestes compleixen amb el seu plantejament inicial, i aporten el seu granet de sorra a la comunitat.

Concretament el Proxy desenvolupat, permet realitzar noves tasques de traducció i mapeig, les quals fins ara no estaven disponibles. Per tant el seu punt d'innovació en el protocol SAT>IP, tal i com es pretenia, s'han acomplert.

Tot i així, tenen punts a millorar, i possibles implementacions addicionals que podrien complementar el conjunt d'eines:

Satip Client:

El client, actualment té una funcionalitat molt clara, tot i així pot ser interessant afegir certes funcionalitats com:

- Suport de l'estàndard DVB-C
- Integració de missatges HTTP per establir comunicació amb el servidor SAT>IP
- Possibilitat de respondre a missatges d'error del servidor
- Inclusió nativa per a desar el flux en un arxiu

Proxy SAT>IP:

Respecte a la nova funcionalitat que hauria de seguir l'evolució del client:

- Acabar de implementar el suport a l'estàndard DVB-C/C2
- Suport per a més d'un servidor SAT>IP a la vegada.
- Incorporar un client SSDP per a poder seleccionar els servidors SAT>IP directament.
- Incorporar una interfície per a gestionar el Proxy, fins i tot poder interactuar en temps d'execució.
- Gestió pròpia del tràfic RTP, per a tenir un control més exhaustiu sobre aquest.
- Permetre la modificació del mapeig en temps d'execució.
- Utilitzar el mòdul SSDP announcer com a servidor de SSDP.

Tots els punts exposats anteriorment, són les línies de treball de futures iteracions sobre les eines, tot i així, actualment presenten un estat plenament funcional, i la inclusió de nova funcionalitat hauria de ser subjecte d'estudi sobre els usuaris finals.

Com a conclusió final d'aquest TFG, s'ha vist que el protocol SAT>IP, és una opció amb molta projecció de futur en la distribució de la televisió per satèl·lit. En el desplegament realitzat, s'ha vist que un servidor de SAT>IP, aporta uns serveis d'igual o millor qualitat que la televisió en distribució convencional, amb el handicap de poder oferir continguts dels tres estàndards DVB més importants.

Pot aportar innovacions i molts avantatges tant en àmbits domèstics com professionals i per tant serà un digne competidor d'altres estàndards que es desenvolupin o que es trobin ja en el mercat.

Bibliografia

- [1] SES S.A. , <http://www.satip.info/sites/satip/files/files/satip-white-paper.pdf> Item: White paper del protocol SAT>IP. (2015).
- [2] Benton Foundation.
https://www.benton.org/initiatives/obligations/charting_the_digital_broadcasting_future/section1 Item: Article sobre els orígens i futur de la televisió digital. consultat juny 2016.
- [3] Alejandro Delgado Gutiérrez, Departamento de Electromagnetismo y Teoría de Circuitos, UPM <http://www94.etc.upm.es/tsmpeg2d.pdf> , Item: FLUJOS DE PROGRAMA Y DE TRANSPORTE MPEG-2 APLICACIÓN A DVB (2001).
- [4] ATSC, <http://atsc.org/about-us/about-atsc/>, Item: Pàgina oficial de la organització ATSC, consultat juny 2016.
- [5] DVB, <https://www.dvb.org/about/history>, Item: Pàgina oficial de la organització DVB, consultat juny 2016.
- [6] Supavadee Aramvith and Ming-Ting Sun, University of Washington, <http://masters.dgtu.donetsk.ua/2005/fvti/mukha/library/mpeg12.pdf> , Item: Comparació dels estàndards MPEG-1 i MPEG-2, 1999, consultat juny 2016.
- [7] DVB, https://www.dvb.org/resources/public/factsheets/DVB-T_Factsheet.pdf , Item: Full informatiu oficial DVB-T, consultat juny 2016.
- [8] DVB,
http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302300_302399/30230701/01.04.01_60/en_30230701v010401p.pdf Item: Estàndard oficial DVB-S2, consultat juny 2016
- [9] DVB,
http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302700_302799/302769/01.03.01_60/en_302769v010301p.pdf Item: Estàndard oficial DVB-C2, consultat juny 2016
- [10] Lloret Mauri, Jaime; García Pineda, Miguel y Boronat Seguí, Fernando (2008): Item: IPTV: la televisión por internet. Málaga: Editorial Vértice
- [11] Nitin Narang, <http://www.mediaentertainmentinfo.com/2013/04/2-concept-series-what-is-the-difference-between-ott-and-iptv.html/> Item: “Whats is the difference between OTT and IPTV”, Abril 2013.
- [12] Alberto Los Santos , http://www.albertolsa.com/wp-content/uploads/2009/07/multimedia_e_internet_estado_del_arte_en_iptv-_alberto_los_santos.pdf Item: Estado del arte en IPTV, Juny 2009
- [13] Network Working Group <http://www.ietf.org/rfc/rfc2326.txt>, Item: Documentació Estàndard RTSP. 1998

- [14] Network Working Group, <https://tools.ietf.org/html/rfc3551#page-3> Item: RTP profile for audio and video conferences with minimal control. Actualització del estàndard RTP. 2003.
- [15] SES <http://www.ses.com/satip> Item: Pàgina oficial estàndard SAT>IP. Consultat juny 2016.
- [16] SES <http://www.ses.com/11193301/SATIP-White-Paper> Item: Full informatiu SAT>IP. Consultat juny 2016.
- [17] SES, http://www.satip.info/sites/satip/files/resource/satip_specification_version_1_2_2.pdf Item: Documentació oficial completa estàndard SAT>IP – Addressing/Discovery. Pàg:11. 2015
- [18] Members of the UPnP Forum, <http://www.upnp.org/specs/arch/UPnP-arch-DeviceArchitecture-v1.1.pdf> Item: Documentació oficial completa estàndard UPnP. Pàg: 8-9, 12-15, 37-40, 67-69.2008
- [19] SES, http://www.satip.info/sites/satip/files/resource/satip_specification_version_1_2_2.pdf Item: Documentació oficial completa estàndard SAT>IP - Description. Pàg:21-24. 2015
- [20] Microsoft, HP, Shivaun Ye, Paul, Ting, Yaron, <https://tools.ietf.org/html/draft-cai-ssdp-v1-03> Item: Documentació oficial completa estàndard SSDP. 1999
- [21] SES, http://www.satip.info/sites/satip/files/resource/satip_specification_version_1_2_2.pdf Item: Documentació oficial completa estàndard SAT>IP - Control. Pàg:24-56. 2015
- [22] SES, http://www.satip.info/sites/satip/files/resource/satip_specification_version_1_2_2.pdf Item: Documentació oficial completa estàndard SAT>IP - Transport. Pàg: 57. 2015
- [23] Tvheadend, https://tvheadend.org/projects/tvheadend/wiki/Tvheadend_internals Item: Documentació oficial sobre Tvheadend . Consultat juny 2016.
- [24] Node.js Foundation, <https://nodejs.org/en/about/> Item: Pàgina oficila Node js. Consultat juny 2016.
- [25] Jeff Rubin, Dana Chisnell, Handbook of Usability Testing secon Edition, Item: llibre sobre tests d'usabilitat. 2008
- [26] Jeff Rubin, Dana Chisnell, Handbook of Usability Testing secon Edition, Item: llibre sobre tests d'usabilitat. 2008 Pàg: 72
- [27] British Broadcasting corporation, <http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-2>, Item: Informació general sobre l'estàndard MPEG-2.

ANNEX

En aquest annex, es pot trobar l'enquesta final que haurien de realitzar els usuaris. També el document excel complet, emprat per al registre de falles, en el desplegament del servei de televisió amb protocol SAT>IP.

Enquestes Usuaris:

Avaluació Servei IPTV

A continuació es mostren una sèrie de qüestions sobre el servei de televisió i l'aparell proporcionat per a visualitzar-ho. Aquestes qüestions s'han de respondre després d'un cert temps d'ús del servei. Es prega utilitzar aquest, com si es tractés d'un servei normal posant èmfasi en els comportaments poc comuns però presents en l'ús quotidià.

El qüestionari està organitzat en 4 apartats diferenciats. Cada un avalua diferents aspectes sobre el servei.

Es valora amb una puntuació entre 1 i 5, sent 1 la nota més baixa, i 5 la més alta.

***Required**

1. Introdueixi el codi de 3 lletres que li ha estat proporcionat. *

.....

Secció 1

Robustesa del servei

2. Ha tingut problemes en l'encesa del dispositiu? *

Mark only one oval.

- Sí, cada cop que l'he encès
- Sí, bastantes vegades (més de 3)
- Sí, però només 1 o 2
- No, mai.
- Other:

3. Alguna vegada no ha pogut visualitzar un canal de televisió? *

Mark only one oval.

- Sí, més d'una vegada
- Sí, però va ser només una vegada
- No, sempre he pogut visualitzar tots els canals

4. El aparell s'ha reiniciat inesperadament? *

Mark only one oval.

- Sí, més d'una vegada
- Sí, però va ser només una vegada
- No, mai

5. En alguna acció el aparell s'ha quedat "bloquejat" *

S'entén per bloquejat, que no respon a les accions del usuari

Mark only one oval.

- Sí, més d'una vegada
- Sí, però va ser només una vegada
- No, mai
- Other:

6. Alguna vegada ha realitzat alguna acció, però aquesta no s'ha mantingut després de reiniciar el aparell? (En cas afirmatiu, escriu quina és la situació) *

Per exemple ordenar de nou els canals, canviar algun paràmetre de configuració ...

Mark only one oval.

- No, mai
- Other:

7. El aparell ha tingut problemes de connexió? *

No es visualitza cap canal, apareix un missatge indicant aquesta falla...

Mark only one oval.

- Sí, més d'una vegada
- Sí, però va ser només una vegada
- No, mai

8. En aquest punt es requereix desconnectar l'equip de la corrent elèctrica directament i uns instants després, procedir a re connectar el dispositiu. Indicar en les següents línies, qualsevol anomalia detectada (imatge, so, encesa...) El comportament esperat és l'encesa normal de l'equip com si es tractés d'un reinici. *

.....

.....

.....

.....

.....

9. Apagar i encendre el router mentre el dispositiu es troba en funcionament. Anotar qualsevol problema experimentat. *

.....

.....

.....

.....

.....

14. Creu que el temps d'encesa, fins que es comença a visualitzar la primera imatge, és molt elevat? *

Mark only one oval.

- No, crec que és correcte (menys de 20segons)
- Sí, tarda bastant (entre 20-40 segons)
- Sí, és etern (més de 40 segons)
- Other:

Secció 3

Valoració Usuari

6/17/2016

Avaluació Servei IPTV

15. Creu que és fàcil familiaritzar-se amb l'ús de l'aparell?

Mark only one oval.

- Sí, és molt fàcil i ràpid
- Sí, és similar a interactuar amb la TDT convencional
- No, es necessita temps, fins i tot buscar ajuda
- Other:

16. *Mark only one oval.*

- Option 1

17. Com valora l'experiència general amb el servei de televisió? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
poc satisfet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	molt satisfet

Secció 4

18. Intenti modificar el ordre dels canals de televisió. Es vol avaluar la facilitat per a realitzar aquest procés. Anotar qualsevol impediment, problema o opinió al respecte. *

.....

.....

.....

.....

.....

#	Àrea Afectació	Descripció	Introducció	Proposta Solució	Resolució	Estat	ID - TVH Bug	Estat
1	SSDP - Discovery	No es reben correctament els missatges SSDP de TVH	02/03/2016	Problema en la xarxa VLAN, TVH emet correctament els missatges SSDP. Comprovat amb DVBviewer PRO, SatIP	03/03/2016	Not a bug		Not a bug
2	SAT>IP Anunci tunners	TVH només utilitza la informació dels tunners disponibles, ignora la configuració manual que s'introdueix en la configuració	02/03/2016	[WARNING] satips: SAT>IP server announces an empty tuner list to a client 192.168.0.25 (missing network assignment) Nota: These messages should be only seen when tunners are not configured or the networks are not configured for SAT>IP. Solució: Codi SAT>IP (server.c) arreglat. Paràmetre afegit a la configuració de SAT>IP per a forçar l'exportació dels tunners	12/03/2016	Fixed	https://tvheadend.org/issues/3702	Rejected
3	SSDP missatges	Possible error de sintaxis en la finalització dels missatges. Comprovar amb gssdp-discover error mostrat	02/03/2016		05/03/2016	Not a bug		Not a bug
4	Missatges "scan" RTSP	Si en les peticions es detecten paràmetres pròpis o diferents a els acceptats, TVH ho mostra com error i cancel·la la petició	02/03/2016	Actualment s'ha substituït el missatge que es mostra al client del error 503 (Service Unavailable) al 405 (Not found), DVBviewer realitza la cerca de totes les freq (Reduït timeout de missatges RTSP per evitar excés de sessions)	12/03/2016	Fixed	https://tvheadend.org/issues/3649 https://tvheadend.org/issues/3703	Fixed
5	PIDS en missatges, mapeig	TVH no ignora els PIDS, (comprova si es correspon amb algún stream), de les peticions.	02/03/2016		23/03/2016	Not a bug		Not a bug
6	TVH "multi-home" - Port	Només es pot seleccionar una xarxa d'entrada, RTSP només s'obre en una xarxa. Actualment si no s'especifica la adreça, es passa el paràmetre null, per tant la interpretació d'aquest la realitza el sistema operatiu.	02/03/2016	Proposta: Incloure paràmetre en la configuració per tal d'especificar la interfície. Modificar en el codi "upnp.c" que utilitzi el paràmetre de la configuració com a interfície per enviar els missatges multicast Codi modificat pendent de	03/04/2016	Partially fixed	https://tvheadend.org/issues/3626	Future Update

Estat	Push Github	n° Revisió git	Nom del Patch	Opcional/Necessari/Desús
<p>Bug no acceptat pel equip de TVH. his fix/enhancement is not required. You may assign the SAT>IP source number permanently to the tvheadend network, so the gathered list is consistent if you don't change basic config. But yes, the propagating of SAT>IP source number changes is missing (the SAT>IP server should send new UPnP announces).</p>			003-02-SSDP_force_export-patch	Necessari
Aquest bug ja es troba a la versió de Github.	09/04/2016	04986b07	001-04-error_code_rtsp-patch	Desús
Will be included in version 4.4			006-06-RTSP_add_multihome-patch	Necessari

#	Àrea Afectació	Descripció	Introducció	Proposta Solució	Resolució	Estat	ID - TVH Bug	Estat
7	Registre del "service" dins el mux en l'operació de SETUP		15/03/2016		23/03/2016	Not a bug		Not a bug
8	DVBViewer canvia de freq durant scanning amb comanda PLAY	Error quan el PLAY anterior ha estat erroni(Selecciona una freq no assignada). El següent PLAY fallarà.	15/03/2016	Simular que hem rebut un SET UP i assegurar que la sessió RTSP està tanacada	15/03/2016	Fixed	https://tvheadend.org/issues/3750	Fixed
9	Peticions RTSP pids	Quan en una petició, es demanen tots els TS enviant "pids:all" aquest no funciona. No es retorna el que es requereix	19/03/2016		05/04/2016	Not a bug		Not a bug
10	Subscripció durant el scan	Es mostra error en la primera freqüència que s'escaneja.	19/03/2016		23/03/2016	Not a bug		Not a bug
11	Log, error conversió	Problemes amb hton() i ntohs(). Per exemple el trace dels paquets RTCP	23/03/2016	/src/satip/rtp.c#L887 --> "ntohs(IP_PORT(rtp->peer2))"	23/03/2016	Fixed	https://tvheadend.org/issues/3751	Unresolved
12	Subscripcions amb client VDR	Amb client VDR de vegades es queda una subscripció oberta... enviant messages RTP/RTCP, encara que es tanqui el client.	23/03/2016		-----	Unresolved		Unresolved
13	Respostes HTTP del servidor SAT>IP	Falta expressar que el codi 405, correspon a el missatge "NOT ALLOWED"	23/03/2016	/src/http.c#L201 --> afegir les "noves"	23/03/2016	Fixed	https://tvheadend.org/issues/3703	Fixed

Estat	Push Github	n° Revisió git	Nom del Patch	Opcional/Necessari Desús
Aquest bug ja es troba a la versió de Github.	28/04/2016	53745738	002-08-Redo_SETUP_rtsp_after_invalid_PLAY-patch	Desús
Aquest bug ja es troba a la versió de Github.	28/04/2016	228cf1d2	004-11-Trace_paquetsRTCP_ntohs-patch	Desús
Aquest bug ja es troba a la versió de Github.	09/04/2016	04986b07	005-13-HTTP_Status_add-patch	Desús

#	Àrea Afectació	Descripció	Introducció	Proposta Solució	Resolució	Estat	ID - TVH Bug	Estat
14	El signal status SAT>IP amb IPTV té valors erronis ("no lock", snr/signal "low")	No es realitza el lock del tunner	29/03/2016	/src/satip/rtp.c#L489 --> CANVIAR	05/04/2016	Fixed	https://tvheadend.org/issues/3704	Rejected
15	Scanning servidor SAT>IP, error procés	El servidor SAT>IP de TVH no realitza correctament el "scanning", ja que no fa el SETUP de forma correcte. Fallen les comandes DESCRIBE després del SETUP, no s'indiquen els valors correctes de l'estat del tuner	30/03/2016		05/04/2016	Fixed	https://tvheadend.org/issues/3749	Unresolved
16	Trace RTSP, http headers	És important tenir els headers http quan es realitza el debug	30/03/2016	Afegir un trace al codi per a poder mostrar aquestes capçaleres quan es desitji	05/04/2016	Fixed	https://tvheadend.org/issues/3705	Rejected
17	Servidor SAT>IP sessions expirades	El servidor no tanca les sessions que han expirat. Aquestes es queden a connexions	07/04/2016		-----	Unresolved		Unresolved
18	El signal status SAT>IP amb IPTV té valors erronis (snr/signal "low")	Es mostra el stream amb snr/signal a valors inferiors al màxim. (Com que es tracta de IPTV, aquests valors haurien de ser els més elevats)	29/03/2016	Modificar valors de /src/satip/rtp.c	05/04/2016	Fixed	https://tvheadend.org/issues/3752	Rejected

Millora:

1	Modificació paràmetres XML SAT>IP	Poder modificar els paràmetres del XML del servidor SAT>IP, conjuntament amb el nom exportat	07/04/2016	Patch creat modificant els elements requerits	15/04/2016	Fixed		Unresolved
---	-----------------------------------	--	------------	---	------------	-------	--	------------

Estat	Push Github	n° Revisió git	Nom del Patch	Opcional/Necessari Desús
Ja no és necessària la inclusió d'aquest fix. Funciona sense forçar is_tuned			010-14-SATIP_IPTV_tunning_fix-patch	Desús
3.5.2 : The creation of the media stream object and its streamID is not directly related to the actual tuning. The			011-15-Fix_tuner_status	Necessari
			007-16-Trace_HTTP_RTSP_headers-patch	Opcional
"These values are not relevant for IPTV inputs. I prefer the half value so I implemented this in this way."			009-17-SATIP_IPTV_tunning_fix_v2-patch	Necessari
These values are not relevant for IPTV inputs. I prefer the half value				
Millora:			008-101-custom_XML_names-patch	Necessari

