



# УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

## ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
НОВИ САД  
Департман за рачунарство и аутоматику  
Одсек за рачунарску технику и рачунарске комуникације

## ЗАВРШНИ (BACHELOR) РАД

Кандидат: Станислав Марковић  
Број индекса: е13560

Тема рада: Реализација прототипа програма за пријем тв тока коришћењем стандарданог протокола преноса

Ментор рада: др Илија Башичевић

Нови Сад, јул, 2014



## КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:			
Идентификациони број, ИБР:			
Тип документације, ТД:	Монографска документација		
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал		
Врста рада, ВР:	Завршни (Bachelor) рад		
Аутор, АУ:	Станислав Марковић		
Ментор, МН:	Др Илија Башичевић		
Наслов рада, НР:	Реализација прототипа програма за пријем тв тока коришћењем стандардног протокола преноса		
Језик публикације, ЈП:	Српски / латиница		
Језик извода, ЈИ:	Српски		
Земља публиковања, ЗП:	Република Србија		
Уже географско подручје, УГП:	Војводина		
Година, ГО:	2014		
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт		
Место и адреса, МА:	Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6		
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страница/цитата/табела/слика/графика/прилога)	7/21/0/1/14/0/0		
Научна област, НО:	Електротехника и рачунарство		
Научна дисциплина, НД:	Рачунарска техника		
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Сателитска телевизија, IPTV, SAT2IP, RTSP, RTP/RTCP		
УДК			
Чува се, ЧУ:	У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад		
Важна напомена, ВН:			
Извод, ИЗ:	У раду је представљена имплементација клијентске апликације за пријем телевизијског тока са SAT2IP сервера. Клијентска апликација је реализована коришћењем програмског језика C, за Linux оперативни систем. За командну везу се користи RTSP протокол, а за пренос самих аудио-видео података RTP/RTCP протокол. Подржан је режим преноса један-на-један и један-на-више. Реализована апликација се може интегрисати у Set Top Box пријемнике, као подршка за интернет телевизију.		
Датум прихватања теме, ДП:			
Датум одбране, ДО:			
Чланови комисије, КО:	Председник:	Др Јелена Ковачевић	
	Члан:	Др Милан Ђелица	Потпис ментора
	Члан, ментор:	Др Илија Башичевић	



## KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, <b>ANO:</b>			
Identification number, <b>INO:</b>			
Document type, <b>DT:</b>	Monographic publication		
Type of record, <b>TR:</b>	Textual printed material		
Contents code, <b>CC:</b>	Bachelor Thesis		
Author, <b>AU:</b>	Stanislav Marković		
Mentor, <b>MN:</b>	dr Ilija Bašičević		
Title, <b>TI:</b>	Implementation of a prototype program for receiving TV stream using standard transfer protocol		
Language of text, <b>LT:</b>	Serbian		
Language of abstract, <b>LA:</b>	Serbian		
Country of publication, <b>CP:</b>	Republic of Serbia		
Locality of publication, <b>LP:</b>	Vojvodina		
Publication year, <b>PY:</b>	2014		
Publisher, <b>PB:</b>	Author's reprint		
Publication place, <b>PP:</b>	Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6		
Physical description, <b>PD:</b> (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendices)	7/21/0/1/14/0/0		
Scientific field, <b>SF:</b>	Electrical Engineering		
Scientific discipline, <b>SD:</b>	Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems		
Subject/Key words, <b>S/KW:</b>	Satellite television, IPTV, SAT2IP, RTSP, RTP/RTCP		
<b>UC</b>			
Holding data, <b>HD:</b>	The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia		
Note, <b>N:</b>			
Abstract, <b>AB:</b>	The paper presents an implementation of client software for reception of television program from a SAT2IP server. The client software is written in C programming language, for Linux operating system. RTSP protocol is used for command connection, and RTP-RTCP for transmission of media stream. Both unicast and multicast operation are supported. The client can be integrated in Set Top Box software stack, in order to support IP television.		
Accepted by the Scientific Board on, <b>ASB:</b>			
Defended on, <b>DE:</b>			
Defended Board, <b>DB:</b>	President:	PhD Jelena Kovačević	
	Member:	PhD Milan Bjelica	Mentor's sign
	Member, Mentor:	PhD Ilija Bašičević	

## **Zahvalnost**

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr Iliji Bašičeviću i Milanu Ačanskom na stručnoj pomoći tokom izrade završnog (bachelor) rada.



# УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

## ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



### SADRŽAJ

1.	Uvod .....	1
2.	Teorijske osnove.....	2
2.1	SAT2IP Server .....	3
2.2	SAT2IP klijent .....	3
2.3	SAT2IP protokol .....	4
3.	Koncept rešenja .....	5
3.1	Kontrola .....	5
3.2	RTSP .....	5
3.2.1	RTSP i TCP .....	6
3.2.2	Konfigurisanje nove sesije (SETUP).....	8
3.2.3	Puštanje medijskog toka (PLAY).....	8
3.2.4	Održavanje sesije aktivnom (OPTIONS) .....	9
3.2.5	Izlistavanje dostupnih medijskih tokova (DESCRIBE) .....	10
3.2.6	Zatvaranje sesije i zaustavljanje reprodukcije (TEARDOWN) .....	10
4.	Programsko rešenje.....	12
4.1.1	SatIpCliWriteSocket .....	14
4.1.2	SATIP_SendCmdSETUP .....	14
4.1.3	SATIP_SendCmdPLAY .....	14
4.1.4	SATIP_UNICAST_SendCmdOPTIONS .....	14
4.1.5	SATIP_UNICAST_SendCmdDESCRIBE.....	15
4.1.6	SATIP_SendCmdTEARDOWN .....	15
4.1.7	Options .....	15
4.1.8	catch_rtp .....	15

4.1.9	catch_rtcp .....	15
4.1.10	Server_response.....	16
4.1.11	initConn .....	16
4.1.12	parse.....	16
5.	Testiranje .....	17
6.	Zaključak .....	19
7.	Literatura .....	20

## SPISAK SLIKA

Slika 1 - Veza klijent-server .....	1
Slika 2 - SAT2IP dijagram .....	3
Slika 3 - SAT2IP klijenti .....	3
Slika 4 - SAT2IP protocol stek .....	4
Slika 5 – Dijagram komunikacije klijent-server .....	6
Slika 6 - Dve RTSP sesije, više TCP veza .....	7
Slika 7 - dve RTSP sesije, jedna TCP veza .....	7
Slika 8 - Primer SETUP zahteva i odgovora .....	8
Slika 9 - Primer PLAY zahteva i odgovora .....	9
Slika 10 - Primer SETUP zahteva i odgovora sa definisanim celim tokom (promena kanala) .....	9
Slika 11 - Primer OPTIONS zahteva i odgovora .....	9
Slika 12 - Primer DESCRIBE zahteva i odgovora .....	10
Slika 13 - Primer TEARDOWN zahteva i odgovora .....	11
Slika 14 - SAT2IP server RK-3040 .....	17
Slika 15 – Dijagram komunikacije dva klijenta sa serverom .....	18

## **SPISAK TABELA**

Tabela 1 - Rezultati..... 18

## SKRAĆENICE

<b>DVB</b>	Digital Video Broadcasting
<b>DVB-S</b>	DVB for Satellite
<b>HTTP</b>	Hyper Text Transfer Protocol
<b>IF</b>	Intermediate Frequency
<b>IGMP</b>	Internet Group Management Protocol
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>MPEG</b>	Moving Picture Experts Group
<b>RTP</b>	Real-time Transport Protocol
<b>RTCP</b>	Real-time Transport Control Protocol
<b>RTSP</b>	Real Time Streaming Protocol
<b>STB</b>	Set-Top-Box
<b>TCP</b>	Transport Control Protocol
<b>UDP</b>	User Datagram Protocol
<b>UPnP</b>	Universal Plug and Play
<b>URI</b>	Uniform Resource Identifier

## 1. Uvod

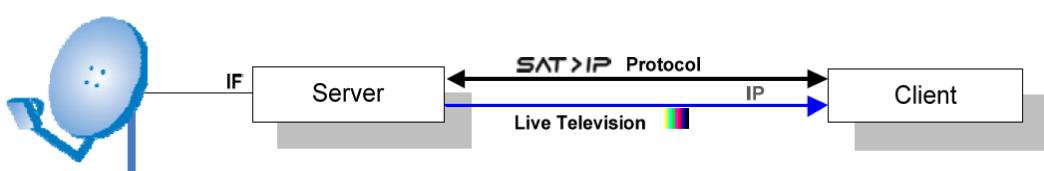
U radu je predstavljena implementacija klijentske aplikacije za prijem televizijskog toka sa SAT2IP servera. Klijentska aplikacija je realizovana korišćenjem programskog jezika C, za Linux operativni sistem. Za komandnu vezu se koristi RTSP protokol, a za prenos samih audio-video podataka RTP/RTCP protokol. Podržan je režim prenosa jedan-na-jedan i jedan-na-više. Realizovana aplikacija se može integrisati u Set Top Box prijemnike, kao podrška za Internet televiziju.

U poglavlju teorijske osnove biće objašnjen SAT2IP protokol i njegova primena.

Drugo poglavlje, opisuje RTSP protokol.

Treće poglavlje, programsko rešenje, detaljno opisuje povezanost kao i najbitnije funkcije modula.

U poglavlju rezultati nalaze se opisi testova kao i rezultati istih.



Slika 1 - Veza klijent-server [1]

## 2. Teorijske osnove

SAT2IP je protokol i IP-bazirana arhitektura za prijem i distribuciju satelitskih signala. U SAT2IP sistemu, signali koje dostavi satelit, DVB-S i DVB-S2, se demodulišu i konvertuju u IP od strane SAT2IP servera koji se nalazi blizu mesta prijema i dalje se distribuiraju preko IP mreže, kao i obična IPTV, svim uređajima koji podržavaju klijentski program. Tableti, PC, laptopi, pametni telefoni, televizori povezani na Internet, igračke konzole, uređaja za reprodukciju medijskih sadržaja itd. svi se mogu koristiti kao satelitski klijenti.

SES je predstavio SAT2IP na petoj godišnjoj konferenciji „SES Industry Days“ gde su demonstrirali distribuciju satelitskih programa preko CAT5 ethernet-a, električne mreže, optickog kabla i WiFi mreže. Prvi uređaji koji koriste SAT2IP postali su dostupni u 2012.

SAT2IP je posebno namenjen TV distribuciji u kući, ali se može primeniti u velikim zgradama i drugim sistemima.

Konvencionalni sistemi satelitskog TV prijema konvertuju primljene podatke u IF (intermedia frequency) da bi se dalje distribuirali preko koaksijalnih kablova do jednog ili više satelitskih tјunera i demodulatora u STB (set-top-box). SAT2IP dopušta distribuciju satelitske televizije da deli mrežu za prenos podataka i omogućava prikazivanje i gledanje signala na bilo kom multimedijalnom IP uređaju koji je opremljen sa odgovarajućim softverom. Više SAT2IP servera i klijenata mogu da rade na istoj mreži sa dozvoljenom reprodukcijom (free-to-air) i sa ograničenom reprodukcijom.

Namera SAT2IP projekta je da SAT2IP bude medjunarodni standard koji može biti implementiran širom sveta i koji će biti kompatibilan sa operaterima i proizvođačima.

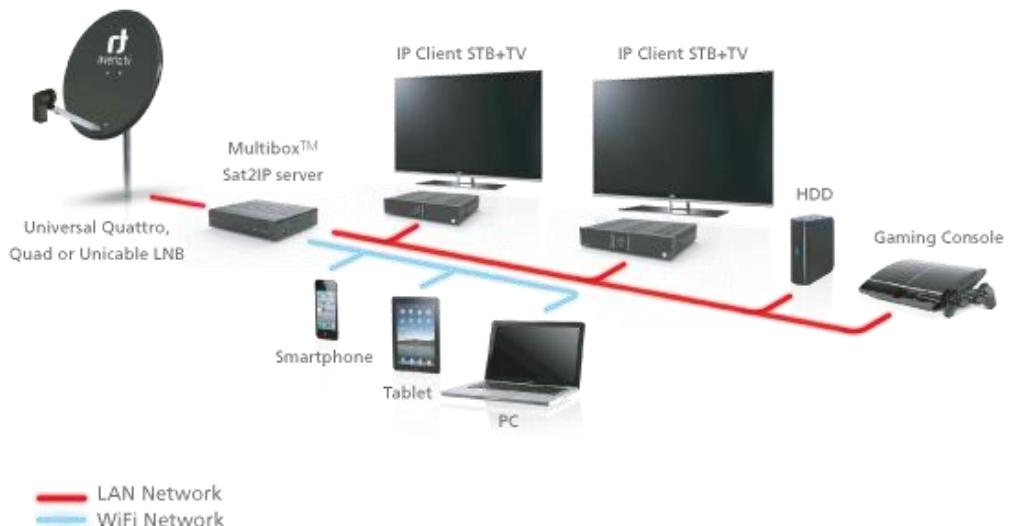
SAT2IP protokol je razvijan od strane SAT2IP projektnih partnera, satelitskog operatera SES, britanskog emitera BSkyB i danske softverske kompanije Craftwork. Prototip SAT2IP

opreme i prvi sertifikovan SAT2IP konverter je razvijen od strane Invert Digital Labs, firme iz Luksemburga. SAT2IP je besplatna tehnologija dostupna svim proizvođačima.

## 2.1 SAT2IP Server

SAT2IP server omogućuje da se na klijentskim uređajima uklone RF tjuner i demodulator, tako što će njihove funkcije obezbiti kao uobičajene resurse IP mreže. Server uglavnom poseduje dva ili više tjunera da bi uslužio više klijenata istovremeno sa različitim kanalima. On konverte satelitske TV signale u IP u emitovanom kvalitetu, bez konvertovanja, efikasno uklanjajući DVB-S/S2 sloj menjajući ga sa IP transportnim slojem.

Connection diagram



Slika 2 - SAT2IP dijagram [2]

## 2.2 SAT2IP klijent

SAT2IP klijenti obezbeđuju mogućnost odabira i primanja televizijskih programa uživo. SAT2IP klijenti mogu biti – DVB kompatibilni STB-ovi (Set-Top-Box) sa IP interfejsom ili – softverske aplikacije koje rade na programabilnim hardverima kao sto su tableti, PC-evi, pametni telefoni, ruteri i drugi.



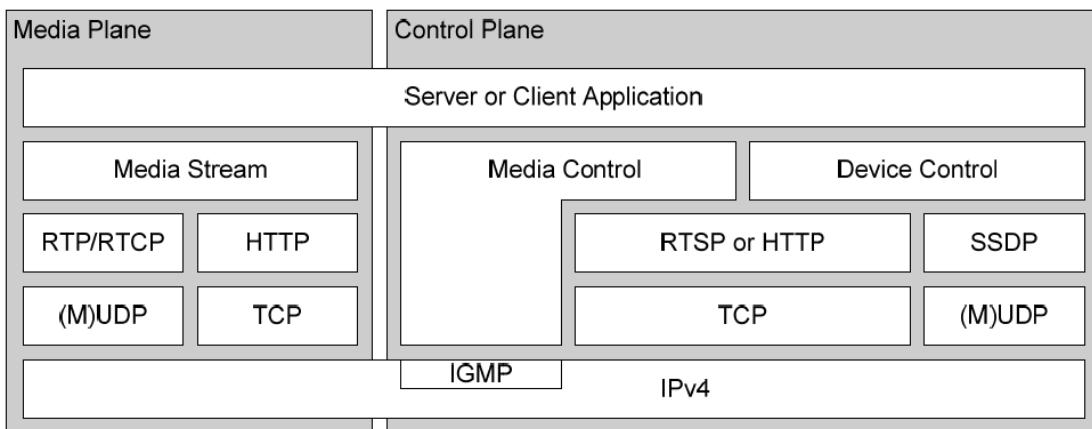
Slika 3 - SAT2IP klijenti [3]

## 2.3 SAT2IP protokol

Konvertovani u IP, satelitski TV signali mogu se distribuisati preko bilo koje IP mreže, u zavisnosti od toga kako je konfigurisan server, koristeći ethernet, bežični (WLAN, 4G), naponska mreža, optički kabl, koaksijalni kabl i druge. SAT2IP protokol je nezavistan od proizvođača i razvijan je da omogući SAT2IP klijentskim uređajima da komuniciraju sa SAT2IP serverima.

SAT2IP protokol je zasnovan na već postojećim protokolima kao što su IP, UPnP, RTSP, HTTP, koji su gde je potrebno dograđeni za satelitsku televiziju.

SAT2IP je podeljen na Medijski deo(Media Plane) i na Kontrolni deo(Control Plane). U medijskom delu, SAT2IP server formira medijski tok, jednoznačno(unicast) ili višezačno(multicast) upućivanje RTP/UDP.[5]



Slika 4 - SAT2IP protocol stek [1]

U kontrolnom delu, klijent zahteva pristup satelitu, transponderu i MPEG toku koristeći RTSP ili HTTP[. Samo oni paketi transportnog toka koji su potrebni za zahtevani TV prenos se prenose preko IP mreže.

## 3. Koncept rešenja

Aplikacija je pisana u programskom jeziku C, pod Linux operativnim sistemom. Da bi SAT2IP klijent uspešno radio, nije potrebna instalacija dodatnog softvera, već samo dostupan SAT2IP server.

Prilikom implementacije korišćene su samo neke od osnovnih biblioteka, neophodne za ostvarivanje veze klijent-server, npr. TCP/IP sockets

U ovom poglavlju je opisan RTSP protokol, kako funkcioniše i njegove osnovne funkcije.

### 3.1 Kontrola

Kontrola omogućuje funkcionalnost za SAT2IP klijente, koja je potrebna prilikom zahtevanja isporuke medijskih tokova od strane SAT2IP servera. Kontrolom uređaja u SAT2IP se rukuje uz pomoć RTSP ili HTTP protokola.

SAT2IP serveri treba da implementiraju u potpunosti sve protokole navedene u [1], dok klijenti tebaju samo one SAT2IP protokole koji su im potrebni da uspešno izvršavaju svoje operacije.

### 3.2 RTSP

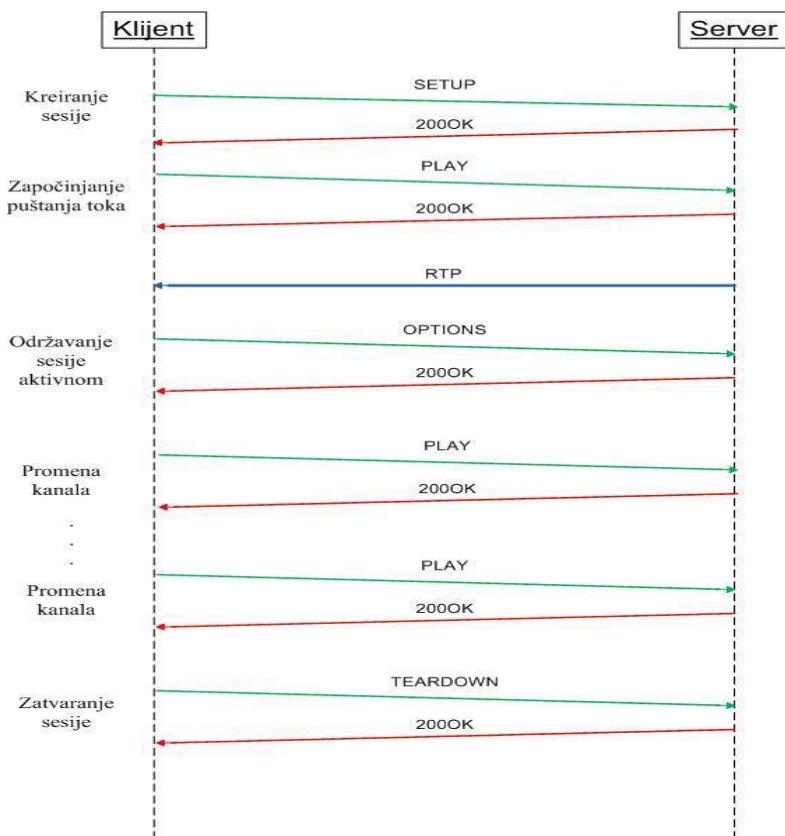
SAT2IP klijenti koriste RTSP preko TCP da bi konfigurisali RTSP sesije sa SAT2IP serverom. RTSP sesija počinje sa RTSP SETUP zahtevom, a završava sa RTSP TEARDOWN porukom. Sesija se jedinstveno identificuje brojem sesije (session number) koju dodeljuje server.

Prilikom konfigurisanja RTSP sesije, klijent definiše način transporta koji će biti korišćen za dostavljanje medijskog toka. U SETUP poruci, takođe definišu ili počnu da

definišu preko stringa zahteva („query string“) medijski objekat koji žele da bude dostavljen. SAT2IP objekti medijskog toka su određeni identifikatorom toka (streamID).

Transmisija toka (stream) započinje sa slanjem PLAY poruke koja sadrži identifikaciju toka. Tokom trajanja sesije, klijent može da promeni kanal ponovnim slanjem PLAY poruke sa stringom koji odgovara drugim zahtevanim kanalima.

Da bi održao sesiju sa serverom aktivnom, klijent treba da šalje regularnu RTSP poruku u određenom periodu (timeout period, definisan od strane servera u odgovoru na SETUP poruku). U SAT2IP-u RTSP OPTIONS poruka će biti korišćena kao podrazumevana za održavanje sesije aktivnom.



Slika 5 – Dijagram komunikacije klijent-server

Klijent i server treba da podržavaju RTSP verziju 1.0 kao što je opisana RFC 2326.

RTSP je tekst-baziran protokol i koristi ISO 10646 set karaktera u UTF-8 enkodovanju.

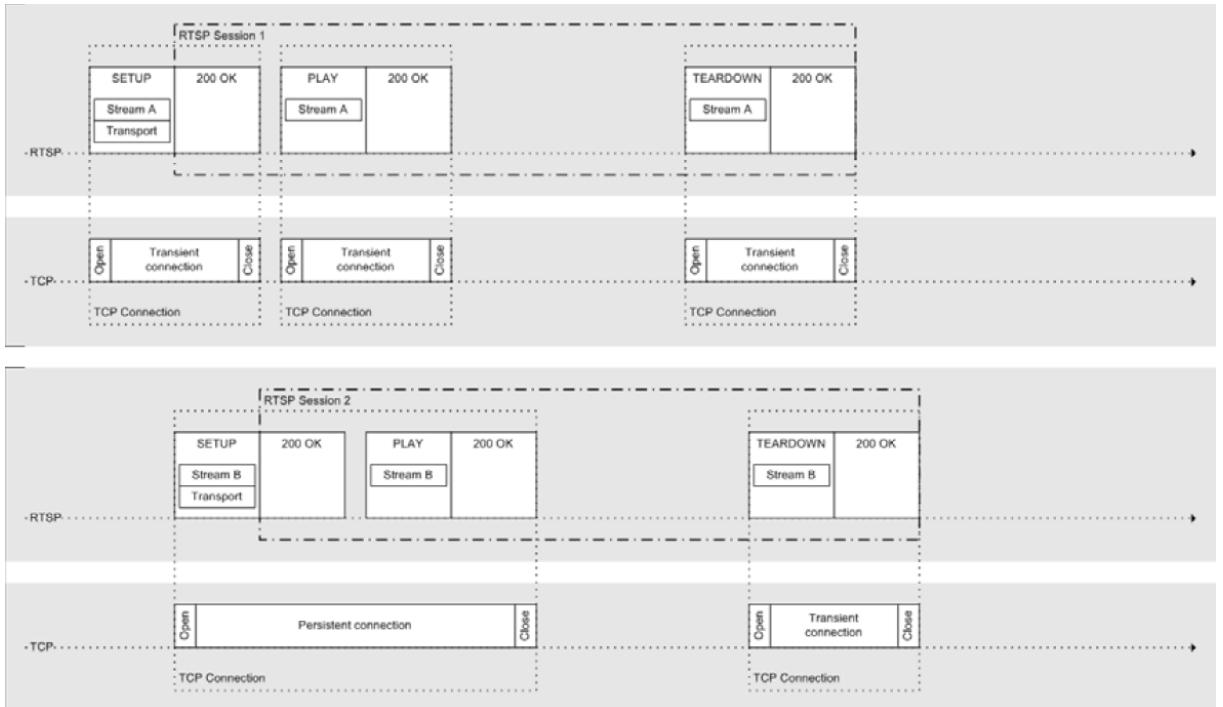
Imena polja zaglavljiva nisu osetljiva na velika i mala slova ali vrednosti tih polja jesu osetljiva u RTSP. Linije se završavaju sa CRLF.

SAT2IP koristi standardni RTSP server port 554.

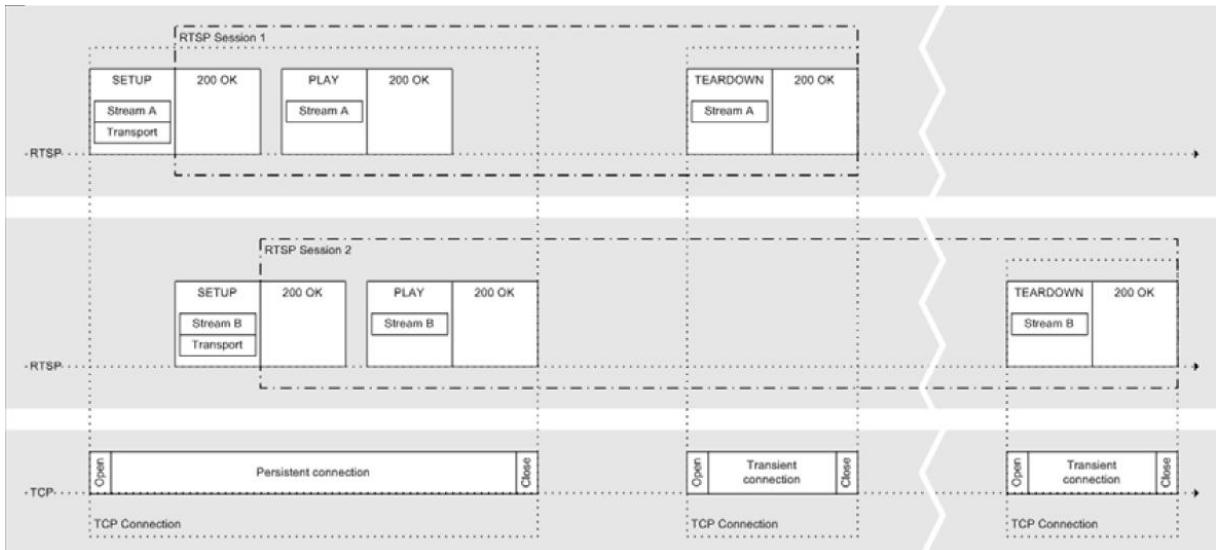
### 3.2.1 RTSP i TCP

RTSP kontrola kanala u SAT2IP mora biti implementirana koristeći TCP. Važno je napomenuti da je RTSP sesija nezavisna od osnovne TCP veze.

RTSP sesija generalno obuhvata više TCP veza (npr. Jedna TCP veza za jedan zahtev-odgovor). Ali isto tako je i moguće za RTSP sesiju da se sastoji samo od jedne TCP veze (persistent mode) koja obuhvata više RTSP zahtev-odgovor parova.



Slika 6 - Dve RTSP sesije, više TCP veza [1]



Slika 7 - dve RTSP sesije, jedna TCP veza [1]

Treba napomenuti da server treba da zatvori TCP vezu:

- Ukoliko istekne vreme (connection time out) svim RTSP sesijama.
- 10 sekundi posle odgovora na TEARDOWN zahtev poslednje RTSP sesije kontrolisane tom TCP vezom. To je iz razloga da bi klijent imao vremena da

generiše SETUP zahtev za novu sesiju na istoj TCP vezi nakon što uništi prethodnu.

### 3.2.2 Konfigurisanje nove sesije (SETUP)

Da bi konfigurisali novu sesiju sa SAT2IP serverom, klijent formira RTSP SETUP zahtev.

SETUP poruka sadži:

- Parametre TS medijskog toka za biranje signala i demultiplexiranje u RTSP URI stringu. Ovaj query string se prenosi u liniji zahteva (request line) poruke.
- Specifikaciju transportnih parametara (unicast/multicast, portovi, itd.) u zaglavlju RTSP SETUP poruke.

U odgovoru i ako je SETUP uspešno izvršen server alocira resurse za tok i vraća 200 OK poruku sa sledećim zaglavljima:

- Novi RTSP broj sesije,
- Parametre transporta kao što su IP adresa odredišta i portovi,
- Identifikator toka koji jedinstveno identificuje TS medijski tok.

Example	Unicast Transport Delivery
	<p><b>Request</b></p> <pre>SETUP rtsp://192.168.128.5/?src=1&amp;fe=1&amp;freq=12402&amp;pol=v&amp;msys=dvbs&amp;sr=27500&amp;fec=34&amp;pids=0,16,50,104,166,1707 RTSP/1.0 CSeq: 1 Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=1400-1401 &lt;CRLF&gt;</pre>
	<p><b>Response</b></p> <pre>RTSP/1.0 200 OK CSeq: 1 Session: 12345678;timeout=60 Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=1400-1401;source=192.168.128.5;server_port=1528-1529 com.ses.streamID: 1 &lt;CRLF&gt;</pre>

Example	Multicast Transport Delivery
	<p><b>Request</b></p> <pre>SETUP rtsp://192.168.128.5/?src=1&amp;fe=1&amp;freq=12402&amp;pol=v&amp;msys=dvbs&amp;sr=27500&amp;fec=34&amp;pids=0,16,50,104,166,1707 RTSP/1.0 CSeq: 1 Transport: RTP/AVP;multicast;port=5004-5005 &lt;CRLF&gt;</pre>
	<p><b>Response</b></p> <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;source=192.168.128.5 com.ses.streamID: 1 &lt;CRLF&gt;</pre>

Slika 8 - Primer SETUP zahteva i odgovora [1]

### 3.2.3 Puštanje medijskog toka (PLAY)

Jednom kada se uspostavi sesija sa serverom pomoću uspešnog SETUP zahteva, klijent može započeti puštanje/dostava/ prenos podataka TS medijskog toka.

Unicast razmena podataka započinje slanjem:

- RTSP PLAY poruke sa potrebnim identifikatorim kao i stringom zahteva (opcionalno).

Multicast razmena podataka može biti započeta na dva načina:

- Slanjem RTSP PLAY poruke sa potrebnim identifikatorom toka (po potrebi i string zahteva),
- Ili slanjem IGMPv3 izveštaja o članstvu multicast grupi.

*Request>*

```
PLAY rtsp://192.168.178.57:554/stream=2 RTSP/1.0
CSeq:2
Session:2166e663b4be550
Connection: close
```

*Response>*

```
RTSP/1.0 200 OK
RTP-Info:url=rtsp://192.168.178.57/stream=2
CSeq:2
Session:2166e663b4be550
```

Slika 9 - Primer PLAY zahteva i odgovora [1]

*Request>*

```
PLAY rtsp://192.168.178.57:554/stream=5?src=1&freq=11538&pol=v&ro=0.35&msys=dvbs&mtype=qpsk&plts=off&sr=22000
&fec=56&pids=0,611,621,631 RTSP/1.0
CSeq:5
Session:21a15c02c1ee244
Connection:close
```

*Response>*

```
RTSP/1.0 200 OK
RTP-Info:url=rtsp://192.168.178.57/stream=5
CSeq:5
Session:21a15c02c1ee244
```

Slika 10 - Primer SETUP zahteva i odgovora sa definisanim celim tokom (promena kanala)

[1]

### 3.2.4 Održavanje sesije aktivnom (OPTIONS)

Kada se konfiguriše RTSP sesija, klijent treba da održava RTSP sesiju aktivnom slanjem RTSP zahteva pre isteka perioda pauze (timeout period). SAT2IP server može da definiše različite timeout periode u zaglavljku sesije u odgovoru na SETUP poruku.

Uz pomoć prijema OPTIONS poruke od klijenta, server zna da li je RTSP klijent prisutan ili je odsutan.

*Request>*

```
OPTIONS rtsp://192.168.178.57:554/stream=3 RTSP/1.0
CSeq:5
Session:2180f601c42957d
Connection:close
```

*Response>*

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

Slika 11 - Primer OPTIONS zahteva i odgovora [1]

### 3.2.5 Izlistavanje dostupnih medijskih tokova (DESCRIBE)

SAT2IP obezdeđuje mogućnost klijentima da se raspita o dostupnim trenutno konfigurisanim TS medijskim tokovima. Klijent može da pošalje RTSP DESCRIBE bilo kada pitajući za jedan određeni medijski tok ili za sve postojeće medijske tokove konfigurisane na SAT2IP serveru.

U odgovoru na RTSP DESCRIBE zahtev i pod uslovom da je bar jedna RTSP sesija konfigurisana, SAT2IP serveri obezbeđuju SDP(Session Description Protocol) formatiranu opisnu datoteku. Opisna datoteka obezbeđuje detalje o konfigurisanim medijskim tokovima i njihovim prijemnim karakteristikama.

<b>Example</b>	<b>Request</b>
	DESCRIBE rtsp://192.168.128.5/ CSeq: 5 Accept: application/sdp <CRLF>
<b>Response</b>	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 m=video 5004 RTP/AVP 33 c=IN IP4 239.0.0.8/5 a=control:stream=0 a=fmtpt: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=fmtpt: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=fmtpt: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=fmtpt:33 ver=1.0;src=2;tuner=2,221,1,6,11758,h,dvbs2,8psk,off,25,27500,56;pids=all a=sendonly

Slika 12 - Primer DESCRIBE zahteva i odgovora [1]

### 3.2.6 Zatvaranje sesije i zaustavljanje reprodukcije (TEARDOWN)

Ukoliko treba zatvoriti RTSP sesiju i zaustaviti reprodukciju unicast ili multicast TS medijskog toka klijent šalje:

- RTSP TEARDOWN poruku.

TEARDOWN poruka uvek zaustavlja reprodukciju unicast toka, bilo da je TEARDOWN poruku poslao vlasnik toka ili ne.

Server stopira multicast TS tok samo kada primi RTSP TEARDOWN poruku od vlasnika toka. Server treba da bude u mogućnosti da rukuje sa konkurentnim pristupom TS medijskim tokovima od strane više klijenata.

Request>

TEARDOWN rtsp://192.168.178.57:554/stream=2 RTSP/1.0  
CSeq:5  
Session:2166e663b4be550  
Connection: close

Response>

RTSP/1.0 200 OK  
Content-Length:0  
CSeq:5  
Session:2166e663b4be550

Slika 13 - Primer TEARDOWN zahteva i odgovora [1]

## 4. Programsko rešenje

SAT2IP klijent se sastoji od 2 modula, 9 funkcija neophodnih za rad, 4 niti, i sve to u približno 1300 linija koda.

Glavni modul klijenta (test.c), implementiran je u približno 200 linija koda. Modul klijenta za inicijalizaciju veze, slanje poruka, parsiranje odgovora i druge funkcije vezane za RTSP protokol, rtsp.c i rtsp.h, realizovani su u približno 1100 linija koda.

Bildovanje klijentskog programa se vrši pozivanjem komande *make* u terminalu.

Da bi uspešno pokrenuli klijentsku aplikaciju, potrebno da prosledimo 3 argumenta iz komandne linije, i to u sledećem formatu:

*./test <setupQuery> <vrsta\_emitovanja> <mod>*

*mod – “o”, owner mod, sve ostalo je non-owner.*

Primer pokretanja aplikacije u multicast owner modu:

*./test*

*“rtsp://192.168.234.56/?msys=dvbs&src=1&freq=10744&pol=h&sr=22000&fec=56&mtype=qpsk&pids=0,200,201,202,204” “multicast” “o”*

Za rad klijentskog programa nije potrebna instalacija dodatnog softwera, samo dostupan SAT2IP server.

Rtsp modul je implementacija svih funkcija potrebnih za uspešnu komunikaciju, kontrolu i druge funkcije RTSP klijenta.

U rtsp.h biblioteci su deklarisane dve strukture, SatIpClient i SatIpServer:

typedef struct

{

unsigned char fRequestBuffer[10000];

char transport[20];

---

```

char type_cast[20];
char client_port[20];
char connection [20];
int CSeq;
} SatIpClient;

```

Poruke formatirane I spremne za slanje se čuvaju u fRequestBuffer-u. Polje transport govori o format toka, type\_cast o tipu emitovanja, multicast ili unicast, u client\_port port se smešta port koji je klijent odabrao za primanje toka i informacija(unicast). Ukoliko je connection jednak „close“, tcp veza će se rasidati posle svakog zahteva-odgovora. Cseq je broj koji se uvećava za jedan sa svakim poslatim zahtevom. Za svaki RTSP zahtev sa datim brojem mora postojati odgovarajući odgovor koji sadrži isti taj broj.

```

typedef struct
{
    char fResponseBuffer[10000];
    char session[20];
    int timeout;
    int com_ses_streamID;
    char transport[20];
    char type_cast[20];
    char destination[20];
    char port[20];
    int ttl;
    int CSeq;
    char source[20];
    char client_port[20];
    char server_port[20];
    char status[100];
    char rtp_info[100];
    char opt_public[100];
} SatIpServer;

```

Svaki odgovor od strane servera se čuva u fResponseBuffer-u. Pomoću session identifikujemo RTSP sesiju, timeout predstavlja vreme koje će server cekati na zahtev, ukoliko ne primi nijedan zahtev, zatvara sesiju. com\_ses\_streamID jedinstveno identificuje objekat TS medijskog toka. destination je adresa na koju se šalje medijski tok, popunjava se samo kod multicast režima. U port port se smešta port koji je klijent odabrao za primanje toka

i informacija(multicast). Ttl, time-to-live, specifično za multicast. Polje status označava da li je server odgovorio sa 200 OK ili je u pitanju neka greška. Rtp\_info se postoji samo ukoliko server odgovori sa 200 OK na PLAY poruku, i u njemu se nalazi URL toka. U opt\_public se nalaze metode koje podržava server.

#### **4.1.1 SatIpCliWriteSocket**

*int SatIpCliWriteSocket(SatIpClient\* client)*

Služi za slanje prethodno formatiranih poruka na server.

Parametri: struktura SatIpClient.

#### **4.1.2 SATIP\_SendCmdSETUP**

*int SATIP\_SendCmdSETUP(pSATIP\_Instance \*instance, char \*c SETUPQuery)*

Funkcija u kojoj se formira SETUP poruke, smešta u bafer i prosleđuje funkciji za slanje, SatIpCliWriteSocket(SatIpClient\* client).

Parametri:

- pSATIP\_Instance \*instance – SAT2IP instanca
- char \*c SETUPQuery – URI query setup string

#### **4.1.3 SATIP\_SendCmdPLAY**

*int SATIP\_SendCmdPLAY(pSATIP\_Instance \*instance, char \*c PLAYQuery, char c PIDOperator)*

Funkcija u kojoj se formira PLAY poruke, smešta u bafer i prosleđuje funkciji za slanje, SatIpCliWriteSocket(SatIpClient\* client).

Parametri:

- pSATIP\_Instance \*instance – SAT2IP instanca
- char \*c PLAYQuery – URI query play string
- char c PIDOperator – dodavanje/uklanjanje pid identifikatora

#### **4.1.4 SATIP\_UNICAST\_SendCmdOPTIONS**

*char\* SATIP\_UNICAST\_SendCmdOPTIONS(pSATIP\_Instance \*instance)*

Funkcija u kojoj se formira OPTIONS poruke, smešta u bafer i prosleđuje funkciji za slanje, SatIpCliWriteSocket(SatIpClient\* client).

Parametri:

- pSATIP\_Instance \*instance – SAT2IP instanca

#### **4.1.5 SATIP\_UNICAST\_SendCmdDESCRIBE**

*int SATIP\_UNICAST\_SendCmdDESCRIBE(pSATIP\_Instance \*instance)*

Funkcija u kojoj se formira DESCRIBE poruke, smešta u bafer i prosleđuje funkciji za slanje, SatIpCliWriteSocket(SatIpClient\* client).

Parametri:

- pSATIP\_Instance \*instance – SAT2IP instanca

#### **4.1.6 SATIP\_SendCmdTEARDOWN**

*int SATIP\_SendCmdTEARDOWN(pSATIP\_Instance \*instance)*

Funkcija u kojoj se formira TEARDOWN poruke, smešta u bafer i prosleđuje funkciji za slanje, SatIpCliWriteSocket(SatIpClient\* client).

Parametri:

- pSATIP\_Instance \*instance – SAT2IP instanca

#### **4.1.7 Options**

*void Options(pSATIP\_Instance \*instance)*

Nit koja služi za održavanje RTSP sesije aktivnom slanjem RTSP OPTIONS poruke pre isteka timeout perioda.

Parametri:

- pSATIP\_Instance \*instance – SAT2IP instanca

#### **4.1.8 catch\_rtp**

*void catch\_rtp(FILE\*f)*

Nit za prihvatanje rtp paketa, odnosno za reprodukciju medijskog toka.

Parametri:

- FILE\* f – datoteka u koju se snima medijski tok.

#### **4.1.9 catch\_rtcp**

*void catch\_rtcp()*

Nit za prihvatanje rtcp paketa i parsiranje informacija o trenutnom kanalu.

Parametri:

- /

#### 4.1.10 Server\_response

*void server\_response(char\* responsee)*

Nit koja čeka na odgovor od servera, smešta ga u bafer i dalje prosleđuje funkciji za parsiranje odgovora, parse(char\* ResponseBuffer).

Parametri:

- char\* responsee – baferovan odgovor od servera.

#### 4.1.11 initConn

*void initConn()*

Funkcija koja inicijalizuje TCP vezu sa serverom.

Parametri:

- /

#### 4.1.12 parse

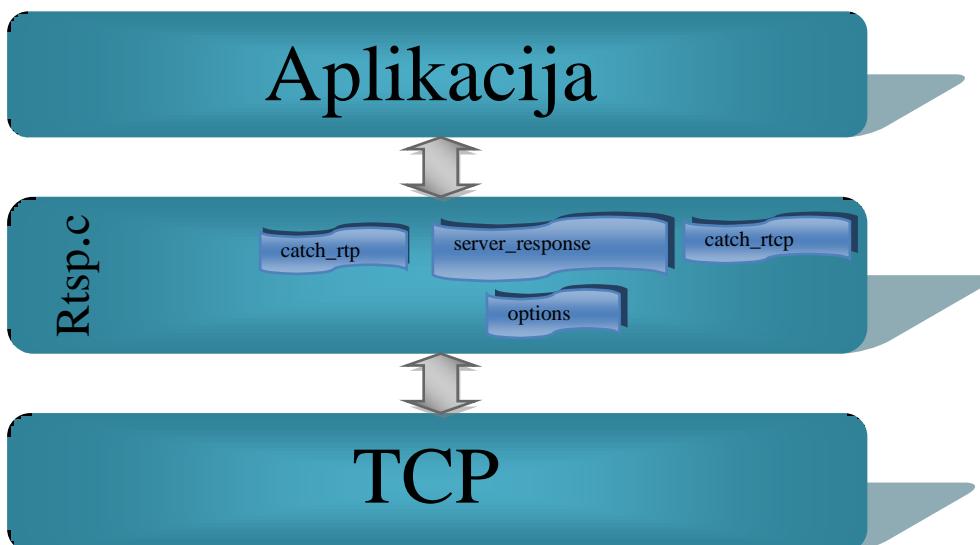
*void parse(char\* ResponseBuffer)*

Funkcija za parsiranje odgovora na SETUP, PLAY, OPTIONS, DESCRIBE, TEARDOWN kao i za parsiranje rtcp paketa.

Parametri:

- char\* ResponseBuffer – baferovan odgovor servera.

Na dijagramu je prikazana struktura programske podrške. Prikaz je na nivou arhitekture, ali su date i procesne niti koje se aktiviraju tokom rada programa.



Struktura programske podrške i procesne niti koje se aktiviraju

## 5. Testiranje

Testiranje ispravnosti rada SAT2IP klijenta je izvedeno u 4 test scenarija na ploči RK3040 iz instituta RT-RK.



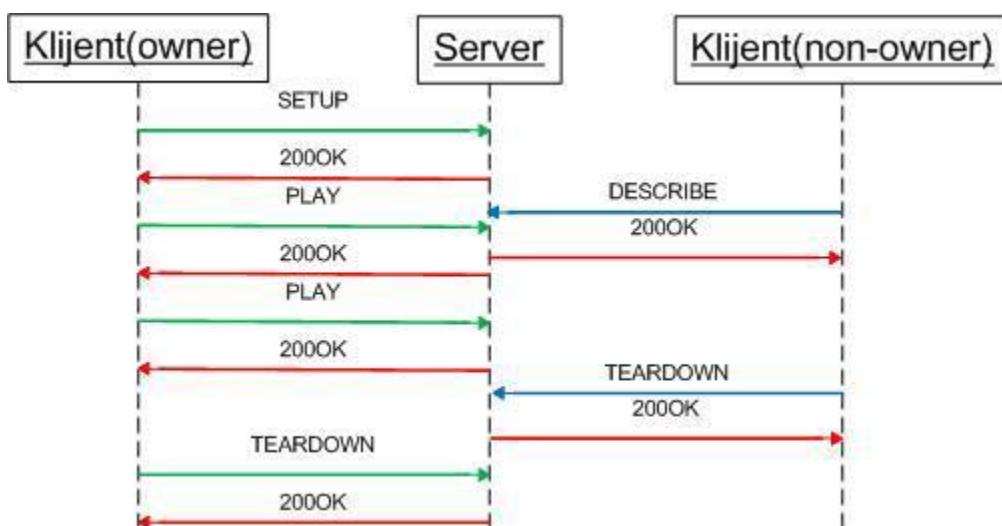
Slika 14 - SAT2IP server RK-3040 [4]

Prvi scenario podrazumeva slanje unicast SETUP poruke sa pid identifikatorima, pa zatim PLAY poruke bez zadatih parametara. Rezultat ovog test scenarija je datoteka koja se može pustiti u programu za reprodukciju video sadržaja.

Drugi scenario obuhvata slanje unicast SETUP poruke bez pid identifikatora, zatim slanje PLAY poruka sa zadavanjem parametara (menjanje kanala). Rezultat ovog testa je onoliko datoteka koliko smo puta promenili kanal. Takođe, ove datoteke se mogu pustiti u programu za reprodukciju video sadržaja.

Treći test slučaj je slanje multicast SETUP poruke praćeno sa PLAY porukama, dok se sa drugog računara, uz pomoć VLC programa za reprodukciju medijskih sadržaja, priključimo toj grupi i pustimo stream. Rezultat je datoteka koju možemo pustiti u programu za reprodukciju video sadržaja (kod klijenta koji je posao SETUP), a kod klijenta koji se priključuje grupi, rezultat je reprodukcija TV programa uživo.

Četvrti test scenario predstavlja pokretanje klijentske aplikacije na dva računara, multicast režim, na jednom računaru u režimu vlasnika toka(owner) dok na drugom u režimu pasivnog prijema toka(non owner). Kod klijenta koji se pokreće u režimu vlasnika toka, šalje se prvo SETUP poruka, zatim PLAY. Klijent u koji nije vlasnik toka ne šalje SETUP i PLAY poruke, već se samo priključi već postojećoj grupi. Rezultat ovog testa, kod oba klijenta, je datoteka koja se može pustiti u programu za reprodukciju video sadržaja.



Slika 15 – Dijagram komunikacije dva klijenta sa serverom

Scenario:	Opis	Rezultat
1.	Unicast SETUP sa pid identifikatorima, PLAY bez pidova	Uspešan
2.	Unicast SETUP bez pid identifikatora, više puta PLAY sa pid identifikatorima	Uspešan
3.	Multicast SETUP, PLAY, owner mod, i priključenje grupi sa drugog računara (preko vlc-a)	Uspešan
4.	Multicast SETUP, PLAY sa jednog računara (owner), a sa drugog samo se priključimo grupi (non-owner)	Uspešan

Tabela 1 - Rezultati

## 6. Zaključak

Ovaj rad predstavlja jedno od rešenja realizacije SAT2IP klijenta., koje omogućava (iz integraciju sa odgovarajućom grafičkom korisničkom spregom) praćenje TV prgrama koji se distribuira u IP mreži korišćenjem SAT2IP protokola.

SAT2IP prosleđuje satelitske programe uživo preko IP mreža, u njihovom najboljem kvalitetu, netaknute i bez konverzije, na bilo koji moderni multimedijalni uređaj (tablet, pametni telefon, itd.) . Što znači, SAT2IP protokol omogućuje postizanje potpune STB/TV funkcionalnosti na uređajima koji nemaju tijuner/demodulator na sebi.

Realizacijom ovog programa uočava se prostor za dalje usavršavanje aplikacije.

Moguće usavršavanje na sledećim poljima:

- Povezivanje sa UpnP bibliotekom da bi se omogućilo krajnjem korisniku da izabere jedan od dostupnih SAT2IP servera
- Podrška za HTTP streaming
- Podrška za online reprodukciju TV sadržaja
- Integracija DTCP-IP
- Parsiranje predefinisane liste kanala
- Integracija u softver Set Top Box prijemnika

## 7. Literatura

- [1] SATIP Specification Version 1\_2,  
[http://www.satip.info/sites/satip/files/resource/satip\\_specification\\_version\\_1\\_2.pdf](http://www.satip.info/sites/satip/files/resource/satip_specification_version_1_2.pdf)  
22.06.2014
- [2]<http://www.satanlagenforum.de/sat-ip-umsetzer-inverto-multibox-idl-400s-multiscreenserver-t7878.html> 23.06.2014
- [3]<http://shop.digital-devices.de/Octopus-NET-S2/2/en> 22.06.2014
- [4] [http://stb.rt-rk.com/products/sat\\_to\\_ip/rk-3040](http://stb.rt-rk.com/products/sat_to_ip/rk-3040) 25.06.2014
- [5] RTSP, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2326.txt> 20.06.2014
- [6] RTP/RTCP, <https://www.ietf.org/rfc/rfc3550.txt> 22.06.2014
- [7] SAT2IP White Paper, <http://www.ses.com/11193301/SATIP-White-Paper.pdf>  
[26.06.2014](#)
- [8] [http://www.satip.info/sites/satip/files/resource/satip\\_specification\\_version\\_1\\_2.pdf](http://www.satip.info/sites/satip/files/resource/satip_specification_version_1_2.pdf)  
[20.06.2014](#)
- [9] Sajt Wikipedia, The Free Encyclopedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Sat-IP>  
24.06.2014