

Mile Petrović
Milan Vukašinović

SISTEMI I TEHNOLOGIJE ZA EMITOVANJE SIGNALA

PRIRUČNIK ZA LABORATORIJSKE VEŽBE



Mile Petrović
Milan Vukašinović

SISTEMI I TEHNOLOGIJE ZA EMITOVANJE SIGNALA

Priručnik za laboratorijske vežbe



Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija

Beograd, 2018

Autori:

Mile Petrović, 1954

Milan Vukašinović, 1982

Sistemi i tehnologije za emitovanje signala
priručnik za laboratorijske vežbe

Recenzenti:

dr **Miroslav Lutovac**

dr **Slavica Marinković**

Obrada, priprema teksta i dizajn korica:

Ratko Ivković, master inženjer

Lektor:

Dragoljub Bojić

Izdavač:

Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija,

Vojvode Stepe 283, Beograd

Nastavno veće Visoke škole elektrotehnike i računarstva strukovnih studija u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 28.06.2018. godine, odobrilo je izdavanje i korišćenje ovog priručnika u nastavi.

ISBN 978-86-7982-286-4

Tiraž 30. - Bibliografija: str. 131.

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

621.397.2:004(075.8)(076)

ПЕТРОВИЋ, Миле, 1954-

Sistemi i tehnologije za emitovanje signala: priručnik za laboratorijske vežbe | Mile Petrović, Milan Vukašinović

Visoka škola elektrotehnike i računarstva, 2018

(Beograd : Razvojno-istraživački centar grafičkog inženjerstva TMF). - 131 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 30. - Bibliografija: str. 131.

ISBN 978-86-7982-286-4

1. Вукашиновић, Милан, 1982- [аутор]

а) Дигитална телевизија – Вежбе

COBISS.SR-ID 267928076

SADRŽAJ

Vežba 1. Konfigurisanje RTP/RTSP i HLS striming protokola korišćenjem DataVideo opreme	5
Vežba 2. RTMP striming protokol, konfigurisanje i testiranje CDN servera.....	14
Vežba 3. Oprema za prijem televizijskog signala	30
Vežba 4. MPEG-TS. Konfigurisanje enkodera Cisco D9054	45
Vežba 5. Audio IP kodeci.....	59
Vežba 6. Mobilni enkoderi – prenos signala preko 3G/4G protokola.....	65
Vežba 7. DVB-C / DVB-C2. Konfigurisanje i testiranje WISI Chameleon sistema.....	69
Vežba 8. Merenje parametara signala digitalne televizije	81
Vežba 9. Merenje parametara signala digitalne satelitske televizije	95
Vežba 10. Analiza DTV signala pomoću mernog uređaja DiviCatch.....	103
Vežba 11. Modulacija signala pomoću modulatora DekTec DTU-215	113
Dodatak	122
Skraćenice	129
Litereratura	130

Predgovor

Priručnik za laboratorijske vežbe prvenstveno je namenjen studentima Visoke škole elektrotehnike i računarstva strukovnih studija u Beogradu na master studijskom programu Multimedijalno inženjerstvo, ali ga mogu koristiti i studenti srodnih fakulteta koji se bave sistemima i tehnologijama za emitovanje televizijskog signala. Nastao je kao rezultat Erasmus+ projekta „Digital broadcasting and broadband technologies“.

Priručnik je u isto vreme i udžbenik jer literatura, na srpskom jeziku iz ove oblasti skoro da ne postoji. Sadrži 11 laboratorijskih vežbi koje su uglavnom koncipirane na osnovu audio/video i računarskih uređaja koji se nalaze u Visokoj školi elektrotehnike i računarstva strukovnih studija i United Media Production centru u Beogradu. Laboratorijske vežbe obuhvataju: konfigurisanje RTP/RTSP i HLS striming protokola korišćenjem DataVideo opreme, RTMP striming protokol, konfigurisanje i testiranje CDN servera, oprema za prijem televizijskog signala, konfigurisanje enkodera Cisco D9054, Audio IP kodeci, mobilni enkoderi – prenos signala preko 3G/4G protokola, DVB-C / DVB-C2 (konfigurisanje i testiranje WISI Chameleon sistema), merenje parametara signala digitalne televizije, merenje parametara signala digitalne satelitske televizije, analize DTV signala pomoću mernog uređaja DiviCatch i modulacija signala pomoću modulatora DekTec DTU-215.

Laboratorijske vežbe su koncipirane tako da su u uvodnom delu date teorijske osnove za njeno bolje razumevanje, u centralnom delu praktični zadaci koje student, samostalno ili kao deo tima, treba da uradi i na kraju kontrolna pitanja.

Autori se zahvaljuju recenzentima prof. dr Miroslavu Lutovcu i prof. dr Slavici Marinković na korisnim predlozima i sugestijama, koji su doprineli kvalitetu ovog priručnika.

I pored najveće pažnje, tokom formiranja i pisanja ovog priručnika, moguće je da su se potkrali i neki nedostaci. Stoga će autori biti zahvalni svim čitaocima koji ukažu na greške ili daju primedbe i sugestije. Iste mogu dostaviti autorima, elektronskom poštom, na adresu: *petrovic.mile@yahoo.com* ili *milan.vukasinovic@sportklub.info*.

Beograd, 2018.

Autori

VEŽBA 1:

Konfigurisanje RTP/RTSP i HLS striming protokola

korišćenjem DataVideo opreme

Uvod:

Cilj vežbe je upoznavanje studenata sa osnovnim principima enkodovanja i prenosa video signala korišćenjem različitih mrežnih protokola. Osnovni zadatak je konfigurisanje opreme, podešavanje parametara enkodovanja, podešavanje parametara za prenos enkodovanog signala i analiza dekodovanog signala kada se koriste RTP/RTSP i HLS striming protokoli, uz analizu praktične primene navedenih protokola. Za izradu vežbe biće korišćeni enkoder DataVideo NVS-25, mrežni svič Netgear GS105, dekodeer DataVideo NVD-25 i dva računara. Nekompresovani (SDI) video sa embedovanim audio signalom biće enkodovan po H.264 standardu. Za enkodovanje biće korišćeni različiti profili enkodovanja sa različitim *bitrate*-ovima kako bi analizirali uticaj propusnog opsega na kvalitet prenošenog signala uz simulaciju opterećenja mreže.

Teoretske osnove:

Korišćeni termini

Gubitak paketa (*Packet loss*) se javlja kada jedan ili više paketa koji putuju preko računarske mreže ne uspevaju da stignu do svog odredišta. Mnogo je faktora koji mogu uzrokovati gubitak paketa a najčešći uzrok je preopterećenje mreže.

Bafer (*Buffer*) ili keš memorija je količina video zapisa koji se čuva u memoriji pre nego što započne reprodukcija. Veliki baferi rezultiraju većim kašnjenjem, ali daju veću stabilnost kada su prisutni džiteri ili gubitak paketa.

Džiter (*Jitter*) je varijacija vremena između dolaznih paketa uzrokovana zagušenjem mreže ili promenom rute. Džiter je veoma važan faktor kod strimovanja, kada se kašnjenje paketa menja, dekodeer mora da ima dovoljno veliki bafer da ne bi bilo prekida u reprodukciji sadržaja dok čeka zakasnele pakete.

Transmisioni protokoli

UDP (*user datagram protocol*) je protokol za prenos signala i osnovna karakteristika je "konekcija bez povezivanja" - predajnik nema informaciju o stanju na prijemu. Bez obzira da li je predajnik u stanju da primi i dekoduje pakete ili je došlo do zagušenja i prijemnik ne može da dekoduje signal - enkoder šalje pakete jer nema povratnu informaciju. Ovaj način može da se poistoveti sa slanjem pisma: nemamo informaciju da li je stiglo primaocu ali se nadamo da jeste.

TCP (*transmission control protocol*) je kontrolisani protokol za prenos. Na početku konekcije uspostavlja se konekcija (vrši se rukovanje) između predajnika i prijemnika i predajnik je u svakom trenutku upoznat sa stanjem prijemnika. Pandan je izveštaj o prijemu SMS poruke - nakon prijema dobiće se izveštaj o dostavi.

Vrste komunikacija

Unikast (*Unicast*) je veza "jedan na jedan" između klijenta i servera (u većini slučajeva server je video enkoder). Unikast koristi TCP i UDP metode isporuke. Klijent ima direktnu vezu sa serverom. Svaki unikast klijent koji se povezuje na server zauzima dodatni propusni opseg; npr. ako se ima 10 klijenata i svaki preuzima po 100 kbps ta grupa klijenata zauzima 1.000 kbps. Ako postoji samo jedan klijent ukupan propusni opseg je 100 kbps.

Multikast (*Multicast*) je pravi *broadcast* standard. Ne postoji direktna veza između klijenta i servera i ovo je slično kao podešavanje stanice na radiju - svaki klijent koji sluša ne zauzima dodatne resurse na serveru; server šalje samo jedan strim. Isto opterećenje servera je ako ima jednog ili 1.000 klijenata. Ovde glavnu ulogu ima mrežni svič ili ruter jer jedan strim šalje svim klijentima. Napomena: na javnom internetu uglavnom nije dozvoljen multikast i samo u unapred definisanim mrežama dozvoljen je multikast saobraćaj. Takođe, ni svi ruteri i svičevi ne podržavaju multikast saobraćaj jer ne mogu da pravilno rukuju multikast paketima - kada se pojave multikast paketi neadekvatni ruteri / svičevi ove pakete smatraju *broadcast* paketima, a to znači da te pakete šalju svima po svim portovima i preplaviće celu mrežu. Na kraju, ta poruka će doći do dekodera i može ozbiljno da ugrozi ostale korisnike (kojima nije namenjena) i oboriće performanse mreže. Rešenje ovog problema je korišćenje svičeva sa IGMP (*Internet Group Management Protocol*), ovi svičevi će prosleđivati saobraćaj samo na portove prijavljene na multikast grupu. Drugim rečima, poruke će biti prosleđene samo korisnicima koji očekuju poruke tj. na one korisnike koji su pretplaćeni na određenu multikast grupu.

Broadcast (*Broadcast*) je vrsta komunikacije gde se podaci šalju sa jednog servera, a kopija tih podataka se prosleđuje svim klijentima. U broadcast režimu postoji samo jedan pošiljalac i podaci se šalju samo jednom ali broadcast podaci se isporučuju svim povezanim uređajima. Svičevi su dizajnirani da prosleđuju broadcast poruke, a ruteri su dizajnirani da zaustavljaju broadcast poruke. To znači, broadcast poruke mogu biti emitovane u okviru jednog LAN segmenta mreže.

Striming protokoli

RTP/RTSP

RTP (*real time protokol*) i RTSP (*real time streaming protokol*) su dva sasvim različita protokola koja se obično koriste zajedno. Iako se često pominje samo jedan obično se misli na oba protokola tj. RTP/RTSP (RTP može raditi bez RTSP). RTP označava protokol za transport medija u realnom vremenu, u većini slučajeva H264 ili MPEG4 videa i audija. RTSP je protokol za strimovanje u realnom vremenu koji se koristi za uspostavljanje i kontrolu medija. RTP je, sam po sebi, *push* protokol; to znači da ako enkoder želi da pošalje strim video dekodera pomoću RTP protokola on mora da zna IP adresu dekodera i "gura" podatke na dekodera. RTP/RTSP je *pull* protokol; to znači da se dekodera povezuje sa enkoderom koristeći RTSP protokol a zatim enkoder šalje dekodera video korišćenjem RTP protokola. Više dekodera može se povezati sa jednim RTSP serverom i ovo se naziva multi-unikast, a RTSP podržava pravi multikast. Da li je ovo protokol baziran na TCP ili UDP? Ovo je, zapravo, mešavina jer RTSP radi preko TCP a RTP se šalje preko UDP (video i audio se šalju preko par UDP portova). Ovo je dobro za strimovanje preko LAN mreže, ali može biti problematično ako se koristi za strimovanje preko javnog interneta jer zahteva više portova. Takođe, video i audio se šalju odvojeno, a princip rada se oslanja na sinhronizaciju u RTP zaglavlja za sinhronizaciju. RTP/RTSP je idealan za strimovanje na jedan ili više uređaja u lokalnoj mreži gde su džiter i gubitak paketa minimalni. RTSP radi na skoro svim dekodera (hardverskim ili softverskim).

HLS

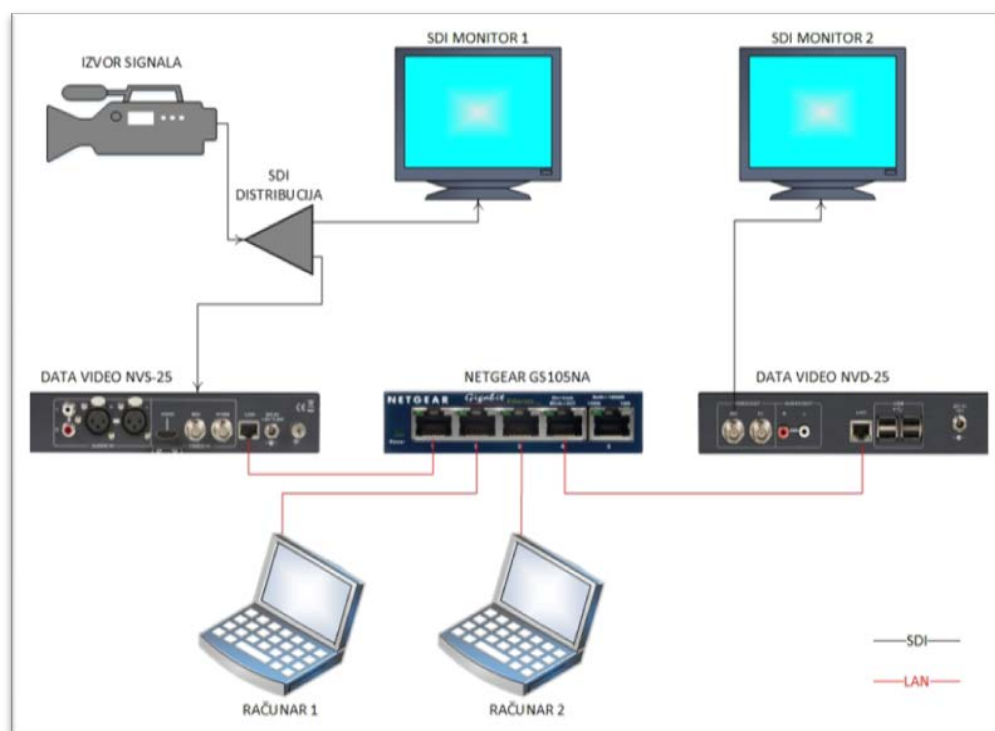
HLS (*HTTP Live Streaming*) je protokol prvobitno razvijen za IOS uređaje implementiran od Apple-a. Karakteristika je kašnjenje od nekoliko sekundi ali veoma stabilan strim. Princip rada je da se preuzme jedan deo multimedijalnog sadržaja i uvek preuzme sledeći deo sadržaja pre nego što počne reprodukciju trenutnog dela. HLS se koristi za sisteme gde kašnjenje nije značajan faktor, ali polako ovaj standard počinje da se implementira u svim vodećim CDN (*content delivery network*) serverima. Baziran je na TCP striming protokolu.

Zadatak:

1. Za izradu ove vežbe biće korišćena sledeća oprema:

- izvor video signala, HD SDI, embedovani audio (kamera, video server...)
- distribucija video signala (1 : 2)
- dva monitora sa SDI ulazom
- enkoder DataVideo NVS-25
- mrežni svič Netgear GS105NA
- dekodler DataVideo NVD-25
- dva računara sa 1G LAN priključkom

2. Povezati opremu prema šemi koja je prikazana na slici 1. Biće korišćena dva tipa konekcije: SDI (koriste se video kablovi) i LAN (koriste se mrežni kablovi).



Slika 1. Šema povezivanja opreme

3. IP adrese uređaja su:

Data Video NVS-25 IP: 192.168.1.10

Data Video NVD-25 IP: 192.168.1.20

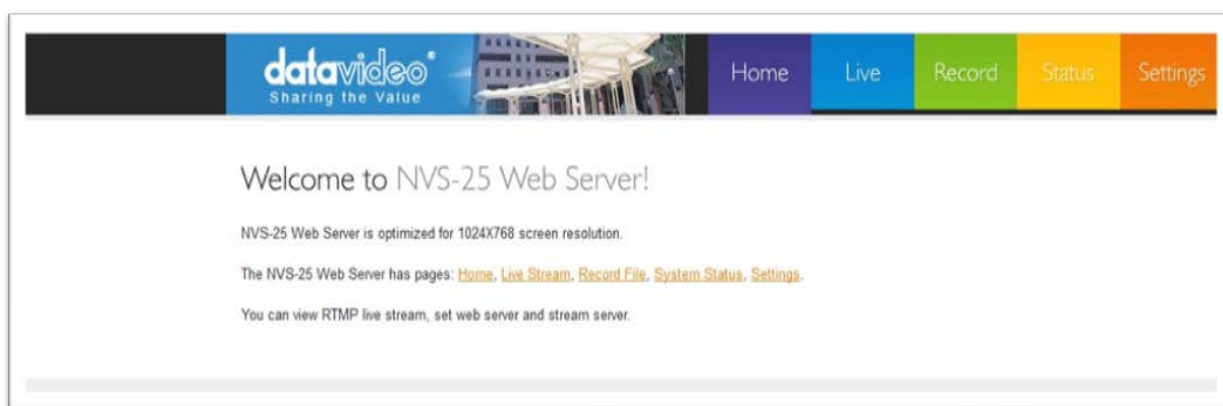
Računar 1 IP: 192.168.1.30

Računar 2 IP: 192.168.1.40

Subnet Mask za sve uređaje je 255.255.255.0 , *Default Gateway* za sve uređaje je 192.168.1.1

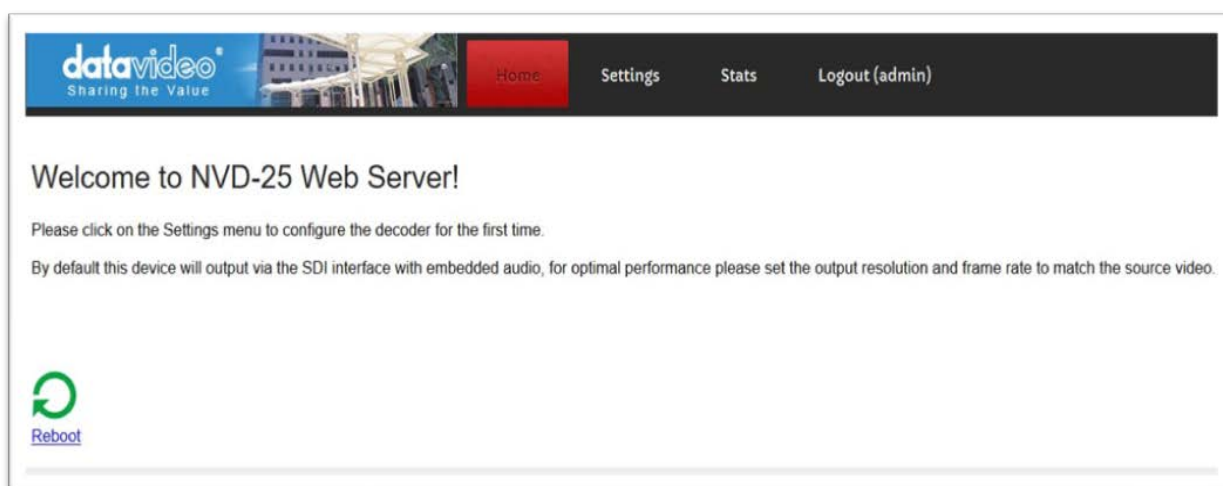
Ukoliko postoji mogućnost, povezati *WiFi Access Point*.

4. Unošenjem IP adrese u *web browser* (npr. Mozilla Firefox) prvog računara otvoriti interfejs enkodera, slika 2. *Username* je admin a *password* je 000000 (šest nula).



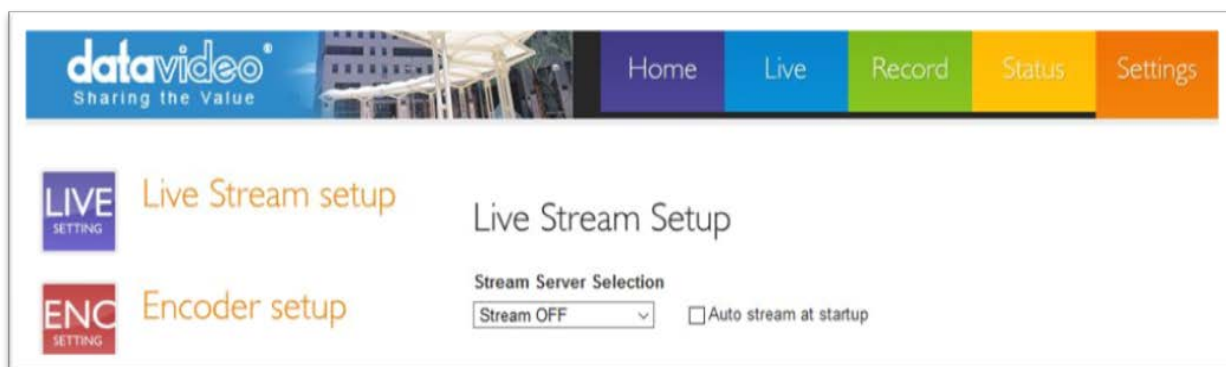
Slika 2. Home stranica enkodera

5. Unošenjem IP adrese u *web browser* (npr. Mozilla Firefox) drugog računara otvoriti interfejs dekodera, slika 3. *Username* je admin a *password* je 000000 (šest nula).



Slika 3. Home stranica dekodera

6. Selektovati karticu *Settings* pa zatim selektovati karticu *Live Setting (Live Stream setup)*. Ovo je prikazano na slici 4.

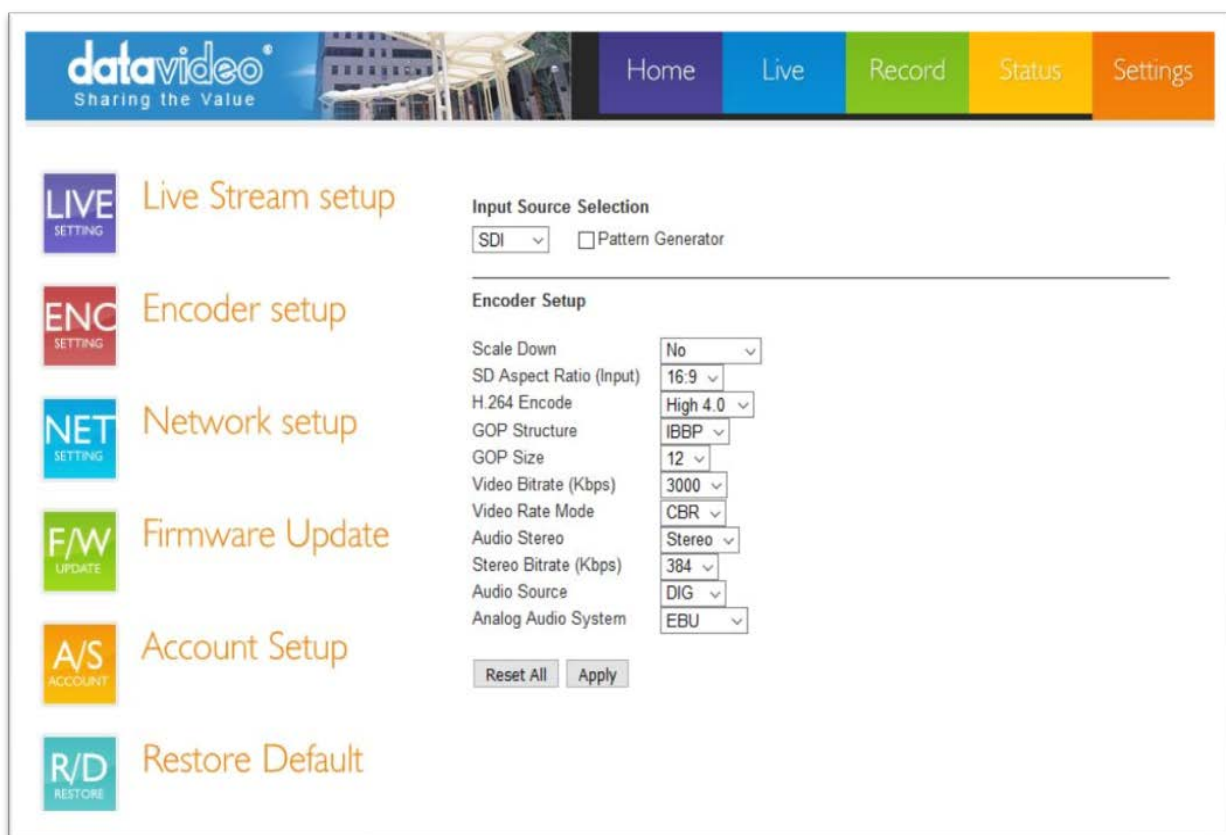


Slika 4. *Enkoder - Live Stream setup*

U ovoj vežbi biće korišćeni sledeći protokoli (padajući meni *Stream Server Selection*):

- RTSP over TCP/UDP
- RTSP over HTTP
- HLS

7. Pre uključivanja strimovanja selektovati karticu *ENC Setting (Enkoder setup)* i podesiti parametre enkodovanja kao što je prikazano na slici 5.



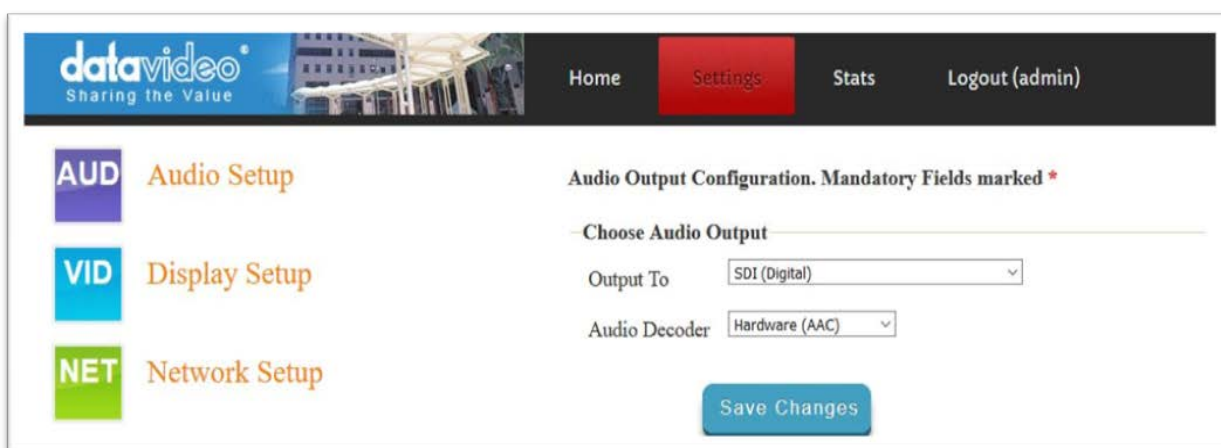
Slika 5. *Enkoder - podešavanje parametara enkodovanja*

Parametar *Video Bitrate (kbps)* treba menjati tokom izvođenja vežbe. Potrebno je ponoviti vežbu za sledeće vrednosti *bitrate*-a: 800 kbps, 1500 kbps, 3000 kbps, 4500 kbps i 6000 kbps.

Pogledati ostale opcije u kartici *Encoder setup* i diskutovati kako promena pojedinačnih parametara utiče na kvalitet dekodovane slike na prijemu. NVS-25 ima tri profila enkodovanja: *Main 3.0*, *Main 3.1* i *High 4.0*. *Main* profil uključuje podršku za *interlace* video, interkodovanje korišćenjem B sličica itd. Ovaj profil se uglavnom koristi za skladištenje video materijala i emitovanje u SD formatu. *High* profil je predviđen za emitovanje u HD formatu i skladištenje materijala visokog kvaliteta (Blu-ray Disc...).

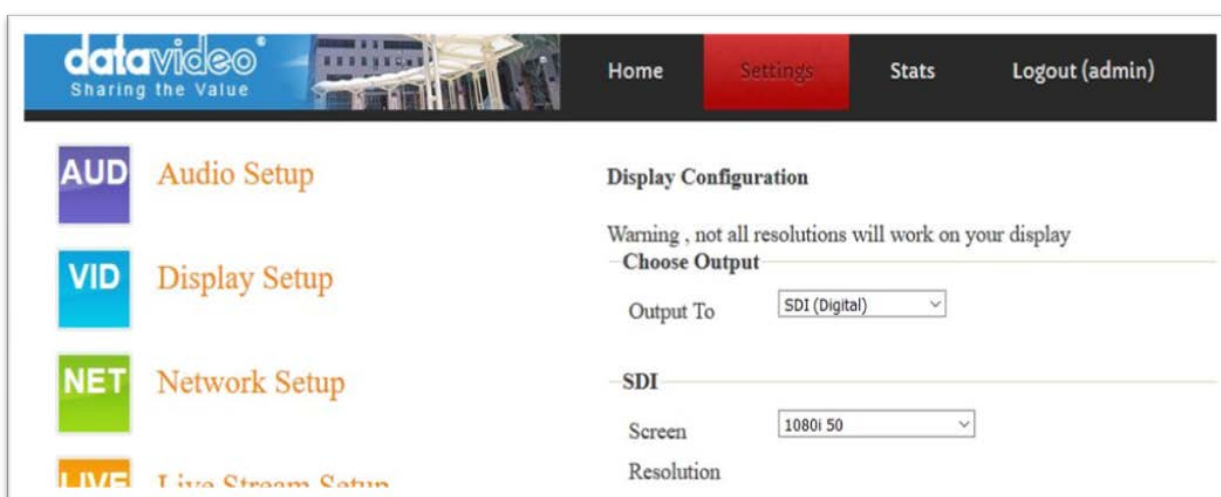
8. Selektovati karticu *Live Stream setup* i u padajućem meniju *Stream Server Selection* izabrati *RTSP over TCP/UDP* i potvrditi na *Apply*.

9. Na dekoderu u kartici *Settings* selektovati karticu *AUD (Audio Setup)* i podesiti parametre kao na slici 6, a u kartici *VID (Video Setup)* podesiti parametre video dekodovanja kao na slici 7.



The screenshot shows the 'datavideo' web interface with the 'Settings' tab selected. On the left sidebar, 'AUD Audio Setup' is highlighted. The main content area is titled 'Audio Output Configuration. Mandatory Fields marked *'. It contains two dropdown menus: 'Choose Audio Output' (set to 'SDI (Digital)') and 'Audio Decoder' (set to 'Hardware (AAC)'). A 'Save Changes' button is at the bottom right.

Slika 6. Dekoder – podešavanje audio parametara

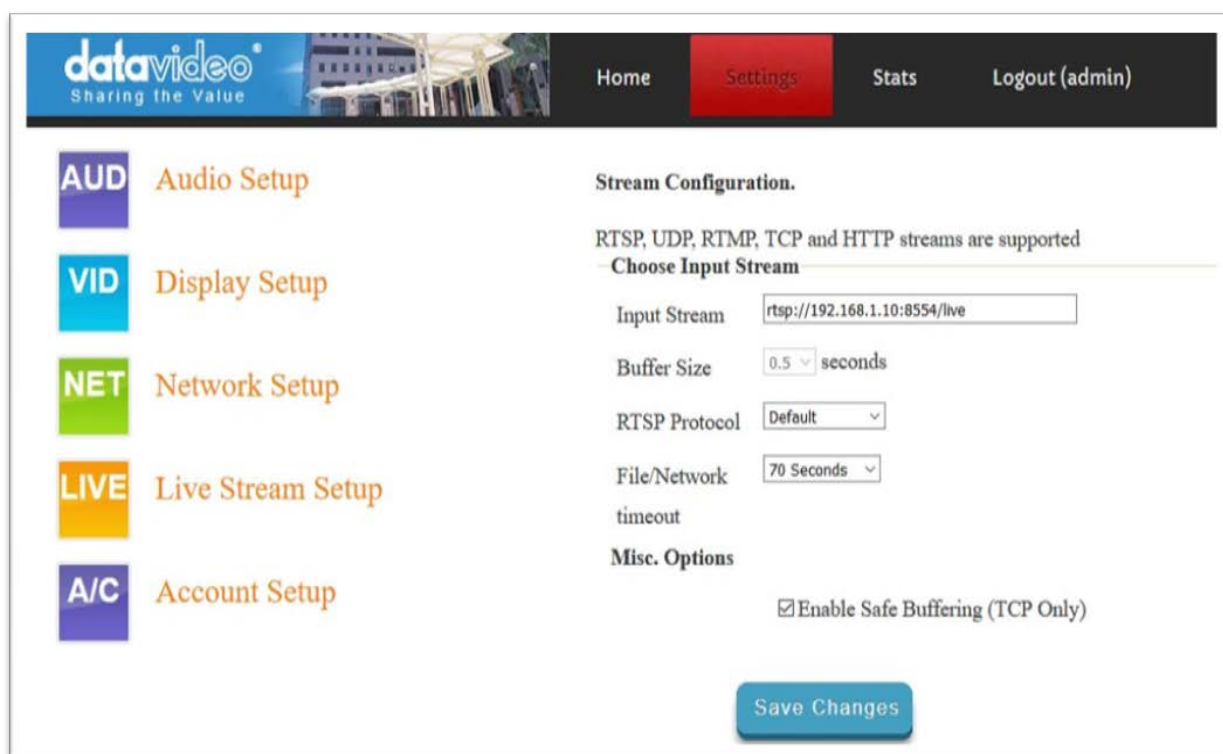


The screenshot shows the 'datavideo' web interface with the 'Settings' tab selected. On the left sidebar, 'VID Display Setup' is highlighted. The main content area is titled 'Display Configuration'. It includes a warning: 'Warning, not all resolutions will work on your display'. There are two dropdown menus: 'Choose Output' (set to 'SDI (Digital)') and 'SDI' (set to '1080i 50'). A 'Resolution' label is visible at the bottom.

Slika 7. Dekoder – podešavanje video parametara

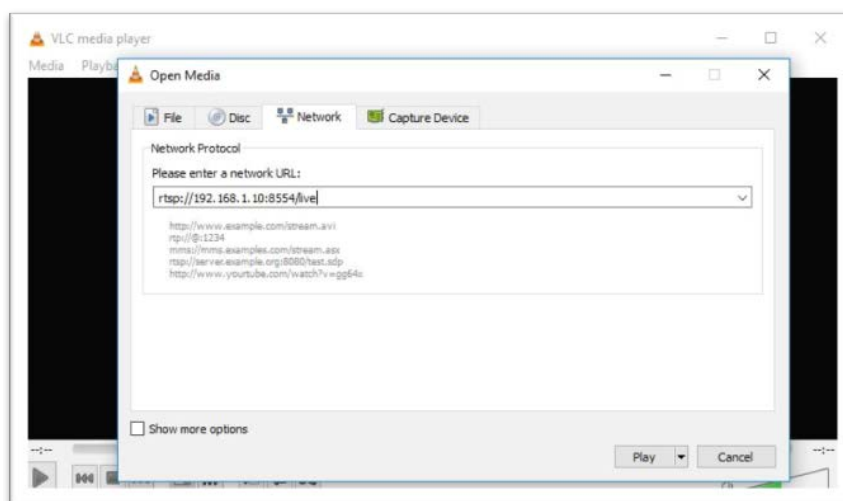
Pre početka dekodovanja pogledati sve opcije u audio i video delu i diskutovati kako se manifestuje promena pojedinačnih stavki.

10. Na enkoderu je generisan RTSP link (u ovom slučaju to je: `rtsp://192.168.1.10:8554/live`), ovaj link iskopirati u polje *Input Stream* u kartici *LIVE (Live Stream Setup)*, ostale parametre podesiti kao na slici 8, a zatim podešavanja potvrditi na *Save Changes*.



Slika 8. Dekoder – pokretanje dekodovanja

11. Uporediti prikaz slike na Monitoru 1 i Monitoru 2 (na Monitoru 1 prikazana je nekompresovana slika dok je na Monitoru 2 prikazana slika koja je prošla kroz enkoder, preko mrežnog sviča i dekodovana je na dekoderu). Obratiti pažnju na kašnjenje, kvalitet, detalje u slici, kvalitet audio komponenti... Ponoviti korake od 7 do 11 sa različitim vrednostima *bitrate*-a i uporediti prikaze na monitorima za različite vrednosti *bitrate*-a. U svakom trenutku status rada enkodera i dekodera moguće je pratiti u karticama *Status* odnosno *Stats*. Takođe, strim je moguće “uhvatiti” na računaru korišćenjem VLC-a, kao na slici 9.



Slika 9. VLC – Media/Open Network Stream

12. Simulirati opterećenje mreže kopiranjem velikih fajlova (video fajlova) istovremeno sa računara 1 na računar 2 i obratno. Kako zagušenje mreže utiče na kvalitet dekodovanog signala? Kako opterećene lokalnog mrežnog interfejsa utiče na prikaz slike u VLC-u na računarima?

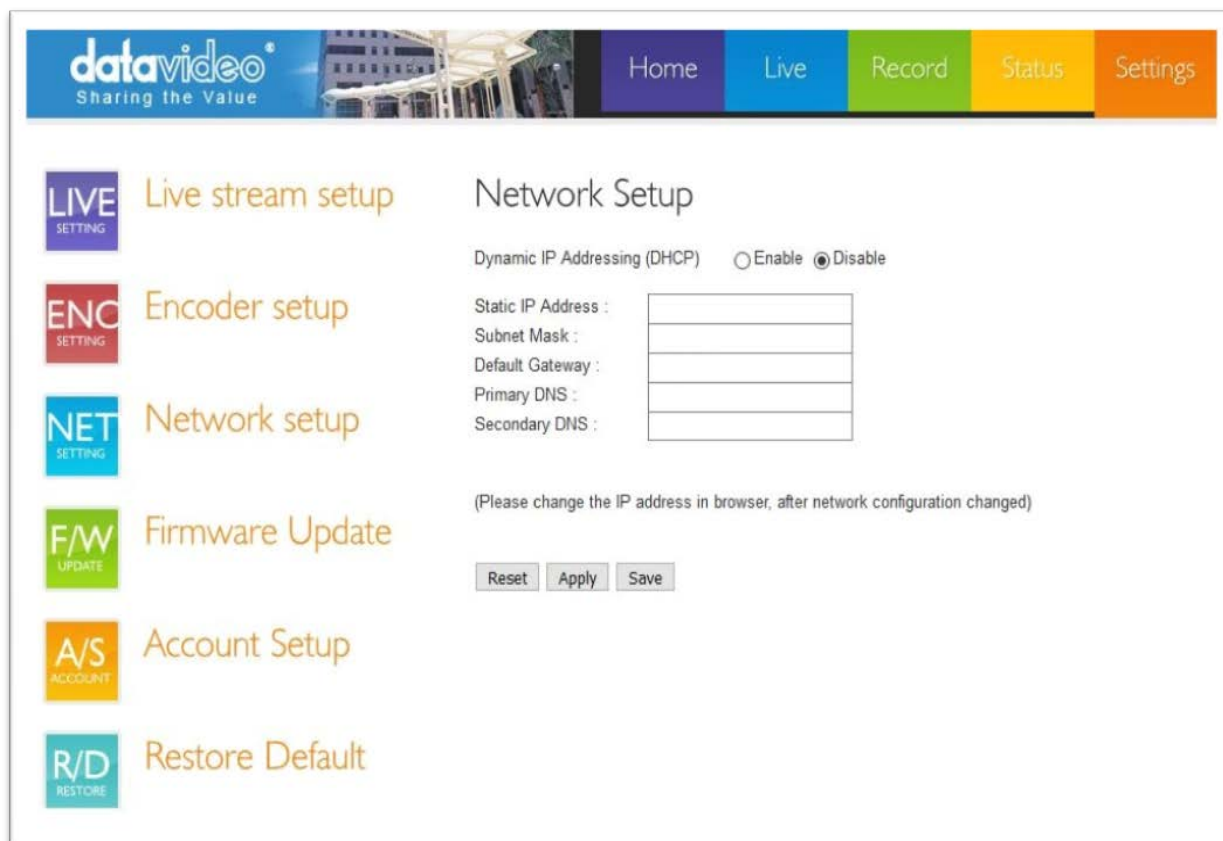
13. Zaustaviti enkodovanje i u padajućem meniju *Stream Server Selection* selektovati *RTSP over HTTP*. Ponoviti korake od 8 do 12, s tim da je sada na dekoderu i na računarima potrebno dekodovati ovaj strim: `rtsp://192.168.1.10:8000/live`.

14. Ponoviti korake od 8 do 12 korišćenjem HLS protokola. U ovom slučaju potrebno je “uhvatiti” strim: `http://192.168.1.10/hls/live.m3u8`.

15. Diskutovati o prednostima i nedostacima testiranih striming protokola. Koje su praktične primene pojedinačnih protokola?

Dodatak:

Ukoliko postoji mogućnost dodeliti enkoderu *public IP* i ponoviti vežbu u novim mrežnim uslovima. Promena mrežnih parametara se menja u kartici *Net Settings (Network setup)*, kao na slici 10.



Slika 10. Enkoder – podešavanje mrežnog interfejsa

Pitanja:

1. Definirati pojam "gubitak paketa" u prenosima baziranim na IP protokolima.
2. Definirati pojam "džiter" u prenosima baziranim na IP protokolima.
3. Kako kašnjenje utiče na kvalitet prenosa ?
4. Navedi osnovne karakteristike UDP transmisionog protokola.
5. Navedi osnovne karakteristike TCP transmisionog protokola.
6. Objasniti pojam i primeni "unikast" konekcije.
7. Objasni pojam i primenu "broadcast" konekcije.
8. Objasni način rada i primenu RTP (*real time protocol*) protokola.
9. Objasni način rada i primenu RTSP (*real time streaming protocol*) protokola.
10. Objasni način rada i primenu HLS (*HTTP Live Streaming protocol*) protokola.
11. Kako promena *bitrate*-a utiče na kvalitet prenosa ?

VEŽBA 2:

RTMP striming protokol, konfigurisanje i testiranje CDN servera

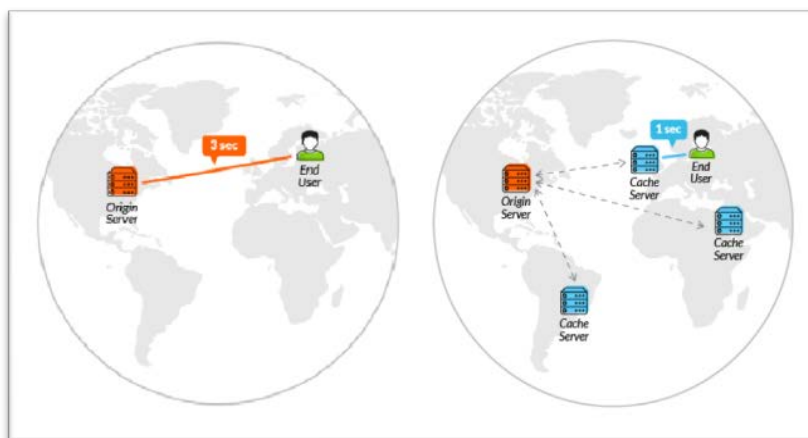
Uvod:

Cilj ove vežbe je upoznavanje studenata sa veoma popularnim i često korišćenim RTMP striming protokolom. Pored osnovnog teorijskog uvoda vežba će biti podeljena na dva dela: prvi deo je test RTMP protokola u lokalnoj mreži, za različite parametre enkodovanja, a drugi deo vežbe je kreiranje CDN servera i testiranje kvaliteta strimova. Biće konfigurisan CDN server korišćenjem besplatne platforme *Ustream* i biće kreiran CDN na DVS-100 platformi.

Teoretske osnove:

Korišćeni termini

CDN (*content delivery network*) je mreža za distribuciju multimedijalnih sadržaja koja se bazira na principu rasterećenja *origin* (izvorni) servera korišćenjem nekoliko *cache* tj. distributivnih servera. Određivanje sa kog distributivnog servera će se preuzimati sadržaj uglavnom se radi po principu geolociranja. CDN serverima smanjuje se mrežno opterećenje i ubrzava se vreme dostave sadržaja. Princip je prikazan na slici 1.



Slika 1. Distribucija sadržaja sa i bez CDN-a

Gubitak paketa (*Packet loss*) se javlja kada jedan ili više paketa koji putuju preko računarske mreže ne uspevaju da stignu do svog odredišta. Mnogo je faktora koji mogu uzrokovati gubitak paketa a najčešći uzrok je preopterećenje mreže.

Bafer (*Buffer*) ili keš memorija je količina video zapisa koji se čuva u memoriji pre nego što započne reprodukcija. Veliki baferi rezultiraju većim kašnjenjem, ali daju veću stabilnost kada su prisutni džiteri ili gubitak paketa.

Džiter (*Jitter*) je varijacija vremena između dolaznih paketa uzrokovana zagušenjem mreže ili promenom rute. Džiter je veoma važan faktor kod strimovanja, kada se kašnjenje paketa menja, dekodir mora imati dovoljno veliki bafer da nema prekida u reprodukciji sadržaja dok čeka zakasnele pakete.

Transmisioni protokoli

UDP (*user datagram protocol*) je protokol za prenos signala i osnovna karakteristika je "konekcija bez povezivanja" - predajnik nema informaciju o stanju na prijemu. Bez obzira da li je predajnik u stanju da primi i dekoduje pakete ili je došlo do zagušenja i prijemnik ne može da dekoduje signal - enkoder šalje pakete jer nema povratnu informaciju. Ovaj način može se poistovetiti sa slanjem pisma: nema se informaciju da li je stiglo primaocu ali se nadamo da jeste.

TCP (*transmission control protocol*) je kontrolisani protokol za prenos. Na početku konekcije uspostavlja se konekcija (vrši se rukovanje) između predajnika i prijemnika i predajnik je u svakom trenutku upoznat sa stanjem prijemnika. Pandan je izveštaj o prijemu SMS poruke - nakon prijema dobiće se izveštaj o dostavi.

Vrste komunikacija

Unikast (*Unicast*) je veza "jedan na jedan" između klijenta i servera (u većini slučajeva server je video enkoder). Unikast koristi TCP i UDP metode isporuke. Klijent ima direktnu vezu sa serverom. Svaki unikast klijent koji se povezuje na server zauzima dodatni propusni opseg; npr. ako ima se 10 klijenata i svaki preuzima po 100 kbps ta grupa klijenata zauzima 1.000 kbps. Ako postoji samo jedan klijent ukupan propusni opseg je 100kbps.

Multikast (*Multicast*) je pravi *broadcast* standard. Ne postoji direktna veza između klijenta i servera, ovo je slično kao podešavanje stanice na radiju - svaki klijent koji sluša ne zauzima dodatne resurse na serveru; server šalje samo jedan strim. Isto opterećenje servera je ako ima jednog ili 1.000 klijenata. Ovde glavnu ulogu ima mrežni svič ili ruter jer jedan strim šalje svim klijentima. Napomena: na javnom internetu uglavnom nije dozvoljen multikast i samo u unapred definisanim mrežama dozvoljen je multikast saobraćaj. Takođe, ni svi ruteri i svičevi ne podržavaju multikast saobraćaj jer ne mogu da pravilno rukuju multikast paketima - kada se pojave multikast paketi neadekvatni ruteri / svičevi ove pakete smatraju *broadcast* paketima a to znači da te pakete šalju svima po svim portovima i preplaviće celu mrežu. Na kraju, ta poruka će doći do dekodera, ozbiljno će ugoziti ostale korisnike (kojima nije namenjena) i oboriće performanse mreže. Rešenje ovog problema je korišćenje svičeva sa IGMP (*Internet Group Management Protocol*), ovi svičevi će prosleđivati saobraćaj samo na portove prijavljene na multikast grupu. Drugim rečima, poruke će biti prosleđene samo korisnicima koji očekuju poruke tj. korisnicima koji su pretplaćeni na određenu multikast grupu.

Broadcast (*Broadcast*) je vrsta komunikacije gde se podaci šalju sa jednog servera i kopija tih podataka se prosleđuje svim klijentima. U broadcast režimu postoji samo jedan pošiljalac i podaci se šalju samo jednom ali broadcast podaci se isporučuju svim povezanim uređajima. Svičevi su dizajnirani da prosleđuju broadcast poruke, a ruteri su dizajnirani da zaustavljaju broadcast poruke. To znači, broadcast poruke mogu biti emitovane u okviru jednog LAN segmenta mreže.

RTMP Striming protokoli

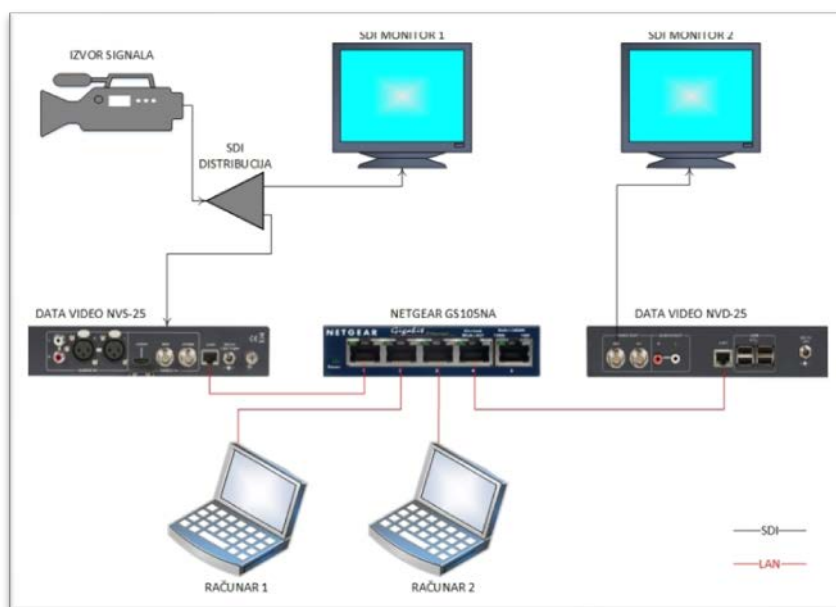
RTMP (*real time messaging protocol*) je fleš striming razvijen od strane Macromedia (sada u vlasništvu Adobea) i uglavnom se koristi za dostavljanje multimedijalnih sadržaja do CDN-a i za distribuciju u velikim distributivnim mrežama. RTMP je pouzdan za strimovanje preko javnog interneta. Njegovo nisko kašnjenje i činjenica da nije potreban veliki bafer ovaj standard se uglavnom koristi za velike CDN servere (YouTube, UStream, Wowza...). Baziran je na TCP-u i može se koristiti za point-to-point veze. Regulacija zagušenja se vrši po principu adaptivnog *bitrate*-a. Da bi počeo reprodukciju korisnik ne mora da preuzme kompletan sadržaj već može da preuzima i reprodukuje pojedine delove. Osim što se koristi za strimovanje audio i video sadržaja RTMP dozvoljava i slanje teksta, a može da se koristi i za VOD (*video on demand* – video na zahtev).

Zadatak 1:

1. Za izradu ove vežbe biće korišćena sledeća oprema:

- izvor video signala, HD SDI, embedovani audio (kamera, video server...)
- distribucija video signala (1 : 2)
- dva monitora sa SDI ulazom
- enkoder DataVideo NVS-25
- mrežni svič Netgear GS105NA
- dekodek DataVideo NVD-25
- dva računara sa 1G LAN priključkom

2. Povezati opremu prema šemi sa slike 2.



Slika 2. Šema povezivanja opreme

3. IP adrese uređaja su:

Data Video NVS-25 IP: 192.168.1.10

Data Video NVD-25 IP: 192.168.1.20

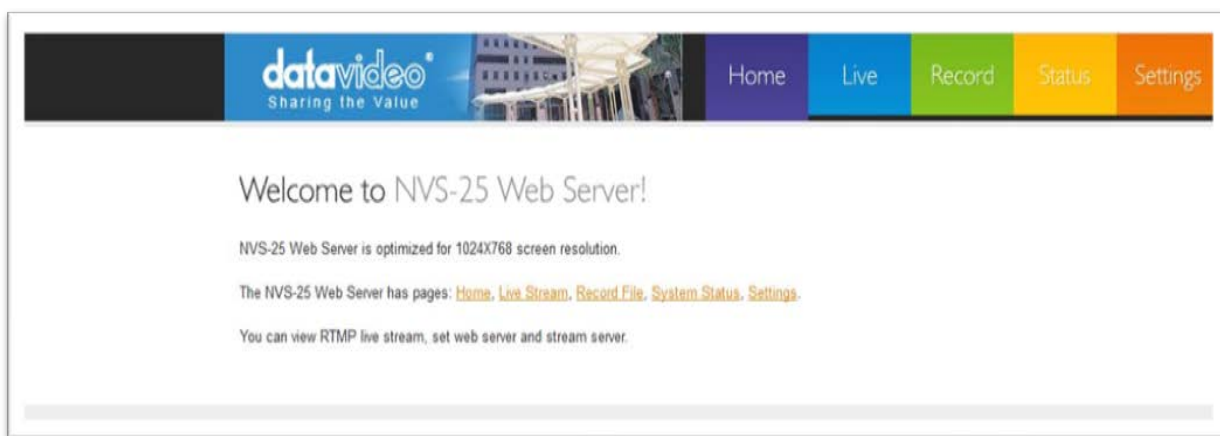
Računar 1 IP: 192.168.1.30

Računar 2 IP: 192.168.1.40

Subnet Mask za sve uređaje je 255.255.255.0 , *Default Gateway* za sve uređaje je 192.168.1.1

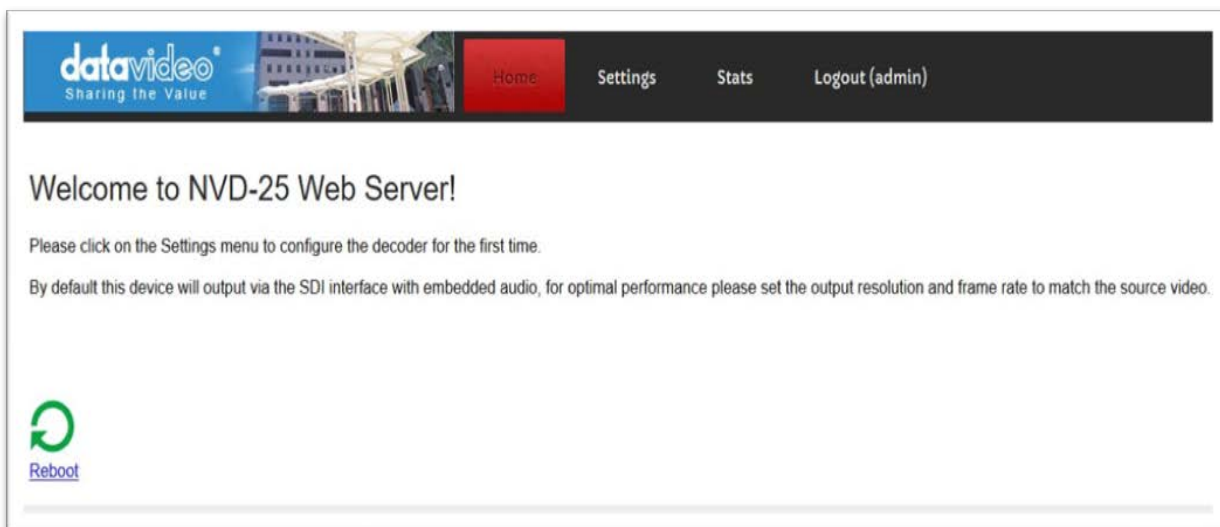
Ukoliko postoji mogućnost, povezati *WiFi Access Point*.

4. Unošenjem IP adrese u *web browser* (npr. Mozilla Firefox) prvog računara otvoriti interfejs enkodera, slika 3. *Username* je admin a *password* je 000000 (šest nula).



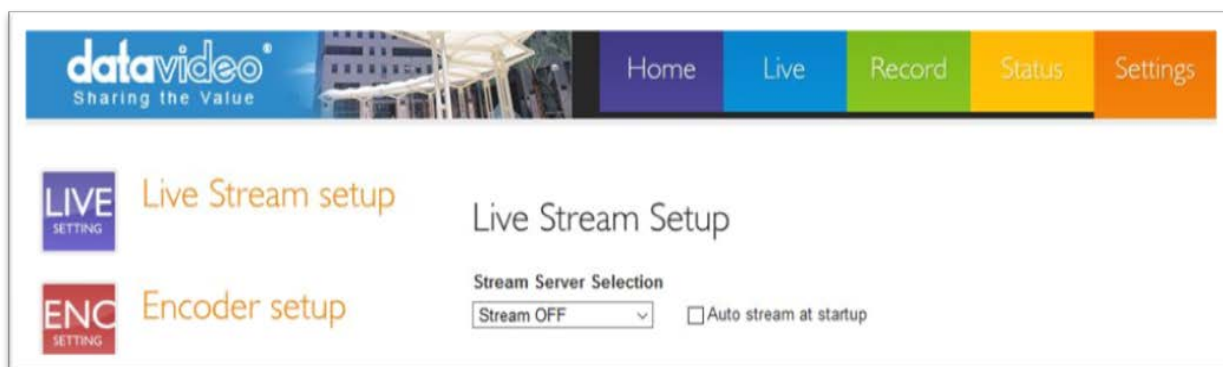
Slika 3. Home stranica enkodera

5. Unošenjem IP adrese u *web browser* (npr. Mozilla Firefox) drugog računara otvoriti interfejs dekodera, slika 4. *Username* je admin a *password* je 000000 (šest nula).



Slika 4. Home stranica dekodera

6. Selektovati karticu *Settings* pa zatim selektovati karticu *Live Setting (Live Stream setup)*, prikazano je na slici 5.

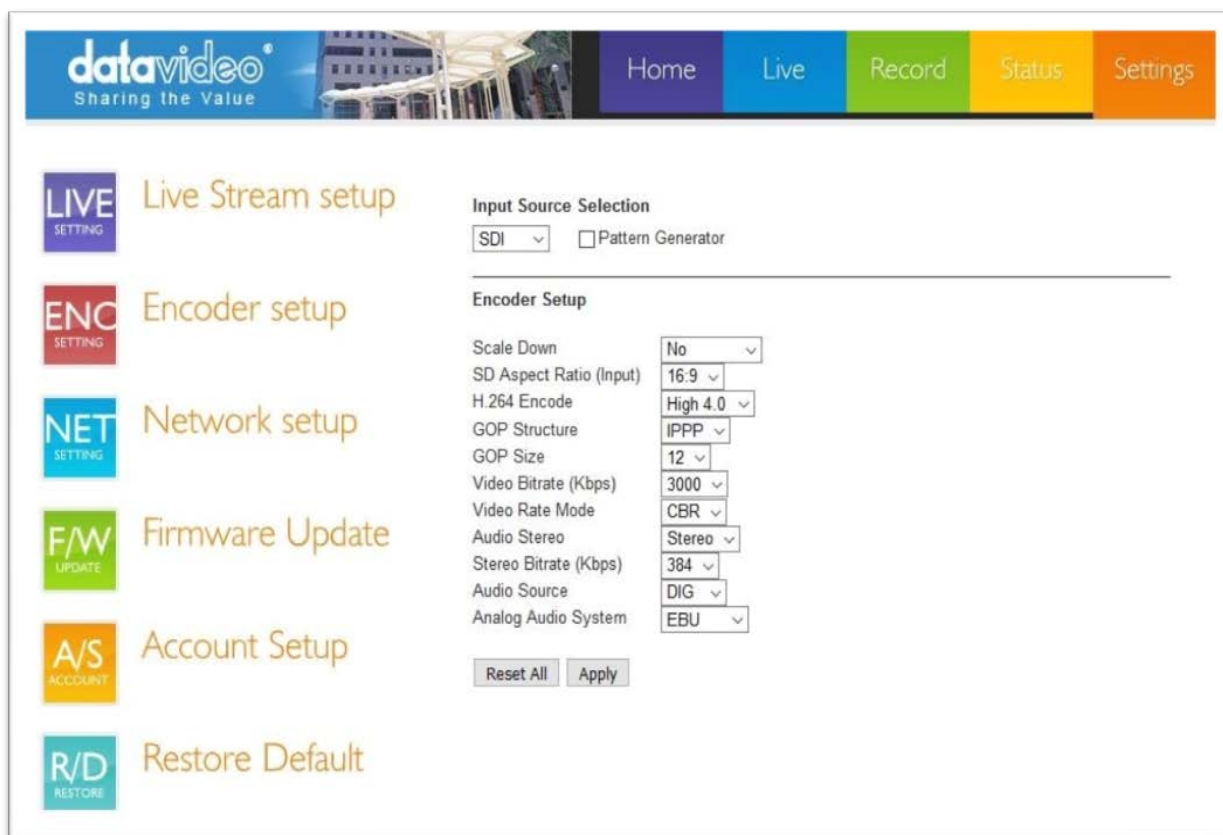


Slika 5. *Enkoder - Live Stream setup*

U ovoj vežbi biće korišćeni sledeći protokoli (padajući meni *Stream Server Selection*):

- RTMP Local
- RTMP Publish

7. Pre uključivanja strimovanja selektovati karticu *ENC Setting (Enkoder setup)*, i podesiti parametre enkodovanja kao što je prikazano na slici 6.



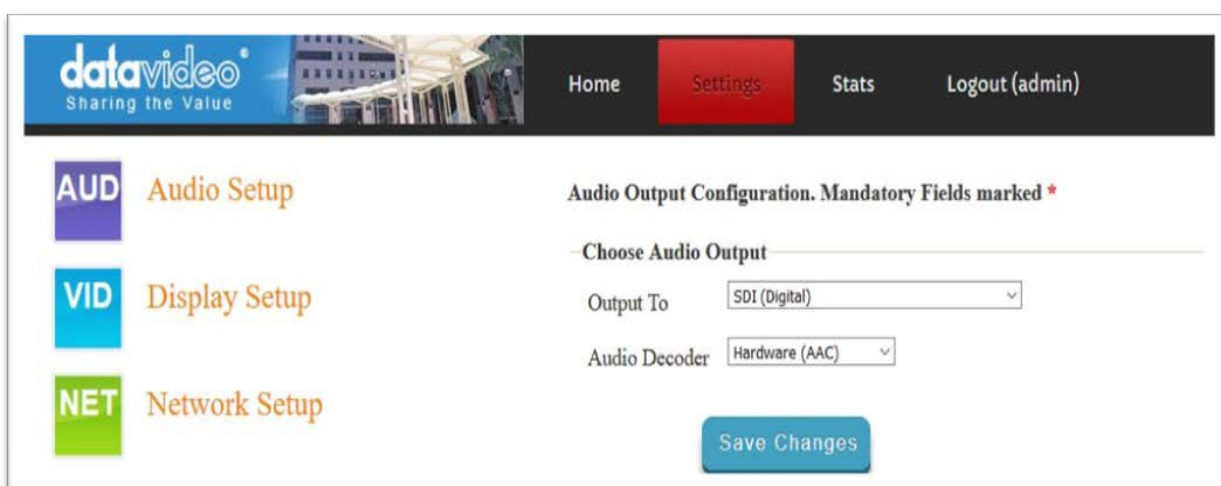
Slika 6. *Enkoder - podešavanje parametara enkodovanja*

Parametar *Video Bitrate (kbps)* treba menjati tokom izvođenja vežbe. Potrebno je ponoviti vežbu za sledeće vrednosti *bitrate*-a: 800 kbps, 3000 kbps i 6000 kbps.

Pogledati ostale opcije u kartici *Encoder setup* i diskutovati kako promena pojedinačnih parametara utiče na kvalitet dekodovane slike na prijemu. NVS-25 ima tri profila enkodovanja: *Main 3.0*, *Main 3.1* i *High 4.0*. *Main* profil uključuje podršku za *interlace* video, interkodovanje korišćenjem B sličica itd. Ovaj profil se uglavnom koristi za skladištenje video materijala i emitovanje u SD formatu. *High* profil je predviđen za emitovanje u HD formatu i skladištenje materijala visokog kvaliteta (Blu-ray Disc...).

8. Selektovati karticu *Live Stream setup* i u padajućem meniju *Stream Server Selection* izabrati *RTMP Local* i potvrditi na *Apply*.

9. Na dekoderu u kartici *Settings* selektovati karticu *AUD (Audio Setup)* i podesiti parametre kao na slici 7, a u kartici *VID (Video Setup)* podesiti parametre video dekodovanja kao na slici 8.



The screenshot shows the 'datavideo' web interface with the 'Settings' tab selected. On the left sidebar, 'AUD Audio Setup' is highlighted. The main content area is titled 'Audio Output Configuration. Mandatory Fields marked *'. It contains two dropdown menus: 'Choose Audio Output' (set to 'SDI (Digital)') and 'Output To' (set to 'SDI (Digital)'). Below these is an 'Audio Decoder' dropdown set to 'Hardware (AAC)'. A 'Save Changes' button is at the bottom right.

Slika 7. Dekoder – podešavanje audio parametara

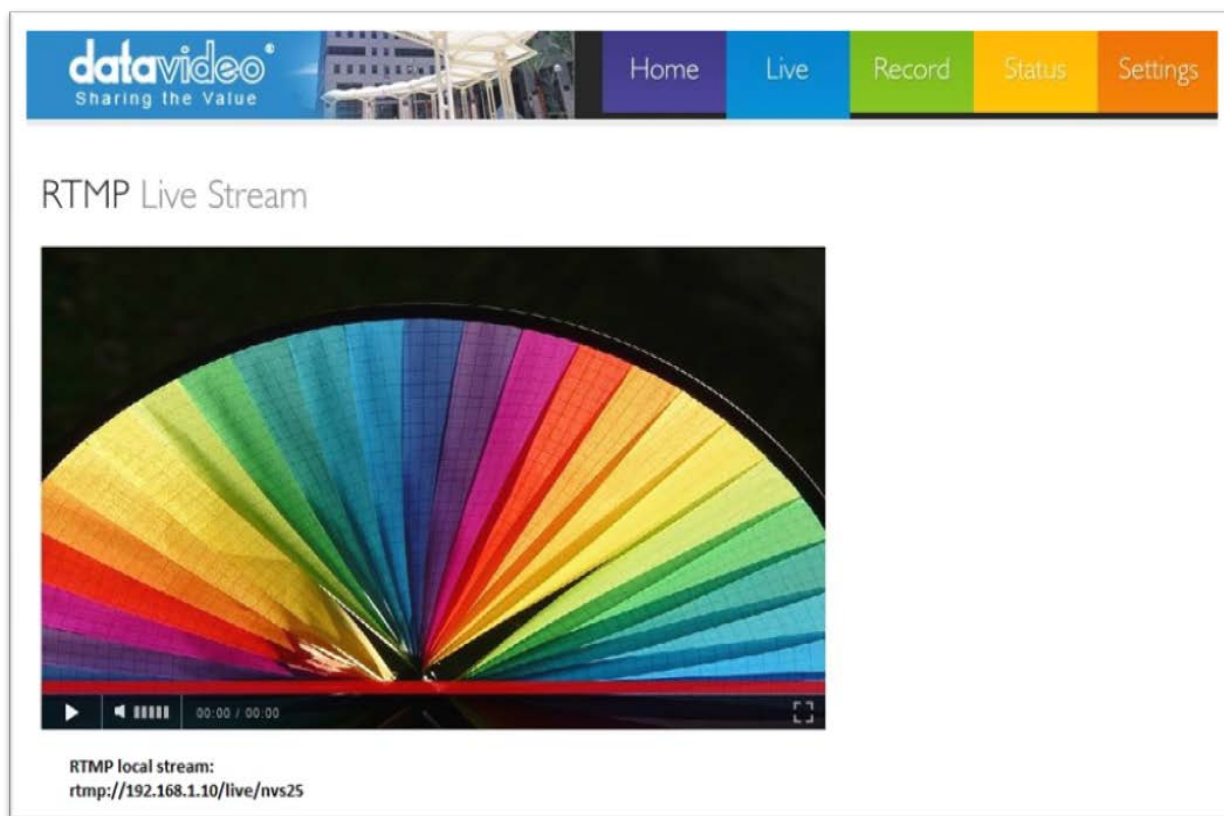


The screenshot shows the 'datavideo' web interface with the 'Settings' tab selected. On the left sidebar, 'VID Display Setup' is highlighted. The main content area is titled 'Display Configuration'. It includes a warning: 'Warning , not all resolutions will work on your display'. Below this is a 'Choose Output' dropdown set to 'SDI (Digital)'. Under the 'SDI' section, there is a 'Screen' dropdown set to '1080i 50'. A 'Resolution' label is visible at the bottom.

Slika 8. Dekoder – podešavanje video parametara

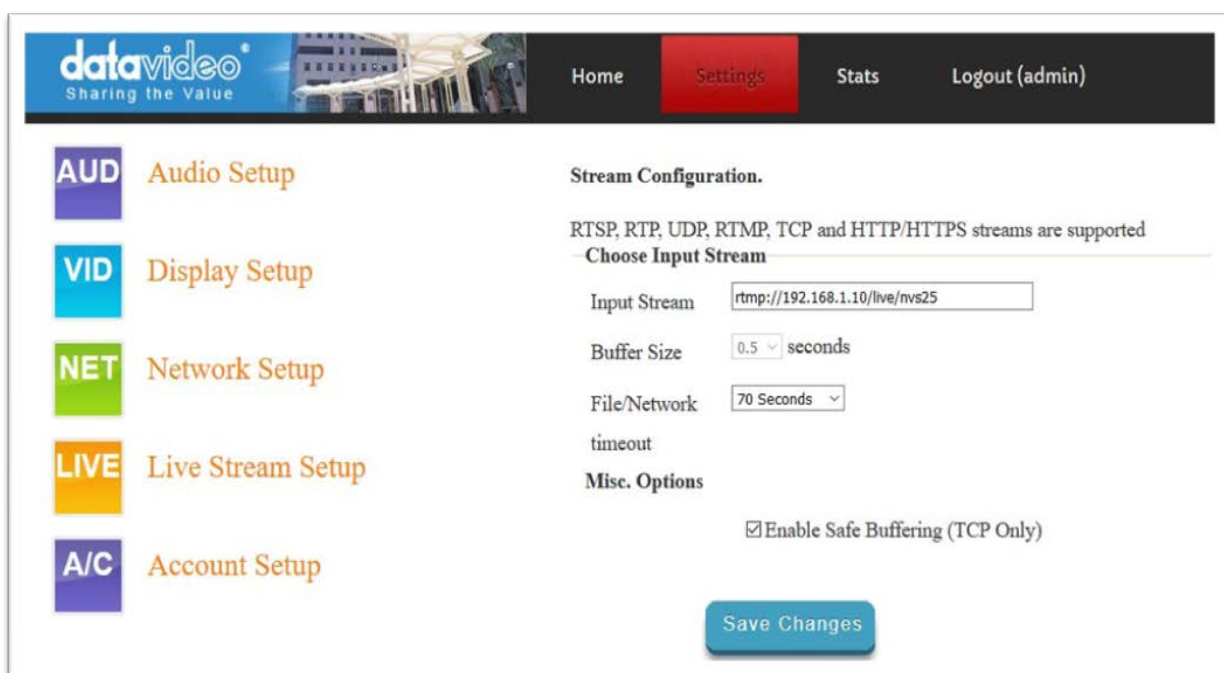
Pre početka dekodovanja pogledati sve opcije u audio i video delu, i diskutovati kako se manifestuje promena pojedinačnih stavki.

10. Na enkoderu je generisan RTMP link. Otvoriti karticu *Live* i iskopirati link (u ovom slučaju to je: `rtmp://192.168.1.10/live/nvs25`), a moguće je i gledati strim direktno iz *web browser*-a, ukoliko je dozvoljen flash stream, kao na slici 9.



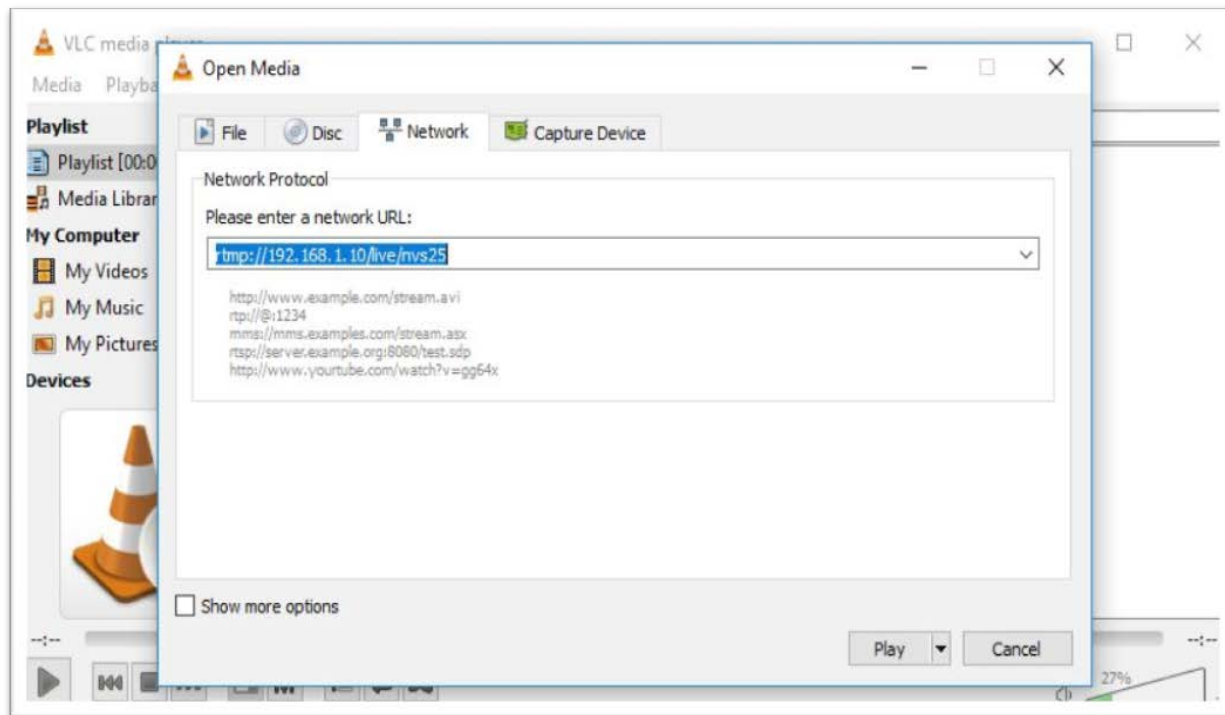
Slika 9. Enkoder – Live kartica

11. Ovaj link iskopirati u polje *Input Stream* u kartici dekodera *LIVE (Live Stream Setup)*, ostale parametre podesiti kao na slici 10 i zatim podešavanja potvrditi na *Save Changes*.



Slika 10. Dekoder – pokretanje dekodovanja

12. Uporediti prikaz slike na Monitoru 1 i Monitoru 2 (na Monitoru 1 prikazana je nekompresovana slika dok je na Monitoru 2 prikazana slika koja je prošla kroz enkoder, preko mrežnog sviča i dekodovana je na dekoderu); obratiti pažnju na kašnjenje, kvalitet, detalje u slici, kvalitet audio komponenti... Ponoviti korake od 7 do 11 sa različitim vrednostima *bitrate*-a i uporediti prikaze na monitorima za različite vrednosti *bitrate*-a. U svakom trenutku status rada enkodera i dekodera moguće je pratiti u karticama *Status* odnosno *Stats*. Takođe, strim je moguće “uhvatiti” na računaru korišćenjem VLC-a, kao na slici 11.



Slika 11. VLC – Media/Open Network Stream

13. Diskutovati o prednostima i nedostacima testiranog RTMP Local striming protokola.

Zadatak 2:

1. Za izradu ove vežbe biće korišćena sledeća oprema:

- izvor video signala, HD SDI, embedovani audio (kamera, video server...)
- distribucija video signala (1 : 2)
- jedan monitor sa SDI ulazom
- enkoder DataVideo NVS-25
- mrežni svič Netgear GS105NA
- računar sa 1G LAN priključkom

Korišćenjem ukrštenog mrežnog kablja promeniti IP adresu enkodera:

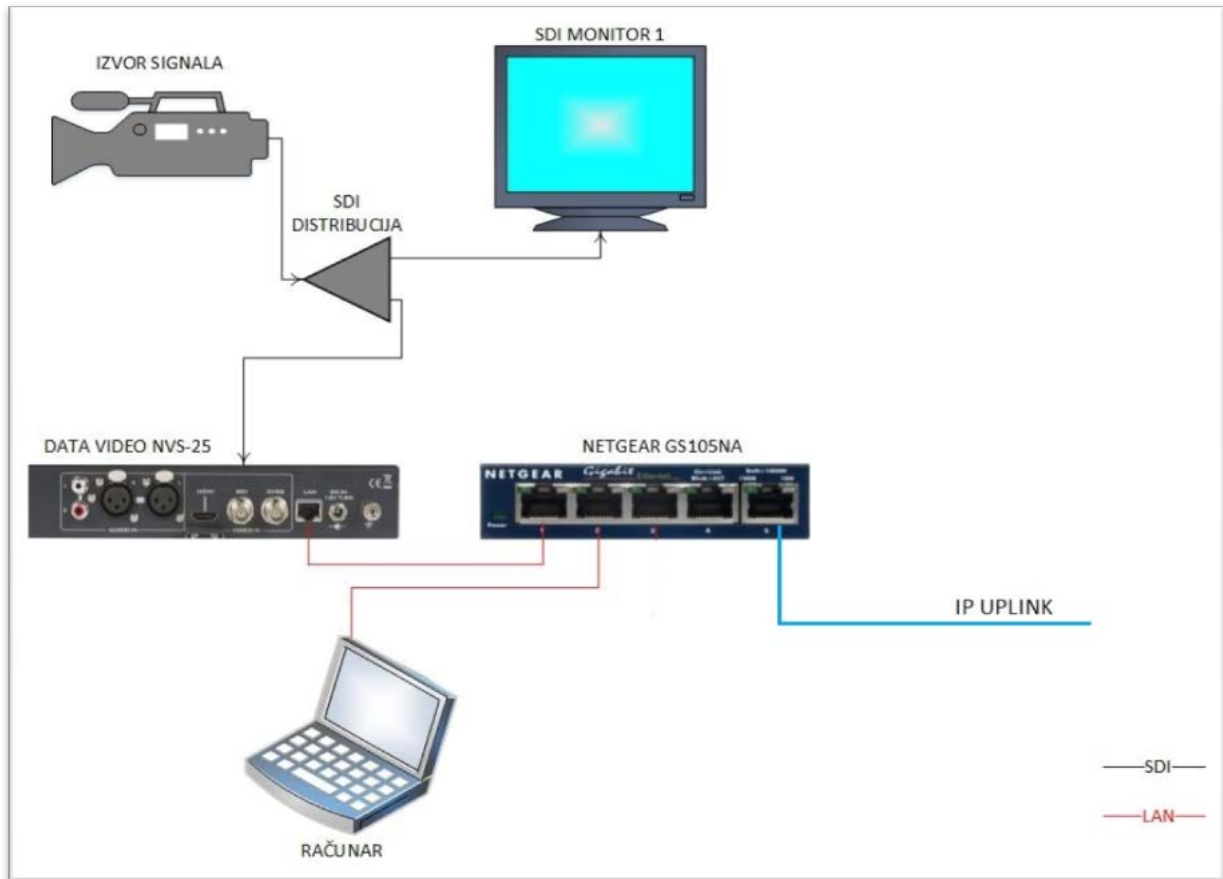
Enkoder - IP: 192.168.64.194, SM: 255.255.255.0, DG: 192.168.64.1, DNS: 192.168.6.6

Promeniti IP adresu računara:

Računar - IP: 192.168.64.196, SM: 255.255.255.0, DG: 192.168.64.1, DNS: 192.168.6.6

Povezati up-link mrežni kabal na svič.

2. Povezati opremu prema šemi kao na slici 12.



Slika 12. Šema povezivanja opreme

3. Na računaru otvoriti link <http://www.ustream.tv/>

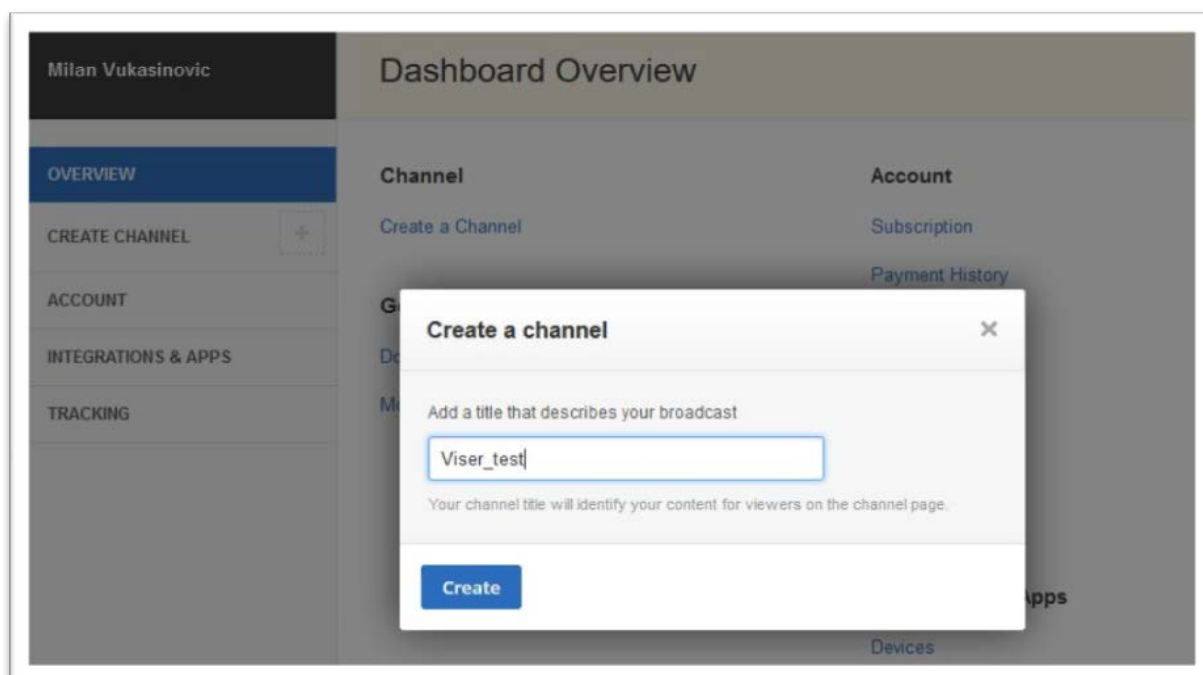
Za logovanje na sajt koristiti sledeće parametre:

Username: viserphone1@gmail.com

Password: Multimedij2

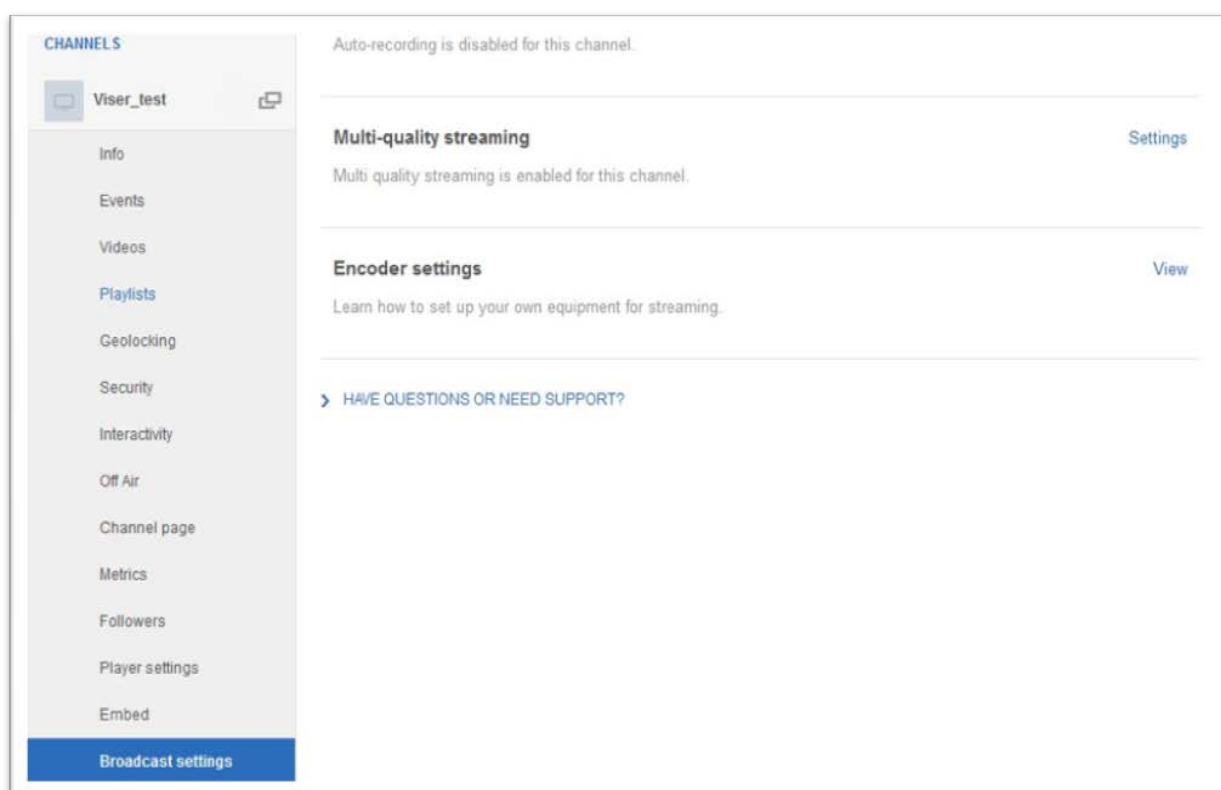
Napomena: *ustream* je IBM-ova platforma, i moguće je napraviti *free* nalog u trajanju od 30 dana

4. U meniju *Dashboard* izabрати *CREATE CHANNEL* i kanal nazvati „Viser_test“, kao na slici 13.



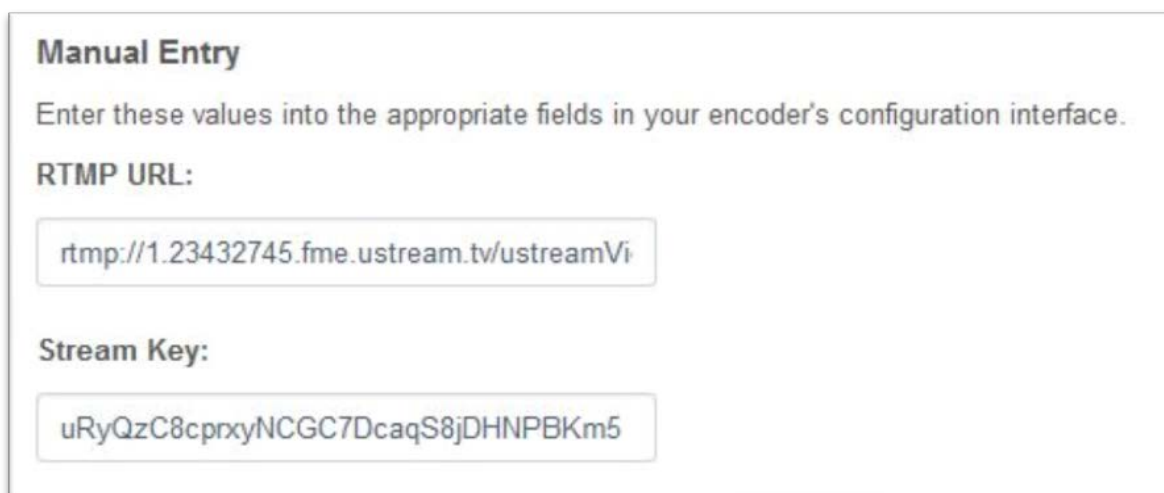
Slika 13. *ustream – kreiranje kanala*

5. Izabрати *Broadcast settings* a zatim *View* u meniju *Encoder settings*, slika 14.



Slika 14. *ustream – encoder settings*

6. Kopirati dodeljeni *RTMP URL* i *Stream Key*



Manual Entry

Enter these values into the appropriate fields in your encoder's configuration interface.

RTMP URL:

rtmp://1.23432745.fme.ustream.tv/ustreamVi

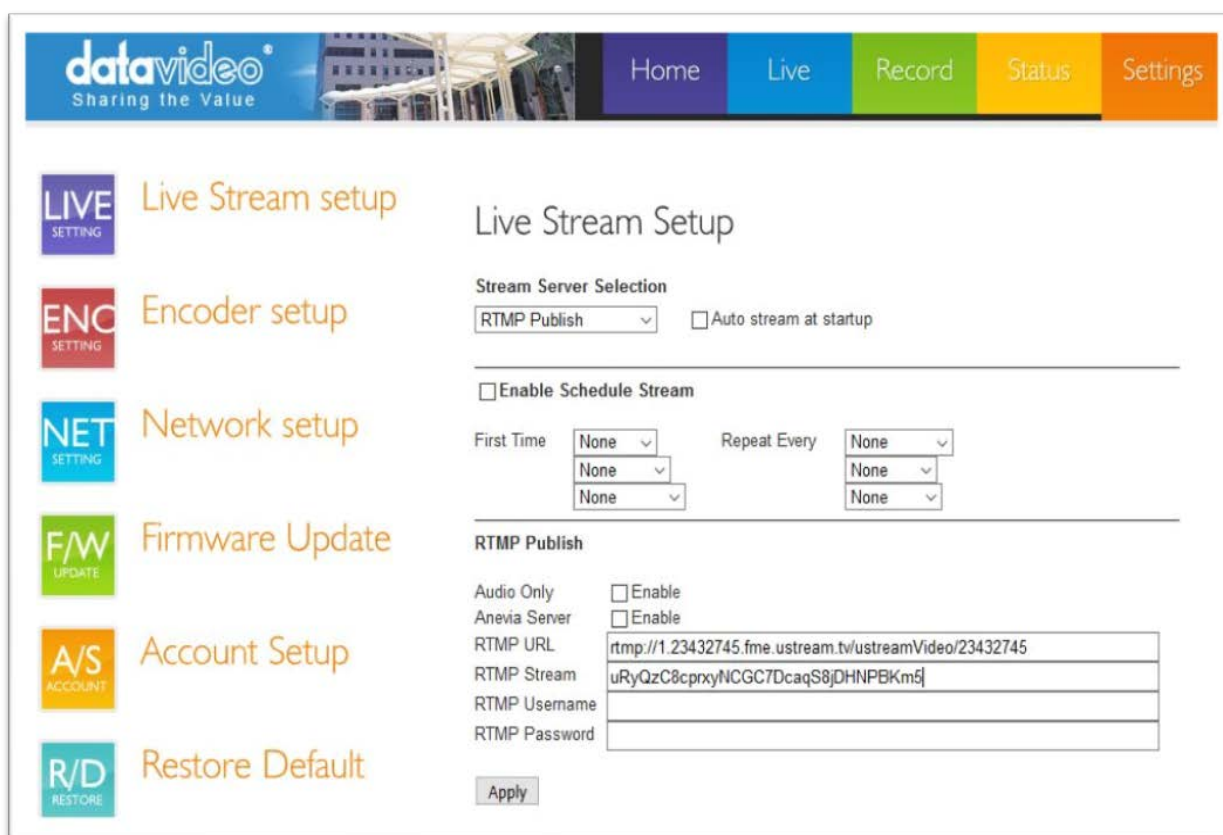
Stream Key:

uRyQzC8cprxyNCGC7DcaqS8jDHNPBKm5

Slika 15. *ustream – RTMP parametri*

7. Pogledati podešavanja *ustream* platforme i komentarisati ponuđene mogućnosti.

8. Otvoriti web stranicu enkodera, i u kartici *Settings* u padajućem meniju *Stream Server Selection* izabrati *RTMP Publish*, slika 16. U polje *RTMP*, *URL* i *RTMP Stream* uneti podatke iz tačke 6.



datavideo
Sharing the Value

Home Live Record Status Settings

LIVE Live Stream setup
ENC Encoder setup
NET Network setup
F/W Firmware Update
A/S Account Setup
R/D Restore Default

Live Stream Setup

Stream Server Selection
RTMP Publish ☐ Auto stream at startup

☐ Enable Schedule Stream

First Time: None Repeat Every: None

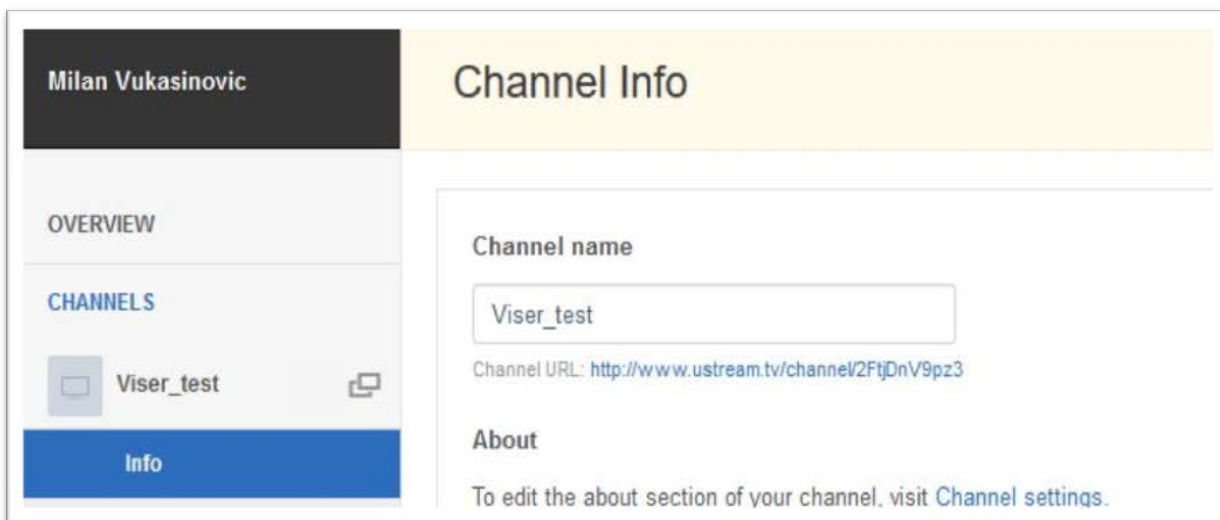
RTMP Publish

Audio Only ☐ Enable
Anevia Server ☐ Enable
RTMP URL: rtmp://1.23432745.fme.ustream.tv/ustreamVideo/23432745
RTMP Stream: uRyQzC8cprxyNCGC7DcaqS8jDHNPBKm5
RTMP Username:
RTMP Password:

Apply

Slika 16. *Enkoder – RTMP Publish*

9. Pokrenuti enkodovanje i *Channel URL* otvoriti na računaru, u web browseru i VLC-u.



Slika 17. *Channel URL*

10. Komentarisati kvalitet slike na računaru. Obratiti pažnju na kašnjenje, detalje slike, brze prelaze, audio komponentu...

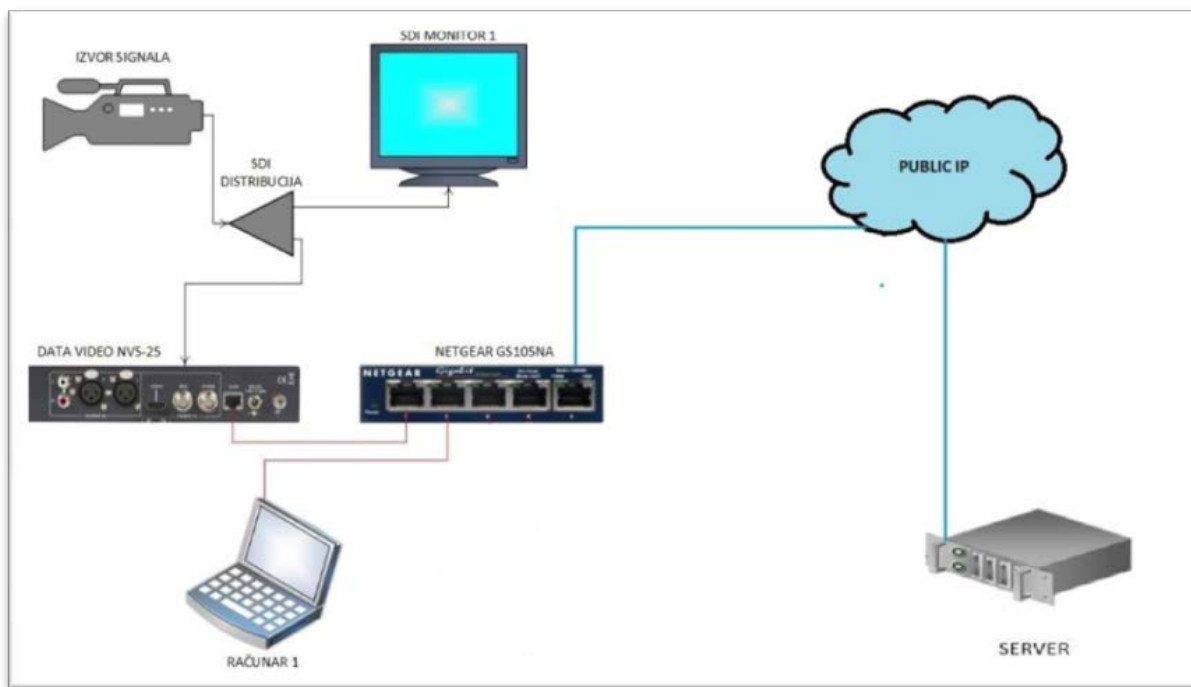
11. Ukoliko postoji mogućnost, otvoriti dodeljeni strim na prenosnim uređajima (telefoni, tableti...). Kako broj uređaja utiče na kvalitet slike? Diskutovati o praktičnim primenama rešenja iz Zadatka 2.

Zadatak 3:

1. Za izradu ove vežbe biće korišćena sledeća oprema:

- izvor video signala, HD SDI, embedovani audio (kamera, video server...)
- distribucija video signala (1 : 2)
- jedan monitor sa SDI ulazom
- enkoder DataVideo NVS-25
- mrežni svič Netgear GS105NA
- računar sa 1G mrežnim priključkom
- SuperMicro server sa dva 1G LAN priključka

2. Povezati opremu prema šemi sa slike 18.



Slika 18. Šema povezivanja opreme

3. Uz asistenciju, na serveru instalirati Linux Ubuntu 14.04 x64. Server ima dodeljenu public IP adresu:

Server IP: 82.117.194.239

4. Sa *su* privilegijama instalirati DataVideo DVS-100, u komandnu liniju uneti sledeće parametre:

```
wget http://updates.datavideo.co.uk/install-dvss.sh
```

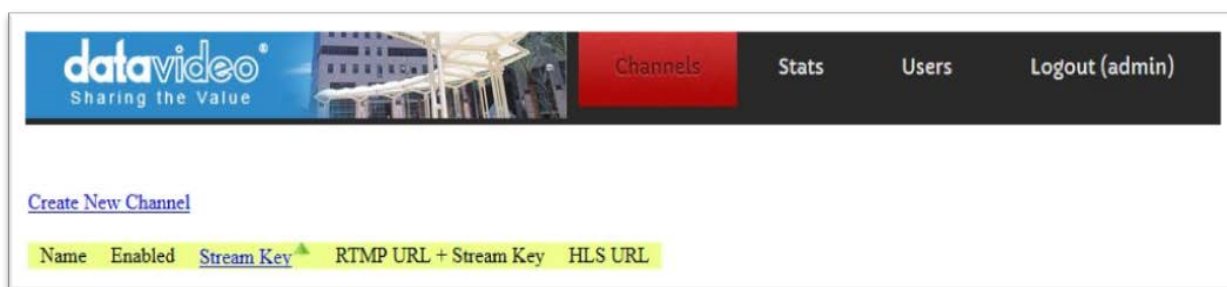
```
bash install-dvss.sh
```

DVS-100 je besplatna CDN platforma. Može se instalirati na sopstvenom serveru kao i na zakupljenim virtuelnim serverima (*cloud*) kao što su Amazon ili DigitalOcean. Odnos broja korisnika i zahtevanog *bandwidth*-a je dat u Tabeli 1.

<i>bandwidth</i>	<i>broj gledalaca (po servisu)</i>
10 Mbps	8
100 Mbps	80
1.000 Mbps	800

Tabela 1. Odnos mrežne brzine i broja gledalaca

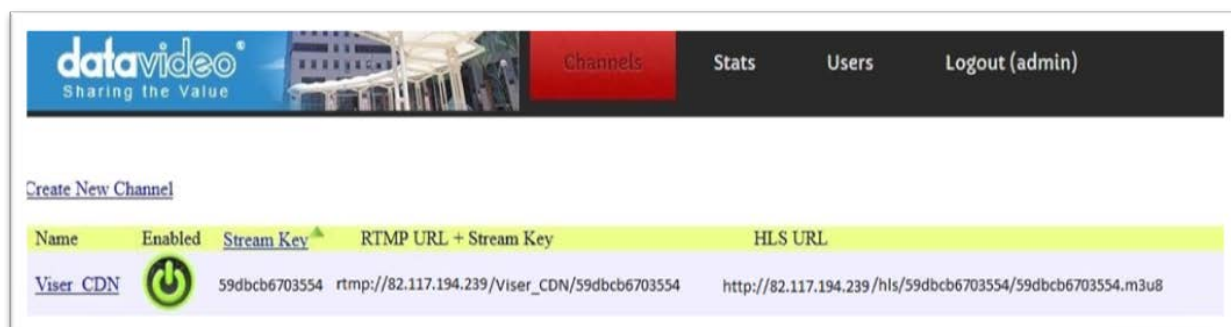
5. Nakon uspješne instalacije u *web browser*-u računara uneti IP adresu servera, otvoriće se *Home* stranica CDN servera, kao na slici 19.



Slika 19. Home stranica CDN servera

6. Kreirati novi kanal klikom na *Create New Channel* i dodeliti mu ime *Viser_CDN* a zatim potvrditi klikom na *Save Channel*.

7. Parametri kreiranog kanala su kao na slici 20.



Slika 20. CDN parametri

8. U ovom slučaju RTMP parametri su:

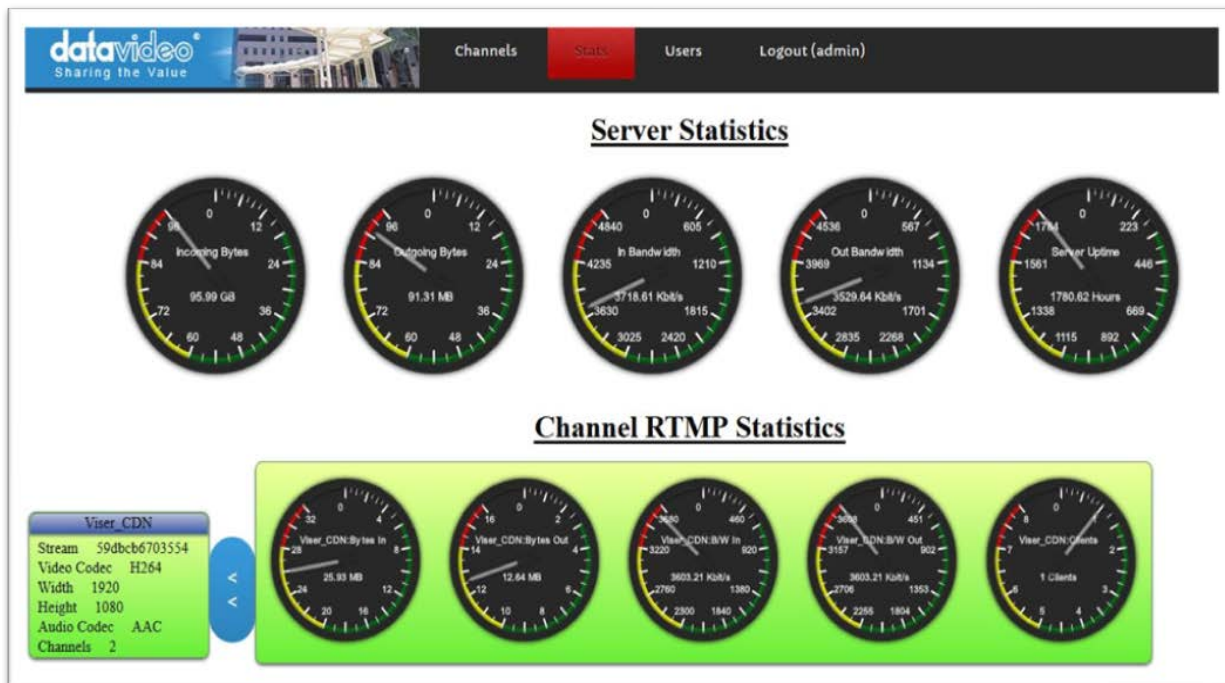
RTMP URL: rtmp://82.117.194.239/Viser_CDN/

Stream Key: 59dbcb6703554

Ove parametre uneti u RTMP Publish polja Data Video enkodera i pokrenuti enkodovanje.

9. “Uхватiti” RTMP i HLS strim na nekoliko uređaja. Komentarisati kvalitet slike na prijemnim uređajima. Diskutovati o praktičnim primenama navedenog rešenja.

10. U *Stats* kartici servera pratiti status CDN servera, slika 21.



Slika 21. Status CDN servera

Dodatak: Korišćeni portovi za različite protokole

<i>HLS</i>	<i>RTSP</i>	<i>RTMP</i>
80	8554 (over TCP)	1935 (RTMP)
	8000 (over HTTP)	8080 (RTMPT)
	8080 (over HTTP)	8081 (RTMPS)

Pitanja:

1. Objasniti šta je CDN (*content delivery network*) server.
2. Objasniti primenu CDN (*content delivery network*) servera.
3. Objasni pojam i primenu "multikast" konekcije.
4. Zašto se multikast konekcije bazirane na UDP transmisionim protokolima ?
5. Objasni način rada RTMP (*real time messaging protocol*) protokola.
6. Objasni primenu RTMP (*real time messaging protocol*) protokola.
7. Zašto se rad media servisa (YouTube, Wowza...) bazira na primeni CDN servera ?
8. Kako opterećenje mreže utiče na rad enkodera u CDN mrežama ?
9. Kako opterećenje mreže utiče na rad CDN servera u CDN mrežama ?
10. Navesti barem jednu CDN platformu.

VEŽBA 3:

Oprema za prijem televizijskog signala

Uvod:

Cilj vežbe je upoznavanje studenata sa osnovnim tehnikama prijema video signala. Prvi deo vežbe je baziran na satelitski prijem signala gde će biti prikazani satelitski prijemnici i demodulatori. Drugi deo vežbe ima za cilj prikazivanje dekodera ASI signala, dok će u trećem delu vežbe biti prikazani IP prijemnici i dekoderi. Uz praktičan rad svakog od uređaja biće predstavljene teorijske osnove na kojima se zasniva prenos odnosno prijem signala.

Zadatak 1: Prijem satelitskog signala

Teoretske osnove

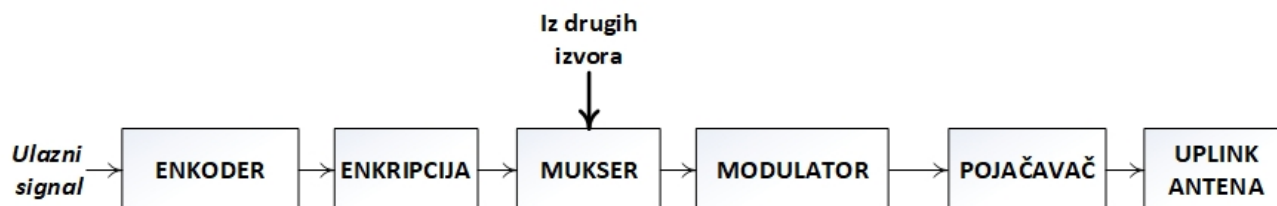
Sateliti koji emituju televizijski signal nalaze se u ravni ekvatora, na visini od 38.786 kilometara. Brzina kretanja satelita je ista kao brzina rotiranja Zemlje, a to praktično znači da se satelit ne kreće u odnosu na Zemlju pa je naziv za ovu grupu satelita geostacionarni sateliti. Slanje signala od up-link stanice do satelita je na jednoj frekvenciji f_1 (uplink frekvencija), a slanje signala od satelita do prijemne tačke se obavlja na drugoj frekvenciji f_2 (downlink frekvencija). Opseg frekvencija na satelitu (za prijem od uplink stanice odnosno slanje ka downlink stanicama) naziva se transponder.

Geo sateliti rade u nekoliko frekvencijskih opsega (S/L, C, Ka), ali tokom ove vežbe baziraćemo se samo na najčešće korišćeni K_u opseg, Tabela 1:

K_u	donja granica	gornja granica
uplink	14,0 GHz	14,5 GHz
downlink	10,7 GHz	12,75 GHz

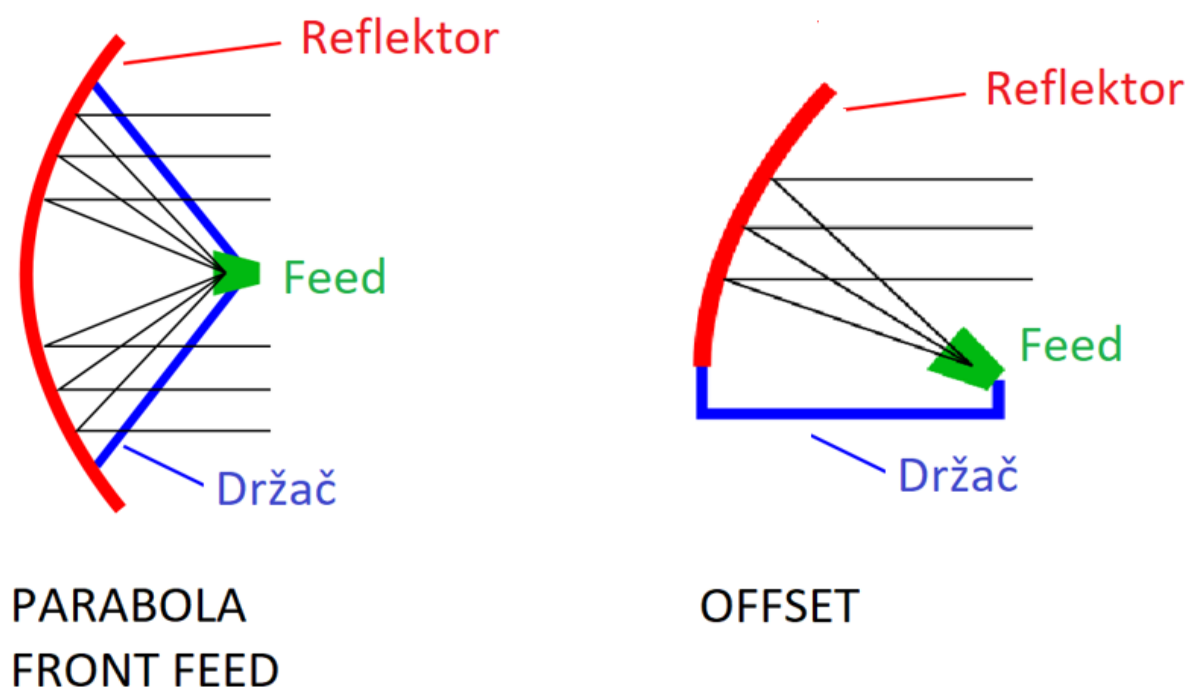
Tabela 1. K_u opseg

Blok šema sistema na predaji prikazana je na slici 1.



Slika 1. Uplink stanica

Na strani prijema prvi element u lancu je satelitska antena, najčešće se koriste dva modela (razlika je u položaju LNB-a u odnosu na osu antene), slika 2.



Slika 2. Dva modela satelitskih antena

Da bi se smanjilo slabljenje signala od antene do prijemnika, u žiži antene nalazi se LNB (*Low Noise Block*) koji konvertuje signal u niži frekvencijski opseg i kao takav se dalje prenosi kroz koaksijalni kabal. Frekvencije nosioca signala su 9,75 GHz za donji *downlink* opseg i 10,60 GHz za gornji *downlink* opseg, pa je raspon međufrekvencija u opsegu od 900 MHz do 2 100 MHz. Napajanje LNB-a se vrši preko „fantomskog“ napajanja, odnosno jednosmernom komponentom iz prijemnika čime se ujedno vrši i izbor polarizacije: 13V - vertikalna polarizacija i 18V - horizontalna polarizacija. Izbor opsega se vrši naizmeničnom komponentom od 22kHz, takođe iz prijemnika – ako je isključeno 22 kHz prijem signala je iz donjeg opsega, a ako je uključeno 22 kHz prijem signala je iz gornjeg opsega (do 11,9 GHz je donji opseg a preko je gornji frekvencijski opseg).

Najčešće je potrebno da se pokrije celokupan frekvencijski opseg i zato se koriste LNB QUATRO (ima 4 izlaza: VL, HL, VH, HH). Četiri signala iz LNB-a vode se na multisvič. Zadatak multisviča je da zavisno od parametara koji zadaje prijemnik (13V/18V, isključeno/uključeno 22kHz) prosledi prijemniku jedan od signala sa ulaza multisviča.

Poslednji u prijemnom lancu je IRD (*Integrated Receiver Decoder*) u kome se vrši prijem, demodulacija i dekodovanje signala. Dodatne funkcije su kroskonverzija slike, a pored nabrojanih funkcija u IRD-u se vrši i dekripcija signala - najčešće korišćene metode enkriptovanja signala su: Director, BISS1, BISS-E, CAM (*conditional-access module*)...

Standardi

Satelitsko emitovanje televizijskih signala definisano je kroz nekoliko standarda. Najčešće primenjivani standardi su: DVB-S, DVB-S2 i NS3/NS4. U Tabeli 2 su prikazane uporedne osnovne karakteristike ovih standarda:

	DVB-S	DVB-S2	NS3
Modulacija	QPSK	QPSK, 16 APSK, 32 APSK	QPSK, 16 APSK 32 APSK, 64 APSK
Enkodovanje	MPEG-2	MPEG-2, MPEG-4	MPEG-2, MPEG-4
Chroma subsampling	4:2:0	4:2:0, 4:2:2	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4
Video standard	SD, HD	SD, HD	SD, HD, 4K

Tabela 2. Standardi koji definišu satelitski prenos televizijskog signala

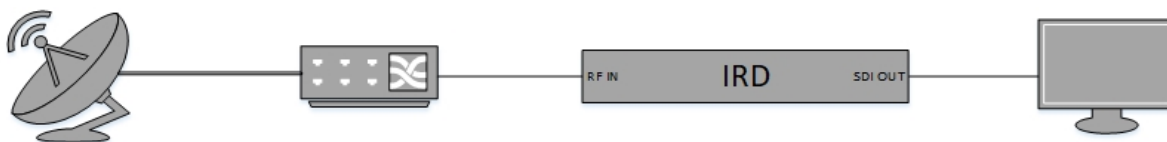
Uvođenje novih standarda je zbog potrebe optimalnijeg korišćenja frekvencijskog spektra (ukazali su se zahtevi za povećanjem broja servisa, povećanjem bitskih brzina... a dodeljeni frekvencijski spektar se ne može proširiti). Brzine prenosa kod najnovijeg standarda NS4 približavaju se teorijskom maksimumu tj. Šenonovoj granici.

Praktični deo zadatka:

1. Za izradu ovog zadatka biće korišćena sledeća oprema:

- satelitska antena (sa LNB-om i multisvičem)
- IRD Ericsson RX8200
- referentni monitor

2. Oprema je povezana kao na slici 3.

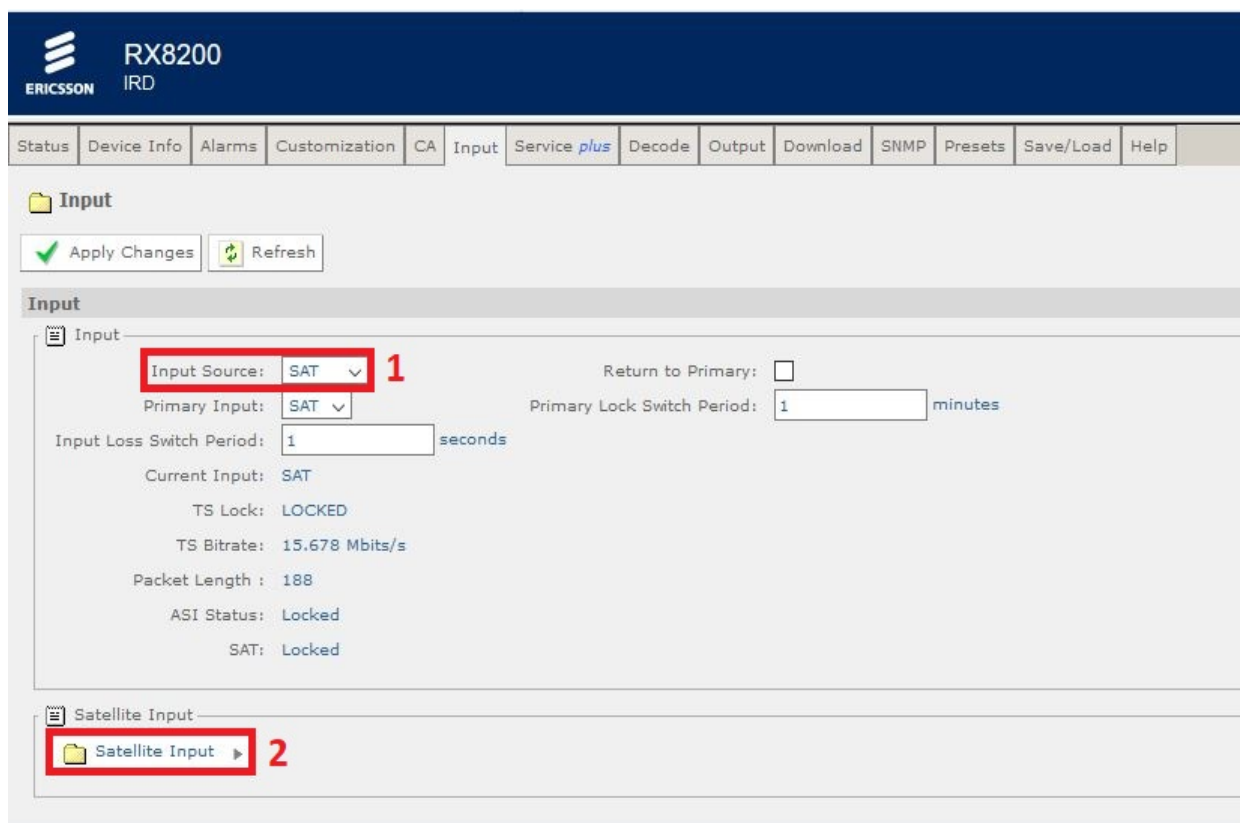


Slika 3. Šema veze za prijem satelitskog signala

3. Na računaru otvoriti *web browser* i upisati MNG adresu IRD-a:

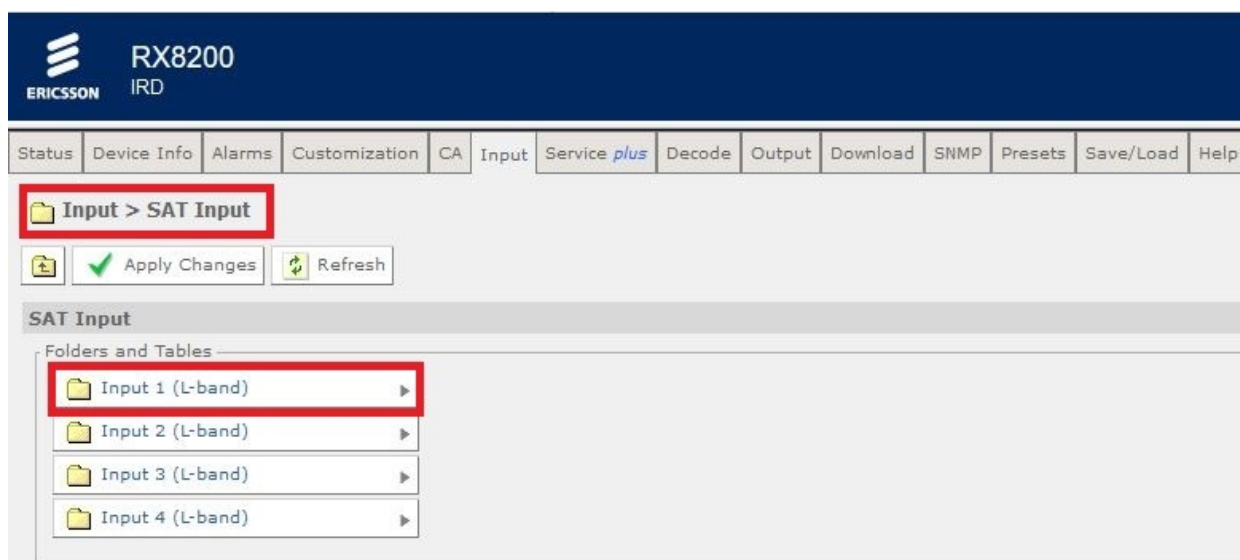
192.168.64.225/advanced

4. U kartici “Input” kao *Input Source* izabrati SAT, a zatim otvoriti podešavanja klikom na *Satellite Input*, kao na slici 4.



Slika 4. IRD RX8200 – Input

5. U podmeniju *SAT Input* odabrati podešavanje prvog satelitskog ulaza u IRD, klikom na *Input 1 (L-band)*, slika 5.



Slika 5. IRD RX8200 – SAT Input

6. Prema zadatim prijemnim parametrima popuniti sledeća polja:

- LNB LO Frequency: 9.750 ili 10.600
- Satellite Frequency:
- Symbol Rate:
- LNB Power: 13V (VERT.) ili 18V (HORIZ.)
- LNB 22 kHz: uključeno ili isključeno
- Roll Off:

Parametre uneti u za predviđena polja, kao na slici 6.

Napomena: Umesto decimalnog zareza uneti decimalnu tačku!

ERICSSON RX8200 IRD

Apply Changes Refresh

Input 1 (L-band)

Parameters

LNB LO Frequency: MHz

Satellite Frequency: MHz

Symbol Rate: MSym/s

Search Mode:

Search Range: kHz

Modulation Mode:

LNB Power:

LNB 22 kHz: ☐

Spectral Sense:

Mapping Mode (S2 only):

Roll Off:

Gold Seq N (S2 only):

Gold Seq 2:

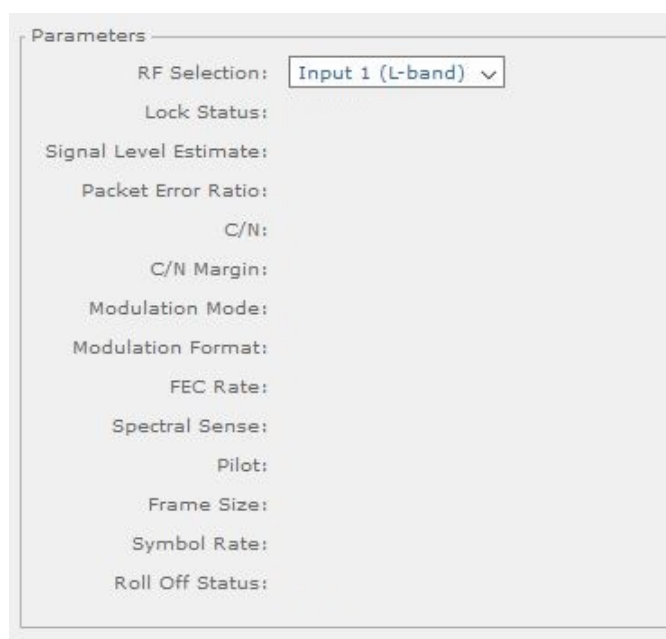
Gold Seq 3:

Gold sequence selection mode:

Gold sequence selected index: GOLD SEQ 1

Slika 6. RX8200 - Unos prijemnih parametara

7. U meniju Input > SAT Input u delu „Parameters“ pogledati parametre „uhvaćenog“ signala, slika 7:



Parameters

RF Selection: Input 1 (L-band) ▾

Lock Status:

Signal Level Estimate:

Packet Error Ratio:

C/N:

C/N Margin:

Modulation Mode:

Modulation Format:

FEC Rate:

Spectral Sense:

Pilot:

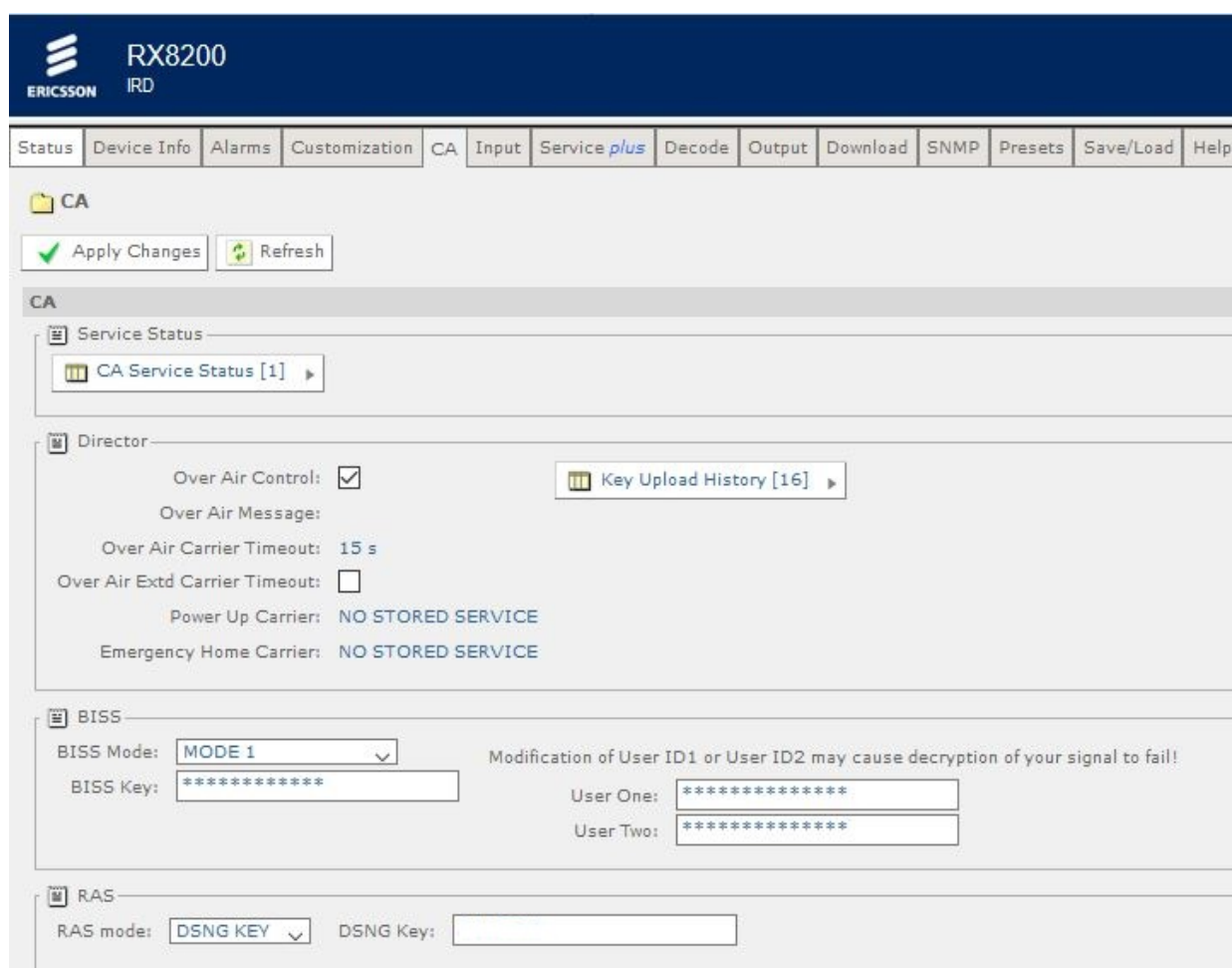
Frame Size:

Symbol Rate:

Roll Off Status:

Slika 7. RX8200 – Parameters

8. Ukoliko je signal enkriptovan u kartici CA uneti odgovarajući ključ, slika 8:



ERICSSON RX8200 IRD

Status Device Info Alarms Customization CA Input Service plus Decode Output Download SNMP Presets Save/Load Help

CA

✓ Apply Changes Refresh

CA

Service Status

CA Service Status [1] ▶

Director

Over Air Control: ☒

Over Air Message:

Over Air Carrier Timeout: 15 s

Over Air Extd Carrier Timeout: ☐

Power Up Carrier: NO STORED SERVICE

Emergency Home Carrier: NO STORED SERVICE

Key Upload History [16] ▶

BISS

BISS Mode: MODE 1 ▾

BISS Key: *****

Modification of User ID1 or User ID2 may cause decryption of your signal to fail!

User One: *****

User Two: *****

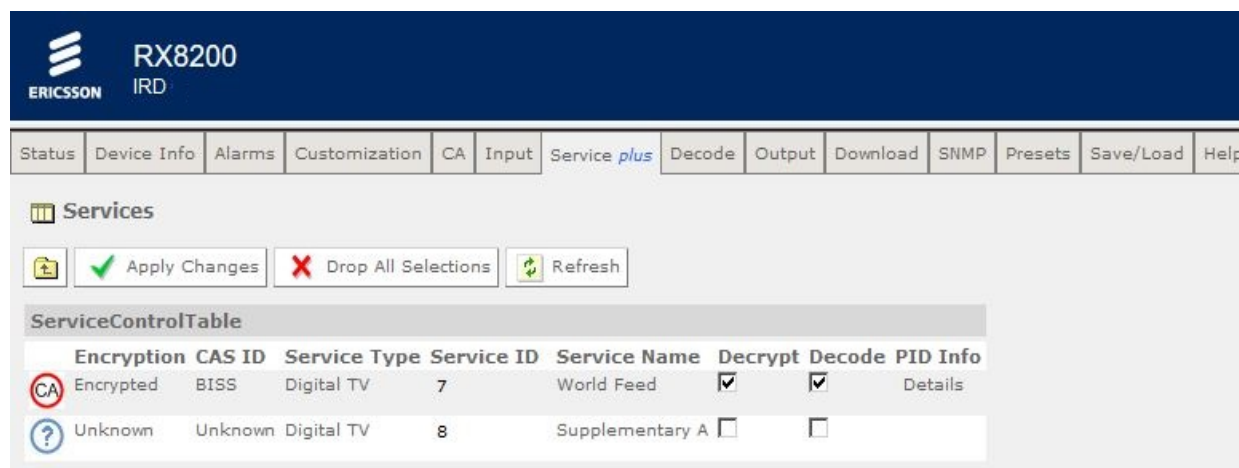
RAS

RAS mode: DSNG KEY ▾

DSNG Key:

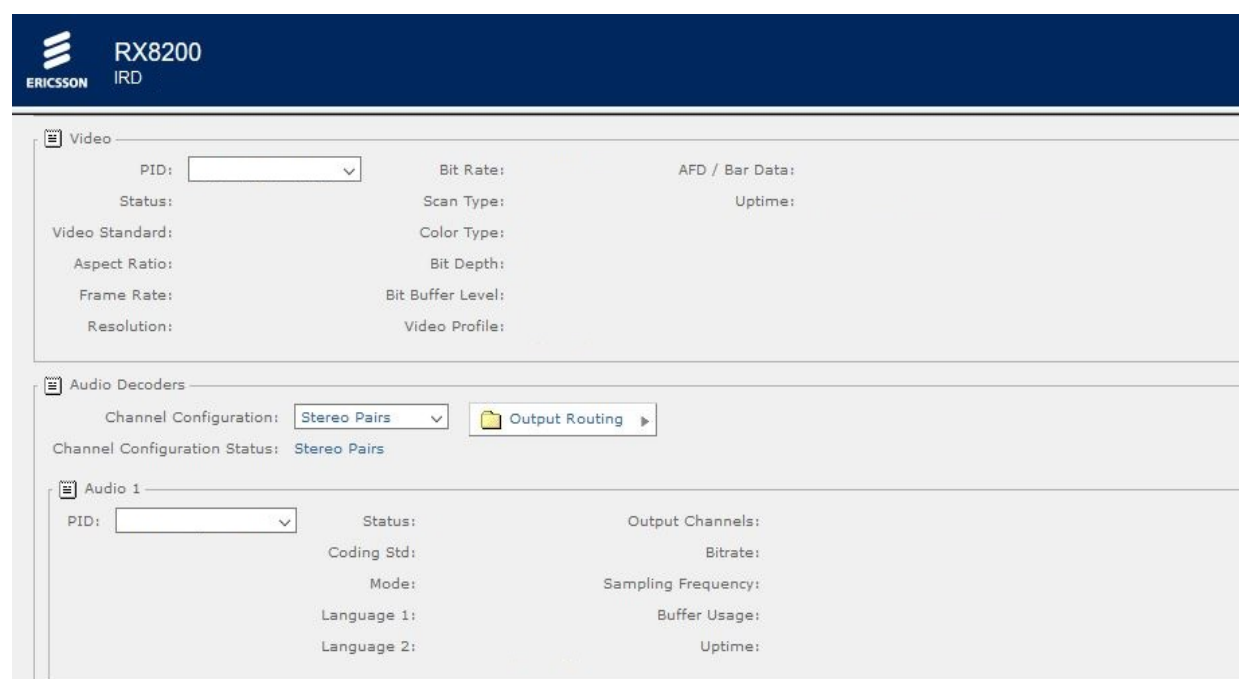
Slika 8. RB8200 – Dekripcija

9. U kartici *Service plus* čekiranjem opcije *Decrypt* i *Decode* izabrati jedan od ponuđenih servisa, slika 9:



Slika 9. RX8200 – Izbor servisa

10. U kartici *Decode* proveriti parametre video signala, slika 10:



Slika 10. RX8200 – Decode

11. Proveriti kvalitet slike na referentnom monitoru.

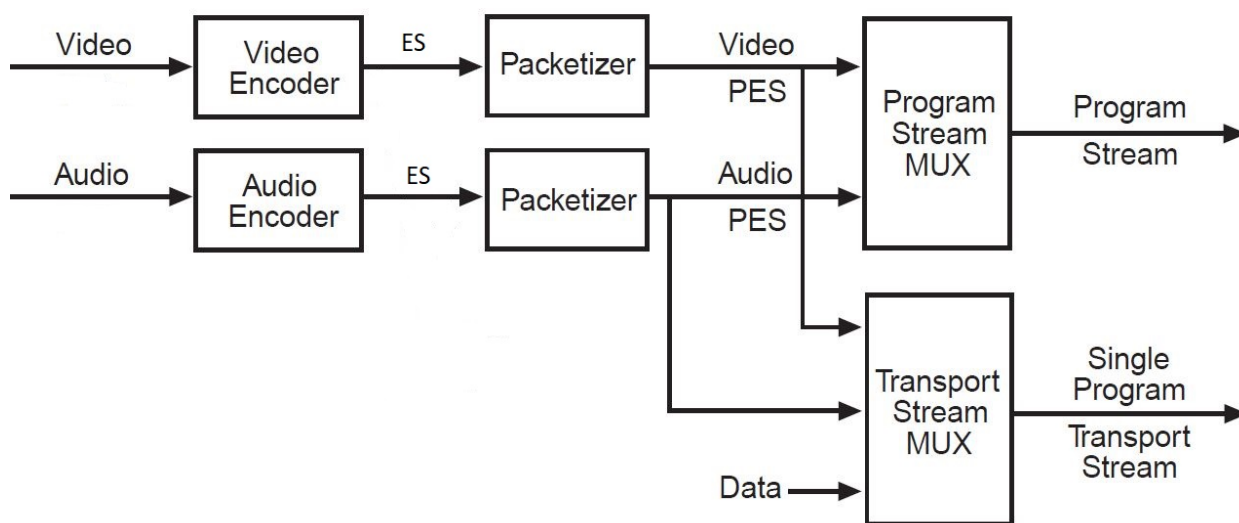
12. Ovaj model IRD-a ima mogućnost kroskonverzije slike (up-konverzija – ako je izvorna slika SD na izlazu će biti HD, down-konverzija – ako je slika HD i ukoliko je to potrebno, na izlazu će biti SD slika). Promena izlaznog formata vrši se u kartici *Output*.

Zadatak 2: Prijem ASI signala

Teoretske osnove

Transport strim (*MPEG transport stream*, *transport stream*, MPEG-TS, MTS ili TS) je standard kojim se definiše kontejner (način pokovanja paketa) za prenos i skladištenje podataka u DVB standardu (takođe i u ATSC i IPTV standardima). MPEG-TS određuje kako se pakuju paketi, kako se vrši provera i ispravljanje grešaka, kako se vrši sinhronizacija između predajne i prijemne strane.

Na slici 11 je prikazan osnovna blok šema TS sistema:



Slika 11. Osnovna blok šema MPEG TS sistema

Na izlasku svakog pojedinačnog enkodera (posebno se enkoduje video, a posebno se enkoduje audio, može biti više audio komponenti) je ES (*Elementary Stream*). Na izlasku iz bloka za paketizaciju je PES (*Packetized Elementary Stream*). Ukoliko je medijum za prenos, odnosno skladištenje, pouzdan podaci se „pakuju“ u Program Stream. Ukoliko je medijum za prenos podložen greškama (a svaki medijum za prenos jeste podložen greškama) podaci se pakuju u Transport Stream. Pored osnovnih podataka (video, audio) moguće je u TS Muxseru dodati i još neke podatke (teletext, titlove...). Jedan servis tj. jedan video sa jednim ili više audio komponenti i opciono uz dodatne komponente čine SPTS (*Single Program Transport Stream*). Nekoliko SPTS-ovo muksovanih (sabranih) čine MPTS (*Multi Program Transport Stream*).

Da bi se na prijemu uspešno reprodukovala informacija, TS definiše posebna pravila za obeležavanje paketa. U zaglavlju TS paketa je komponenta nazvana **PID** (*packet identifier*) i ova komponenta igra ključnu ulogu u rukovanju TS-om; npr. ako transport stream sadrži dva elementarna strima (jedan video i jedan audio) pojedine komponente svakog elementarnog strima biće obeležene istim PID-om, npr. video će imati PID 51 a audio PID 64. Da bi na prijemu bila moguća ispravna sinhronizacija (redosled paketa) postoji komponenta koja se naziva **PCR** (*Program Clock Reference*), može se poistovetiti sa internim časovnikom.

Transportnim strimom može se prenositi više servisa pa podaci koja komponenta pripada kom servisu zapisana je u **PMT** (*Program Map Table*).

Prikaz jednog transport stima od tri servisa je prikazana na slici 12.



Slika 12. *Transport stream*

ASI (*Asynchronous Serial Interface*) – je standard interfejsa za prenos MPEG-TS. Prenos se obavlja 75Ω koaksijalnim kablom sa BNC konektorima. Brzine prenosa su do 270 Mbps. ASI standardom se može prenositi nekoliko HD ili SD servisa. Uobičajena veličina paketa u ASI standardu je 188 B (bajta) ili 204B kada je uključeno R-S kodovanje (Reed-Solomon). ASI je veoma pouzdan način za prenos signala.



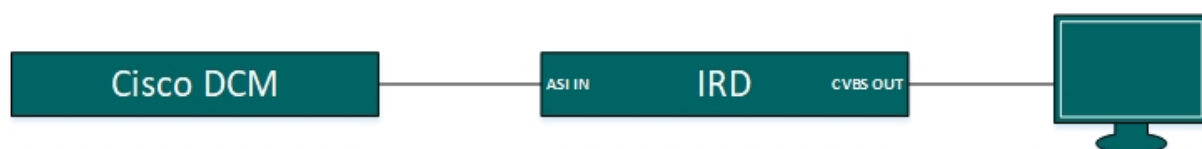
Slika 13. *Koaksijalni kabal sa BNC konektorom*

Praktični deo zadatka:

1. Za izradu ovog zadatka biće korišćena sledeća oprema:

- Cisco DCM (izvor signala)
- IRD Cisco D9854
- Referentni monitor

2. Oprema je povezana kao na slici 14.

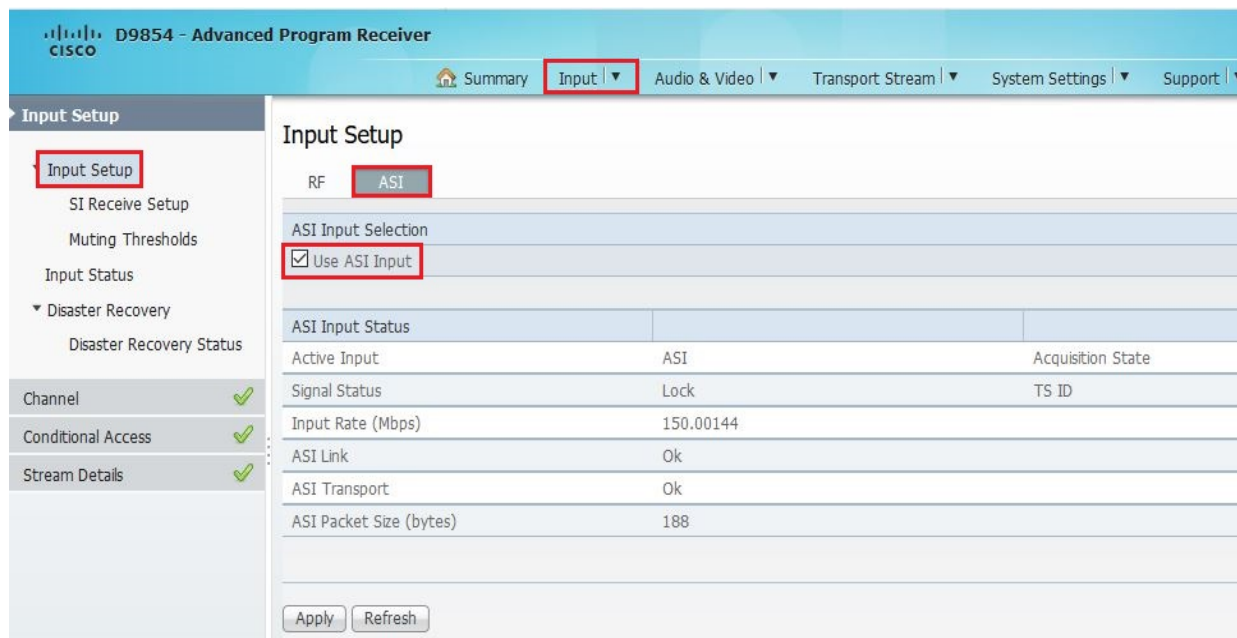


Slika 14. *Šema veze sistema za prijem ASI signala*

3. U *web browser*-u uneti IP adresu ASI dekodera:

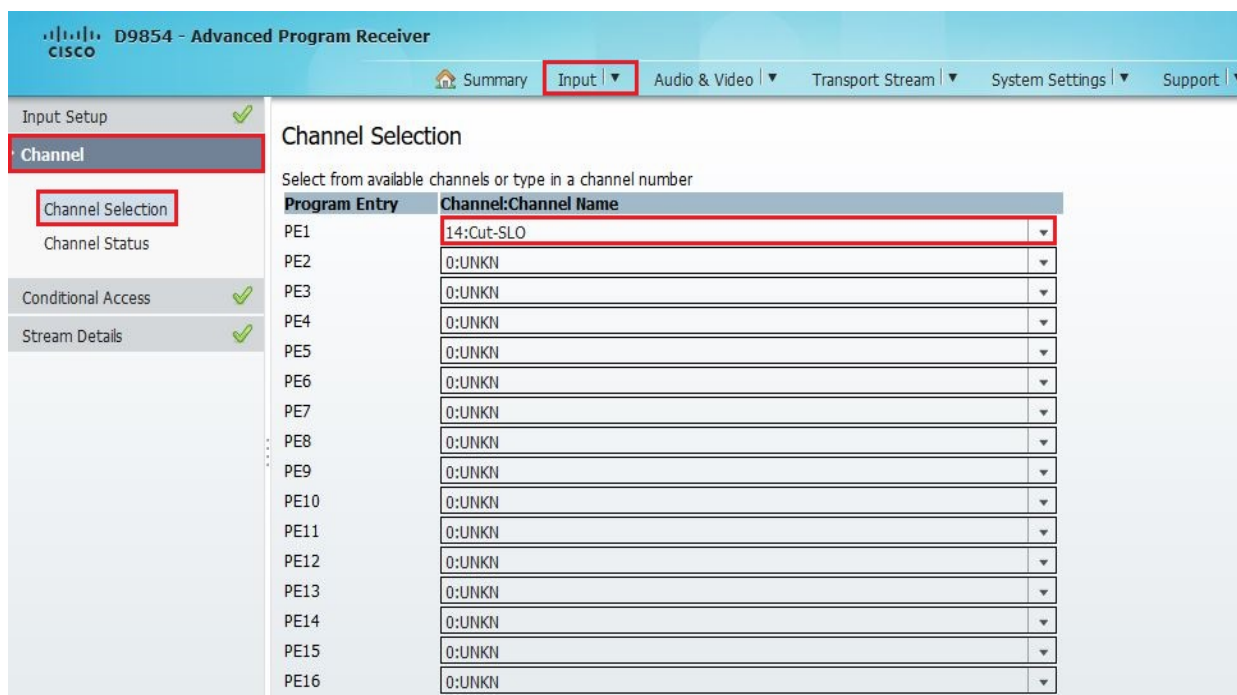
192.168.64.198, Username: *admin*, Password: *localadmin*

4. U kartici *Input*, podmeniju *Input Setup* selektovati ASI i uključiti „Use ASI Input“, slika 15.



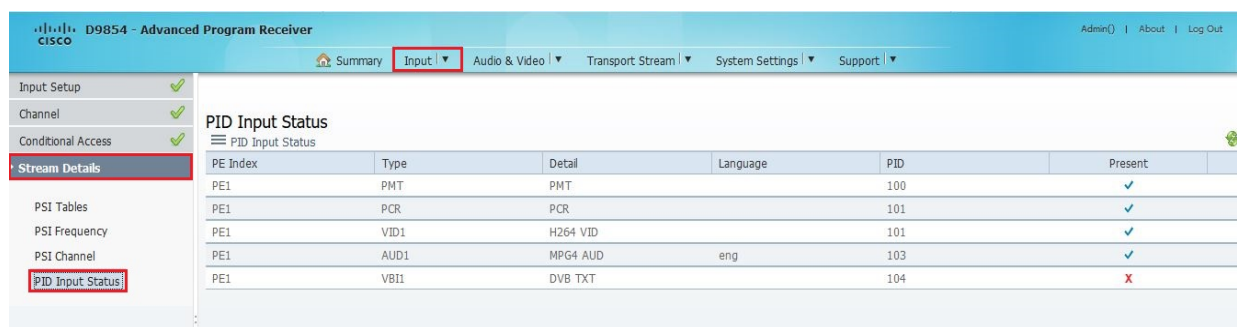
Slika 15. Cisco D9854 – Input

5. U kartici *Input*, podmeniju *Channel* ući u *Channel selection* i u padajućem meniju *Program Entry*: *PE:1* izabrati jedan od ponuđenih servisa, kao na slici 16.



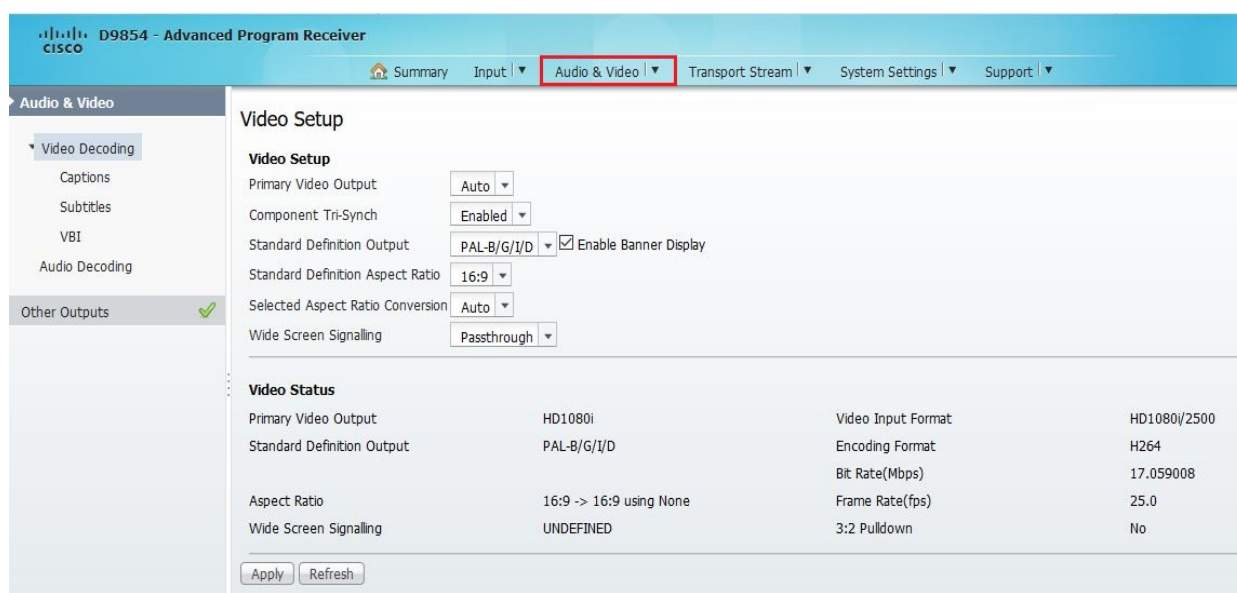
Slika 16. Cisco D9854 – Channel Selection

6. Proveriti kvalitet slike na referentnom monitoru. U kartici *Input*, podmeniju *Stream Detalis* odabrati „PID Input Status“ i proveriti prisutne komponente strima, slika 17:

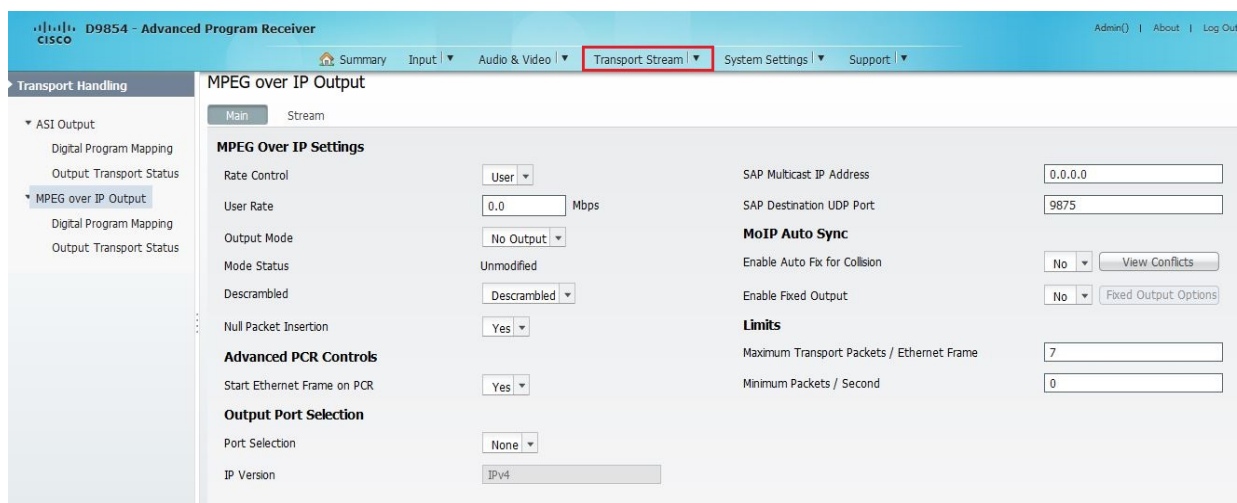


Slika 17. Cisco D9854 – Stream Detalis

7. Pogledati opcije iz kartica *Audio & Video* i *Transport Stream*, slika 18 i slika 19:



Slika 18. Cisco D9854 – Audio & Video



Slika 19. Cisco D9854 – Transport Stream

Zadatak 3: Prijem MPEG-TS preko IP

Teoretske osnove

Multikast (*Multicast*) je pravi *broadcast* standard. Ne postoji direktna veza između klijenta i servera, i ovo je slično kao podešavanje stanice na radiju - svaki klijent koji sluša ne zauzima dodatne resurse na serveru; server šalje samo jedan strim. Isto opterećenje servera je ako ima jednog ili hiljadu klijenata. Ovde glavnu ulogu ima mrežni svič ili ruter jer jedan strim šalje svim klijentima. Napomena: na javnom internetu uglavnom nije dozvoljen multikast i samo u unapred definisanim mrežama dozvoljen je multikast saobraćaj. Takođe, ni svi ruteri i svičevi ne podžavaju multikast saobraćaj jer ne mogu da pravilno rukuju multikast paketima - kada se pojave multikast paketi neadekvatni ruteri / svičevi ove pakete smatraju *broadcast* paketima a to znači da te pakete šalju svima po svim portovima pa će preplaviti celu mrežu. Na kraju, ta poruka će doći do dekodera, pa ozbiljno može da ugrozi ostale korisnike (kojima nije namenjena) i oboriće performanse mreže. Rešenje ovog problema je korišćenje svičeva sa IGMP (*Internet Group Management Protocol*), ovi svičevi će prosleđivati saobraćaj samo na portove prijavljene na multikast grupu. Drugim rečima, poruke će biti prosleđene samo korisnicima koji očekuju poruke tj. onim korisnicima koji su pretplaćeni na određenu multikast grupu.

MPEG-TS je uglavnom *push* protokol koji uzima audio i video preko jednog strima. Da li je MPEG-TS baziran na TCP ili UDP? U većini slučajeva MPEG-TS je baziran na UDP transmissionom protokolu. Da eventualno izgubljeni paketi ne budu ponovo poslani koristi se FEC (*Forward Error Correction*) mehanizam. FEC dozvoljava dekoderu da pretpostavi koji podaci su izgubljeni i da ih nadomesti tj. da popuni prazninu. Neka oprema (npr. *Teradek*) podržava MPEG-TS preko TCP ali to nije uobičajeno korišćeni standard.

Praktični deo zadatka:

1. Za izradu ovog zadatka biće korišćena sledeća oprema:

- Cisco DCM (izvor signala)
- Cisco Nexus svič
- IRD Ateme DR5000
- Referentni monitor

2. Oprema je povezana kao na slici 20.

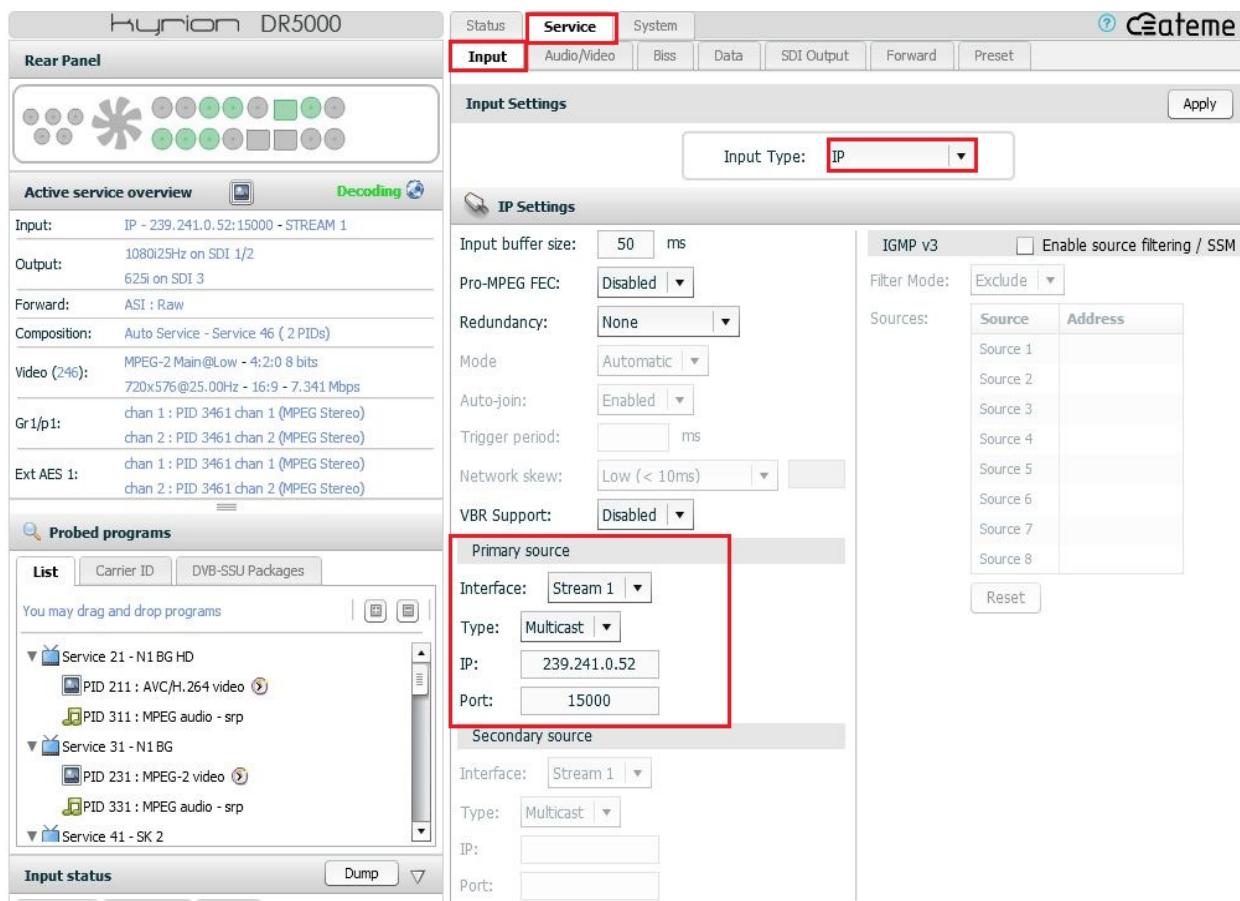


Slika 20. Šema veze sistema za prijem IP strima

3. U *Mozilla Firefox*-u uneti IP adresu IP dekodera:

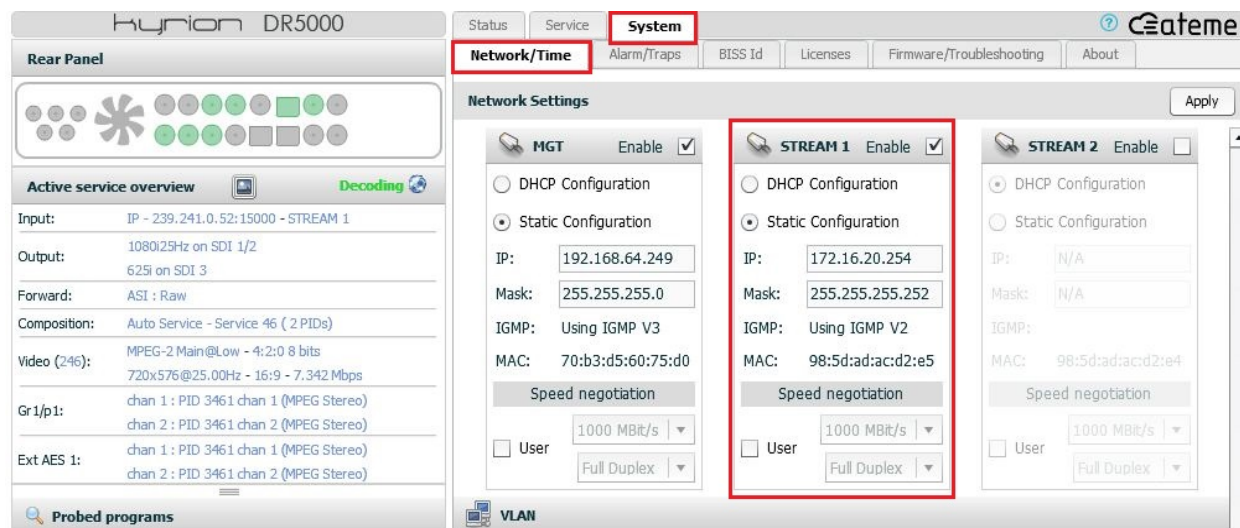
192.168.64.249 (dozvoliti *Flash Player*)

4. U kartici *Service* podmeniju *Input* u padajućem meniju selektovati „IP“ i u *Primary source* uneti podatke, kao na slici 21.



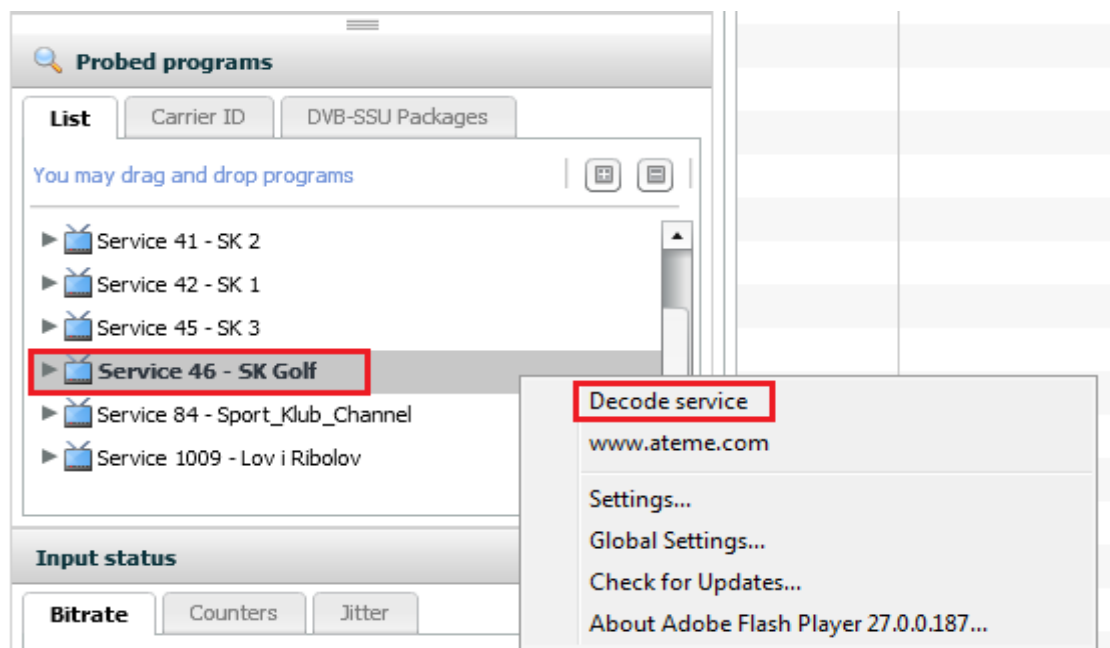
Slika 21. Atene DR5000 – Input

5. U kartici *System* podmeniju *Network/Time* uključiti STREAM1 i uneti podatke kao na slici 22



Slika 22. Atene DR5000 – Destination

6. U prozoru *Probed programs* izabrati jedan od servisa desnim klikom miša, i selektovati *Decode service*, kao na slici 23.



Slika 23. *Ateme DR5000 – select service*

7. U kartici *Input status* proveriti *Bitrate*, *Counters* i *Jiter*, slika 24.



Slika 24. *Ateme DR5000 – Input status*

8. Kliknuti na *Decoding preview* i proveriti kvalitet slike na referentnom monitoru, slika 25:



Slika 25. *Ateme DR5000 – Preview*

Pitanja:

1. Šta su geostacionarni sateliti ?
2. Objasniti primenu geostacionarnih satelita.
3. Šta je transponder ?
4. Objasniti šta je LNB (*Low Noise Block*). Objasniti primenu LNB-a u satelitskim komunikacijama.
5. Objasniti razloge uvođenja NS3 standarda.
6. Koji frekventni opsezi se koriste u satelitskim komunikacijama ?
7. Šta je MPEG transport strim ?
8. Šta je SPTS a šta je MPTS ?
9. Objasniti šta je PID (*packet identifier*).
10. Objasniti šta je ASI.
11. Uporediti prenos signala baziran na ASI standardu u odnosu na prenos baziran na IP protokolima.

VEŽBA 4:

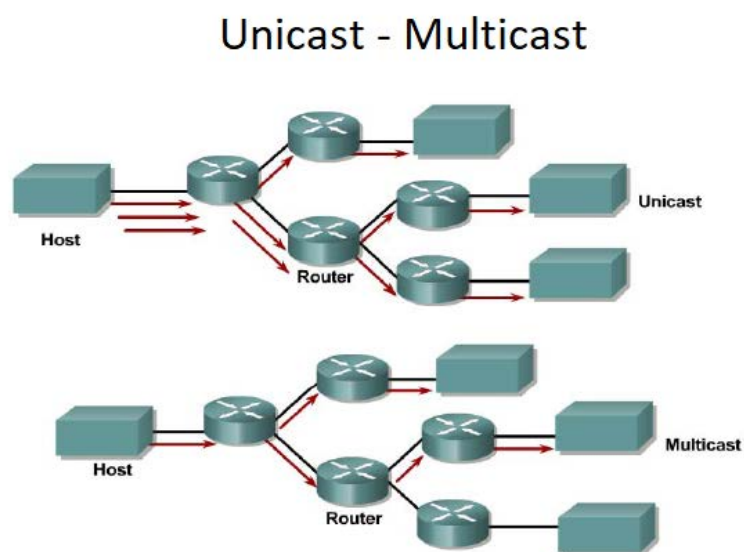
MPEG-TS. Konfigurisanje enkodera Cisco D9054

Uvod :

U ovoj vežbi biće prikazane teoretske osnove MPEG-TS (*transport stream*) standarda i osnovni principi mrežnog saobraćaja baziranog na mrežnoj klasi D (*multicast*). Za izvođenje vežbe biće korišćen profesionalni HD H264 enkoder, Cisco D9054, veoma popularan i često korišćen uređaj u *broadcast* industriji. Radi utvrđivanja stečenog znanja studentima će biti na raspolaganju jedan enkoder kako bi konfigurisanjem i promenom parametara stekli što šire praktično znanje.

Teoretske osnove :

Multikast (*Multicast*) je pravi *broadcast* standard. Ne postoji direktna veza između klijenta i servera, i ovo je slično kao podešavanje stanice na radiju - svaki klijent koji sluša ne zauzima dodatne resurse na serveru; server šalje samo jedan strim. Isto opterećenje servera je ako ima jednog ili hiljadu klijenata. Ovde glavnu ulogu ima mrežni svič ili ruter jer jedan strim šalje svim klijentima. Napomena: na javnom internetu uglavnom nije dozvoljen multikast i samo u unapred definisanim mrežama dozvoljen je multikast saobraćaj. Takođe, ni svi ruteri i svičevi ne podžavaju multikast saobraćaj jer ne mogu da pravilno rukuju multikast paketima - kada se pojave multikast paketi neadekvatni ruteri / svičevi ove pakete smatraju *broadcast* paketima a to znači da te pakete šalju svima po svim portovima i preplaviće celu mrežu. Na kraju, ta poruka će doći do dekodera i ozbiljno može da ugrozi ostale korisnike (kojima nije namenjena) a može da obori i performanse mreže. Rešenje ovog problema je korišćenje svičeva sa IGMP (*Internet Group Management Protocol*), ovi svičevi će prosleđivati saobraćaj samo na portove prijavljene na multikast grupu, slika 1. Drugim rečima, poruke će biti prosleđene samo korisnicima koji očekuju poruke tj. onim korisnicima koji su pretplaćeni na određenu multikast grupu.

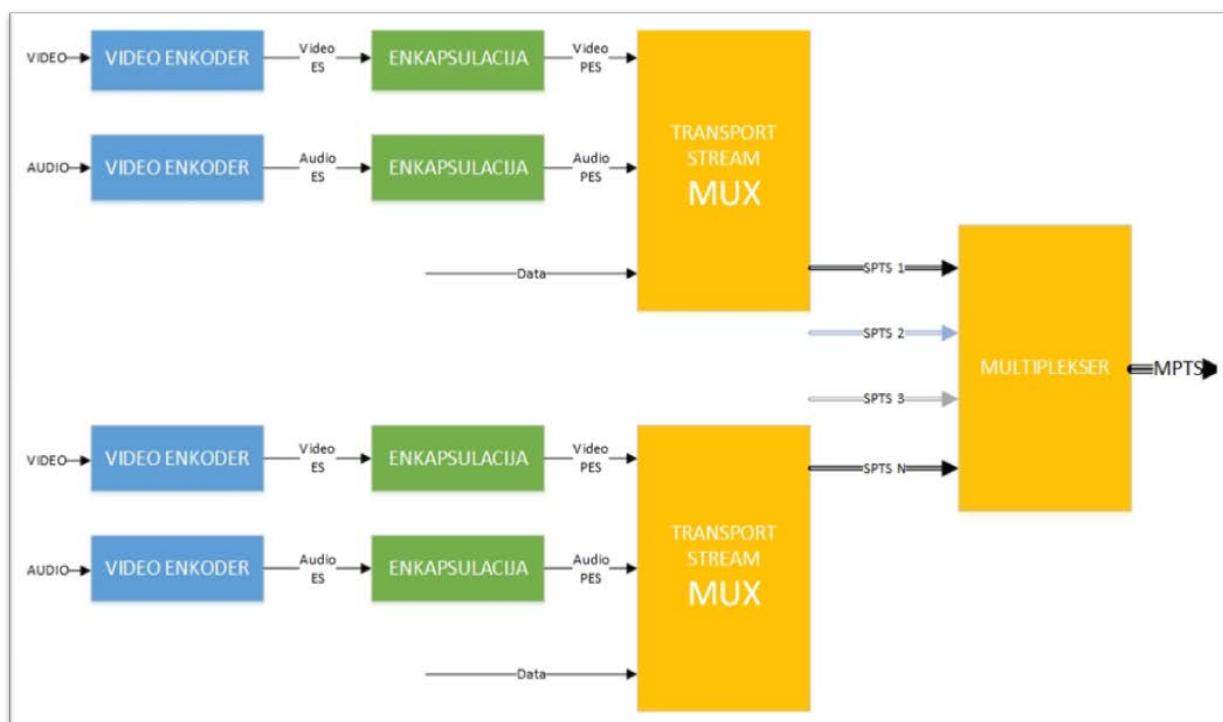


Slika 1. Unicast - Multicast

MPEG-TS

MPEG-TS je verovatno najčešće korišćeni streaming protokol u *broadcast* industriji, kompatibilan je sa većinom set-top-boksova i dekodera. MPEG-TS je uglavnom *push* protokol koji uzima audio i video preko jednog strima. Da li je MPEG-TS baziran na TCP ili UDP? U većini slučajeva MPEG-TS je baziran na UDP transmissionom protokolu. Da eventualno izgubljeni paketi ne budu ponovo poslani koristi se FEC (*Forward Error Correction*) mehanizam. FEC dozvoljava dekoderu da pretpostavi koji podaci su izgubljeni i da ih nadomesti tj. da popuni prazninu. Neka oprema (npr. *Teradek*) podržava MPEG-TS preko TCP ali to nije uobičajeno korišćeni standard.

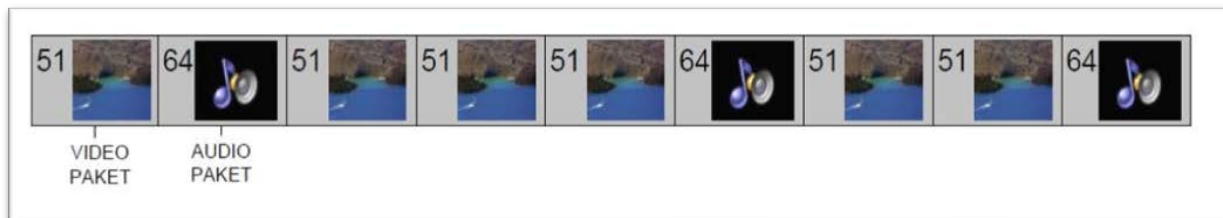
Osnovna šema funkcionisanja MPEG-TS data je na slici 2.



Slika 2. MPEG-TS princip rada

Tokovi video i audio podataka prenose se kao nezavisni tokovi podataka i nazivaju se ES (*elementary stream*). Nakon enkapsulacije (pravljenje paketa) na osnovu paketski orijentisanih protokola dobija se PES (*packetized elementary stream*). U *Transport Stream Muxeru* vrši se kombinovanje više PES-ova u jedan SPTS (*single program transport stream*). Uobičajeno je da se pored audio i video podataka (može da postoji više audio komponenti) šalju još neki podaci (npr. teletext, titlovi, vreme emitovanja... i svi ti dodatni podaci su na šemi objedinjeni imenom *Data*). Ukoliko muksovani podaci nisu podložni greškama prilikom transporta biće enkapsulirani u *Program Stream Muxeru* i kao takvi mogu biti sačuvani u arhivi (diskovi, trake...) ali ukoliko su podložni greškama prilikom transporta, kao što je ovde slučaj, PES-ovi prolaze kroz TS MUX, gde se određenim metodama osigurava transportni put od pojave očekivanih grešaka. Više SPTS-ova se kombinuju u jedan MPTS (*multi program transport stream*), to je uobičajeni način prenosa u DVB standardu. Da bi se, na prijemu, pravilno rukovalo svakom komponentom u MPTS-u postoji PSI (*program-specific information*) komponenta.

PES paketi blokova podataka fiksne ili promenljive dužine su do 65536 bajta (64 KB) po bloku, uključujući i obavezno zaglavlje dužine minimum 6 bajta. TS paketi su konstantne veličine 188 bajta, uvek podeljeni na zaglavlje i podatke. Minimalna veličina zaglavlja je 4 bajta. U zaglavlju TS paketa je komponenta nazvana PID (*packet identifier*) i ova komponenta igra ključnu ulogu u rukovanju TS-om; npr. ako *transport stream* sadrži dva elementarna strima (jedan video i jedan audio) pojedine komponente svakog elementarnog strima biće obeležene istim PID-om, npr video će imati PID 51 a audio PID 64, slika 3.



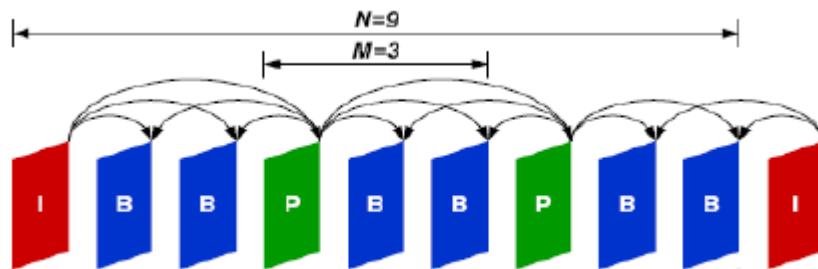
Slika 3. *PID-ovi*

U većini slučajeva je potrebno dekodovanje jednog ES uskladiti (sinhronizovati) sa dekodovanjem drugog ES, npr. da bi se reprodukcija zvuka uskladila sa reprodukcijom odgovarajućeg videa. Neki tokovi, međutim, ne zahtevaju sinhronizaciju (npr. ukoliko strim nudi uslugu preuzimanja softvera). Da bi se omogućila sinhronizacija strimova oni mogu sadržati vremenske markere (*time stamps*). Postoje dva tipa vremenskih markera:

1. Prvi tip markera su tzv. referentni vremenski markeri (*reference time stamps*) koji nose informaciju o tekućem vremenu kodera. Ove markere definišu PES, PS i TS sintaksa. DVB sistemi koriste TS sintaksu za slanje referentnih vremenskih markera. Zaglavlje TS paketa može sadržati PCR polje (*program clock reference*) ili vremensku bazu, koje nosi ovu informaciju.
2. Drugom tipu vremenskih markera pripadaju DTS (*decode time stamp*) i PTS (*presentation time stamp*). Ovi markeri su vezani za sadržaj na koji se odnose i nalaze se u zaglavlju PES paketa. Nose informaciju o vremenskom trenutku kada je potrebno dekodovati i prezentovati sadržaj na koji se odnose (obično video i audio).

Osnove kompresije video signala

U osnovi video kompresije se nalazi činjenica da je ljudsko oko slabo osetljivo na nijanse boja dok je više osetljivo na osvetljaj. Takođe, uobičajeno je da se unutar slike koja se kodira nalaze regioni sa identičnim vrednostima piksela, redundansa, što omogućava kompresiju slike i smanjenje ukupnog bitskog protoka. Redundansa postoji u okviru jedne slike i ona se naziva prostorna redundansa, na primer jednoboja pozadina u studiju. Među susednim slikama javlja se vremenska redundansa, kao posledica linearnog pomeranja objekta u toku vremena. Primer za vremensku redundansu je snimak broda koji plovi na pučini. Kao rezultat kompresije dobijamo GOP strukturu (*group of pictures*) gde imamo I frejmove (intra coded picture), P frejmove (predictive coded picture) i B frejmove (bipredictive coded picture). GOP struktura se obeležava u formatu M, N gde M predstavlja razmak izmedju dva "noseća" frejma a N predstavlja razmak izmedju dva I frejma, slika 4. Primer za često korišćeni GOP 3,12 je: *I B B P B B P B B P B B I*. Postoje otvoreni i zatvoreni GOP-ovi.



Slika 4. Group of pictures: 3,9

Interframe (međufrejmovska) ili *temporal* kompresija je tehnika kompresije videa kojima se postiže smanjenje veličine niza sličnih frejmova. U praksi, razlika između frejmova koji su u dodiru je veoma mala. *Interframe* tehnike kompresije koriste tu sličnost kao osnovu za uštedu. Umesto da se svaki frame zapiše u celosti, zapisuje se samo opis u čemu je taj frejm različit u odnosu na prethodni (ili sledeći) frame. Drugim rečima, zapisuje se samo promena. Pošto često nema velikih promena između prethodnog i sledećag frejma, jasno je da se tako postiže velika ušteda memorijskog prostora odnosno potrebnog protoka. Tehnologije video kompresije koriste razne načine kojima nastoje da razliku i promene među frejmovima zapišu na što jednostavniji i štedljiviji način. Novi napredni kodeci se razlikuju od starih najviše u upotrebi ovih tehnika.

Video zapisi se najčešće sastoje od tri vrste frejmova. Razlika između pojedinih vrsta frejmova je samo u načinu zapisivanja i načinu čitanja (tumačenja). Pri reprodukciji (prikazivanju), svaki frejm se prikazuje kao normalna slika bez obzira kojom tehnikom je on zapisan u video zapisu.

I-Frames (*Intra-frames*) imaju veoma važnu ulogu i često se nazivaju ključni frejmovi (*key-frames*). Naziv intra-frames potiče od toga što su ovi frejmovi zapisani isključivo intra-frame kompresijom. Oni sadrže kompletan zapis slike i potpuno su nezavisni od drugih tipova frejmova. Služe kao osnova od koje se preračunavaju ostali frejmovi. Prvi frejm u kompresovanom video zapisu je uvek I-frame. Svaki video zapis mora sadržati ključne frejmove.

Pošto koriste samo unutarfrejmovsku (*intraframe*) kompresiju, zauzimaju znatno više prostora od ostalih vrsta frejmova. Da bi se postigla snažnija kompresija, teži se tome da se u video zapisu upotrebi manji broj I-frejмова, ali ipak na svaki 30 frejmova treba da bude barem jedan I-frame.

P-frames (*Predicted-frames*) su složeni frejmovi koji se sastoje od delova koji se predviđaju tj. preračunavaju na osnovu prethodnih frejmova. P-frames su zapisani na drugačiji način od I-frejмова. Oni koriste međufrejmovsku (*interframe*) kompresiju. Sadrže samo opis koji dekodera govori u čemu je razlika u odnosu na prethodni frame i zbog toga zauzimaju znatno manje memorijskog prostora nego I-frejmovi. Pri reprodukciji videa dekodera tumači zapis P-frejma i prethodnog frejma i na osnovu tih podataka kreira potpunu sliku koja se prikazuje na ekranu.

B-frames (*Bi-directional-frames*) i bi-directional encoding - u bukvalnom prevodu bi-directional enkoding znači dvosmerno enkodiranje. Pri korišćenju Bi-directional metoda

enkodiranja osim I i P frejmova koriste se i B-frejmovi. B-frames su slični kao P-frames samo što za razliku od njih mogu da se preračunavaju i od prethodnog i od sledećeg frejma i tako postižu najmanje moguće zauzeće memorijskog prostora. Zbog toga je upotreba B-frejмова veoma važna kada se želi da se postigne visok stepen video kompresije. Na veoma malom *bitrate*-u, bez upotrebe B-frejмова je veoma teško postići zadovoljavajući kvalitet slike. U suštini bi-directional enkoding je napredna tehnika video kompresije ali nije podržana na svim uređajima.

Broj B-frejмова u nizu: **jednostavnija** i manje napredna varijanta bi-directional enkodinga je korišćenje samo jednog B-frejma između frejmova drugih tipova. **Naprednija** varijanta je kada se koristi niz od dva ili više B-frejмова između frejmova drugih tipova. Ova naprednija varijanta nije podržana od mnogih uređaja. Većina kućnih plejera i drugih video uređaja podržava samo 1 B-frejm u nizu.

GOP (*group of pictures*) već smo rekli da su I-frejmovi potpuno nezavisni od drugih jer koriste samo unutarfrejmovsku kompresiju. P i B frejmovi su zavisni od prethodnih (i sledećih frejmova) pa ne mogu biti protumačeni samostalno. Zbog toga svaki niz slika mora početi I-frejmom (ključnim frejmom) da bi bio čitljiv. Pri reprodukciji videa, kodek u bilo kojem momentu može prikazati I-frame jer je nezavisan i sadrži kompletan zapis neophodan za njegovo prikazivanje. Da bi kodek prikazao neki od drugih frejmova u nizu, on mora izračuneti sve frejmove koji mu prethode. Na primer, ako video slučajno premotate na poziciju frejma koji je trideset frejmova udaljen od prethodnog ključnog frejma, codec mora izračunati prethodnih 29 frejmova da bi prikazao taj željeni frejm. Dakle upotreba malog broja ključnih frejmova čini nezgodnim premotavanje videa i lociranje pojedinih frejmova pri video montaži. Zbog toga nemojte nikada koristiti više od 30 frejmova razmaka između dva ključna frejma.

Uz *bitrate* se često sreću pojmovi CBR i VBR. Oba pojma su jako važna i ključna za razumevanje *bitratea*.

CBR (*Constant Bitrate*) - znači da se na svaki frejm potroši jednaka količina bitova. Drugim rečima svaka pojedina sekunda video snimka zauzima jednako kilobita tj. tačno onoliko koliko ste zadali *bitrate*. Da bi se obezbedilo da će i najkomplikovanije scene zadržati dobar kvalitet mora se upotrebiti dosta visok *bitrate* za CBR metod. CBR zbog toga postiže slabu kompresiju.

VBR (*Variable Bitrate*) je naprednija metoda kojom se postiže snažnija video kompresija. To znači da enkoder, tokom enkodiranja može koristiti različiti *bitrate* za različite delove videa, negde veći negde manji, zavisno od potrebe.

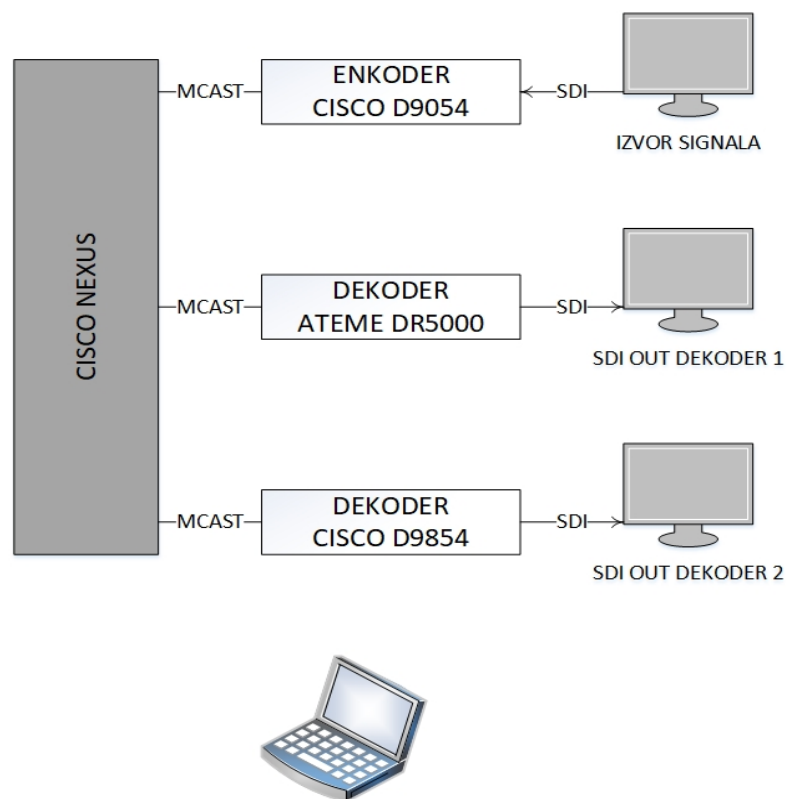
ABR (*Average Bitrate*) ili VBR sa zadatim prosečnim *bitrateom* - to je jedna varijanta VBR metoda kod kojeg se enkoderu zadaje prosečan *bitrate*. Enkoder je slobodan da na svaku scenu potroši kilobita koliko je potrebno ali ima zadatak da u proseku *bitrate* ostane tačno onoliko koliko je zadan. Za najjednostavnije scene koristi ispodprosečan *bitrate* i tako štedi prostor za složenije scene. Za najsloženije scene koristi nadprosečan *bitrate* da bi sačuvao kvalitet. Za prosečne scene koristi prosečan *bitrate*. Na taj način enkoder može da sačuva kvalitet i najsloženijih scena a da pri tome video u proseku koristi zadani (prosečan) *bitrate*. Za ovu metodu ne može da se koriste jednoprolazni enkoderi (1-pass) pa nisu dobri kada su potrebne veće brzine enkodovanja.

Zadatak:

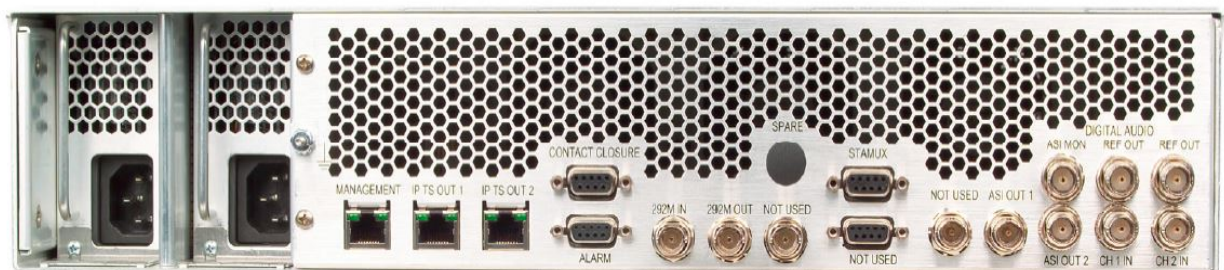
1. Za izradu ove vežbe biće korišćena sledeća oprema:

- Enkoder Cisco D9054
- Cisco Nexus svič
- Ateme DR5000 dekodek
- Cisco D9854 dekodek

2. Oprema je povezana kao na slici 5.



Slika 5. Šema veze



Slika 6. Cisco D9054 – Zadnja strana

3. U *web browseru* uneti MNG adresu enkodera: 192.168.64.199

Na prvoj strani, u kartici *Summary* pogledati osnovne postavke i dostupne opcije enkodera, slika 7.

Service

ID	Enabled	Name	#	H.264	PIP	Audio 1	Audio 2	DPI 1	DPI 2	DPI 3	DPI 4	DPI 5	DPI 6	DPI 7	DPI 8
1	✓	Test	11001	✓		✓	✓								
2		<Service2>	2												
3		<Service3>	3												
4		<Service4>	4												
5		<Service5>	5												
6		<Service6>	6												
7		<Service7>	7												
8		<Service8>	8												

Video

Encoder	Enabled	GOP	Format	3:2 PullDown	Mode	Fixed Rate _{bit/s}	Max. Rate _{bit/s}	Min. Rate _{bit/s}
H.264	✓	30,2	1080i 25Hz		Fixed	10,000,000		
PIP		30,0	192x192			300,000		

IP Streaming

ID	Mode	Main IP	Mode	Backup IP
1	UDP	239.240.0.100	Disable	0.0.0.0
2	Disable	0.0.0.0	Disable	0.0.0.0
3	Disable	0.0.0.0	Disable	0.0.0.0
4	Disable	0.0.0.0	Disable	0.0.0.0
5	Disable	0.0.0.0	Disable	0.0.0.0
6	Disable	0.0.0.0	Disable	0.0.0.0
7	Disable	0.0.0.0	Disable	0.0.0.0
8	Disable	0.0.0.0	Disable	0.0.0.0

Audio

Encoder	Ch.	Mode	Bit Rate _{kbit/s}	Sample Rate _{Hz}	Input
Layer II	1	Stereo	192	48000	Embedded 1-1
Layer II	3	Stereo	192	48000	Embedded 1-2

Pre-Processor

Function	Enabled
Pre-Processor	
Noise-Reduction	

VBI

Closed Captions: Disabled

DPI

Msg	Start Trigger	Stop Trigger	Event Src	Number	Duration _{ms}
-----	---------------	--------------	-----------	--------	------------------------

ASI

Enabled	Bit Rate _{bit/s}	Payload _{bit/s}
	12,500,000	10,822,809

Slika 7. Cisco D9054 – Summary

4. U kartici *Video* namestiti format ulaznog SDI signala, slika 8.

Video

Video Format: 1080i 25Hz

Frame Synchronization: Off

Apply Reload Help

Slika 8. Cisco D9054 – Video Format

5. Ukoliko nije prisutan SDI signal za konfiguraciju enkodera iskoristiti *Video test*, slika 9.

Test

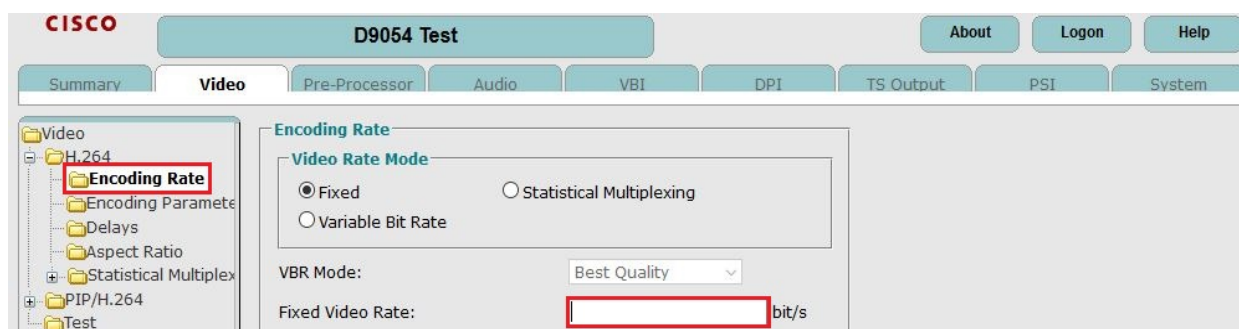
Test Pattern Mode: Always

Test Pattern: 75 Bars

Apply Reload Help

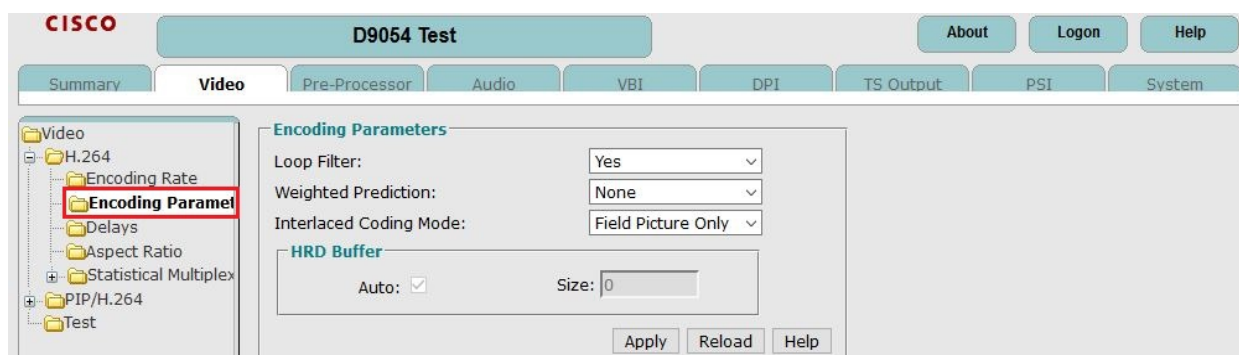
Slika 9. Cisco D9054 – Video Test

6. U kartici *Video / H264 / Encoding Rate* uneti odgovarajući bitrate, format je X,000,000, slika 10.



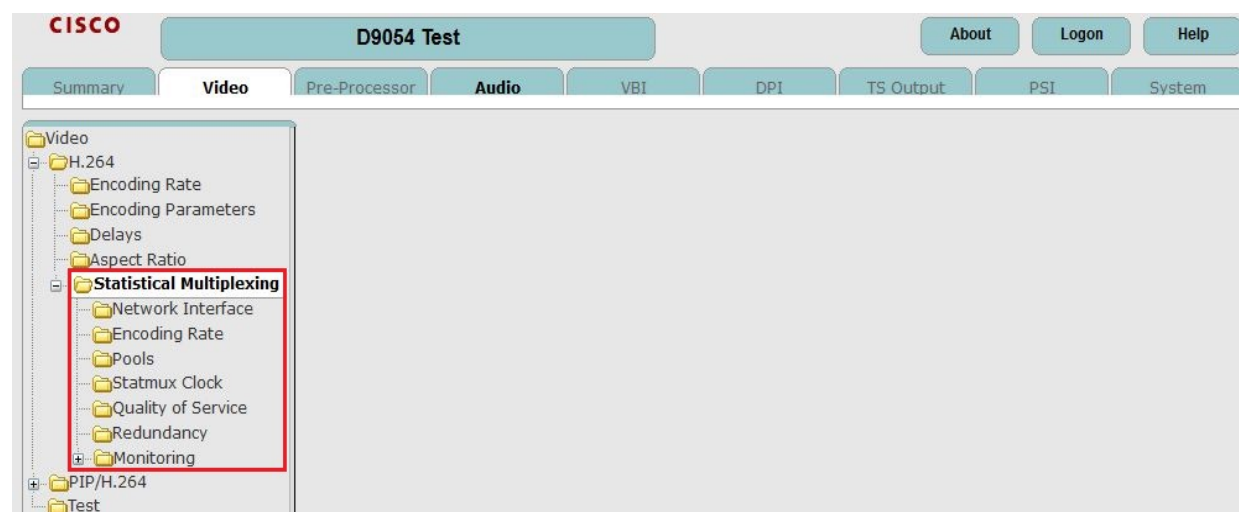
Slika 10. Cisco D9054 – Bit rate

7. U kartici *Video / H264 / Encoding Parameters* podesiti default vrednosti, slika 11.



Slika 11. Cisco D9054 – Encoding Parameters

8. Štaje i čemu služi *Statistical Multiplexing*?, slika 12.



Slika 12. Cisco D9054 – Statistical Multiplexing

Ukoliko se koristi statmux Cisco D9054 on radi pod ROSA menadžmentom.

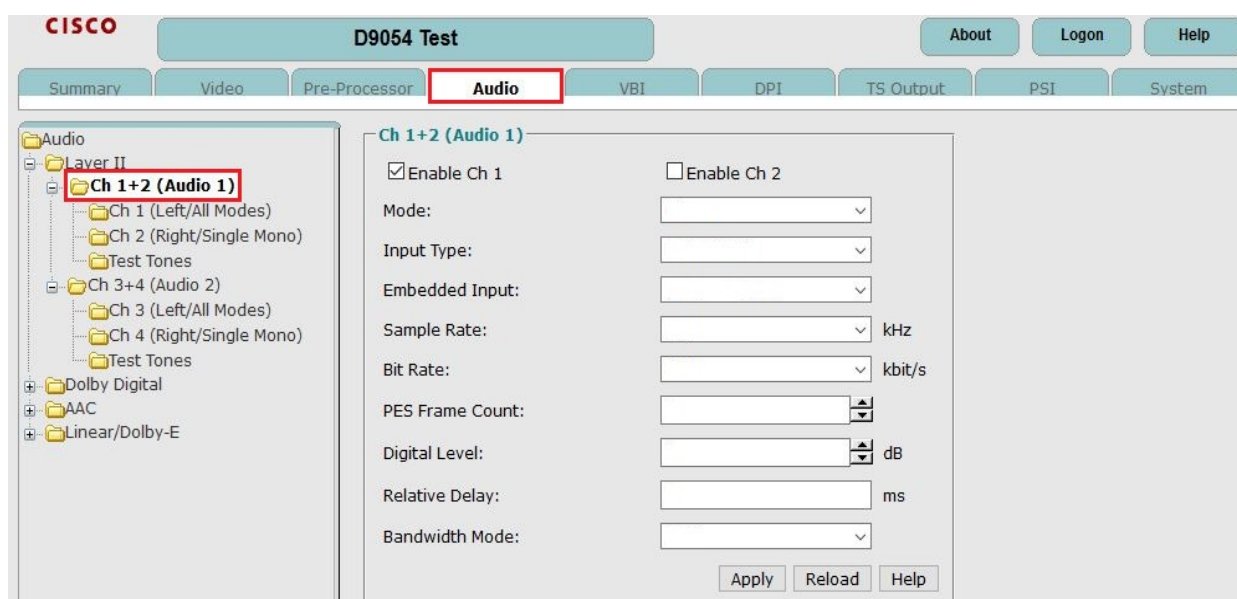
9. Zavisno od licence, Cisco D9054 može da enkoduje do 6 stereo MPEG audio kanala. Testni uređaj može da enkoduje 2 MPEG stereo para, ukoliko su isključeni uključiti enkodovanje, kao na slici 13.



Slika 13. Cisco D9054 – Audio

Pored enkodovanja MPEG audija, Cisco D9054 može da *passthrough*-uje i *Dolby Digital (AC3)*, *AAC* i *Dolby-E*, ali ne može da ih enkoduje. Uobičajeno se za naprednije audio enkodere koristi nezavisan audio enkoder.

10. Podesiti odgovarajuće parametre audio enkodovanja kao na slici 14.



Slika 14. Cisco D9054 – Layer II

Ukoliko na ulazu u enkoder nije prisutan zvuk podešavanje enkodera i testiranje linije veze moguće je uraditi pomoću opcije *Test Tones* koja se nalazi u delu *Audio / Audio / Layer 2 / Ch 1 + 2 (Audio 1)* odnosno *Ch 3 + 4 (Audio 2)*.

Šta je audio kanal? Šta je stereo par? Šta je audio grupa (paket)?

VBI (Vertical blanking interval) i DPI (Digital Program Insertion) nisu tema ove vežbe.

11. Ukupan Bit Rate se upisuje u polju kao na slici 15.

CISCO D9054 Test

Summary Video Pre-Processor Audio VBI DPI **TS Output** PSI System

TS Output

Output Bit Rate: bit/s

Output Format: ☒ 188 ☐ 204 RS Off

Apply Reload Help

Slika 15. Cisco D9054 – TS Output

12. Osnovna podešavanja TS-a su u kartici *TS Output*, slika 16.

CISCO D9054 Test

Summary Video Pre-Processor Audio VBI DPI **TS Output** PSI System

IP Streaming Setup

ID	Mode	Main			Backup			RTP	
		MAC	IP	Port	MAC	IP	Port	Payload	SSRC
1	UDP		239.240.0.100	12000		0.0.0.0	5900	33	0
2	Disable		0.0.0.0	5900		0.0.0.0	5900	33	0
3	Disable		0.0.0.0	5900		0.0.0.0	5900	33	0
4	Disable		0.0.0.0	5900		0.0.0.0	5900	33	0
5	Disable		0.0.0.0	5900		0.0.0.0	5900	33	0
6	Disable		0.0.0.0	5900		0.0.0.0	5900	33	0
7	Disable		0.0.0.0	5900		0.0.0.0	5900	33	0
8	Disable		0.0.0.0	5900		0.0.0.0	5900	33	0

ID	TTL	# TS Packets	Output Bitrate (bit/s)	Maintain TS Rate	Transparent	Auto Ping (Every 20 s.)	Auto Ping Timeout
1	128	7	11000000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Off	5000
2	128	7	12500000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Off	5000
3	128	7	12500000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Off	5000
4	128	7	12500000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Off	5000
5	128	7	12500000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Off	5000
6	128	7	12500000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Off	5000
7	128	7	12500000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Off	5000
8	128	7	12500000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Off	5000

Apply Reload Help

Slika 16. Cisco D9054 – Stream Setup

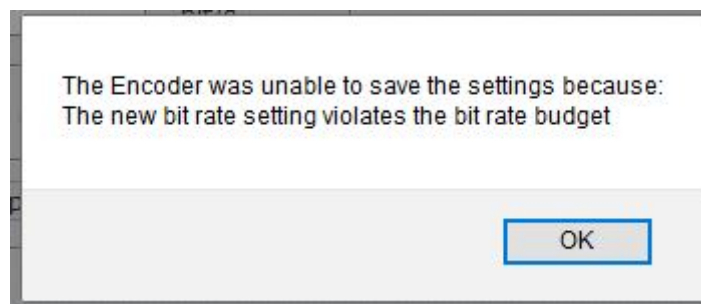
U polju sa rednim brojem 1 uneti protokol, multikast adresu i port. U polju sa rednim brojem 2 uneti *Output Bitrate*.

Multikas adrese su iz D opsega. Uobičajeno se koriste multikast adrese iz opsega:

239.240.xxx.yyy – 239.241.xxx.yyy

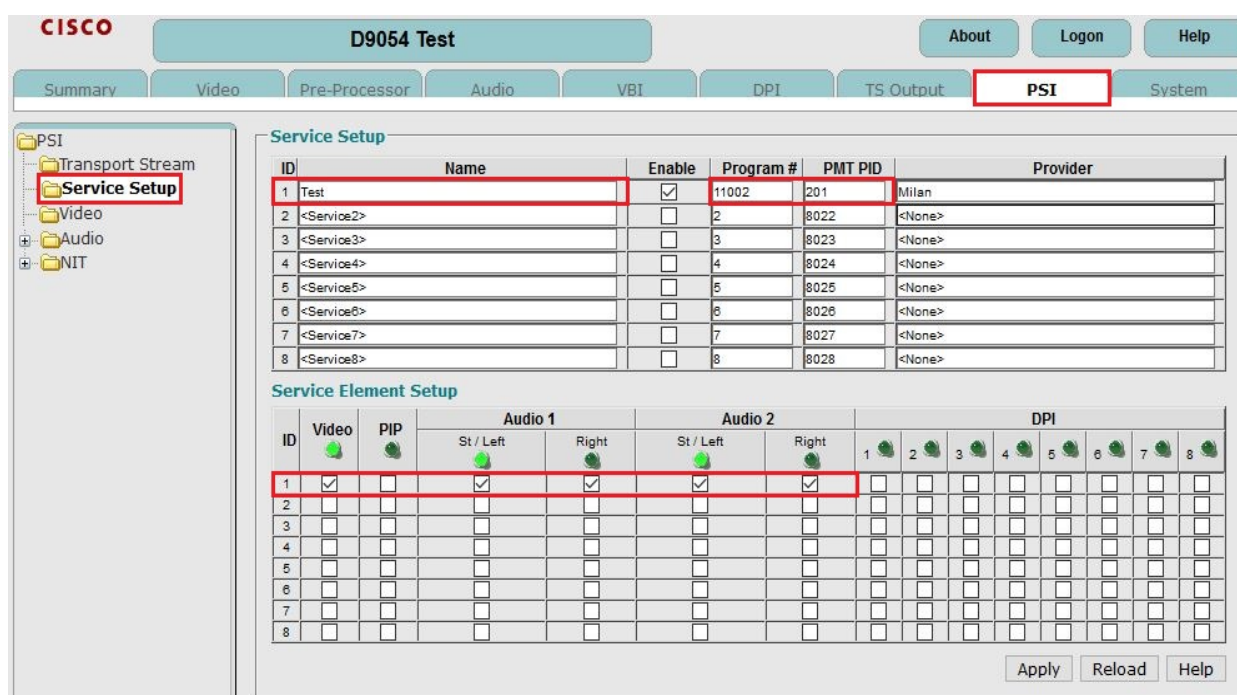
Uobičajeno se koriste portovi iz opsega: 10.000 – 40.000

Kod promene *Bitrate*-a potrebno je ispoštovati *bit rate budget*, u suprotnom poruka o grešci je kao na slici 17.



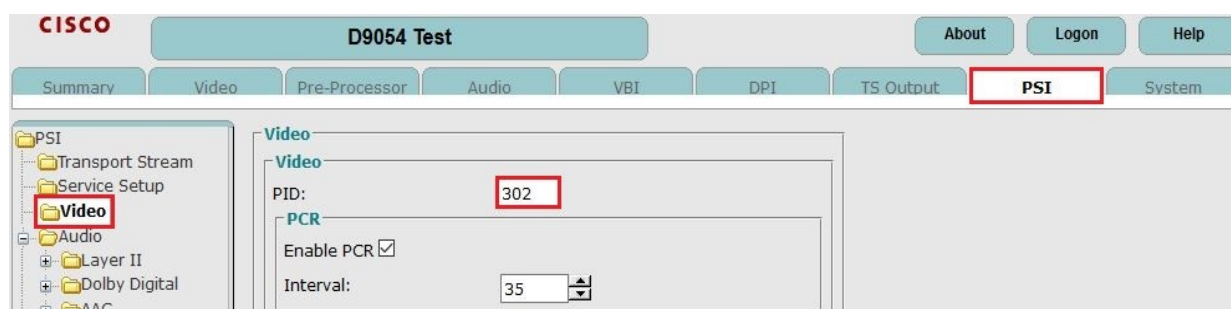
Slika 17. Bit rate budget error

13. Naziv strima i oznake identifikatora promeniti u kartici *PSI / Service Setup*. U delu *Service Element Setup* se uključuju / isključuju pojedine komponente, kao što je prikazano na slici 18.



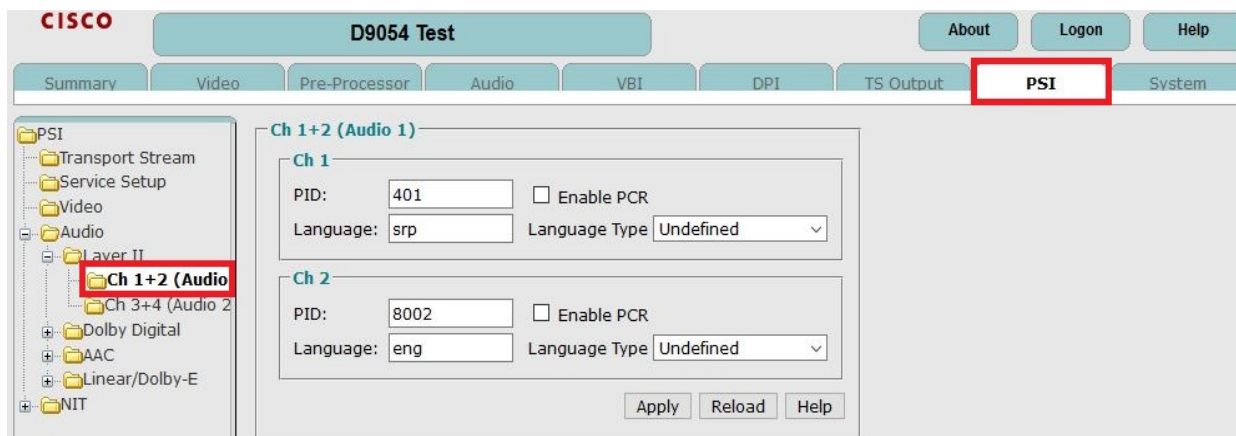
Slika 18. Cisco D9054 – Service Setup

14. Video PID se unosi u delu *PSI / Video*, slika 19.



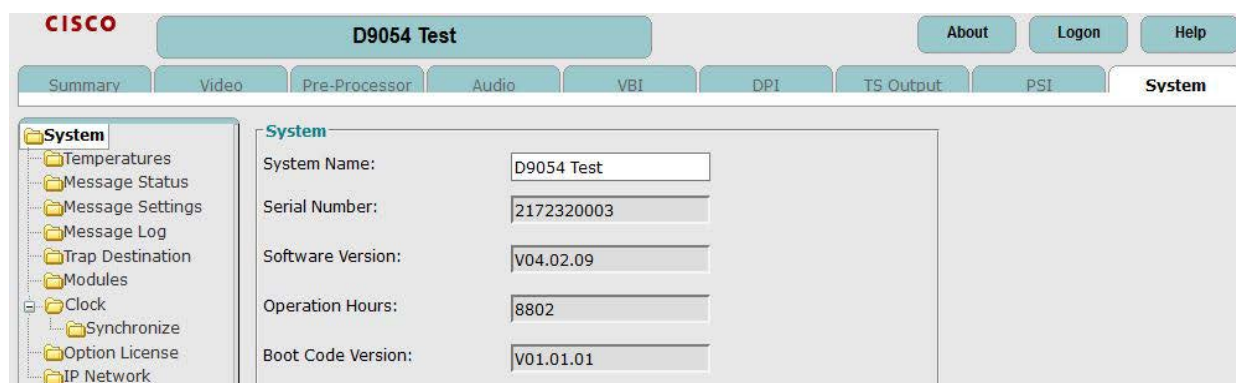
Slika 19. Cisco D9054 – PSI Video PID

15. Audio PID-ovi se unose u delu *PSI / Audio / Layer II*, slika 20.



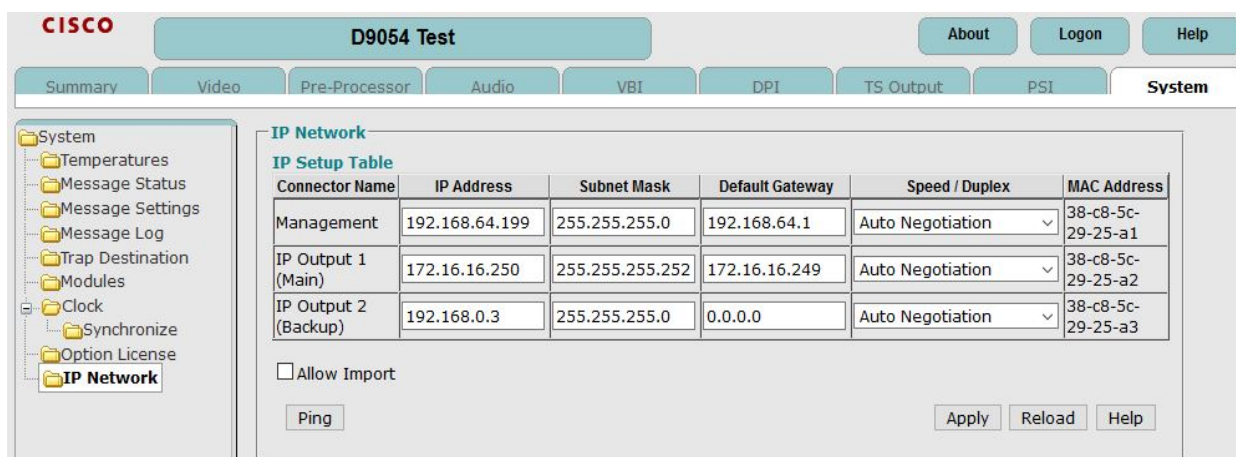
Slika 20. Cisco D9054 – PSI Audio PID

16. Osnovna podešavanja sistema, temperaturu, verziju softvera... proveriti u kartici *System*, slika 21.



Slika 21. Cisco D9054 – System

17. Podešavanje mrežnih interfejsa je u kartici *System / IP Network*, slika 22.



Slika 22. Cisco D9054 – IP Network

18. Dekodovanje signala i kvalitet slike pratiti na dekomerima:

Ateme DR5000: 192.168.64.249, monitor 1, slika 23.

Cisco D9854: 192.168.64.193, monitor 2 (*admin, localadmin*), slika 24.

The screenshot displays the Ateme DR5000 web interface. The top navigation bar includes 'Status', 'Service', and 'System' tabs. The 'Status' tab is active, showing 'System Information' and 'System Notes'. The 'System Information' section provides details such as Serial number (1718-05515), System name (DR5000), System version (1.3.1.1), System time (2017-11-30 19:44:12), User interfaces lock (unlocked), and Temperature (52 °C). The 'Message Log' section shows a list of warnings, including 'Output activity missing' and 'TS discontinuity for video pid'. The left sidebar contains 'Rear Panel' and 'Active service overview' sections. The 'Active service overview' section shows input/output details and a list of probed programs.

Slika 23. Dekoder Ateme DR5000

The screenshot displays the Cisco D9854-1 Advanced Program Receiver web interface. The top navigation bar includes 'Summary', 'Input', 'Audio & Video', 'Transport Stream', 'System Settings', and 'Support' tabs. The 'Summary' tab is active, showing a 'Summary Dashboard'. The dashboard includes sections for 'Decoded Program Status', 'Video Status', 'Audio Status', and 'Channel Status'. The 'Decoded Program Status' section shows details for Channel Name (Test), Channel Number (11002), PMT (201), and PCR (302). The 'Video Status' section shows details for Video (H264 HD1080i/2500), Bit Rate (10.0234), 3:2 Pulldown (No), FPS (25.0), Primary Out (HD1080i), Composite (PAL-B/G/I/D), and Aspect Ratio (16:9 -> 16:9 using None). The 'Audio Status' section shows details for Audio (MPEG1L2), PID (401), Language (srp), Format (MPEG1L2), Bit Rate (192), SFR (48.0), and Buffer (917756). The 'Channel Status' section shows details for PE Index, Channel, Channel Name, Conditional Access System ID, and Channel.

Slika 24. Dekoder Cisco D9854

Pitanja:

1. Objasniti primenu multikast saobraćaja na javnom internetu.
2. Kakva je razlika između CBR, VBR i ABR bitrate ?
3. Šta je IGMP (*Internet Group Management Protocol*)?
4. Da li je MPEG-TS baziran na TCP ili UDP?
5. Kako se rešava problem izgubljenih paketa u IP mrežama?
6. Objasniti razliku između ES (*elementary stream*) i PES (*packetized elementary stream*).
7. Kako se ostvaruje sinhronizacija u MPEG-TS?
8. Ukratko objasniti način kompresije video signala.
9. Objasniti šta su I-frejmovi, B-frejmovi i P-frejmovi.
10. Objasniti šta je GOP i kako promena GOP-a utiče na kvalitet prenosa signala?

VEŽBA 5:

Audio IP kodeci

Uvod:

Cilj ove vežbe je upoznavanje studenata sa osnovnim pravilima prenosa audio signala korišćenjem internet protokola. Za izvođenje vežbe biće korišćena AEQ oprema u konfiguraciji *point to point* (jedan na jedan). Navedena oprema se koristi za savremene prenose glasa, muzike i svih drugih audio sadržaja gde se zahteva visok kvalitet prenosa i malo kašnjenje; ovo je zamena za ranije korišćene ISDN tehnologije.

Teoretske osnove:

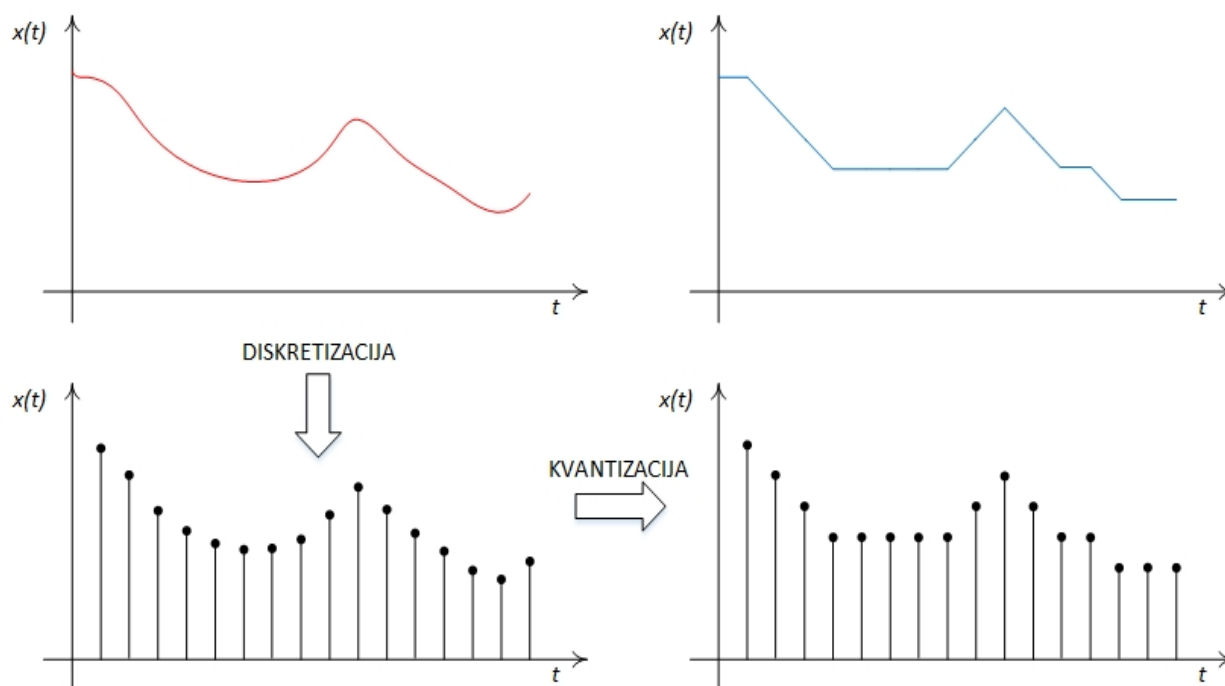
Za prenos audio signala preko Interneta koristi se RTP protokol (<https://tools.ietf.org/html/rfc3550>). RTP (*Real-time Transport Protocol*) protokol je protokol namenjen za prenos multimedijalnih sadržaja preko IP, u realnom vremenu, i može se koristiti za prenos audio i video sadržaja. Uobičajeno se koristi UDP transmisioni protokol za prenos multimedijalnih sadržaja ali se RTP koristi zajedno sa kontrolnim protokolom RTCP (*Real-time Transport Control Protocol*). RTCP je zadužen za statistiku prenosa, za kvalitet servisa QoS (*Quality of service*) kao i za sinhronizaciju više strimova. Preko RTP-a se prenose "korisni" podaci, preko RTCP-a se prenose poruke koja označavaju slanje paketa, poruke koje označavaju da je paket primljen, poruke za raskidanje sesije... Za signalizaciju se koriste protokoli H.323 ili SIP (*Session Initiation Protocol*); signalizacijom se postiže "pronalaženje" korisnika.

Osnove kompresije zvuka: zvuk je izvorno analogna veličina ali kompletan prenosni lanac je namenjen za prenos digitalnih veličina, pa se na samom početku lanca zvuk digitalizuje i kompresuje i kao takav prenosi. Na mestu prijema, ukoliko je to potrebno, zvuk se vraća u izvorni (analogni) oblik kako bi se reprodukovao na zvučnicima (slušalicama). Osnove kompresije zvuka se baziraju na izboru odgovarajuće frekvencije uzorkovanja (diskretizacija), odgovarajućoj tehnici zaokruživanja vrednosti amplitude (kvantizacije), kao i izboru odgovarajućeg linijskog koda za prenos digitalnog signala. Najčešće korišćeni algoritmi su MPEG1 LayerII, AAC (*Advanced Audio Coding*), AC-3 (Dolby Digital), Dolby-E... Razlika se ogleda u frekvenciji uzorkovanja, broju bita za kodovanje, ukupnom broju kanala... Sve ove metode su kompresije sa gubicima.

Pored navedenih standardizovanih formata postoje i vlasnički formati koji se mogu koristiti samo ako se i na predaji i na prijemu koristi oprema sa "otključanim" pomenutim formatom npr. AEQ je vlasnik formata AEQ LD+ i kupovinom opreme dobija se mogućnost korišćenja navedenog algoritma. U kombinaciji različitih modela ili proizvođača ova opcija nije dostupna. Navedeni nestandardni formati su pogodni jer obično imaju bolje karakteristike od standardizovanih formata (manji *bitrate*, bolji kvalitet, otporniji su na greške...), a komunikacije su uglavnom *point to point* pa odstupanje od standarda nije problem.

Važno je uočiti razliku između kontejnera (način pakovanja podataka) i kodeka (način kompresije).

Osnovni principi digitalizacije audio signala prikazani su na slici 1.



Slika 1. Digitalizacija audio signala

Oprema za prenos audio signala je, uglavnom, povezana u konfiguraciji *point to point*, a može biti povezana i direktno ili preko posredničkog servera. U slučaju kada se radi prenos zvuka za emitovanje većem broju korisnika (internet radio) tada se koriste *stream* platforme, CDN-ovi... .., ali to nije tema ove vežbe.

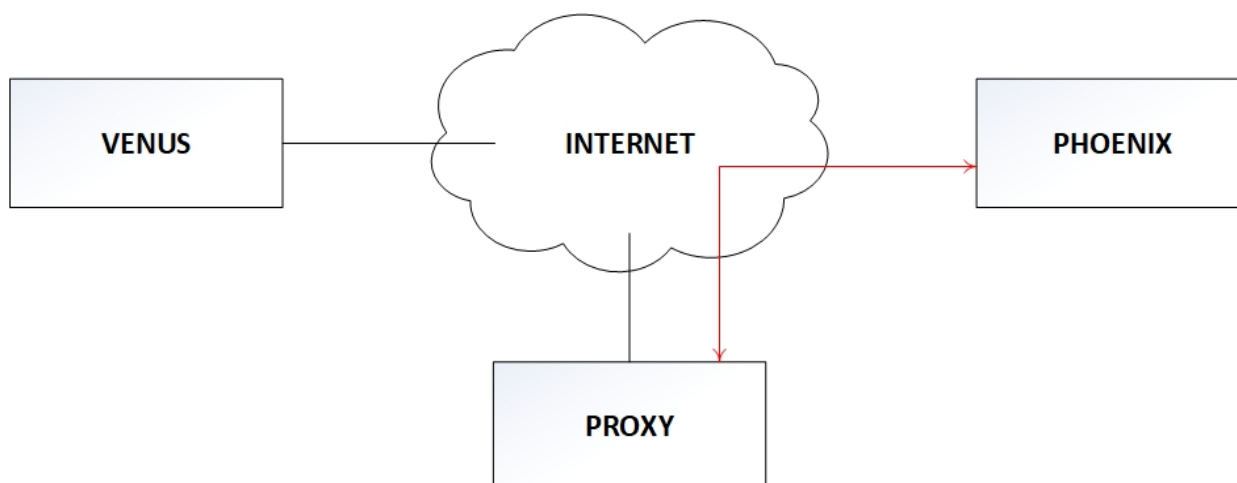
Ako je oprema povezana direktno, bez posredničkog servera, mora biti omogućen način da se dva uređaja međusobno pronađu u mreži. Ukoliko se uređaji nalaze u istoj lokalnoj mreži tada nije problem da se uređaji međusobno "vide" ali problem nastaje kada uređaji nisu u istoj lokalnoj mreži (što je praktično mnogo češći slučaj) i tada je jedno od rešenja da oba uređaja imaju *Public IP* adresu, što tehnički nije uvek izvodljivo. Umesto toga, najčešće primenjivano rešenje je korišćenje posredničkog (*proxy*) servera, kao što će biti prikazano u ovoj vežbi.

Zadatak:

1. Za izradu ove vežbe biće korišćena oprema:

- AEQ Venus *rackmount full duplex* audiokodek
- AEQ Phoenix
- *headset* (slušalice sa mikrofonom)
- zvučnici za audio monitorisanje

2. Oprema je povezana kao na slici 2.



Slika 2. Šema veze

3. Phoenix je mobilni jednokanalni audio kodek, izgled uređaja je kao na slici 3.



Slika 3. AEQ Phoenix

4. Venus izgleda kao na slici 4.



Slika 4. Venus

5. Na Phoenix-u podesiti sledeće parametre:

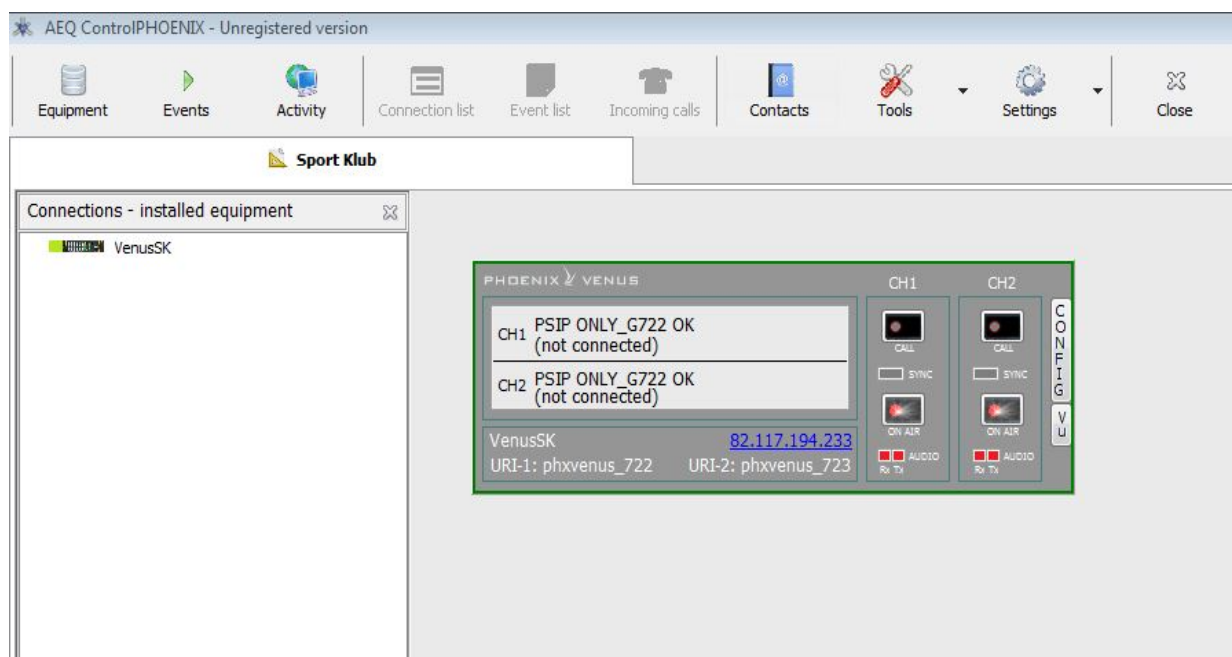
Select Interface: IP (ether.)

Configure interface / DHCP: ON

6. Pogledati podešavanja u meniju:

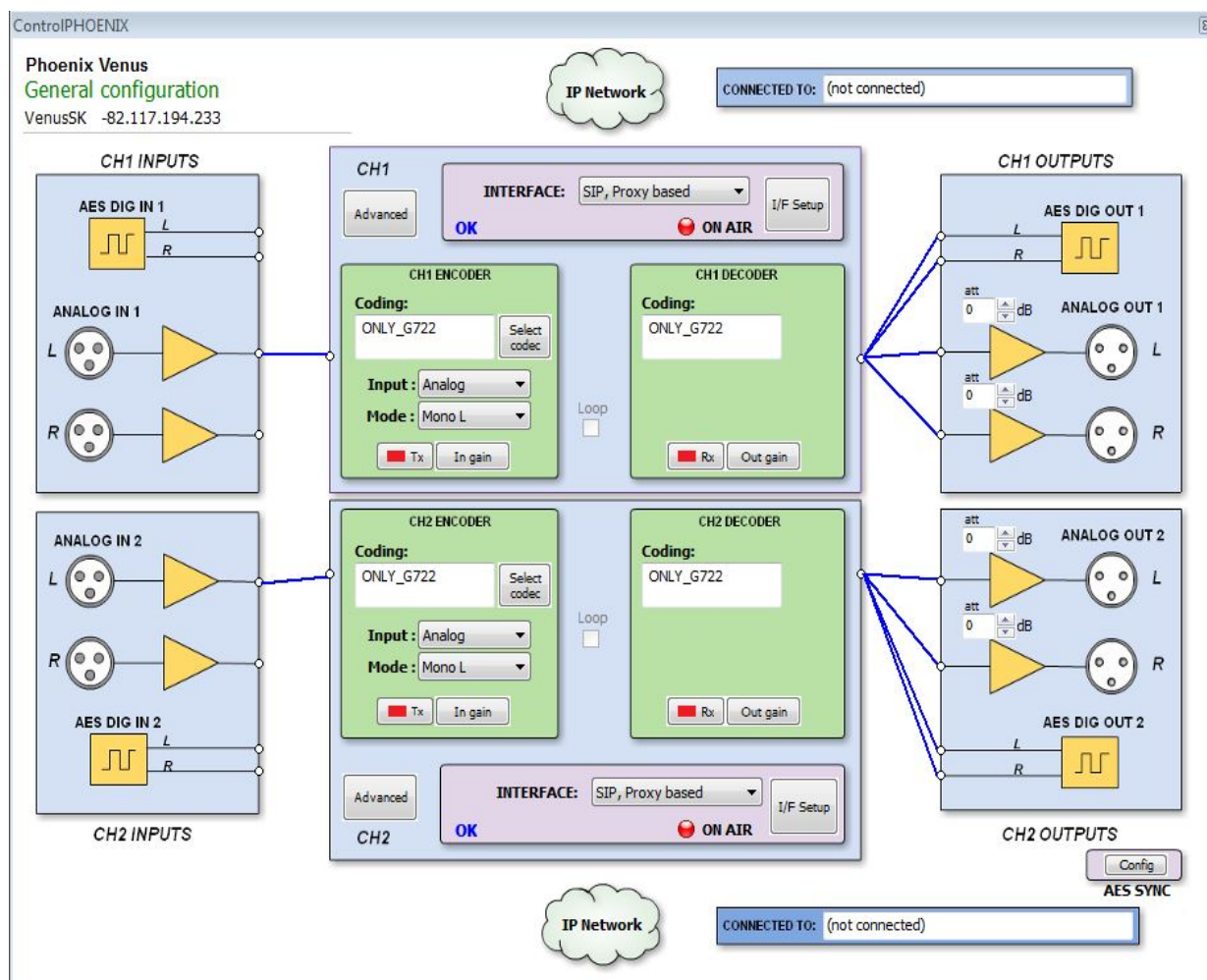
ADVANCED / 05 Communications / 03 SIP Config

7. U *web browser*-u otvoriti MNG Venusa, slika 5.



Slika 5. Venus MNG

8. Konfiguracioni meni Venusa je kao na slici 6.



Slika 6. Venus - Config

9. Uspostaviti vezu sa nekoliko različitih kodeka na Phoenix-u i Venus-u, obratiti pažnju na kvalitet zvuka i na kašnjenje prilikom prenosa.

Pitanja:

1. Objasniti način prenosa audio signala preko javnog Interneta.
2. Objasniti šta je RTCP (*Real-time Transport Control Protocol*) protokol.
3. Objasniti primenu H.323 i SIP (*Session Initiation Protocol*) protokola prilikom prenosa audio signala.
4. Ukratko objasniti način kompresije zvuka.
5. Navesti nekoliko algoritama za kompresiju zvuka.
6. Objasniti razliku između kodeka i kontejnera.
7. Šta je diskretizacija, a šta je kvantizacija zvuka?
8. Objasniti primenu proxy servera prilikom prenosa zvuka preko javnog Interneta.
9. Nacrtati blok-šemu sistema za prenos audio signala sa privremene udaljene lokacije (npr. sportski prenos).
10. Nacrtati blok-šemu sistema za distribuciju audio signala (npr. internet radio).
11. Šta je audio kodek?

VEŽBA 6:

Mobilni enkoderi – Prenos signala preko 3G/4G protokola

Uvod:

U ovoj vežbi biće prikazani osnovni principi *bonding* servera, odnosno pravila prenosa signala preko nekoliko nezavisnih putanja (i protokola). Razdvajanje i slanje paketa na predajnoj strani i spajanje paketa u jedan strim na prijemnoj strani rade *bonding* serveri. Jedna od primena navedenih principa je kod GSM "rančeva" odnosno mobilnih enkodera za novinarske timove čime je obezbeđeno jednostavno trenutno slanje signala do željenih destinacija. Uglavnom se za slanje signala koriste sistemi javne mobilne telefonije (3G i 4G) a pored toga moguće je koristiti i LAN odnosno WiFi. Ovo je uobičajeno pravilo za *news* ekipe, odnosno uvek kada je ekskluziva ispred kvaliteta, slika 1.



Slika 1. Live uključenje

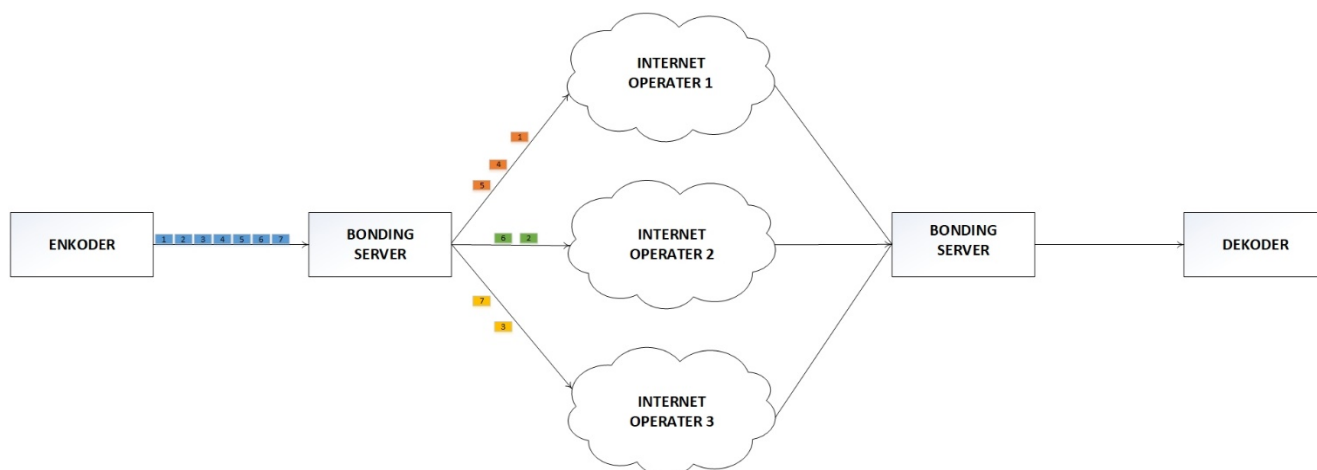
Teoretske osnove:

Komunikacija uglavnom ide preko javnog interneta i koristi se RTP/RTSP striming protokol.

RTP (*real time protokol*) i RTSP (*real time streaming protokol*) su dva sasvim različita protokola koja se obično koriste zajedno. Iako se često pominje samo jedan obično se misli na oba protokola tj. RTP/RTSP (RTP može raditi bez RTSP). RTP označava protokol za transport medija u realnom vremenu, u većini slučajeva H264 ili MPEG4 videa i audija. RTSP je protokol za strimovanje u realnom vremenu koji se koristi za uspostavljanje i kontrolu medija. RTP je, sam po sebi, *push* protokol a to znači da ako enkoder želi da pošalje video dekoderu pomoću RTP protokola on mora da zna IP adresu dekodera i "gura" podatke na dekoder. RTP/RTSP je *pull* protokol; to znači da se dekoder povezuje sa enkoderom koristeći RTSP protokol a zatim enkoder šalje dekoderu video korišćenjem RTP protokola. Više dekodera može se povezati sa

jednim RTSP serverom i ovo se naziva multi-unikast, a RTSP podržava pravi multikast. Da li je ovo protokol baziran na TCP ili UDP? Ovo je, zapravo, mešavina jer RTSP radi preko TCP a RTP se šalje preko UDP (video i audio se šalju preko par UDP portova). Ovo je dobro za strimovanje preko LAN ali može biti problematično ako se koristi za strimovanje preko javnog interneta jer zahteva više portova. Takođe, video i audio se šalju odvojeno, a princip rada se oslanja na sinhronizaciju u RTP zaglavlja za sinhronizaciju. RTP/RTSP je idealan za strimovanje na jedan ili više uređaja u lokalnoj mreži gde su džiter i gubitak paketa minimalni. RTSP radi na skoro svim dekoderima (hardverskim ili softverskim).

Rad *bonding* servera se zasniva na principu obeležavanja paketa i slanje paketa po najoptimalnijim putanjama; princip rada je prikazan na slici 2.



Slika 2. Princip rada bonding servera

Zadatak:

1. Povezati opremu prema šemi na slici 3.



Slika 3. Šema veze

2. Za izradu ove vežbe biće korišćeni sledeći transportni linkovi:

- 4G
- LAN
- WiFi

Preporučljivo je da se vežba uradi sa različitim kombinacijama linkova, jer to direktno utiče na kvalitet i na kašnjenje.

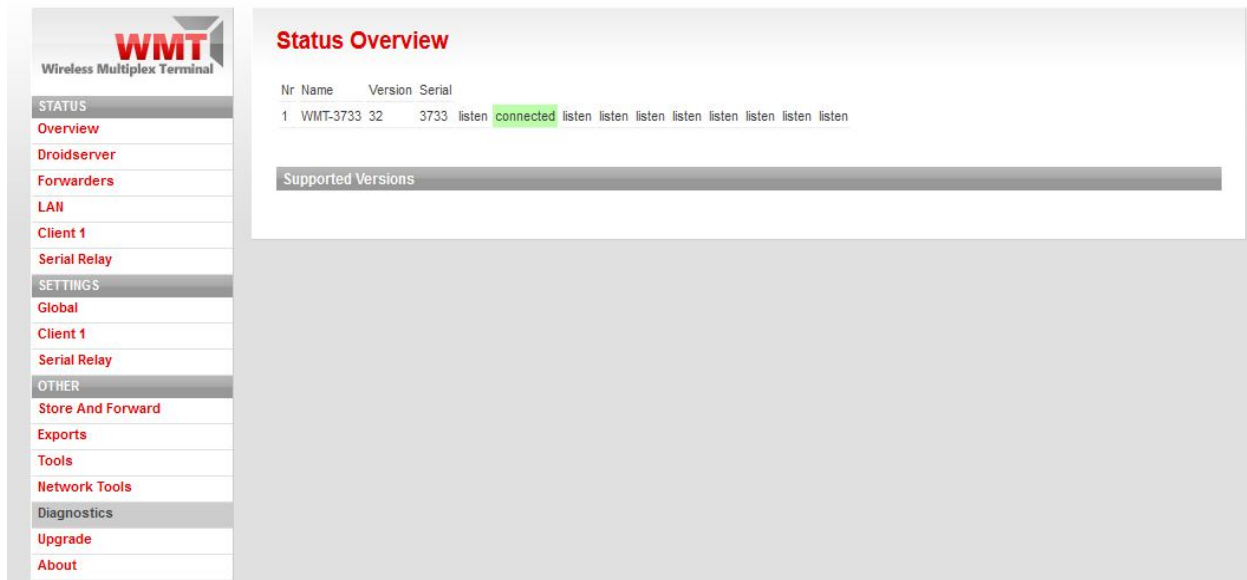
3. Podesiti enkoder da radi u *Live* modu, i uraditi test za sledeće vrednosti kašnjenja:

- 0,8 sekundi
- 2,8 sekundi

- 10 sekundi

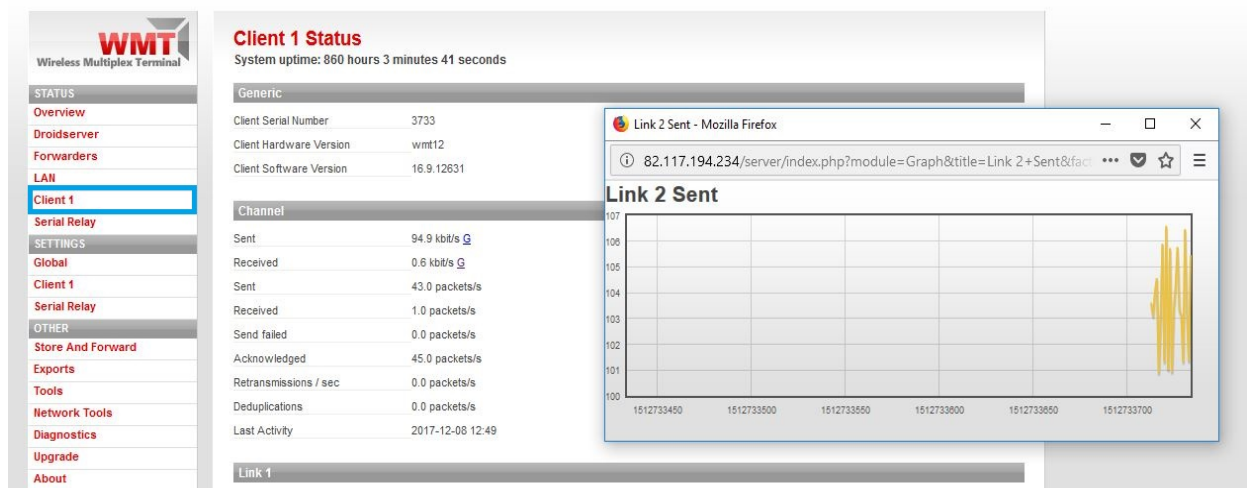
Koji su prednosti a koji nedostaci navedenih podešavanja?

4. U otvorenom *web browser*-u pogledati dostupne opcije servera, slika 4.



Slika 4. WMT Server

5. U *Server* podešavanjima otvoriti karticu *Client1* i na grafikonima pogledati ostvareni saobraćaj. Pogledati kako je raspoređen saobraćaj ako se promeni prioritet konekcija, slika 5.



Slika 5. WMT Server - Client1

Pitanja:

1. Objasniti razliku između *push* i *pull* protokola.
2. Sta su *bonding* serveri ?
3. Objasniti primenu *bonding* servera.
4. Šta je DSNG (*digital satellite news gathering*) ?
5. Objasniti prednosti i nedostatke mobilnih enkodera ?
6. Šta je IFB (interruptible foldback) ?
7. Kako *delay* utiče na kvalitet signala ?
8. Kako veličina bafera utiče na kvalitet signala ?
9. Koje su realne / teoretske brzine ostvarene u 3G mobilnim mrežama ?
10. Koje su realne / teoretske brzine ostvarene u 4G mobilnim mrežama ?

VEŽBA 7:

DVB-C / DVB-C2

Konfigurisanje i testiranje WISI *Chameleon* sistema

Uvod:

Sistemi kablovske digitalne televizije DVB-C (*Digital Video Broadcasting for Cable Systems*) je preporuka ETS 300429 (*European Telecommunications Standards Institute*) koja predviđa emitovanje televizijskog signala u TV kanalu nominalne širine 8 MHz na UHF području, odnosno kanalu nominalne širine 7 MHz na VFH području. Cilj vežbe je upoznavanje studenata sa načinom funkcionisanja DVB-C sistema sa osvrtom na DVB-C2 sisteme. Praktični deo vežbe podrazumeva konfigurisanje i testiranje WISI DVB-C modulatora. WISI *Chameleon* je često korišćena i vrlo pouzdana platforma u praktičnoj primeni.

Teoretske osnove:

DVB-C

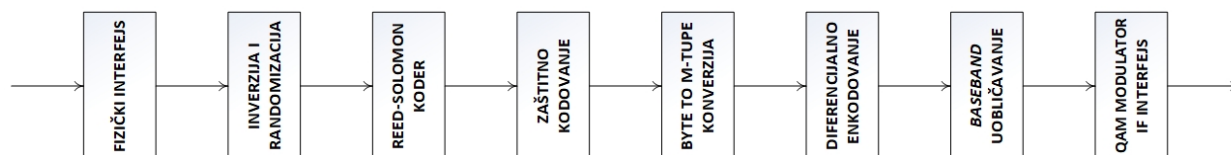
U kablovskim distributivnim sistemima koriste se svi televizijski opsezi, Tabela 1:

<i>Naziv opsega</i>	<i>Opseg frekvencija [MHz]</i>	<i>Kanali</i>
VHF I	47 – 68	C2 – C4
Lower S	111 - 174	S2 – S10
Opseg VHF III	174 - 230	C5 – C12
Upper S	230 - 300	S11 – S20
Hyper S	302 - 470	S21 – S40
UHF IV/V	470 - 862	C21 – C69

Tabela 1. DVB-C Opsezi

U nastavku vežbe podrazumevaće se da je na ulaz sistema doveden MPEG-TS (enkodovan signal) sa jednim servisom (SPTS) ili više servisa (MPTS) pa neće biti osvrta na proces enkodovanja signala.

Konceptualna blok šema sa osnovnim elementima predajne (*head-end*) strane prikazana je na slici 1.



Slika 1. Blok šema DVB-C sistema

Fizički interfejs – ovaj blok prilagođava strukturu ulaznih podataka ostatku sistema. Ulazni signal mora biti paketizovan, odnosno MPEG-TS.

Inverzija i randomizacija – u MPEG2 TS prvi bajt (od ukupno 188 bajtova) je sink bajt pa u ovom bloku se radi inverzija (ako je potrebno) i premeštanje bajtova radi što efikasnijeg iskorišćenja spektra (da se izbegnu situacije mnogo uzastopnih nula).

Reed-Solomonov koder – zaštitno kodovanje dodavanjem podataka (na ulazu je 188 bajtova i dodaje se 16 zaštitnih bajtova pa na izlazu paket se sastoji od 204 bajta).

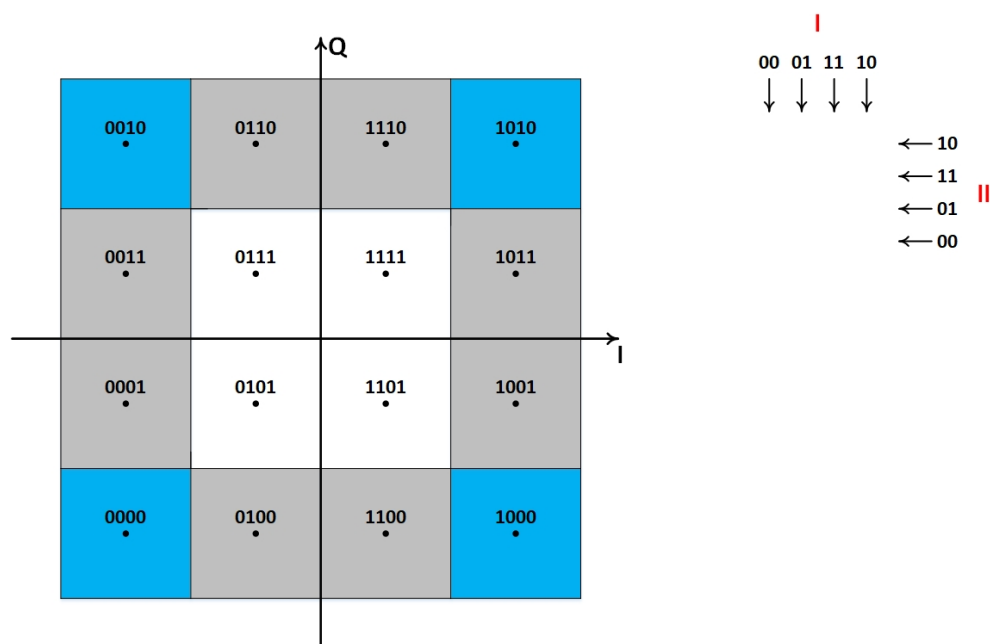
Zaštitni koder – radi zaštitu od greške korišćenjem konvolucionih koder (uređaja čiji izlaz zavisi od ulaza i prethodnog stanja, pa su ovo koderi sa memorijom). Ovde se vrši „mešanje“ bajtova kako bi sistem bio otporniji na kratkotrajne smetnje.

Byte to M-type konverzija – vrši se konverzija bajtova u simbole.

Diferencijalno enkodovanje – ovim sklopom se eliminiše da prijemnik uđe u stanje „dvosmislenosti“, princip rada je sličan kao *burst* signalu u PAL sistemima.

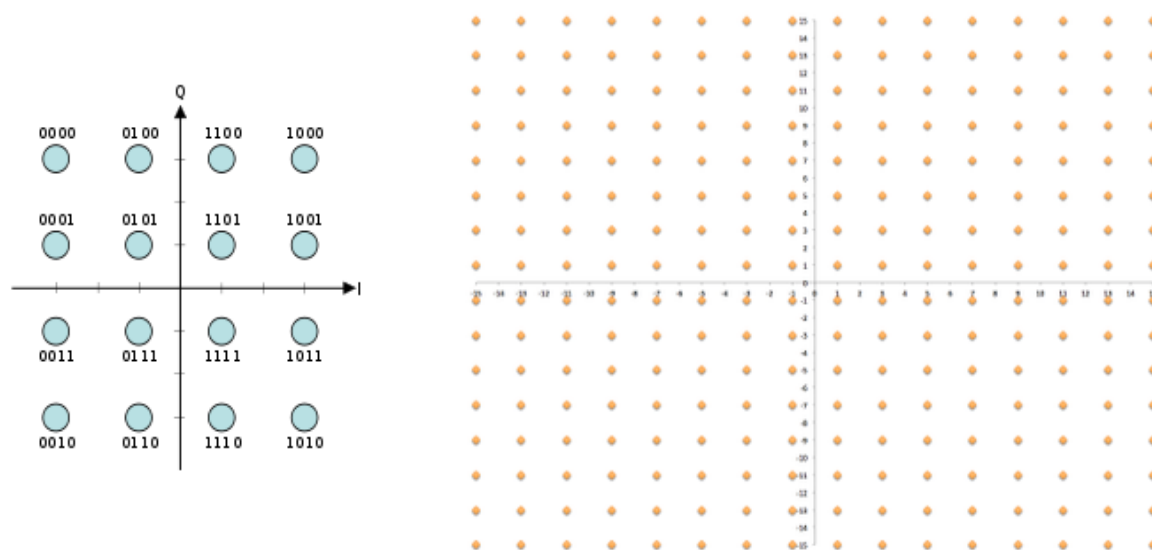
Baseband uobličavanje – mapiranje, raspoređivanje bita u kvadrante.

QAM modulator – kvadratura amplitudska modulacija.



Slika 2. M-QAM (u ovom slučaju M=16)

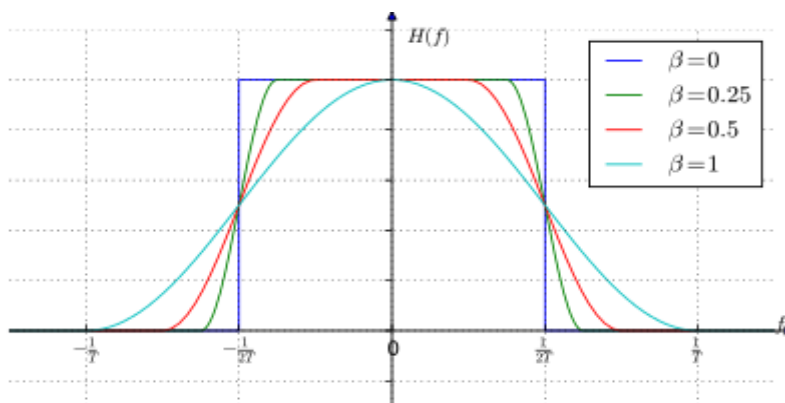
U DVB-C koriste se modulacione šeme 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM, 128-QAM i 256-QAM. Konstalacioni dijagrami su prikazani na slici 3:



Slika 3. 16-QAM i 256-QAM

Postoji nekoliko varijanti DVB-C standarda, i oni su od ITU standardizovani pod nazivom J83 s tim da aneksi određuju, između ostalog, geografsko područje gde se standard koristi; pa tako u Severnoj Americi se koristi J83 AnnexB, u Evropi se koristi J83 AnnexA dok se u Japanu koristi J83 AnnexC.

Jedna od razlika među aneksima je *Roll-off* faktor (faktor zaobljenosti signala). Karakteristična vrednost *Roll-off* faktora u DVB-C iznosi 0,15.



Slika 4. Roll-off faktor

Uobičajene vrednosti protoka simbola su u granicama od 0.87 do 7 Msymbols/s, ali to zavisi od proizvođača opreme. Uobičajene vrednosti nivoa signala na izlazu iz demodulatora su u granicama od -75 do -10 dBm odnosno od 33 to 99 dBμV. Signal se svakako mora pojačati pre dalje distribucije i uobičajeno je da se kontribucija signala vrši preko optičkih kablova (manji gubici) a distribucija od distributivnih podstanica do krajnjih korisnika ide preko koaksijalnih kablova (hibridne pristupne mreže).

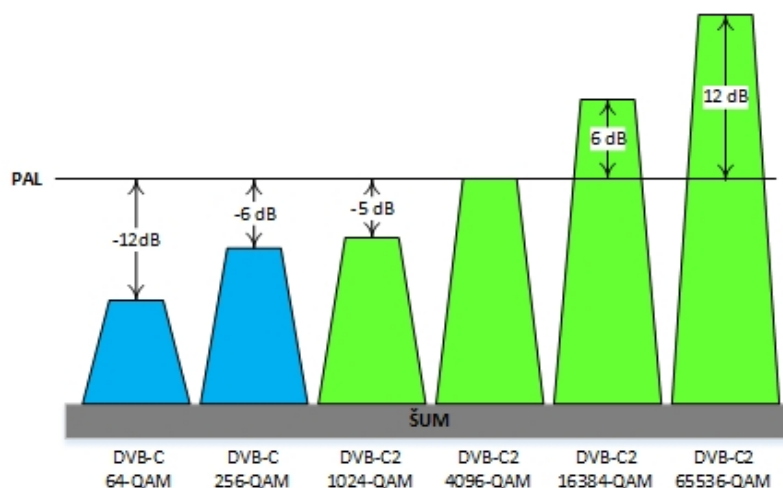
DVB-C2

Ovo je novi standard kojim se postiže najmanje 30% viši bitski protok u odnosu na DVB-C. Viši protok je posledica:

- boljeg FEC-a (koriste se znatno efikasniji LDPC kodovi – *low density parity check*)
- primena viših tipova modulacionih šema (1024-QAM, 4096-QAM)
- objedinjavanje kanala

Za razliku od DVB-T/T2 ili DVB-S/S2, DVB-C/C2 ne mora da vodi računa o ometanju „suseda“. DVB-C/C2 je „oklopljen“ standard pa nema ometajućih zračenja i zato se umesto jednog predefinisano kanala može koristiti više kanala i upravo to je odlična podloga za implementaciju OFDM (*orthogonal frequency-division multiplexing*) modulacione šeme.

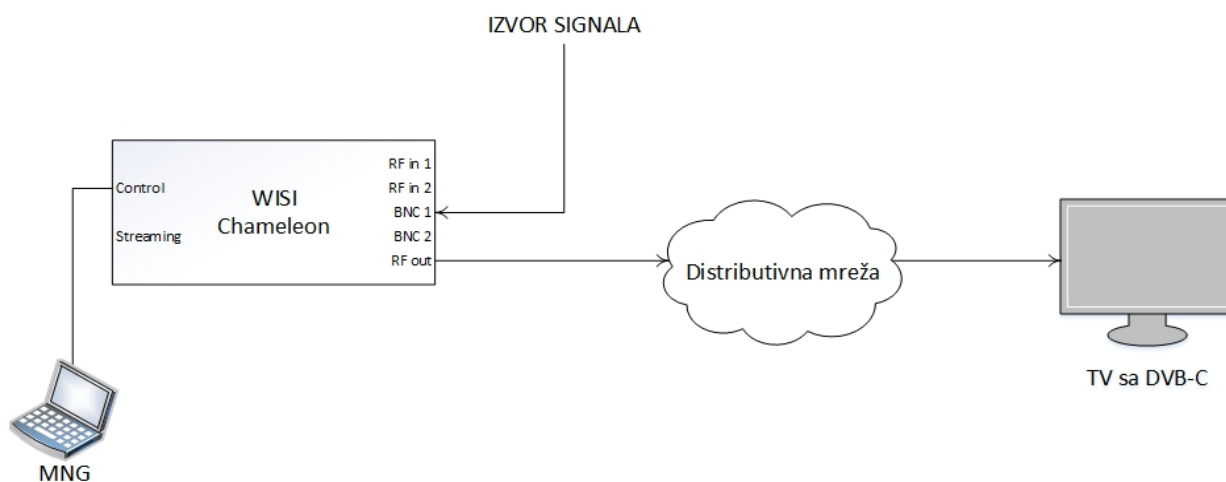
Nivoi snage pojedinih modulacionih šema u odnosu na nivo analognog signala prikazani su na slici 5:



Slika 5. Odnosi snaga PAL i DVB-C/C2

Zadatak:

1. Oprema je povezana kao na šemi sa slike 6:



Slika 6. Šema veze

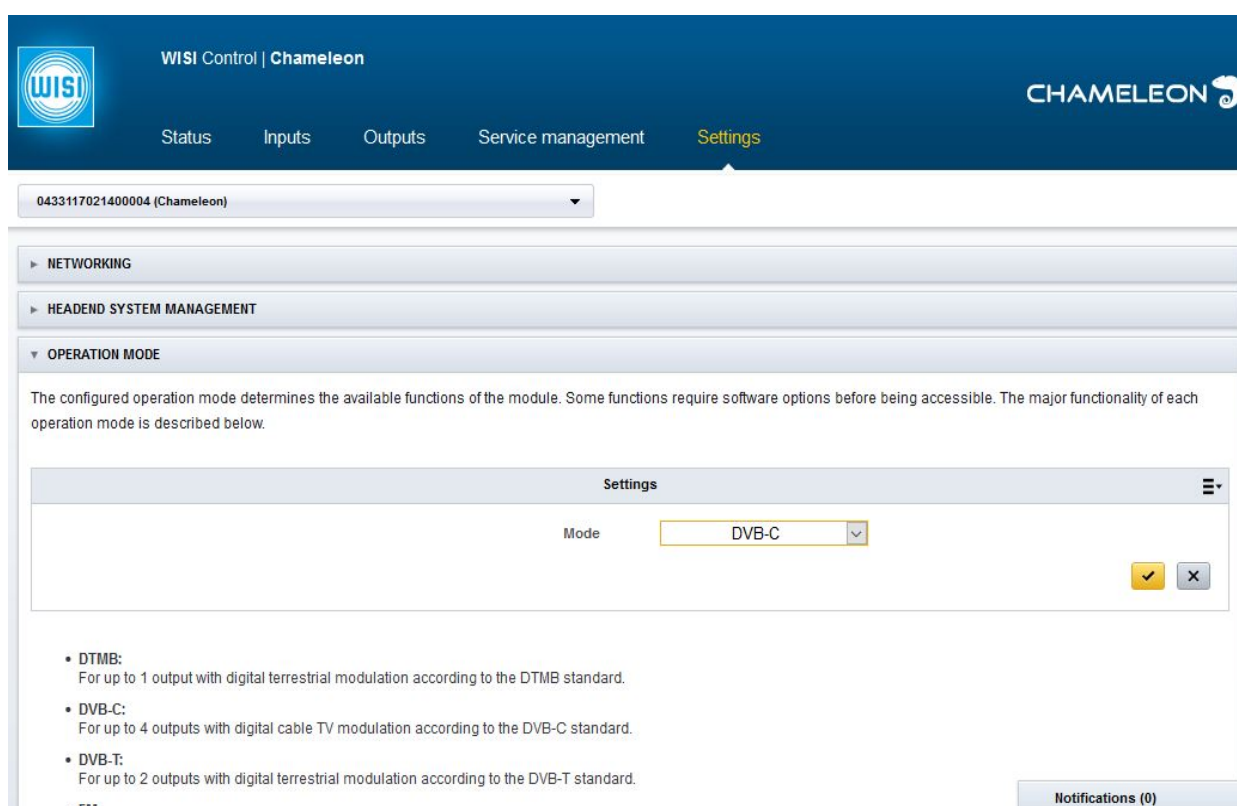
2. MNG adresa *Chameleon* modula je: 192.168.64.50

3. WISI *Chameleon* je uređaj koji, zavisno od licence, može imati nekoliko namena. Samo neke primene ovog uređaja su: DVB-C ili J.83 Annex A/B/C modulator, DVB-T modulator, PAL modulator, FM modulator, demodulatori sa nekoliko tipova interfejsa... u ovoj vežbi *Chameleon* će raditi u 4 DVB-C OUT modu rada.



Slika 7. *Chameleon*

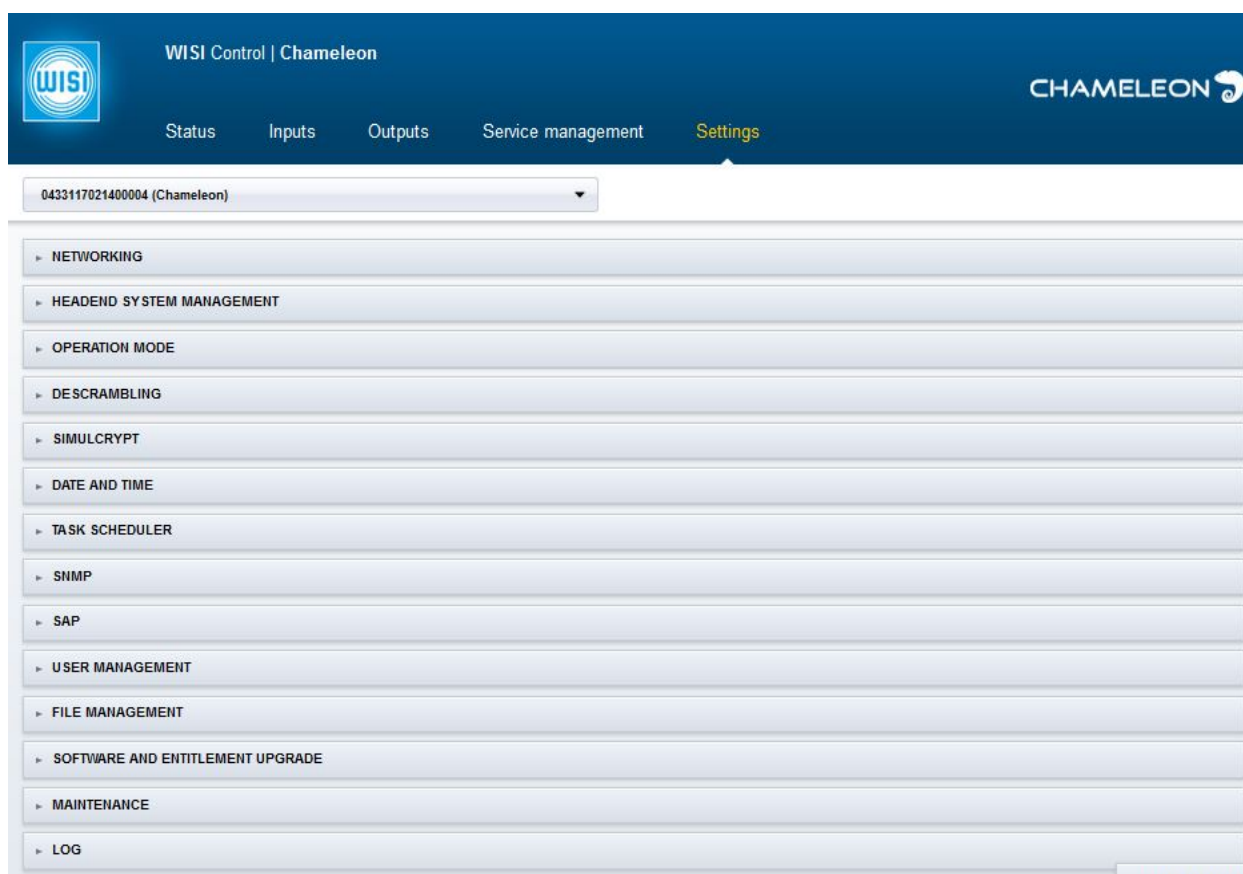
4. U kartici *Settings* proveriti u kom modu radi *Chameleon*. Ako nije podešeno, namestiti DVB-C, kao na slici 8:



Slika 8. *Operation mode*

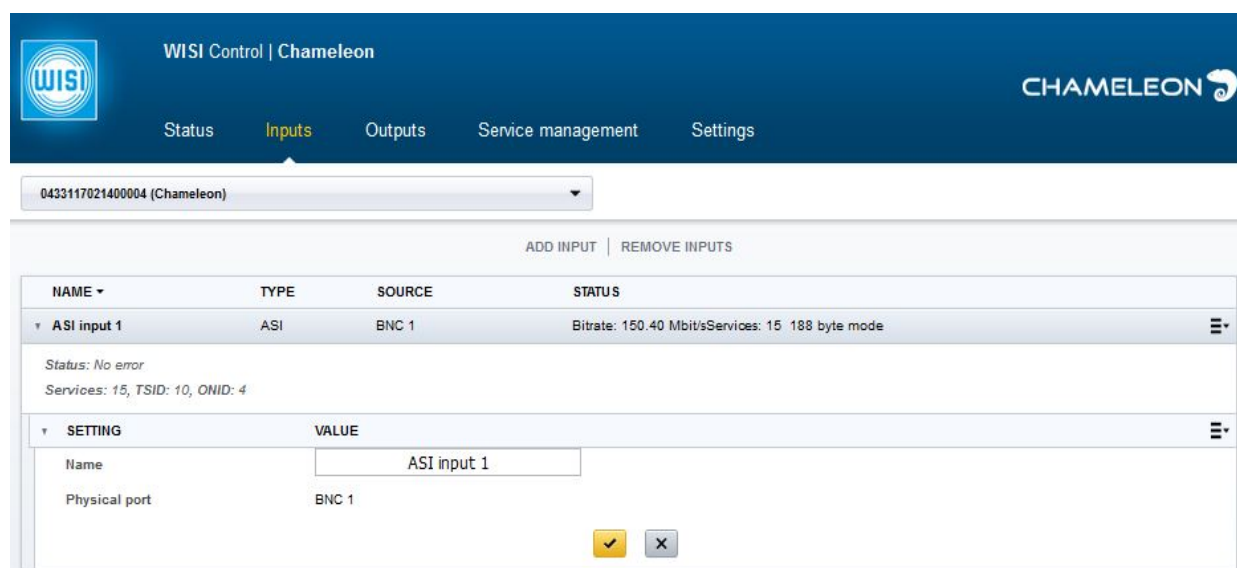
Pogledati i prokomentarisati ostale modove rada i mogućnosti primene.

5. Pogledaj ostala sistemaka podešavanja iz kartice *Settings*, slika 9.



Slika 9. Settings

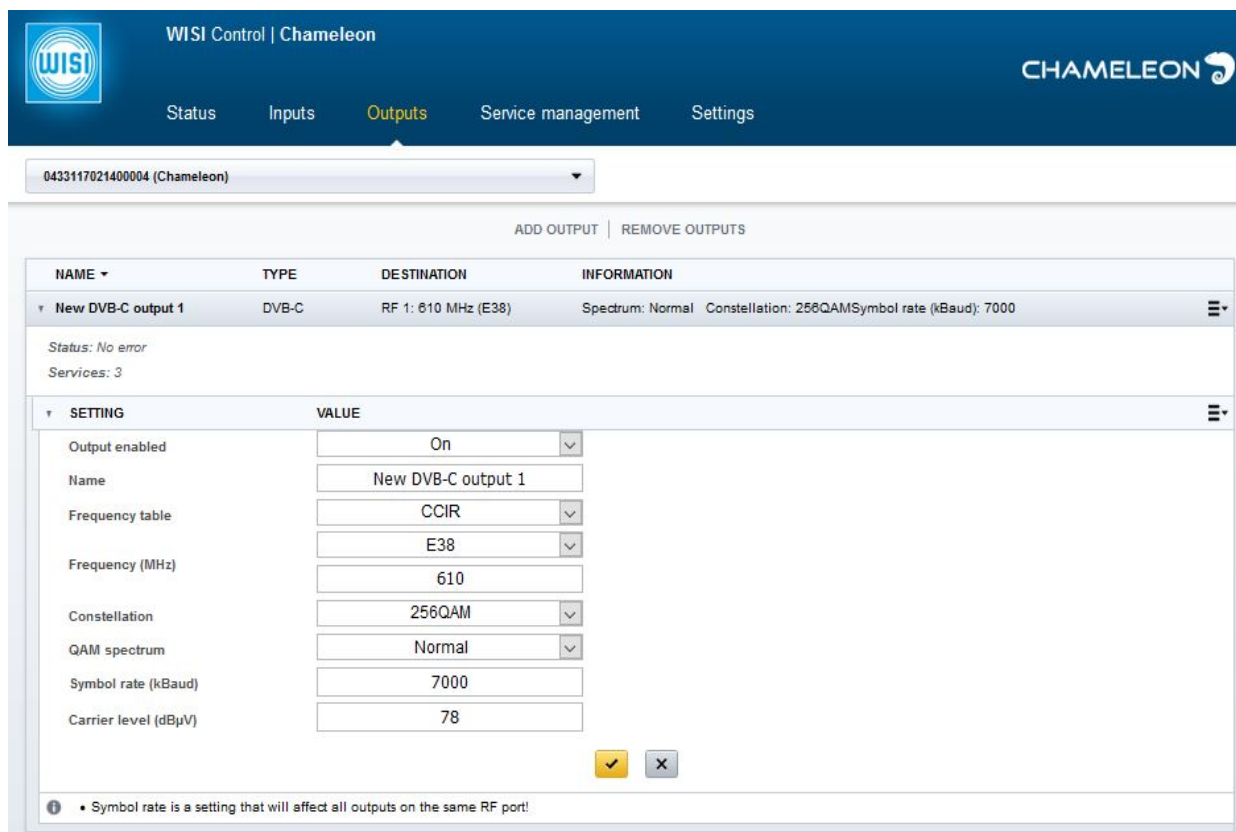
6. Za ulazni interfejs izabrati BNC 1 i port nazvati ASI input 1, slika 10.



Slika 10. Inputs

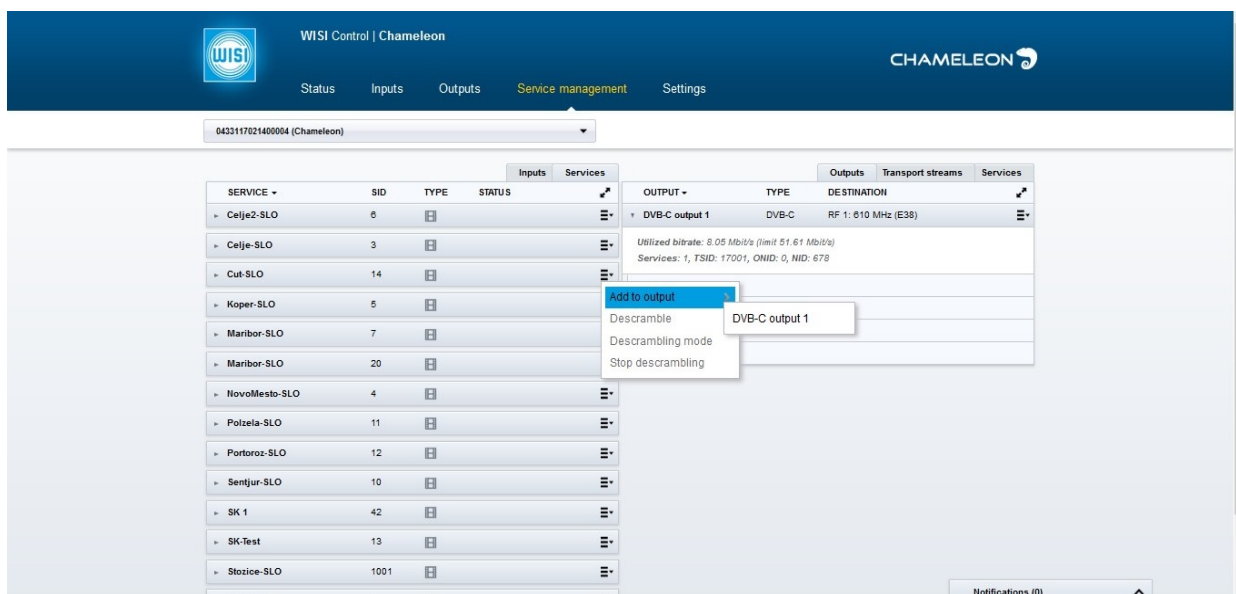
Razmotriti mogućnost korišćenja drugih ulaza.

7. Za izlazni interfejs izabrati DVB-C i podesiti parametre kao na slici 11:



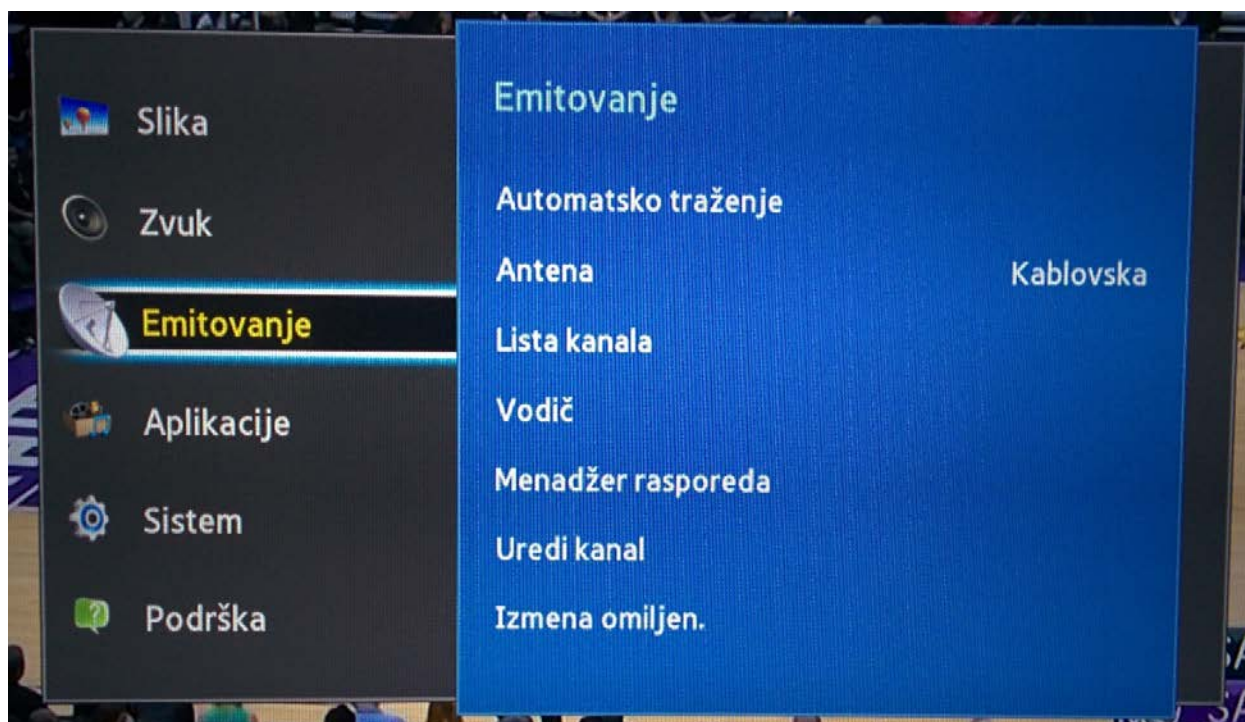
Slika 11. Outputs

8. Sa ulaznog interfejsa servisi se prosleđuju kao što je prikazano na slici 12 (desnim klikom miša odabrati servis sa ulaza, odabrati "Add to output" i izabrati DVB-C output 1):

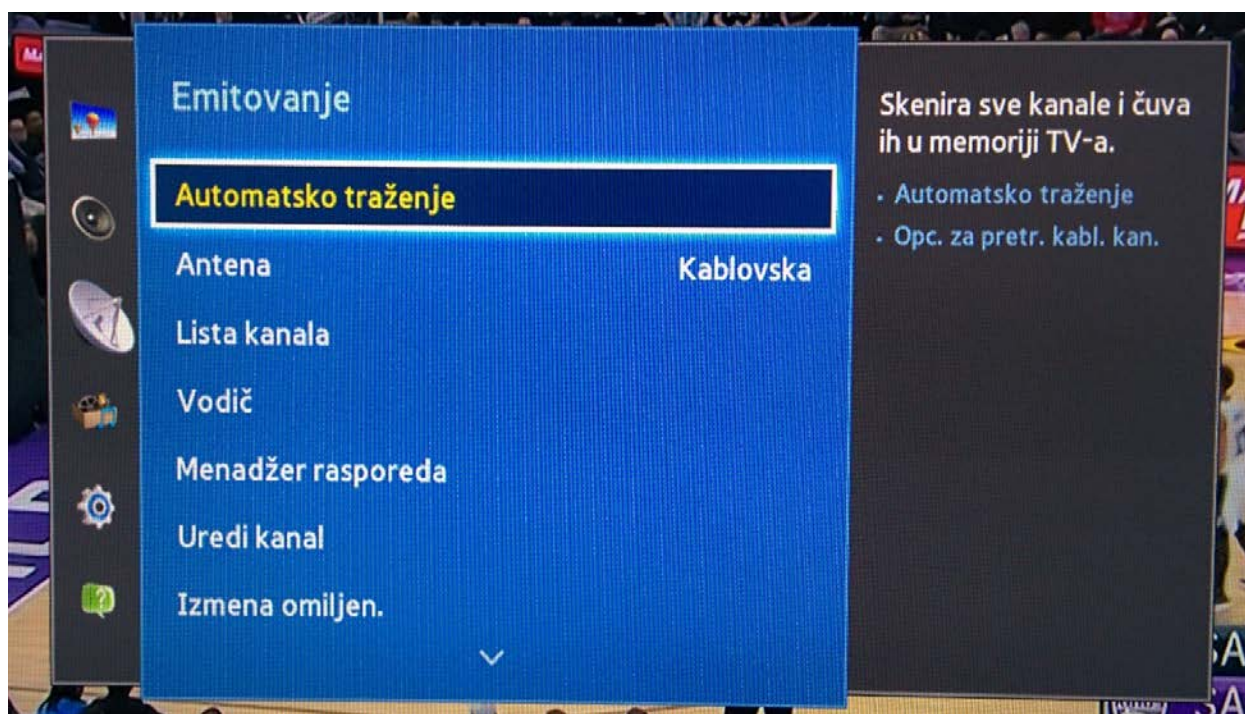


Slika 12. Service managment

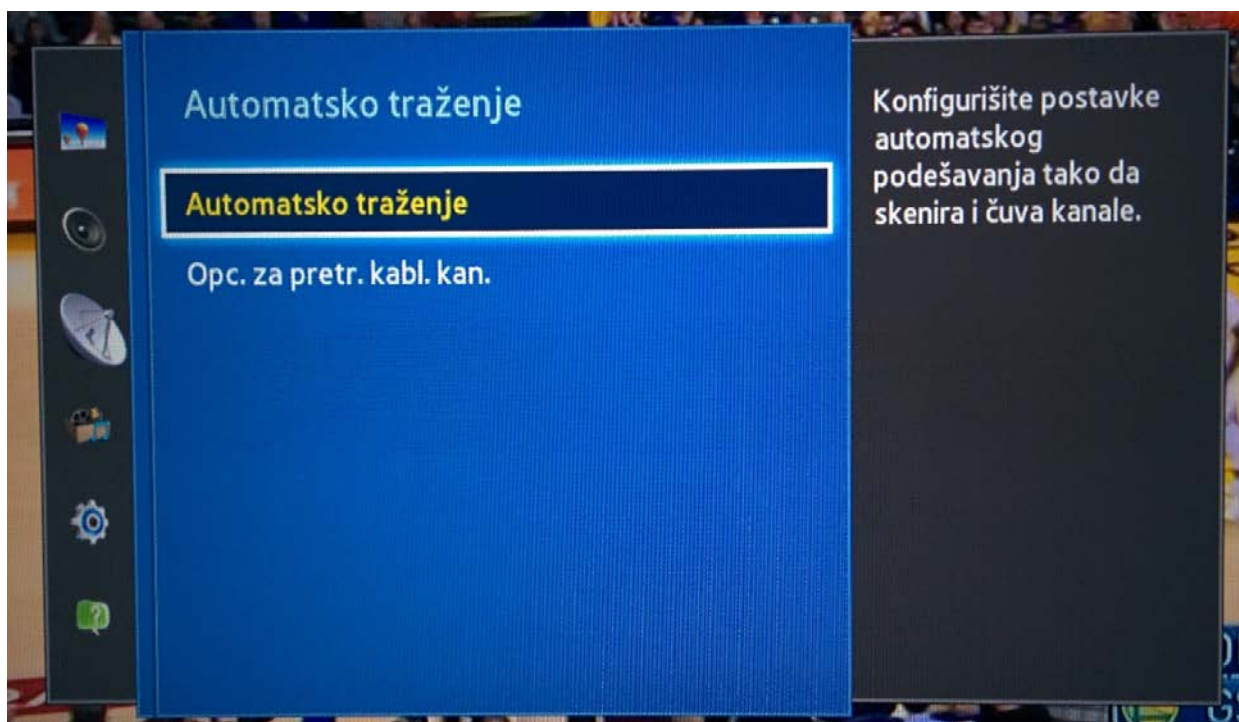
9. Pokrenuti skeniranje kanala na televizoru po proceduri koja je prikazana na slikama 13, 14, 15, 16, 17, 18 i 19.



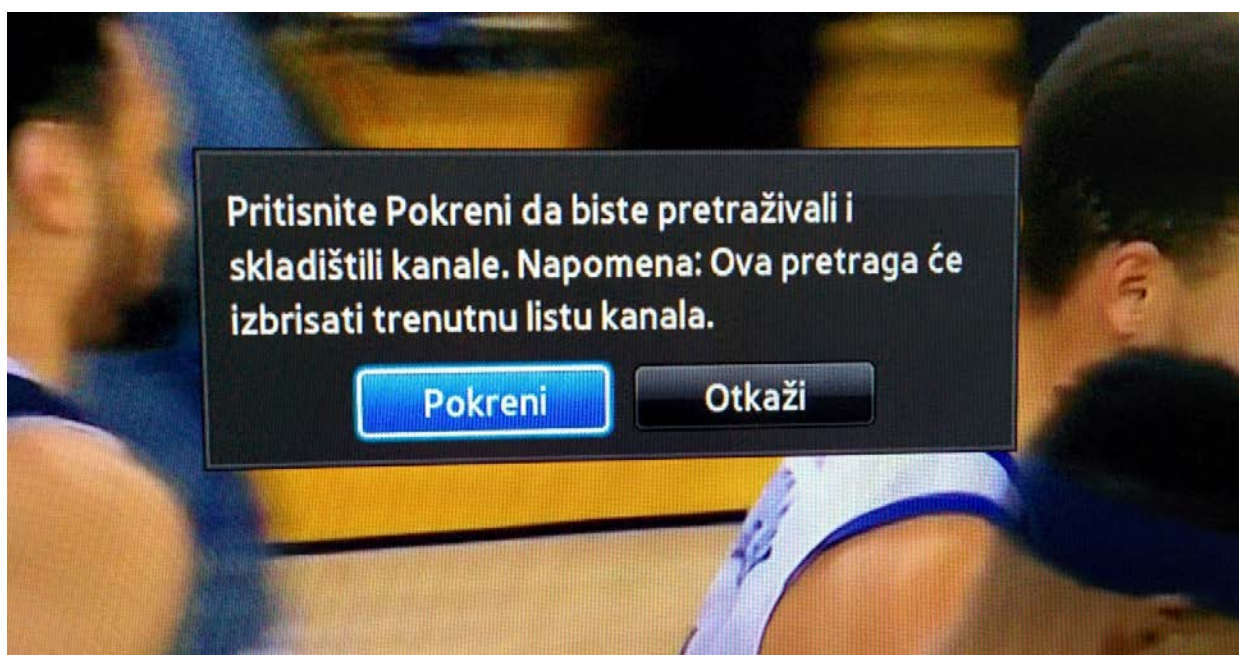
Slika 13. *Emitovanje*



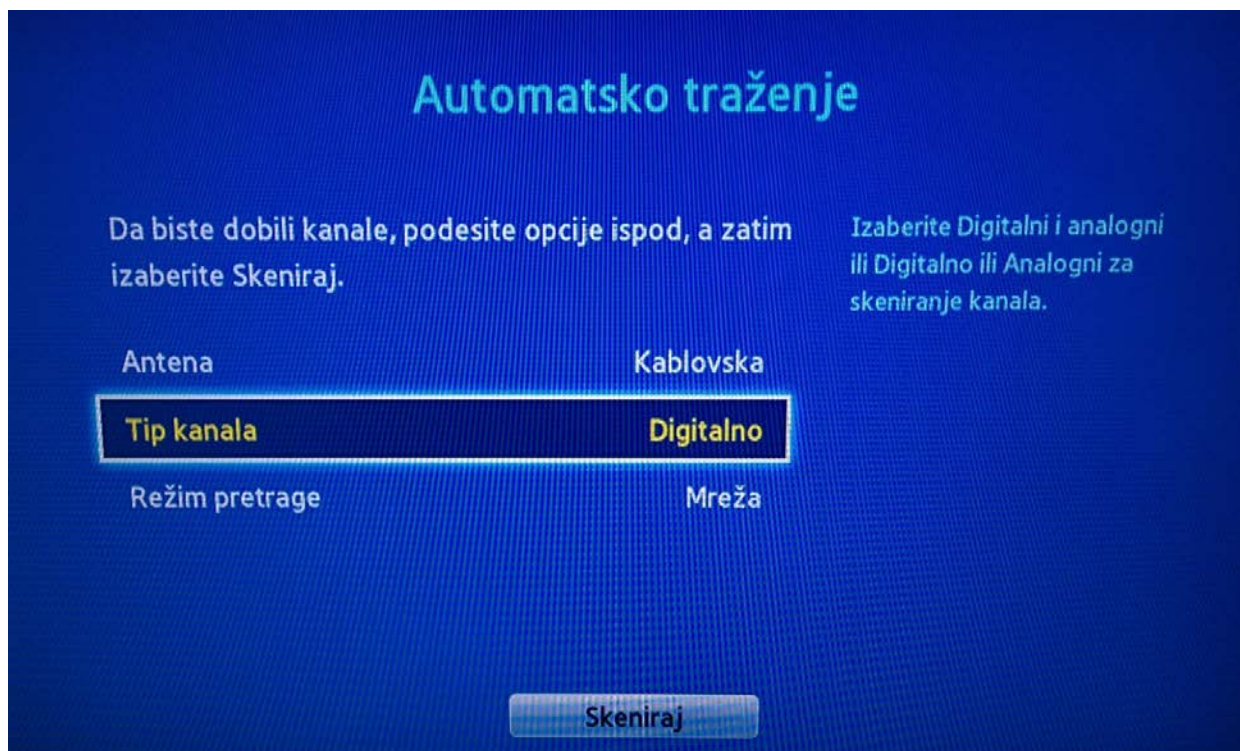
Slika 14. *Automatsko traženje*



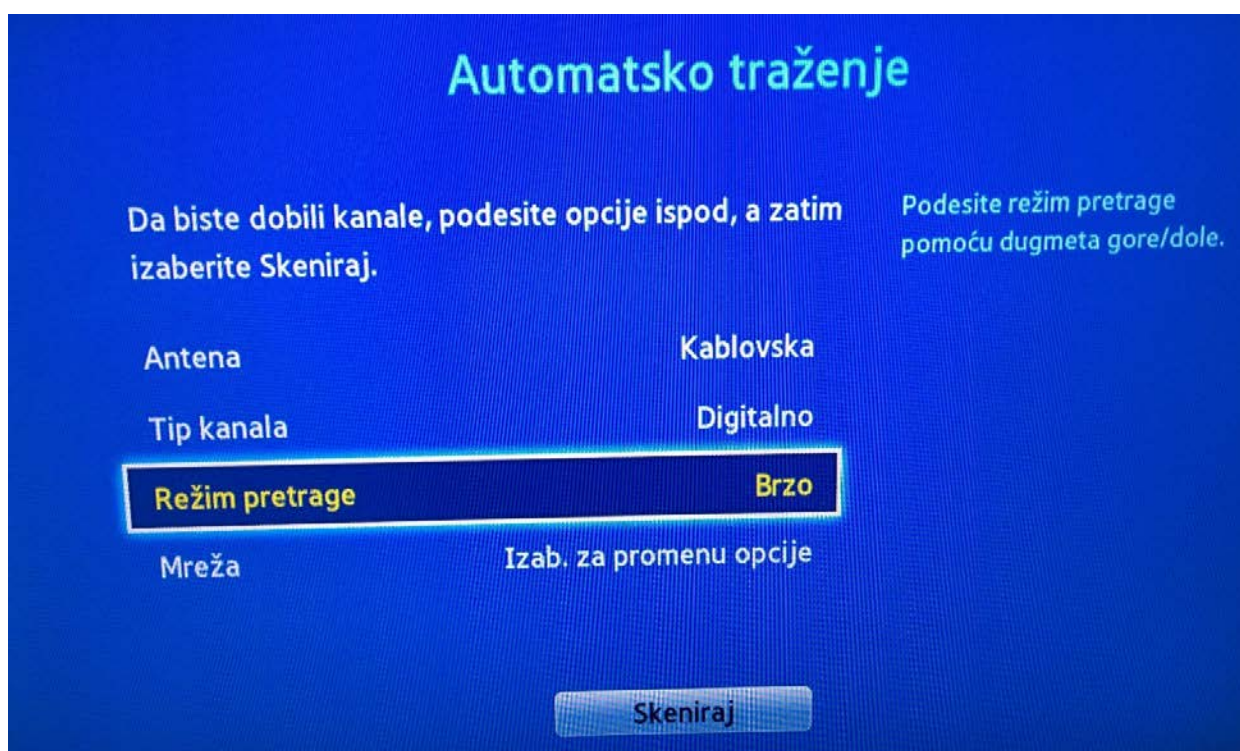
Slika 15. *Automatsko traženje*



Slika 16. *Početak skeniranja*



Slika 17. Tip kanala



Slika 18. Režim pretrage



Slika 19. Parametri skeniranja

10. Promenom kanala na TV prijemniku proveriti funkcionalnost DVB-C modulatora.

Pitanja:

1. Šta je DVB-C ?
2. Koji frekventni opsezi se koriste za kablovsku televiziju ?
3. Uporediti analogno i digitalno emitovanje kablovske televizije.
4. Objasniti razliku između 16-QAM i 256-QAM ?
5. Kako se definiše Roll-off faktor ?
6. Kako se definiše nivo signala i koje su uobičajene vrednosti nivoa signala na izlazu iz demodulatora ?
7. Uporediti DVB-C i DVB-C2.
8. Navedi razlog uvođenja Rid-Solomonovog kodovanja.
9. Navedi razlog uvođenja zaštitnog kodovanja.
10. Da li su DVB-C distributivni sistemi osetljivi na spoljašnje smetnje ?

VEŽBA 8:

Merenje parametara signala digitalne televizije

Uvod:

Cilj vežbe je upoznavanje sa osnovnim parametrima signala digitalne televizije i upoznavanje sa instrumentima koji se koriste za merenje i kontrolu signala. Za izvođenje vežbe biće korišćen instrument Televes H45 Compact sa odgovarajućim antenama.

Teoretske osnove:

Instrument Televes H45 Compact je uređaj pomoću koga se mogu snimati parametri analognog televizijskog signala, kako zemaljskog, tako i kablovskog, digitalnog zemaljskog televizijskog signala, digitalnog kablovskog televizijskog signala, satelitskog televizijskog signala, 4G signala... Cilj ove vežbe je snimanje parametara signala digitalne televizije druge generacije standarda DVB-T2 koji se koristi u Srbiji, kao i njihove zavisnosti od vrste antene.

Digitalna televizija, pored televizijskog programa, obezbeđuje i upotrebu pratećih servisa na TV prijemnicima (fiksni prijem) sa spoljašnjom antenom. DVB-T (*Digital Video Broadcasting – Terrestrial*) predstavlja standard za prenos zemaljskog digitalnog video signala. DVB-T sistem predviđa različite modove rada u zavisnosti od primenjene modulacije i kodnog količnika.

Druga generacija DVB-T standarda - DVB-T2, koja je prihvaćena u Srbiji kao standard za emitovanje, uvodi nove šeme modulacije signala i odgovarajuće modove rada.

Zauzetost spektra direktno zavisi od bitskog protoka, što za posledicu ima njegovo smanjivanje. Iz ovog razloga se vrši redukcija, odnosno kompresija signala korišćenjem više metoda. Najčešće primenjivan standard za kompresiju u digitalnoj televiziji je MPEG-2 standard. Nakon njega pojavio se MPEG-4 (verzija 10), odnosno H.264/AVC koji je usvojen u Republici Srbiji kao kompresioni standard. U njemu je dodato nekoliko poboljšanja koja se ogledaju u novim načinima kodiranja i smanjivanju bitskog protoka bez degradacije kvaliteta slike. Nakon kompresije signala sledi multipleksiranje koje se ogleda u formiranju paketa odgovarajuće dužine koji formiraju transportni niz.

Kako bi se omogućila korekcije greške u televizijskom prijemniku vrši se kanalsko kodiranje (*Channel Coding*) koje se sastoji u namernom uvođenju redundantnosti, odnosno viška podataka u koristan signal. Kodni količnik predstavlja odnos količine informacija sa redundantnim i aktuelnim podacima. Mapiranjem se određuju položaji svih moduliranih nosilaca podataka jednog OFDM rama u I-Q konstalacionoj ravni. Konstalaciona tačka je kompleksni modulacioni broj. Modulacione šeme m-PSK i m-QAM mogu biti uniforme gde je razmak između tačaka u konstalacionoj (I-Q) ravni uvek isti, ili neuniformne, gde se razlikuje. Nakon modulacione tehnike sa više nosilaca (*Orthogonal Frequency Division Multiplex - OFDM*), inverzne Furijeove transformacije (IFFT), paralelno serijske konverzije i ubacivanja zaštitnog intervala, vrši se D/A konverzija i dobijaju se spektralno multipleksirani kontinualni signali.

Na prijemnom delu, zaštitni interval se uklanja pre razdvajanja nosilaca tako da se sva intersimbolska interferencija (ISI) od prethodnog simbola nalazi unutar zaštitnog intervala, tako da se na izlazu nema uticaj intersimbolske interferencije. Tokom trajanja ovog intervala

prijemnik je neaktivan kako bi se eliminisao prijem reflektovanih signala. Konstalacionim dijagramom se definiše položaj konstalacionih tačaka u I-Q ravni. Svaka tačka u konstalacionom dijagramu može odstupati za određeni iznos od idealnog položaja tako da se merenjem MER-a na prijemu vrši analiza kvaliteta DVB-T signala. Za MER (*Modulation Error Ratio*) koji je manji od 24 dB, BER (*Bit Error Ratio*) naglo raste pri čemu dolazi do drastičnog povećanja broja grešaka u prijemu. MER se izračunava na osnovu izraza:

$$MER \text{ (dB)} = \log_{10} \left(\frac{P_{signal}}{P_{error}} \right)$$

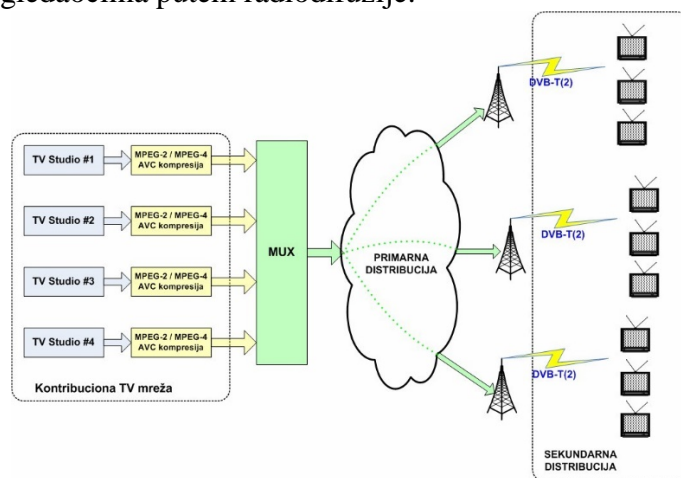
$$MER(\%) = \sqrt{\left(\frac{P_{signal}}{P_{error}} \right)} \cdot 100\%$$

DVB-T sistemi

Kod digitalne radiodifuzije, umesto samo jednog TV programa emituje se multipleks televizijskog sadržaja u istom UHF/VHF radio kanalu. Broj TV kanala u multipleksu zavisi od više faktora: izbora parametara u QEF radio kanalu (raspoložive bitske brzine), tipa kompresije (MPEG-2/MPEG-4), formata TV programa (SD/HD), željenog kvaliteta (bitske brzine svakog kanala). Svaki pojedinačni TV program u kanalu je digitalizovan i kompresovan, a kompresovani TV sadržaj je zapakovan u MPEG-TS (*MPEG transport stream*), odnosno SPTS. Pojedinačni SPTS su multipleksirani u jedan zajednički Transport Stream koji nosi više sadržaja (MPTS). Ovakav multipleks pobuđuje DVB-T modulator predajnika.

DVB-T sistem se sastoji od sledećih celina, slika 1:

- kontribucione TV mreže, kojom se vrši obrada i akvizicija TV sadržaja,
- centralizovanih multipleksera, kojima se od prikupljenih TV sadržaja na jednoj lokaciji formira DVB multipleks, uz eventualnu primenu zaštite sadržaja (CAS),
- mreže za primarnu distribuciju TV signala, pomoću koje se multipleks prenosi od centralne lokacije do udaljenih DVB-T predajnika,
- mreže za sekundarnu distribuciju TV signala, sistema predajnika kojima se DVB-T signal distribuira gledaocima putem radiodifuzije.

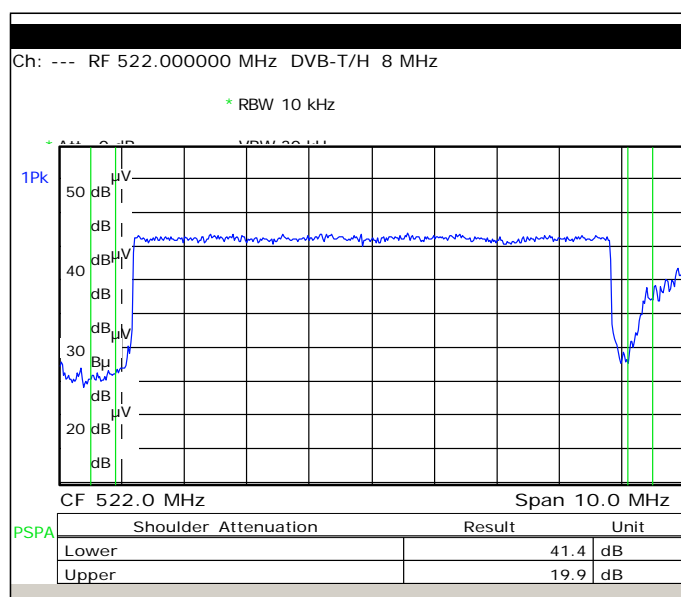


Slika 1. Struktura DVB-T sistema

Merenje parametara signala digitalne televizije

U skladu sa preporukom ITU-a (*International Telecommunication Union*) najvažniji parametri koji se mere prilikom vršenja monitoringa digitalnih radiodifuznih signala su: frekvencija i širina opsega, snaga i jačina polja, određivanje identifikacije predajnika i tipa servisa, kvalitet slike i zvuka, kvalitet predajnog signala, pokrivenost, karakteristike RF kanala, drugi tehnički parametri...

Merenje spektra daje pregled aktivnog mernog kanala. Ulazni signal i vrednosti slabljenja ivica za više i niže krajeve opsega prikazani su na slici 2. DVB-T predajnici sadrže linearne pojačavače i korekcionni nivo u modulatoru. Međutim, neke nelinearnosti ostaju i uzrokuju intermodulacione produkte koji predstavljaju "beli šum" u kanalu i duž krajeva signala koji se nazivaju ivice DVB-T signala.



Slika 2. DVB-T/H spektralna merenja

U idealnom slučaju, do prijemne antene stiže samo jedan signal, tako da se svi nosioci mogu posmatrati kao beli Gausov šum (AWGN). Kanal koji sadrži samo direktni signal od predajnika bez refleksija i kokanalnih emisija naziva se Gausov kanal. OFDM spektar je pravougaonog oblika, a standardna devijacija spektralnih amplituda kreće se u opsegu kanala između 0 i 1 dB.

Merenje BER-a DVB-T/H signala: BER predstavlja odnos broja pogrešno prenetih bita sa ukupnim brojem bita prenesenih u datom vremenu čime se određuje mera kvaliteta primljenog digitalnog signala. U DVB-T i DVB-T2 prenosu postoje tri pokazatelja greške zbog postojanja unutrašnjeg i spoljašnjeg prstena zaštite u prenosu podataka:

- Bitska greška (BER) pre Viterbi/BCH dekodera;
- Bitska greška (BER) pre Rid Solomon/LDPC dekodera;
- Bitska greška (BER) posle Rid Solomon/LDPC dekodera.

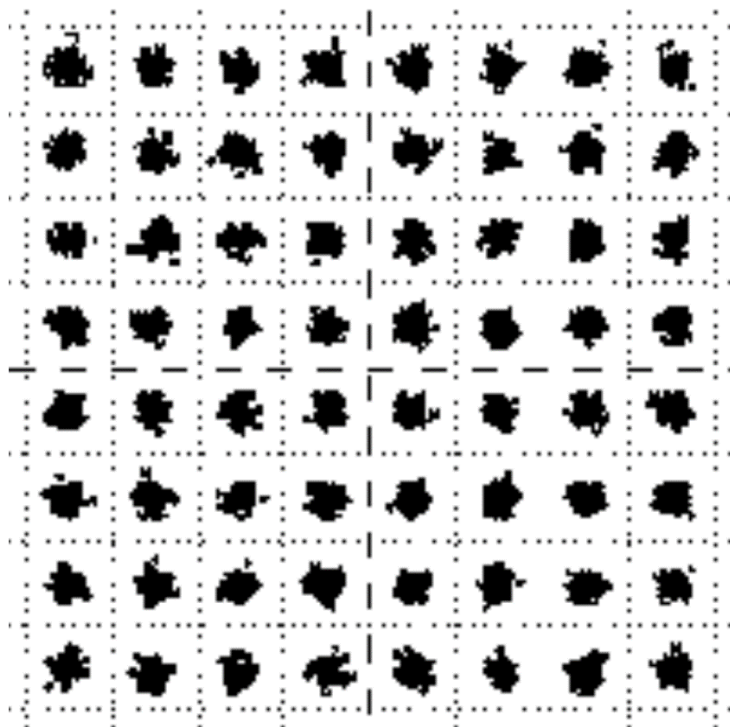
Bitska greška (BER) od najvećeg interesa i koja pruža najviše informacija je pre Viterbi dekodera. To se može utvrditi dovođenjem bitske povorka posle Viterbi kodera na drugi konvolucionni koder iste konfiguracije kao i u predajniku. Ako bitska povorka pre Viterbi kodera bude ista sa onim nakon konvolucionog kodera - uzimajući u obzir kašnjenje konvolucionog kodera - znači da nema grešaka. Razlike, a time i bitske greške, se zatim određuju

komparatorom za I i Q grane. Bitske greške se onda broje i dele sa brojem prenesenih bita dajući numeričku vrednost relativne bitske greške (BER). Izračunava se na osnovu izraza:

$$BER = \frac{\text{broj grešaka}}{\text{broj prenesenih bita}}$$

Bitska greška pre Viterbija je u rasponu između 10^{-9} (izlaz predajnika) i 10^{-2} (ulaz prijemnika sa lošim uslovima prijema). Viterbi dekodler može da ispravi neke od bitskih grešaka, ostavljajući preostale bitske greške Rid-Solomon dekodleru. Brojeći korekcije Rid-Solomon dekodera i deleći ih sa brojem prenesenih u istom periodu pokazuje relativnu grešku Rid-Solomonovog dekodera. Međutim, ako Rid-Solomon dekodler nije u stanju da ispravi sve greške, to se rezultuje u grešci u transportnim paketima. Ovakvi paketi su označeni u TS zaglavlju (pokazatelj greške u transportnom paketu, TEIB bit = 1). Brojeći pakete sa greškom dobija se proračun post-Rid Solomon bitske greške. Merenje posle Rid-Solomon dekodera sa dovoljnim nivoom prijemnog signala (većim od -60 dB) mora da bude bolje od 10^{-10} , ako to nije ispunjeno verovatno postoji rezidualna greška predajnika (tj. loš kvalitet predajnika). Ovakav rezultat bi morao da bude praćen i nedovoljnim MER-om. U standardu DVB-T2 u zaštiti grešaka korišćen je drugačiji postupak zaštitnog kodovanja. Primenjeno je BCH kodovanje u spoljašnjem prstenu zaštite umesto Viterbijevog, odnosno LDPC (*Low Density Parity Check Codes*) kodovanje u unutrašnjem prstenu zaštite umesto Rid Solomonovog postupka, zatim je primenjen interleaving. Merenje BER je opciono, bitska greška (BER) posle LDPC, odnosno pre BCH dekodera treba da bude bolja od 10^{-9} .

Merenje kvaliteta modulacionog signala sa grafičkim prikazom (*Constellation Diagram*): u DVB-T signalu se analiziraju hiljade COFDM podnosilaca. Opseg analiziranih podnosilaca se može birati. Prikazujući sve konstalacione dijagrame (podnosioci broj 0 do 6817 ili 0 do 1705) naslagane jedne preko drugih dobijamo mogućnost analize kvaliteta modulacije.



Slika 3. Konstalacioni dijagram za DVB-T

Modulacijska greška (MER) je mera od zbira svih smetnji nastalih na prenosnoj liniji. Kao i odnos signal/šum, obično je navedena u dB. Ako je samo efekat šuma prisutan, MER i S/N su jednaki.

Rezultat svih interferentnih uticaja na digitalni televizijski signal u širokopojasnom prenosu se manifestuju tako da konstalativne tačke pokazuju odstupanja u odnosu na svoje nominalne pozicije u središtu zone odlučivanja. Ako su odstupanja prevelika, granice zone odlučivanja se prevazilaze i dešavaju se bitske greške. Međutim, odstupanja od centra polja može se posmatrati kao dejstvo proizvoljnog ometača. To je upravo cilj jednog veštački uvedenog parametara kao što je MER. Kod merenja MER-a, pretpostavlja se da su stvarni „pogodci” u konstalacionom dijagramu pomereni od centra dejstvom ometača. Ometačima se dodeljuju vektori grešaka, upereni od centra zone do tačke stvarnog mesta na konstalacionom dijagramu. Dužine svih ovih vektora greške se mere i formira se srednja kvadratna greška ili maksimalna vršna vrednost greške u vremenskom prozoru.

Srednja vrednost MER se računa kao:

$$MER_{RMS} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (|error_vector|)^2}}{U_{RMS}} \cdot 100\%$$

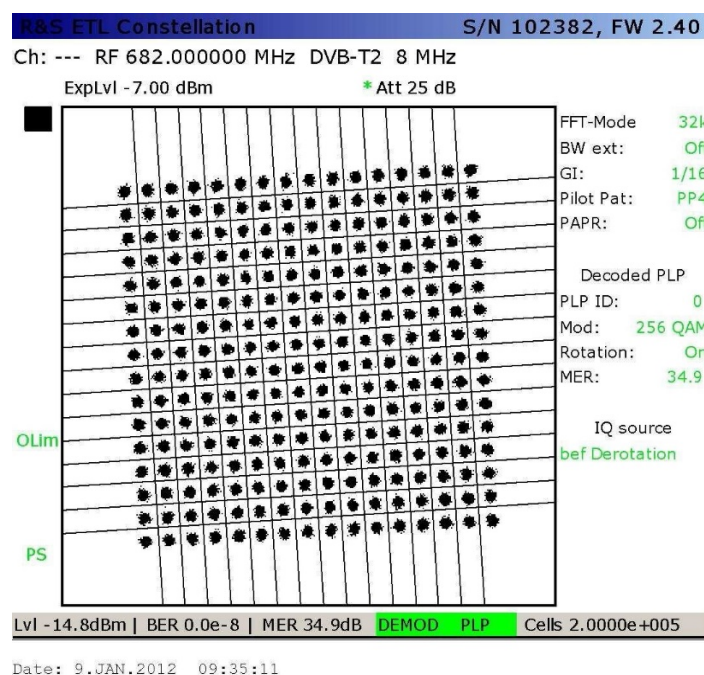
a maksimalna (*peak*):

$$MER_{PEAK} = \frac{\max(|error_vector|)}{U_{RMS}} \cdot 100\%$$

Naravno, kao i ostale veličine, prikazuju se u decibelima preračunate po formuli:

$$MER_{dB} = 20 \log \frac{MER[\%]}{100} [dB]$$

Televizijski DVB-T2 predajnik radi i sa QAM256. Da bi se pravilno ocenio kvalitet predajnika (linearna, fazna i frekvencijska izobličenja) kroz sve naponske i fazne nivoe za svaki nosilac ponaosob snima se konstalacioni dijagram kome je dozvoljena rotacija kao što je prikazano na slici 4:




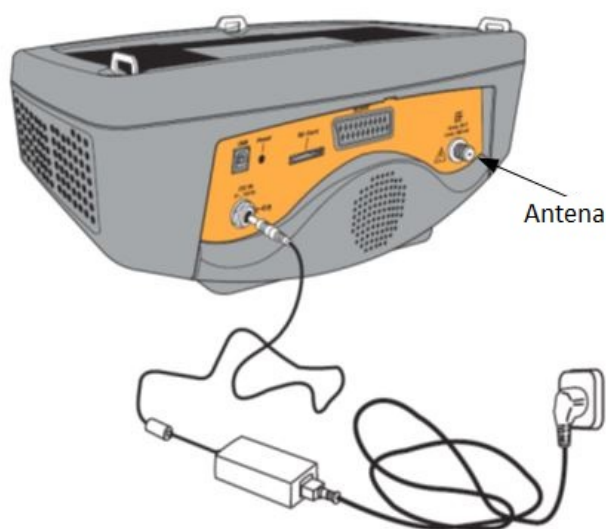
Slika 4. Prikaz rotiranog konstalacionog dijagrama u DVB-T2

Numerički rezultat se prikazuje za srednju vrednost MER-a, ova vrednost ne sme da bude manja od 34.0 dB za predajnike, odnosno 27.0 dB za repetitore.





Merenje reflektovanih signala (analiza kanala) prikazuje oblik refleksije predajnog kanala. Refleksije mogu biti prouzrokovane npr. refleksijama na zgradama, dok se drugi predajnici u jednofrekvencijskoj (SFN) mreži mogu takođe smatrati refleksijama i biti prikazani u odnosu na vreme kada je referentni signal primljen. Merenja nivoa eho signala su naročito od interesa ako se izvode merenja pokrivenosti. Echo dijagram u vremenskom domenu se odnosi samo na jednu trećinu trajanja OFDM simbola (trajanje OFDM simbola je $896\mu s$), jer se disperzovani pilot nosioci koji nisu modulisani nakon interpolacije u vremenskom domenu dostupni na svakom trećem OFDM nosiocu kao referentne tačke u frekvencijskom domenu. Merenje dužine simbola (provera zaštitnog intervala) vrši se merenjem razlike frekvencija dve susedne spektralne linije koje predstavljaju disperzovani pilot koji je inverzija dužine trajanja četiri susedna DVB-T simbola tako da se deljenjem sa četiri dobija vreme trajanja simbola merenog signala. Oduzimanjem trajanja korisnog simbola dobija se dužina zaštitnog intervala. Za kanal širine 8 MHz, 8K mod rada, gde je zaštitni vremenski odnos $\Delta=1/4$, trajanje zaštitnog vremenskog intervala je $224\mu s$. Na mestu prijema pored prvog pristiglog signala se javljaju i refleksije dolaznog signala (*echo*), tako da je neophodno da njihovo kašnjenje bude kraće od trajanja zaštitnog simbola u odnosu na prvi pristigli signal.

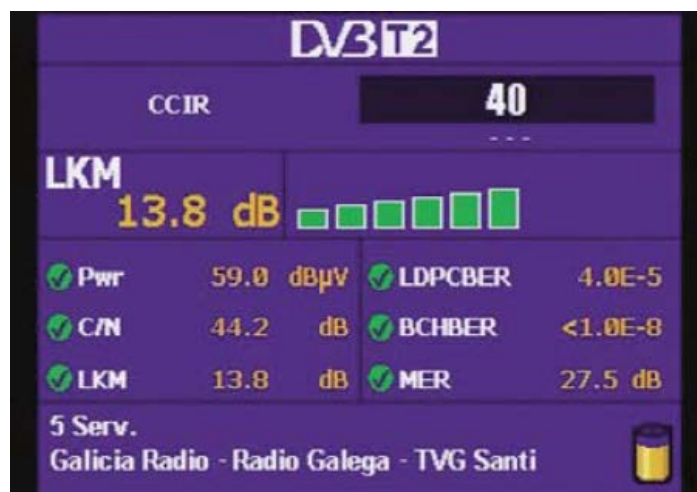
Zadatak 1: Merenje parametara signala digitalne televizije analizatorom Televes H45

1. Povezati napajanje i antenu na odgovarajuće priključke analizatora Televes H45, slika 5 i uključiti analizator pritiskom na taster 




Slika 5. Povezivanje antene i napajanja

2. Pomoću tastera  i  sa desne strane analizatora izabrati digitalni režim rada i prijem putem zemaljske antene (LED dioda signalizira izabrani režim).
3. Pritiskom na taster  pokrenuti režim za unos kanala. Uneti za broj kanala 22 i odabrati 22. kanal pritiskom na taster **OK**.
4. Pomoću tastera  pogledati raspoložive modove prikaza merenja za odabrani kanal. Izabrati mod nalik modu prikazanom na slici 6.




Slika 6. Mod za očitavanje parametara signala

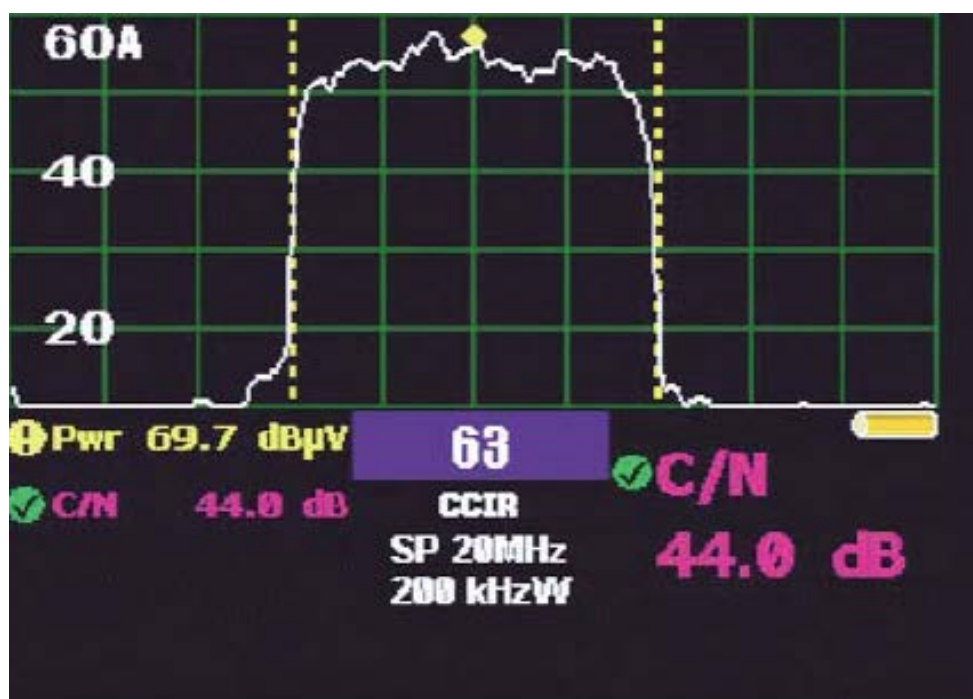
5. Pritiskom na taster  očitati frekvenciju odabranog kanala i uneti u odgovarajuće polje Tabele 1.

CH			f[MHz]		
PWR [dBμV]	C/N [dB]	LKM [dB]	LDPCBER	BCHBER	MER [dB]

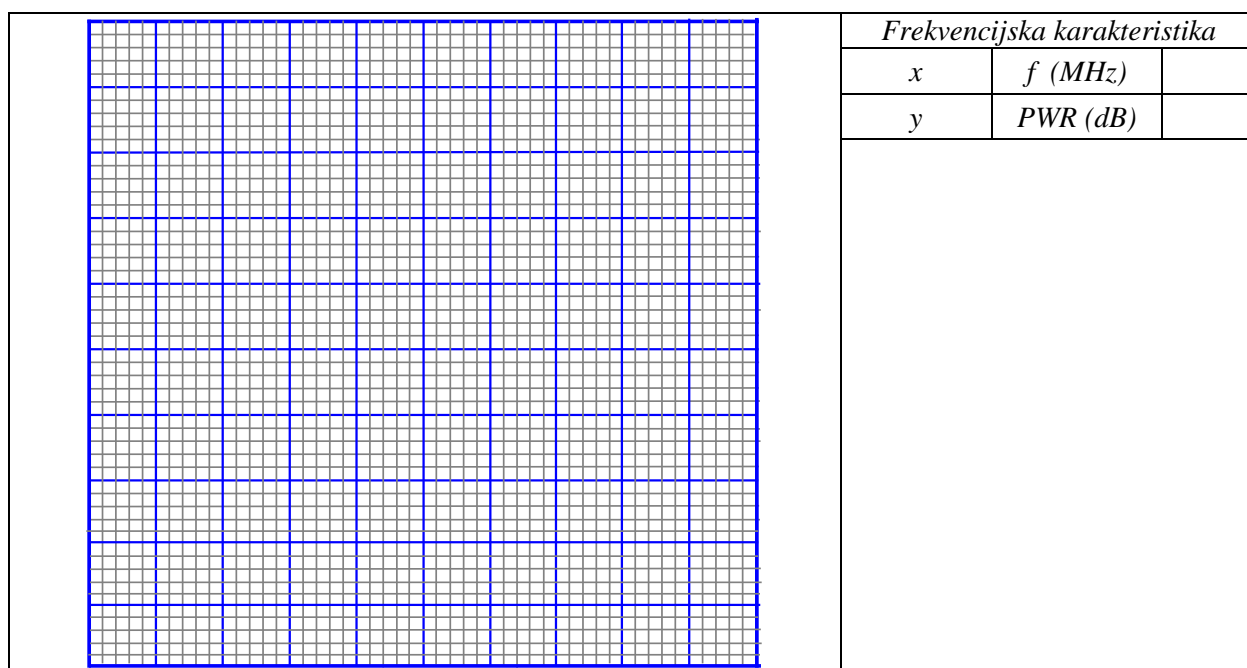
Tabela 1. Parametri DVB-T2 signala

Zadatak 2: Snimanje frekvencijske karakteristike signala digitalne televizije

Pomoću tastera  izabrati mod nalik modu prikazanom na slici 7. Frekvencijsku karakteristiku prikazati u polju označenom sa Grafik 1:




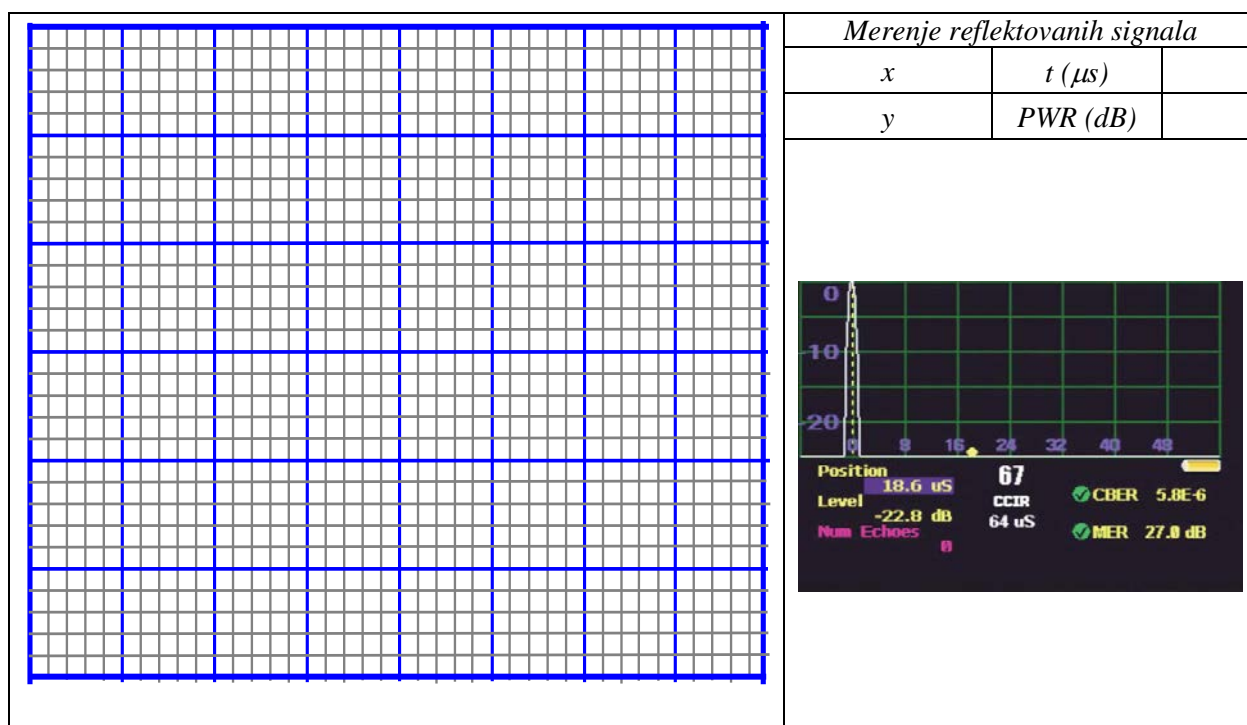
Slika 7. Mod analizatora



Grafik 1. Frekvencijska karakteristika


Zadatak 3: Merenje reflektovanih signala

1. Pomoću tastera  pozvati glavni meni analizatora. Strelicama za navigaciju izabrati TV MODE. U okviru ovog podmenija odabrati opciju MEASURES, a zatim DIGITAL. Izabrati DVB-T/T2 standard i na kraju merenje reflektovanih signala, ECHOES.
2. Zavisnost nivoa reflektovanih signala od vremena kašnjenja u odnosu na osnovni signal prikazati na Grafiku 2:




Grafik 2. Merenje reflektovanih signala

Zadatak 4: Snimanje konstalacionog dijagrama

1. Pomoću tastera  pozvati glavni meni analizatora. Strelicama za navigaciju izabrati TV MODE. U okviru ovog podmenija odabrati opciju MEASURES, a zatim DIGITAL. Izabrati DVB-T/T2 standard i na kraju konstalacioni dijagram, CONSTELL.


2. Opisati donete zaključke:

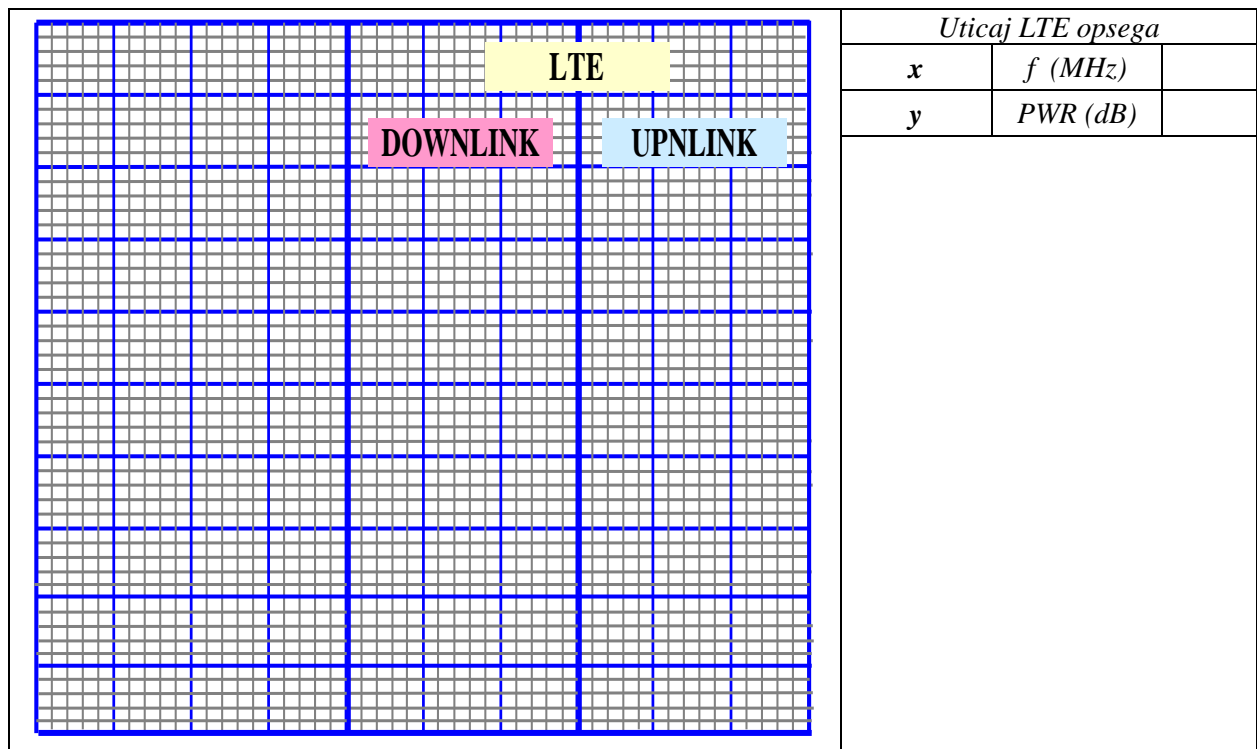
Zadatak 5: Ispitivanje uticaja LTE opsega na signal digitalne televizije

1. Tasterom  izabrati mod nalik modu prikazanom na slici 8:



Slika 8. Mod analizatora

2. Pomoću tastera  pozvati glavni meni analizatora. Strelicama za navigaciju izabrati ANALYZER. U okviru ovog podmenija odabrati opciju MEASURES, a zatim DIGITAL. Izabrati LTE i na kraju, LTE CHECK. Frekvencijsku karakteristiku prikazati u polju označenom sa Grafik 3.



Grafik 3. *Uticaj LTE opsega*

Zadatak 6. Zavisnost parametara signala digitalne televizije od tipa antene

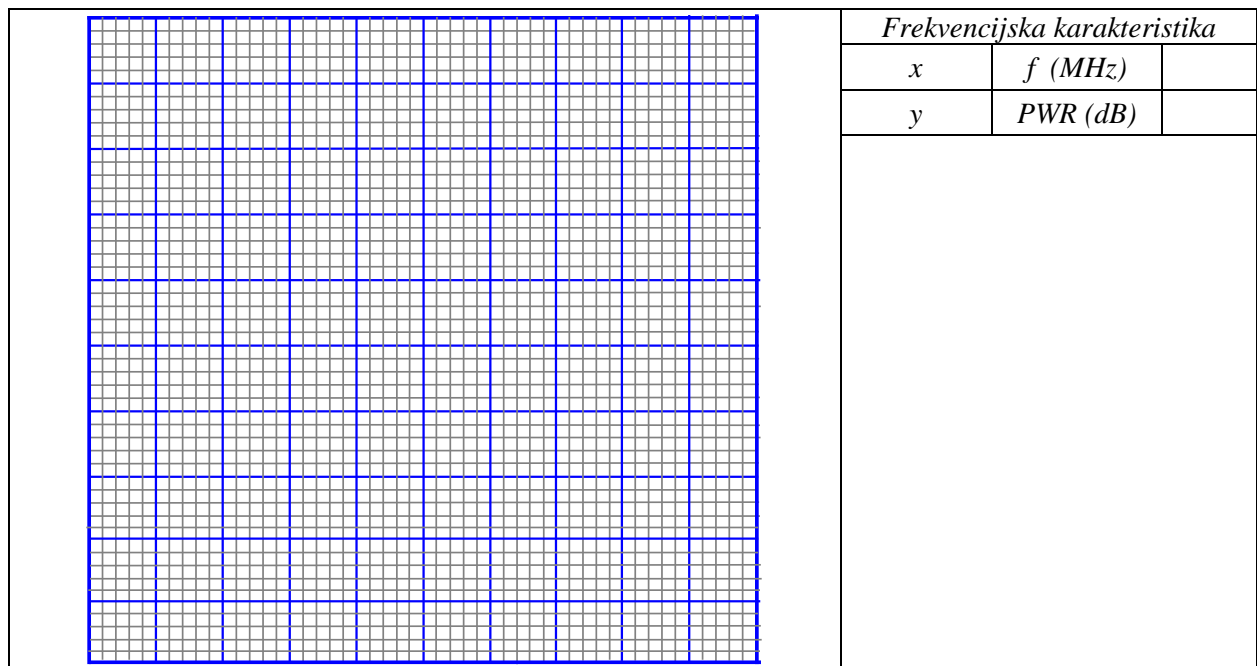
1. Ponoviti merenja iz Zadatka 1 za još dva tipa antena. Rezultate merenja upisati u odgovarajuća polja Tabele 2:

CH		$f[\text{MHz}]$			
$PWR [\text{dB}\mu\text{V}]$	$C/N [\text{dB}]$	$LKM [\text{dB}]$	$LDPCBER$	$BCHBER$	$MER [\text{dB}]$
<i>Antena 2</i>					
<i>Antena 3</i>					

Tabela 2. *Parametri DVB-T2 signala*

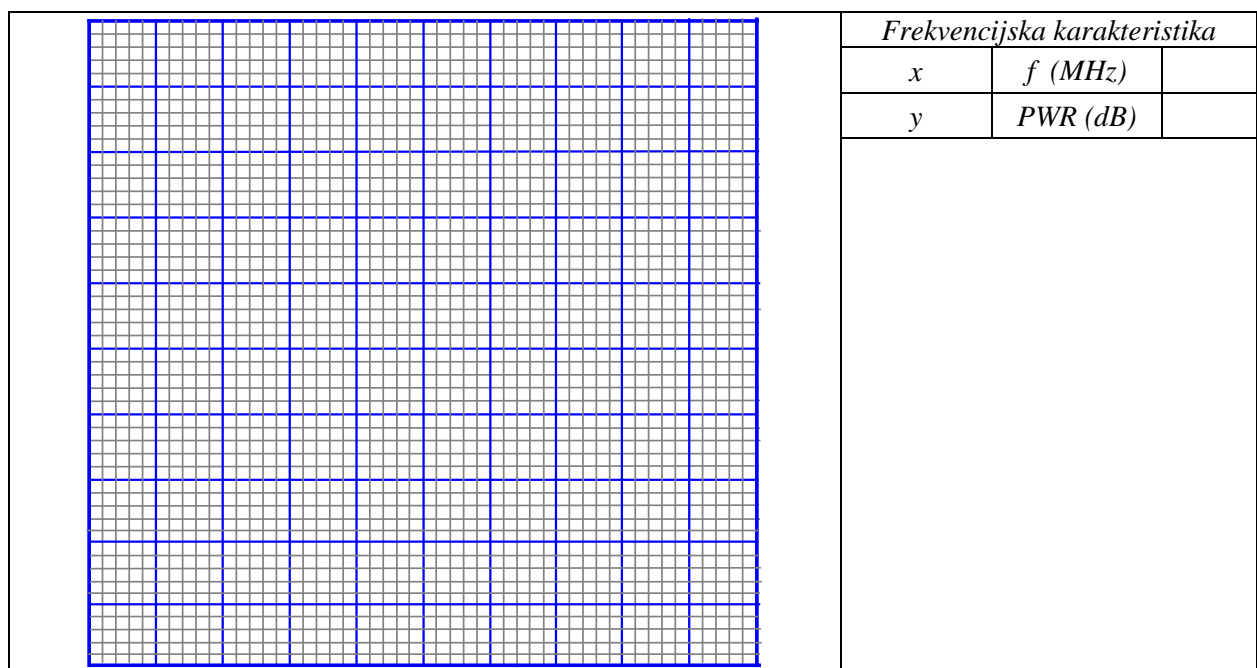
2. Opisati donete zaključke za različite tipove antena:

3. Snimiti frekvencijsku karakteristiku signala za drugi tip antene i prikazati je na Grafiku 4:



Grafik 4. *Frekvencijska karakteristika*

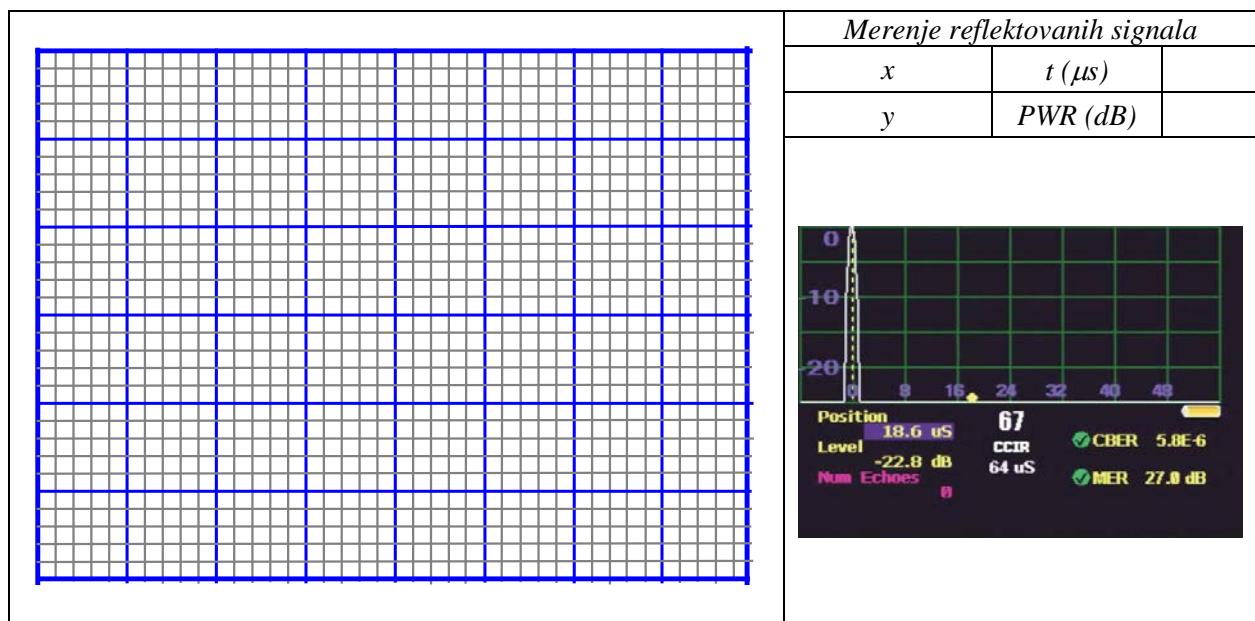
4. Snimiti frekvencijsku karakteristiku signala za treći tip antene i prikazati je na Grafiku 5:



Grafik 5. *Frekvencijska karakteristika*

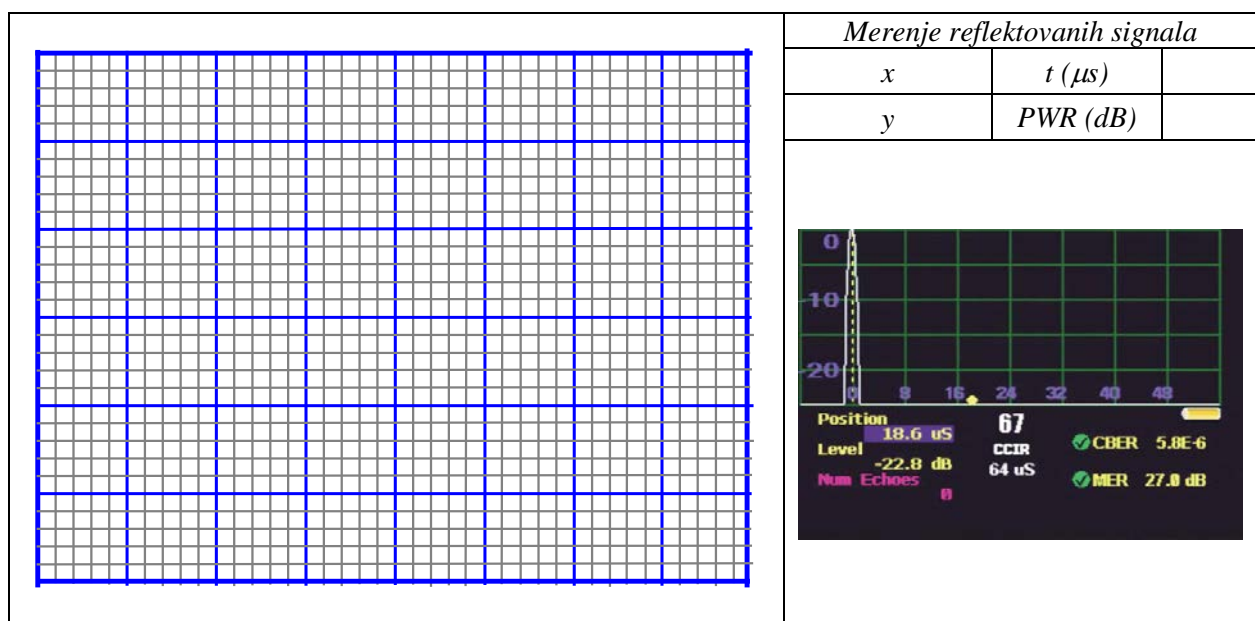
5. Opisati donete zaključke za različite tipove antena:

6. Snimiti zavisnost nivoa reflektovanih signala od vremena kašnjenja u odnosu na osnovni signal za drugi tip antene i prikazati je na Grafiku 6:



Grafik 6. *Merenje reflektovanih signala*

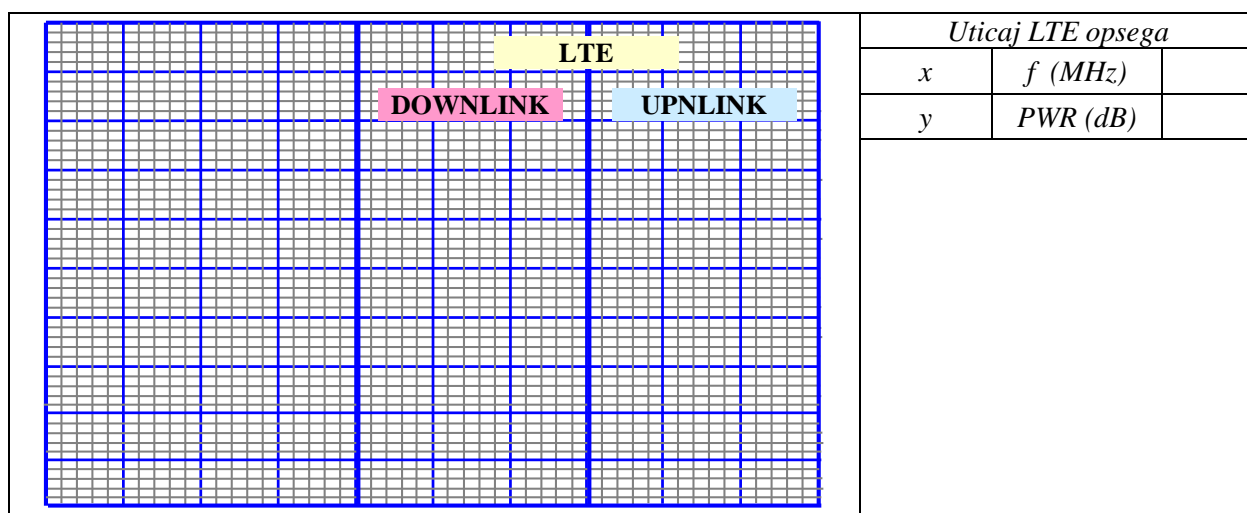
7. Snimiti zavisnost nivoa reflektovanih signala od vremena kašnjenja u odnosu na osnovni signal za treći tip antene i prikazati je na Grafiku 7:



Grafik 7. *Merenje reflektovanih signala*

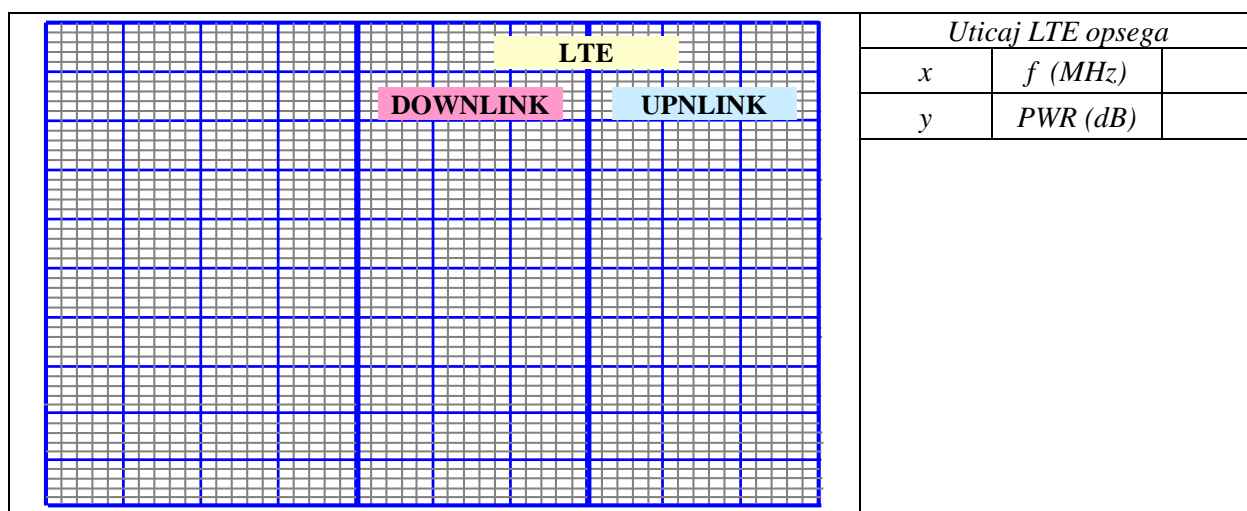
8. Snimiti konstalacione dijagrame za drugi i treći tip antene i upisati zaključke:

9. Ispitati uticaj LTE opsega na signal digitalne televizije za drugi tip antene. Frekvencijsku karakteristiku prikazati u polju označenom sa Grafik 8:



Grafik 8. *Uticaj LTE opsega*

10. Ispitati uticaj LTE opsega na signal digitalne televizije za treći tip antene. Frekvencijsku karakteristiku prikazati u polju označenom sa Grafik 9:



Grafik 9. *Uticaj LTE opsega*

11. Opisati donete zaključke za različite tipove antena:

Pitanja:

1. Šta je DVB-T ?
2. Koji algoritmi kompresije se koriste u DVB-T2 ?
3. Uporediti DVB-T i DVB-T2.
4. Šta je OFDM ?
5. Kako se definiše BER, a kako MER ?
6. Šta je konstalacioni dijagram ?
7. Kako reflektovani signali utiču na kvalitet signala na prijemu ?
8. Kako LTE opseg utiču na prijem DVB-T2 signala ?
9. Kako se definiše zaštitini interval u DVB-T2 ?
10. Uporediti SFN (*single-frequency network*) i MFN (*multi-frequency network*).

VEŽBA 9:

Merenje parametara signala digitalne satelitske televizije

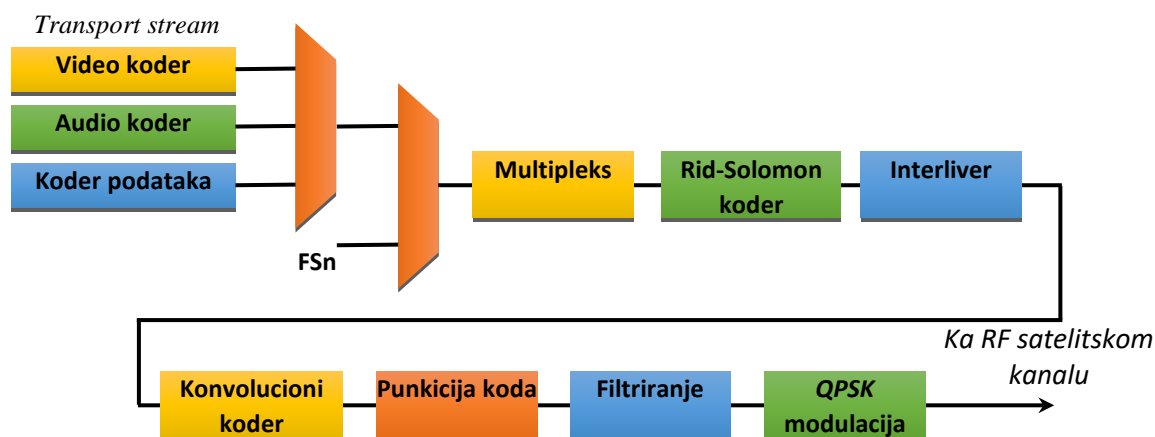
Uvod:

Cilj vežbe je upoznavanje sa principima digitalne satelitske televizije i parametrima satelitskih signala. Biće prikazani rad sa instrumentom koji se koristi za merenje parametara satelitskih signala i analiza dobijenih rezultata. Za izvođenje vežbe biće korišćen instrument Televes H45 Compact sa odgovarajućom satelitskom antenom.

Teoretske osnove:

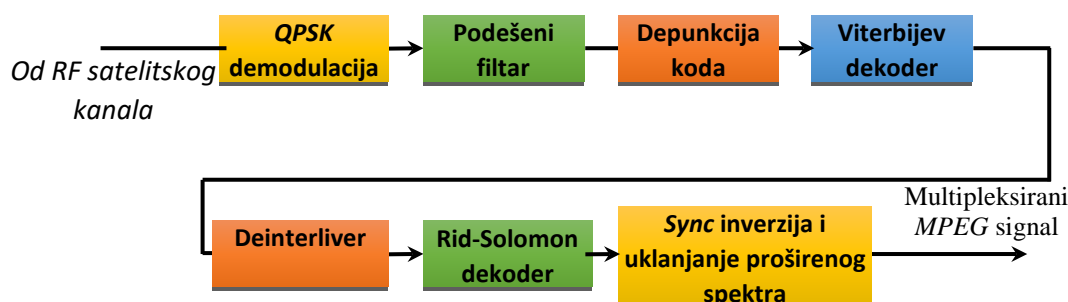
Instrument Televes H45 Compact je uređaj pomoću koga se mogu snimati parametri analognog televizijskog signala, kako zemaljskog, tako i kablovskog, digitalnog zemaljskog televizijskog signala, digitalnog kablovskog televizijskog signala, satelitskog televizijskog signala, 4G signala... Cilj ove vežbe je snimanje parametara signala digitalne satelitske televizije standarda DVB-S i DVB-S2.

DVB-S standard, namenjen je za *Direct-To-Home* (DTH) servise za korisničke prijemnike (STB), isto kao i za zajedničke antenske sisteme i *headend*-ove kablovskih televizija. DVB-S je pogodan za upotrebu na različitim propusnim opsezima satelitskih transpondera i kompatibilan je sa MPEG 2 standardom za kompresiju kodovanih TV servisa. Ovaj standard definišu određene šeme za kodovanje i modulaciju. DVB-S sistem koristi QPSK modulaciju sa različitim alatima za kanalsko kodovanje i korekciju grešaka. Satelitski sistem zahteva demodulaciju niskog praga i dobar odnos signal/šum, tako da se QPSK modulacija nameće kao rešenje. U okviru DVB-S standarda koriste se različiti nivoi korekcije greške (FEC – *Forward Error Correction*) kao veoma dobra zaštita protiv bilo koje vrste grešaka. FEC sadrži Reed-Solomon kodovanje i dodatno konvoluciono kodovanje sa interlivingom. Na slici 1 je prikazana blok šema jednog DVB-S predajnika.



Slika 1. Blok šema DVB-S predajnika

Na slici 2 prikazana je šema satelitskog prijemnika:



Slika 2. Blok šema DVB-S prijemnika

DVB-S2 je digitalni sistem druge generacije za emitovanje signala preko satelita. Koriste se najnovije tehnike kodovanja i modulatorskih šema radi poboljšanja prenosnih osobina sistema. DVB-S2 standard omogućava prenos servisa koji nisu mogli da budu prenošeni DVB-S standardom. Koristi se QPSK modulacija sa različitim alatima za kodovanje i korekciju greške. Kasniji dodaci koji su napravljeni za DVB-DSNG (*Digital Satellite News Gathering*), dozvoljavaju upotrebu 8PSK i 16QAM modulaciju.

DVB-S2 ima sledeće ključne karakteristike:

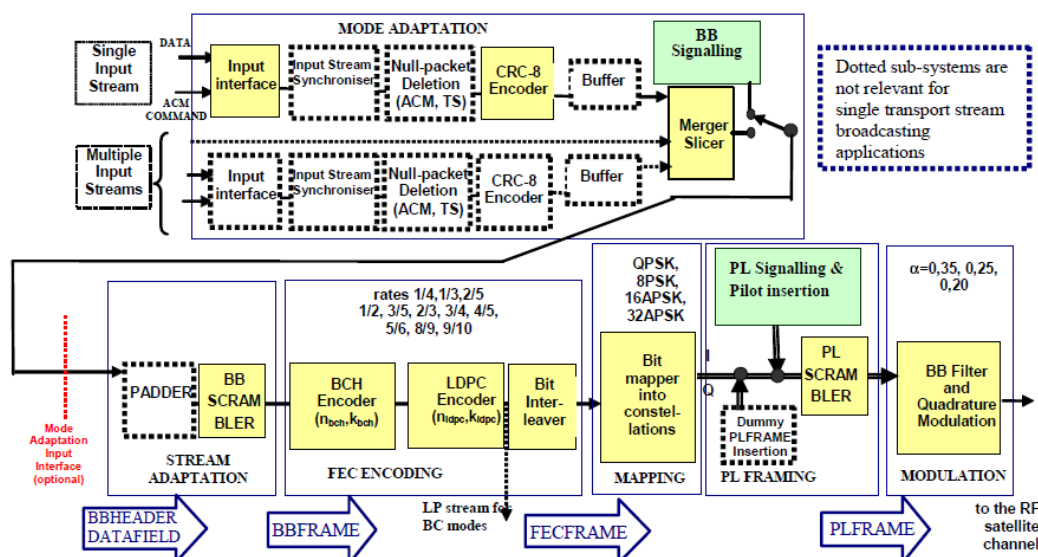
- Modulacioni mod – postoje četiri dostupna moda, sa QPSK i 8PSK, namenjena za radiodifuzne aplikacije u nelinearnim satelitskim transponderima vođenim blizu zasićenja. 16APSK i 32APSK, zahtevaju viši nivo odnosa signal/šum (C/N), i namenjene su za profesionalne aplikacije kao što su vesti i interaktivni servisi.

- Korekcija greske (FEC) – DVB-S2 omogućava ostvarenje odličnih performansi u blizini visokog nivoa šuma i smetnji. FEC sistem je zasnovan na spoju BCH sa LDPC kodovanja.

- Adaptivno kodovanje i modulacija (ACM) – omogućava da prenosni parametri menjaju sliku po sliku u zavisnosti od posebnih uslova predajne putanje za svakog individualnog korisnika. Najviše je usmereno ka unikasting interaktivnim servisima i point-to-point profesionalnim aplikacijama.

- Kompatibilnost upravljena unazad – DVB-S2 omogućava opciono upravljen unazad mod koji koristi hijerarhijsku modulaciju da dozvoli DVB-S prijemnicima nastavak rada, dok se ne obezbede dodatni kapaciteti i servisi za novije, naprednije prijemnike.

Funkcionalni blok dijagram DVB-S2 sistema prikazan je na slici 3:



Slika 3. Funkcionalni blok dijagram DVB-S2 prenosnog sistema

U Tabeli 1 je prikazano poboljšanje efikasnosti DVB-S2 u odnosu na DVB-S sa tipičnim radiodifuznim parametrima. Kod DVB-S2 je povećana korisna bitska brzina za više od 30% za svaki posmatrani slučaj, kao i broj kanala koji se može preneti. U Evropi vodeći satelitski emiteri koriste DVB-S2, u spoju sa MPEG-4 AVC, za prenos HDTV servisa.

Satelit EIRP	51 dBW		53.7 dBW	
Sistem	DVB-S	DVB-S2	DVB-S	DVB-S2
Brzina simbola α	27.5 Mbauda 0,35	30,9 Mbauda 0,20	27.5 Mbauda 0,35	29,7 Mbauda 0,25
Modulacija	QPSK 2/3	QPSK 3/4	QPSK 7/8	QPSK 2/3
Brzina bita	33,8 Mb/s	46 Mb/s (+36%)	44.4 Mb/s	58 Mb/s (+32%)
Broj SD kanala	7 SDTV MPEG2 15 SDTV H.264	10 SDTV MPEG2 21 SDTV H.264	10 SDTV MPEG2 20 SDTV H.264	13 SDTV MPEG2 26 SDTV H.264
Broj HD kanala	1 HD MPEG2 3 HD H.264	2 HD MPEG2 5 HD H.264	2 HD MPEG2 5 HD H.264	3 HD MPEG2 6 HD H.264

Tabela 1. Poboljšanje efikasnosti DVB-S2 u poređenju sa DVB-S

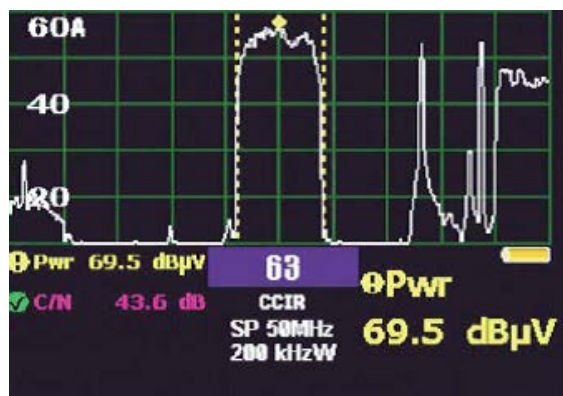
Merenje parametara DVB-S i DVB-S2 signala

Kod **DVB-S** signala pomoću analizatora Televes H45 Compact je moguće meriti nivo signala (PWR), odnos signal/šum (C/N), bitsku grešku (*Bit Error Ratio*) pre i posle korekcije (CBER i VBER) i modulacionu grešku (MER), slika 4:



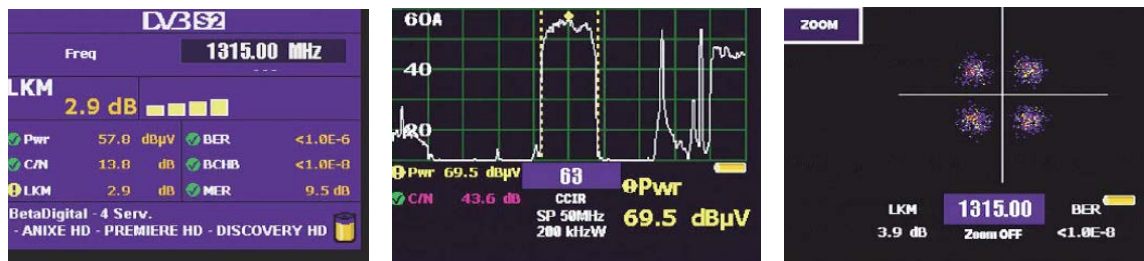
Slika 4. Merenje parametara DVB-S signala

Takođe je moguće snimiti i frekvencijsku karakteristiku, odnosno spektar DVB-S signala, slika 5:




Slika 5. Merenje parametara DVB-S signala

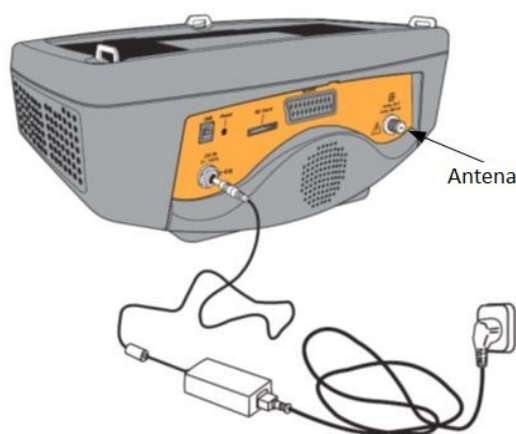
Kod **DVB-S2** signala, pomoću analizatora Televes H45 Compact je moguće meriti nivo signala (PWR), odnos signal/šum (C/N), marginu šuma (LKM), bitsku grešku (*Bit Error Ratio*) pre i posle korekcije (BER i BCHBER) i modulacionu grešku (MER). Takođe je moguće snimiti i frekvencijsku karakteristiku, odnosno spektar DVB-S signala kao i konstalacioni dijagram, slika 6:








Slika 6. Merenje parametara DVB-S2 signala

Zadatak 1: Merenje parametara DVB-S signala analizatorom Televes H45

1. Povezati napajanje i antenu na odgovarajuće priključke analizatora Televes H45, slika 7 i uključiti analizator pritiskom na taster .



Slika 7. Povezivljanje antene i napajanja

- Pomoću tastera  i  sa desne strane analizatora izabrati digitalni režim rada i prijem putem satelitske antene (LED dioda signalizira izabrani režim).
- Izabrati željeni satelit na sledeći način: tasterom  pozvati glavni meni. Izabrati MEASURES CONFIG u podmeniju, zatim odabrati CHANNELS/NORMS, nakon toga SELECT PLAN i na kraju odabrati željeni satelit.
- Pritiskom na taster  pokrenuti režim za unos frekvencije. Uneti frekvenciju željenog DVB-S signala i pritisnuti OK.
- Pomoću tastera  pogledati raspoložive modove prikaza merenja za odabrani kanal. Izabrati mod nalik modu prikazanom na slici 8. Izmerene parametre DVB-S signala uneti u odgovarajuća polja Tabele 2.




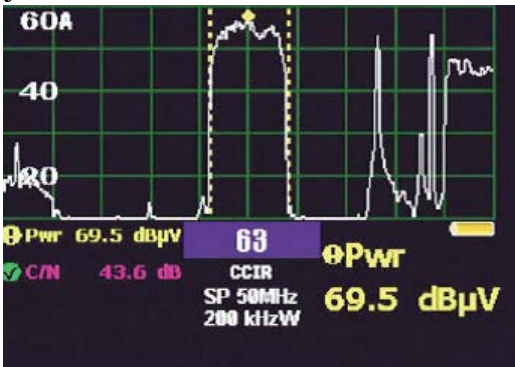
Slika 8. Mod za očitavanje parametara signala

$f[\text{MHz}]$				
$PWR [\text{dB}\mu\text{V}]$	$C/N [\text{dB}]$	$CBER [\text{dB}]$	$VBER [\text{dB}]$	$MER [\text{dB}]$

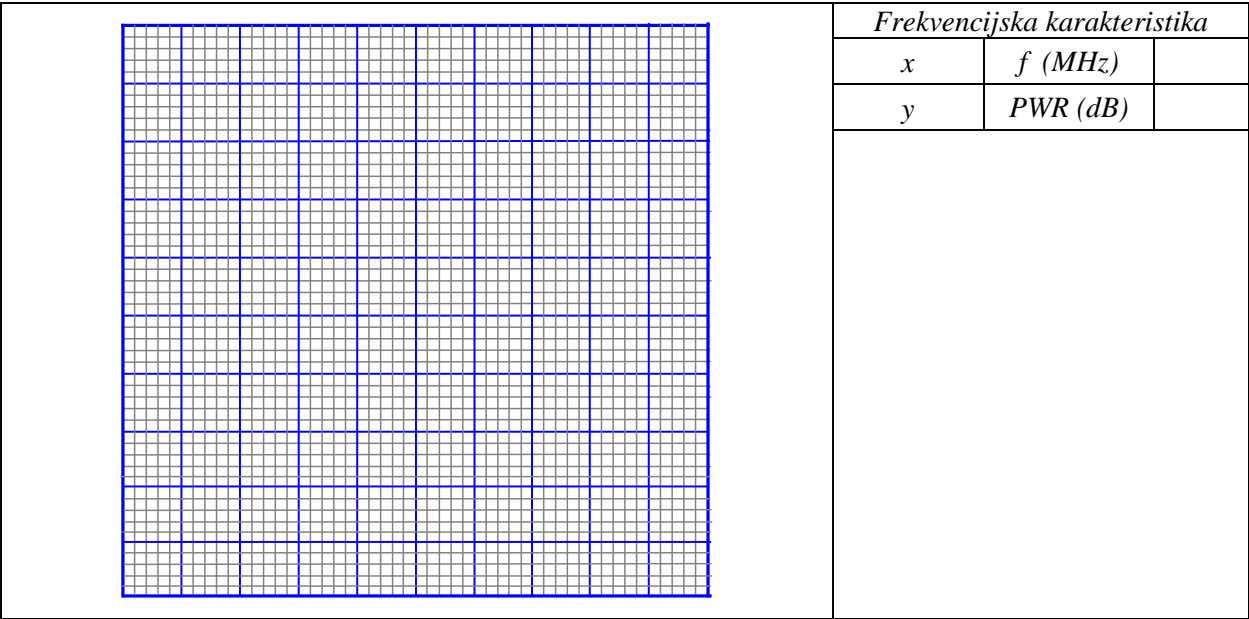
Tabela 2. Parametri DVB-S signala

Zadatak 2: Snimanje frekvencijske karakteristike DVB-S signala

Pomoću tastera  izabrati mod nalik modu prikazanom na slici 9. Frekvencijsku karakteristiku prikazati u polju označenom sa Grafik 1.






Slika 9. Mod analizatora



Grafik 1. Frekvencijska karakteristika

Zadatak 3: Merenje parametara DVB-S2 signala analizatorom Televes H45

1. Izabrati željeni satelit na sledeći način: tasterom  pozvati glavni meni. Izabrati MEASURES CONFIG u podmeniju, zatim odabrati CHANNELS/NORMS, nakon toga SELECT PLAN i na kraju odabrati željeni satelit.
2. Pritiskom na taster  pokrenuti režim za unos frekvencije. Uneti frekvenciju željenog DVB-S2 signala i pritisnuti OK.
3. Pomoću tastera  izabrati mod nalik modu prikazanom na slici 10. Izmerene parametre DVB-S signala uneti u odgovarajuća polja Tabele 3.




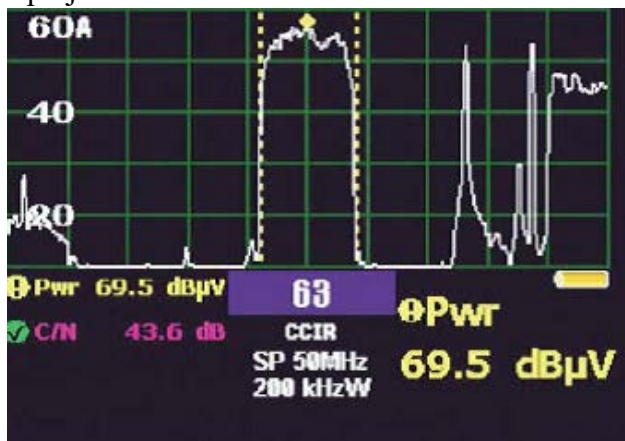
Slika 10. Mod za očitavanje parametara signala

$f[\text{MHz}]$					
$PWR [\text{dB}\mu\text{V}]$	$C/N [\text{dB}]$	$LKM [\text{dB}]$	$BER [\text{dB}]$	$BCHBER [\text{dB}]$	$MER [\text{dB}]$

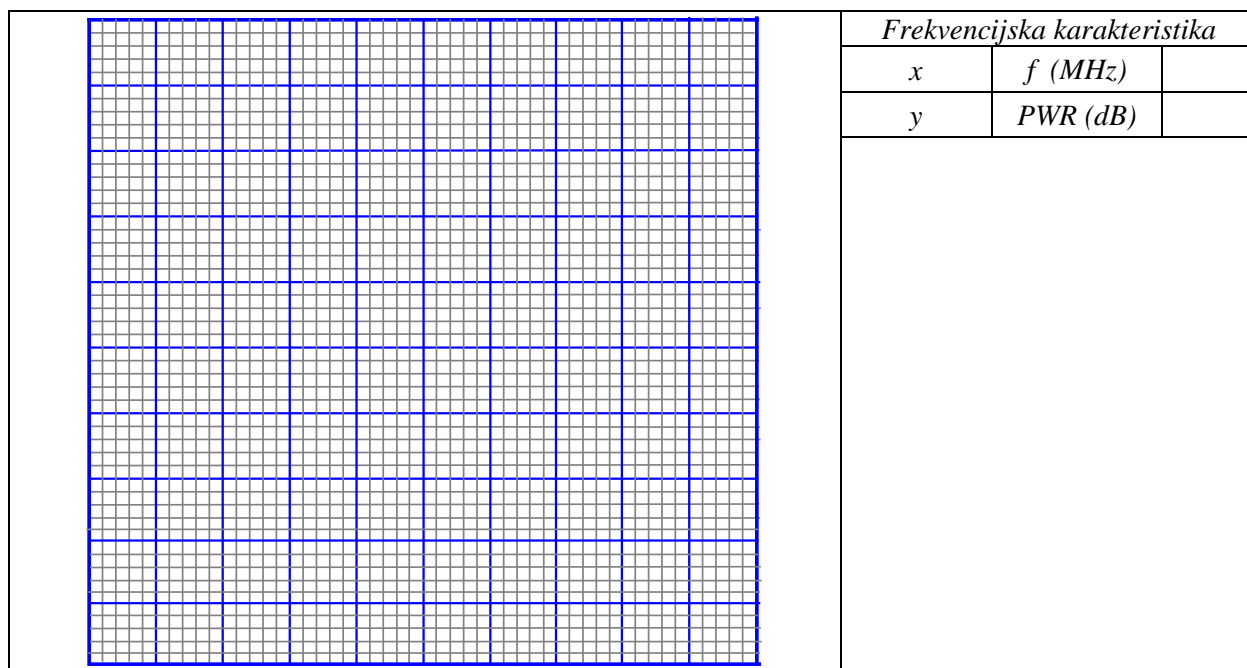
Tabela 3. Parametri DVB-S2 signala

Zadatak 4: Snimanje frekvencijske karakteristike DVB-S2 signala

- Pomoću tastera  izabrati mod nalik modu prikazanom na slici 11. Frekvencijsku karakteristiku prikazati u polju označenom sa Grafik 2.




Slika 11. Mod analizatora



Grafik 2. *Frekvencijska karakteristika*

Zadatak 5: Snimanje konstalacionog dijagrama DVB-S2 signala

1. Pomoću tastera  pozvati glavni meni analizatora. Strelicama za navigaciju izabrati TV MODE. U okviru ovog podmenija odabrati opciju MEASURES, a zatim DIGITAL. Izabrati DVB-S2 standard i na kraju konstalacioni dijagram, CONSTELL.

2. Opisati donete zaključke

Pitanja:

1. Šta je DVB-S ?
2. Koje modulacione tehnike se koriste u DVB-S ?
3. Uporediti DVB-S i DVB-S2.
4. Navedi primenu DVB-S / DVB-S2.
5. Koji parametri se mere prilikom analize satelitskih signala ?
6. Kako se definiše BER ?
7. Šta predstavlja odnos signal/šum (C/N) i kako utiče na kvalitet signala na prijemu ?
8. Navedi barem dva modela satelitskih antena.
9. Skicirati blok-šemu satelitskog predjanika.
10. Skicirati blok-šemu satelitskog prijemnika.

VEŽBA 10:

Analiza DTV signala pomoću mernog uređaja *DiviCatch*

Uvod:

Cilj vežbe je upoznavanje sa mernim uređajem DiviCatch RF T/C T2/C2 i softverskim paketom DiviSuite. Biće izvršeno merenje signala digitalne televizije i analiza rezultata pomoću softverskog paketa Enesys DiviSuite. Pored mernog uređaja za izvođenje vežbe biće korišćen prenosni računar sa instaliranim Enesys DiviSuite softverom i različiti modeli televizijskih antena sa odgovarajućim kablovima i konektorima.

Teoretske osnove:

Merni uređaj DiviCatch RF T/C T2/C2 je analizator koji uz odgovarajuću softversku podršku omogućava merenje parametara signala digitalne televizije u standardima DVB-T/T2 i DVB-C/C2, slika 1.



Slika 1. Merni uređaj *DiviCatch RF T/C T2/C2*

Osnovne karakterike uređaja su prikazane u Tabeli 1:

<i>1x RF input for DVB-T/T2/T2 Lite & DVB-C/C2</i>
<i>ITU-J83 Annexes A, C (roll-off 0.15) supported</i>
<i>1x ASI input/output</i>
<i>IP source analysis (from PC)</i>
<i>RF measurements: signal level, SNR, MER, BER</i>
<i>Graphical constellation, Channel Impulse Response display (DVB-T/T2)</i>
<i>PIDs and PSI/SI parsing, PCR graphs</i>
<i>ETSI TS 101 290 validation (priority 1, 2, 3)</i>
<i>Audio/Video player (H.265/HEVC, H.264/MPEG-4 AVC, MPEG-1/2, AAC, MP3...)</i>
<i>MPEG-2 TS record and playback</i>
<i>MPEG-2 TS over IP forward (PC's Ethernet interface selection)</i>
<i>Compatible MS Windows XP/Vista/7/8/10</i>
<i>USB self-powered, 160 g</i>

Tabela 1. Karakteristike mernog uređaja *DiviCatch RF T/C T2/C2*

Analizu je moguće vršiti u realnom vremenu na više načina:

- Merenje parametara RF signala (nivo signala, odnos signal/šum, modulaciona greška, bitska greška), snimanje modulacionih parametara, konstalacionog dijagrama i reflektovanih signala.
- Merenje brzine protoka MPEG-2 TS.
- Mogućnost snimanja strimova putem ASI ili IP ulaza uz mogućnost snimanja radi kasnije oflajn analize.
- Mogućnost korišćenja kao “gejtveja” za emitovanje RF ulaza putem ASI ili IP izlaza.

Tehničke karakteristike analizatora DiviCatch RF T/C T2/C2 su date u Tabeli 2:

RF	
<i>Connector In</i>	<i>1x F-type female - 75 Ω</i>
DVB-T/T2	
<i>Sensitivity</i>	<i>-80 to -5 dBm / 28 to 104 dBμV</i>
<i>Frequency range</i>	<i>40 to 1000 Mhz</i>
<i>Channel bandwidth</i>	<i>1.7, 5, 6, 7 & 8 MHz</i>
<i>Modulation</i>	<i>QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM</i>
<i>FFT mode</i>	<i>1k, 2k, 4k, 8k, 8k extended, 16k, 16k extended, 32k, 32k extended</i>
DVB-C/C2	
<i>Sensitivity</i>	<i>-80 to -5 dBm / 28 to 104 dBμV</i>
<i>Frequency range</i>	<i>40 to 1000 Mhz (125 kHz resolution)</i>
<i>Channel bandwidth</i>	<i>6 & 8 MHz</i>
<i>Modulation</i>	<i>16QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM</i>
<i>Symbol rate</i>	<i>1.8 to 7.2 Msymbols/s</i>
DVB-ASI	
<i>Connector In/Out</i>	<i>1x BNC female - 75 Ω</i>
<i>Max bitrate</i>	<i>140 Mbps</i>
<i>USB Data connector</i>	<i>1x USB2 B-Type</i>
<i>Power supply</i>	<i>USB self-powered</i>
Environment	
<i>Operating temperature</i>	<i>-20 to +55 °C / -4 to 131 °F</i>
Physical	
<i>Dimensions</i>	<i>135 x 62 x 27 mm / 5.3 x 2.4 x 1 in</i>
<i>Weight</i>	<i>160 g</i>

Tabela 2. Tehničke karakteristike mernog uređaja DiviCatch RF T/C T2/C2

Kada se radi o RF merenjima kojima će se baviti ova vežba, sva merenja se vrše u realnom vremenu. Uređaj omogućava grafički prikaz i analizu konstalacionog dijagrama, kao i snimanje reflektovanih signala (*Echoes*) za DVB-T/T2 standard. Nivo signala se može meriti u opsegu od -90 do -5 dBm, odnosno 18 do 104 dBμV sa rezolucijom od 0,1 dBm. Opseg merenja odnosa signal šum i greške modulacije je od 0 do 40 dBm, rezolucije 0,1 dBm. Bitsku grešku je moguće meriti pre i posle Viterbi dekodera (LDPCBER, BCHBER) za DVB-T/T2 standard, odnosno pre Rid-Solomonovog i posle Viterbi dekodera (LDPCBER, BCHBER) kod DVB-C/C2 standarda.

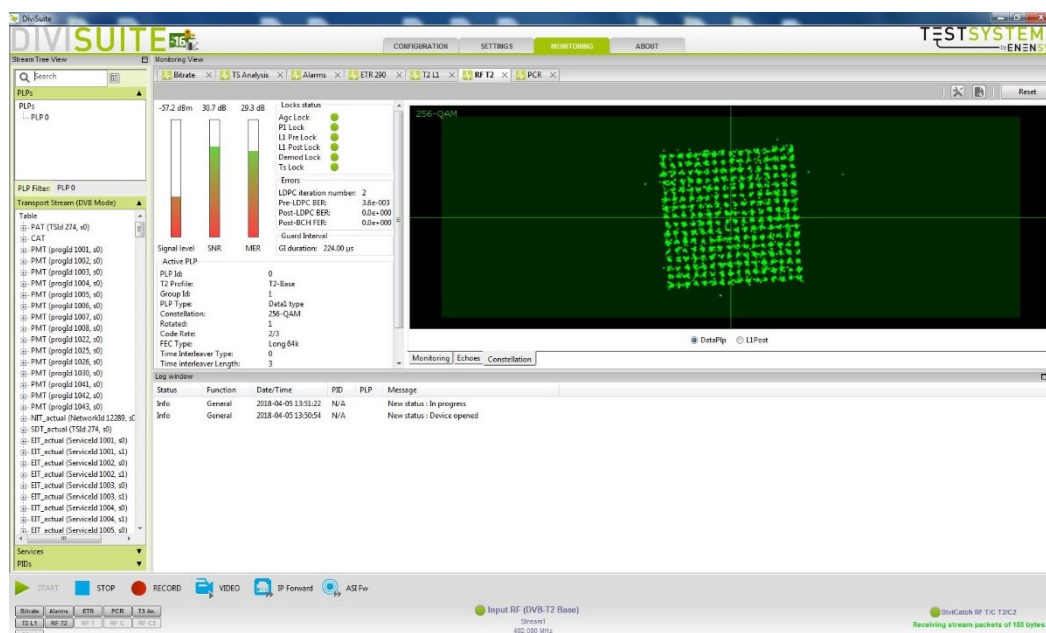
Programski paket Enesys DiviSuite predstavlja softversku platformu mernog uređaja (analizatora) DiviCatch RF T/C T2/C2, slika 2.

Povezivanje sa personalnim računarom se vrši putem USB adaptera, dok se povezivanje sa antenom vrši posredstvom RF konektora. Minimalni zahtevi personalnog računara su najmanje Dual-Core procesor koji radi na učestanosti od barem 2 GHz i 1 GB RAM memorije.

Za analizu RF signala, odnosno signala u DVB-T/T2 standardu Enesys DiviSuite koristi programski dodatak RF Scope Plugin. Ovaj programski dodatak omogućava monitoring

kvaliteta emitovanog digitalnog signala u realnom vremenu. Pokazatelji kvaliteta signala koji se mogu nadgledati su:

- Status demodulacije,
- Nivo signala, odnos signal/šum, greška modulacije MER,
- Reflektovani signali (*Echoes*) u standardima DVB-T/T2 i DVB-C/C2,
- Konstalacionog dijagrama u standardima DVB-T/T2 i DVB-C/C2,
- Bitske greške pre i posle Viterbi dekodera (LDPCBER, BCHBER) za DVB-T/T2 standard, odnosno pre Rid-Solomonovog i posle Viterbi dekodera (LDPCBER, BCHBER) kod DVB-C/C2 standarda,
- Modulacioni parametri.



Slika 2. Programski paket Enesys DiviSuite

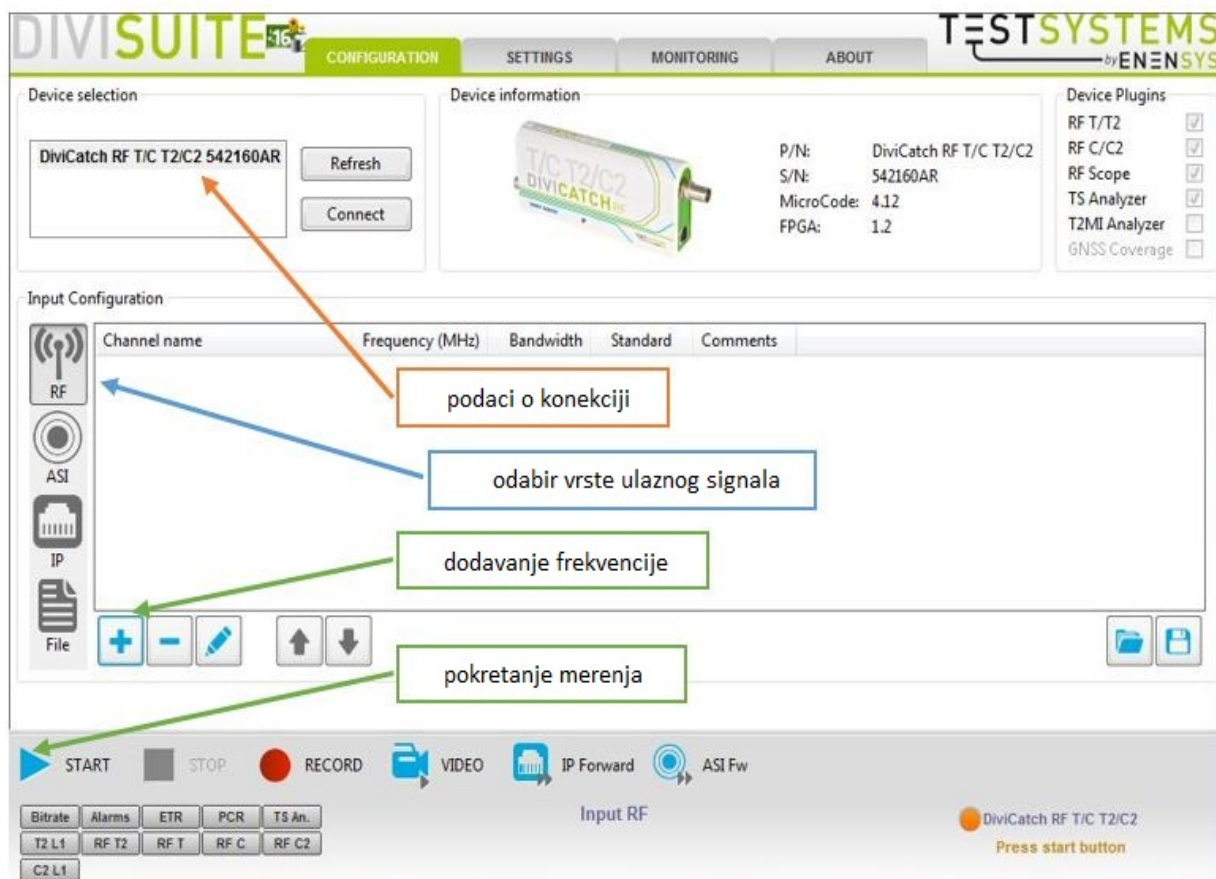
Zadatak 1: Merenje parametara signala digitalne televizije analizatorom DiviCatch

1. Povezati antenu na odgovarajući priključak analizatora DiviCatch RF T/C T2/C2, kao i analizator putem USB konekcije na odgovarajući priključak prenosnog računara, slika 3:



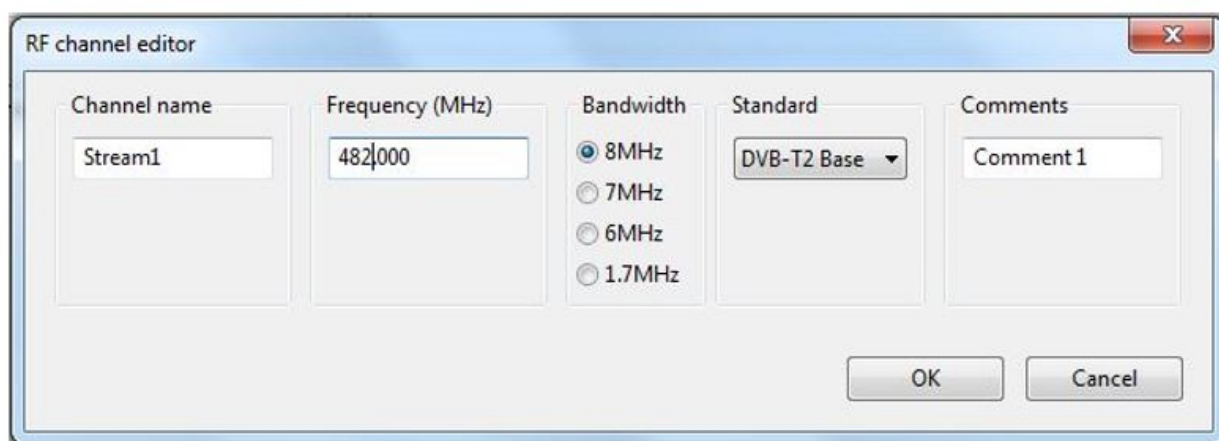
Slika 3. Povezivanje antene i analizatora DiviCatch RF T/C T2/C2

2. Pokrenuti programski paket Enesys DiviSuite. Proveriti u gornjem levom uglu prozora da li je ostvarena konekcija analizatora i prenosnog računara. Ukoliko nije, odabrati odgovarajuću uređaj i kliknuti na dugme *Connect*. Takođe, proveriti, sa leve strane prozora, da li je odabran odgovarajući ulazni signal, u našem slučaju treba odabrati opciju RF, slika 4.



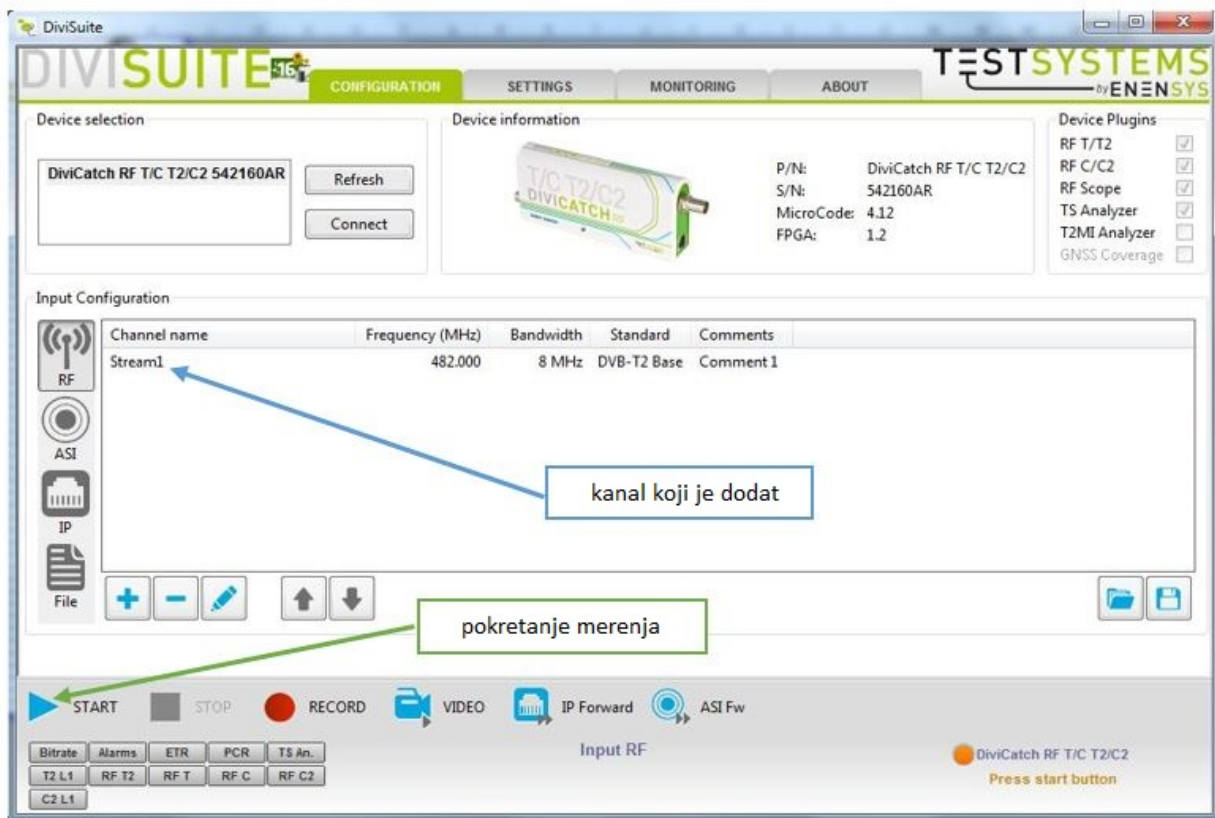
Slika 4. Početna podešavanja programskog paketa Enesys DiviSuite

3. Za unos željene frekvencije kliknuti na dugme +, u prozoru koji se pojavi, slika 5, uneti frekvenciju 482,00 MHz. U padajućoj listi odabrati DVB-T2 standard i kliknuti OK. Dodati kanal će se pojaviti u prozoru.



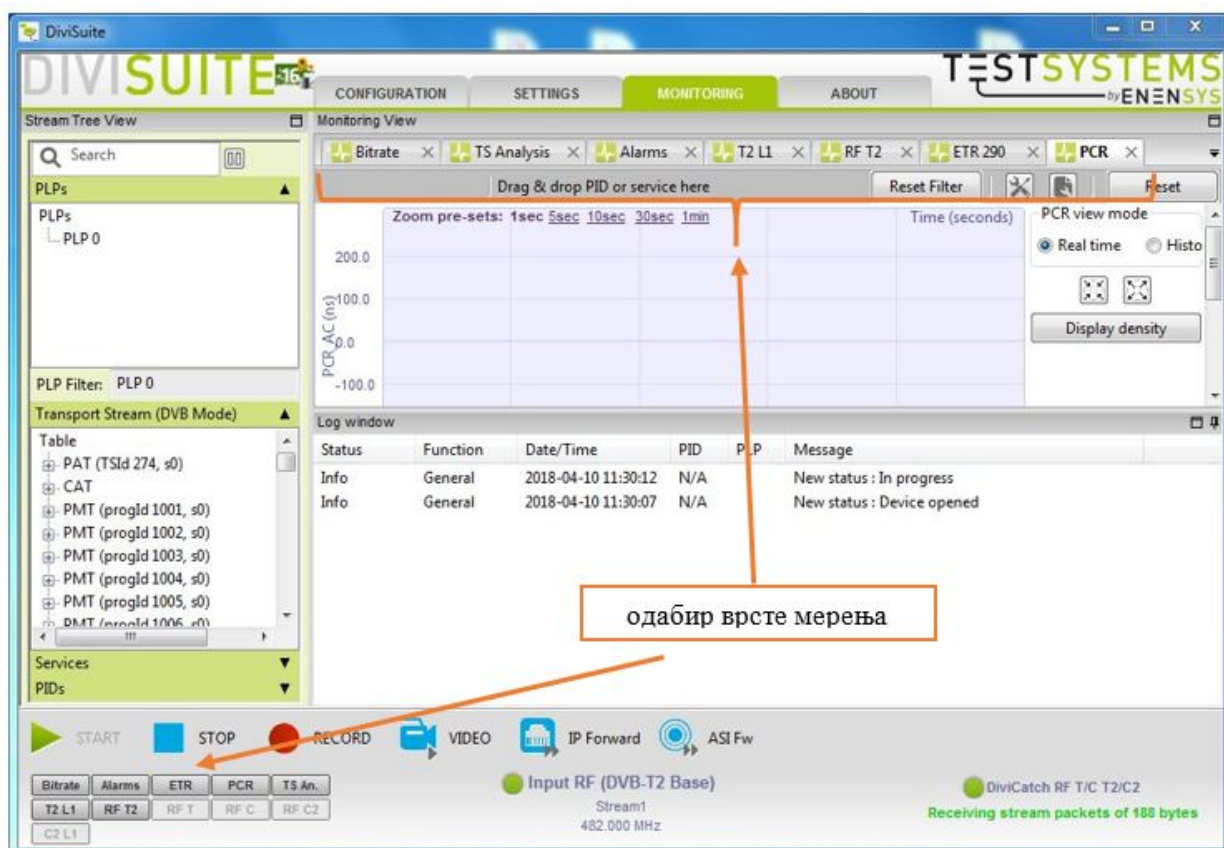
Slika 5. Dodavanje frekvencije

4. Selektovati kanal koji je dodan i klikom na START pokrenuti proces merenja parametara, slika 6.



Slika 6. Pokretanje merenja

5. Program će automatski otvoriti prozor za odabir željenog merenja, *Monitoring View*, slika 7. Izabrati karticu *TS Analysis*. Spisak TV kanala koji se nalaze u izabranom multipleksu, kao i njihov *bitrate* uneti u odgovarajuća polja Tabele 3.



Slika 7. Odabir vrste merenja

<i>TV kanal</i>	<i>Bitrate [Mbit/s]</i>

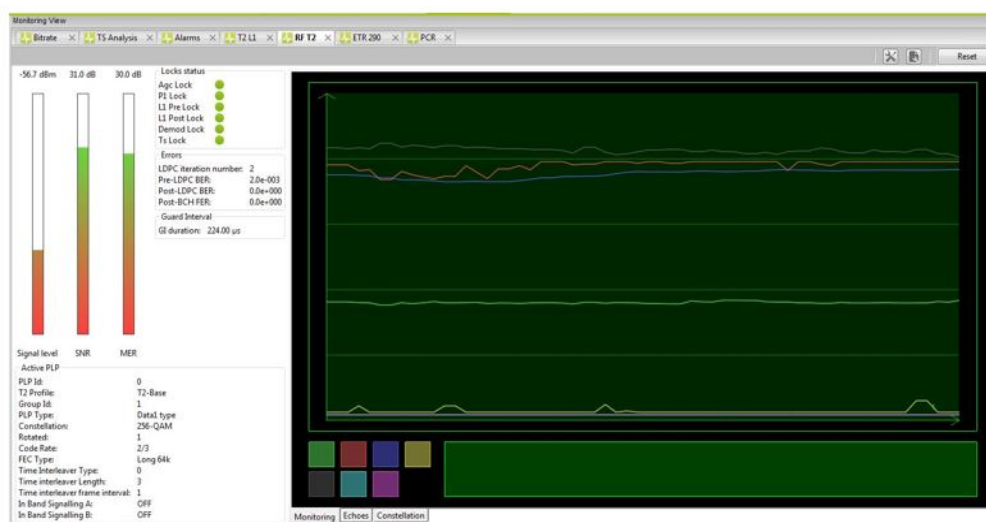
Tabela 3. *Spisak kanala prvog multipleksa*

6. Izabrati karticu RF T2. Izmerene parametre DVB-T2 signala uneti u odgovarajuća polja Tabele 4.

<i>Level [dBm]</i>	<i>SNR [dB]</i>	<i>MER [dB]</i>	<i>PRE LDPC BER</i>	<i>POST LDPC BER</i>	<i>POST BCH FER</i>

Tabela 4. *Parametri DVB-T2 signala*

7. Program omogućava praćenje promene parametara signala u realnom vremenu. Sa desne strane prozora izabrati karticu *Monitoring*, slika 8, i posmatrati promenu parametara.



Slika 8. *Praćenje promena parametara signala digitalne televizije*

8. Opisati donete zaključke:

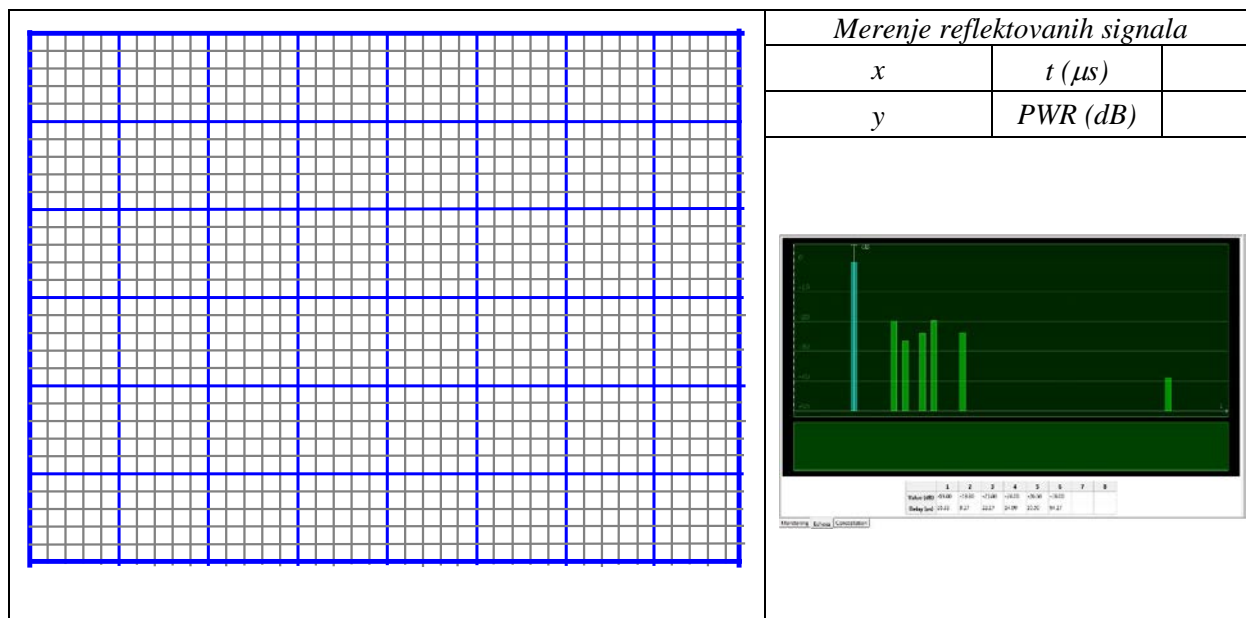
Zadatak 2: Merenje reflektovanih signala

1. Sa desne strane prozora odabrati karticu, *Echoes*, slika 9:



Slika 9. Posmatranje reflektovanih signala

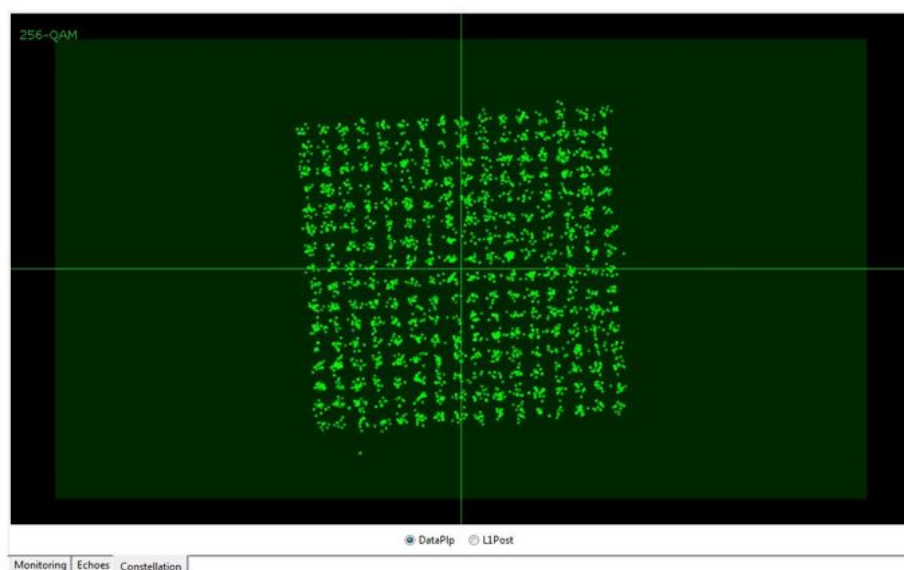
2. Zavisnost nivoa reflektovanih signala od vremena kašnjenja u odnosu na osnovni signal prikazati na Grafiku 1.



Grafik 1. Merenje reflektovanih signala

Zadatak 3: Snimanje konstalacionog dijagrama

1. Sa desne strane prozora odabrati karticu *Constellation*, slika 10:



Slika 10. Konstalacioni dijagram

2. Opisati donete zaključke

Zadatak 4: Zavisnost parametara signala digitalne televizije od tipa antene

1. Ponoviti merenja iz zadatka 1 tačka 6, za još dva tipa antena. Rezultate merenja upisati u odgovarajuća polja Tabele 5 i Tabele 6.

<i>Level</i> <i>[dBm]</i>	<i>SNR</i> <i>[dB]</i>	<i>MER</i> <i>[dB]</i>	<i>PRE</i> <i>LDPC BER</i>	<i>POST</i> <i>LDPC BER</i>	<i>POST</i> <i>BCH FER</i>

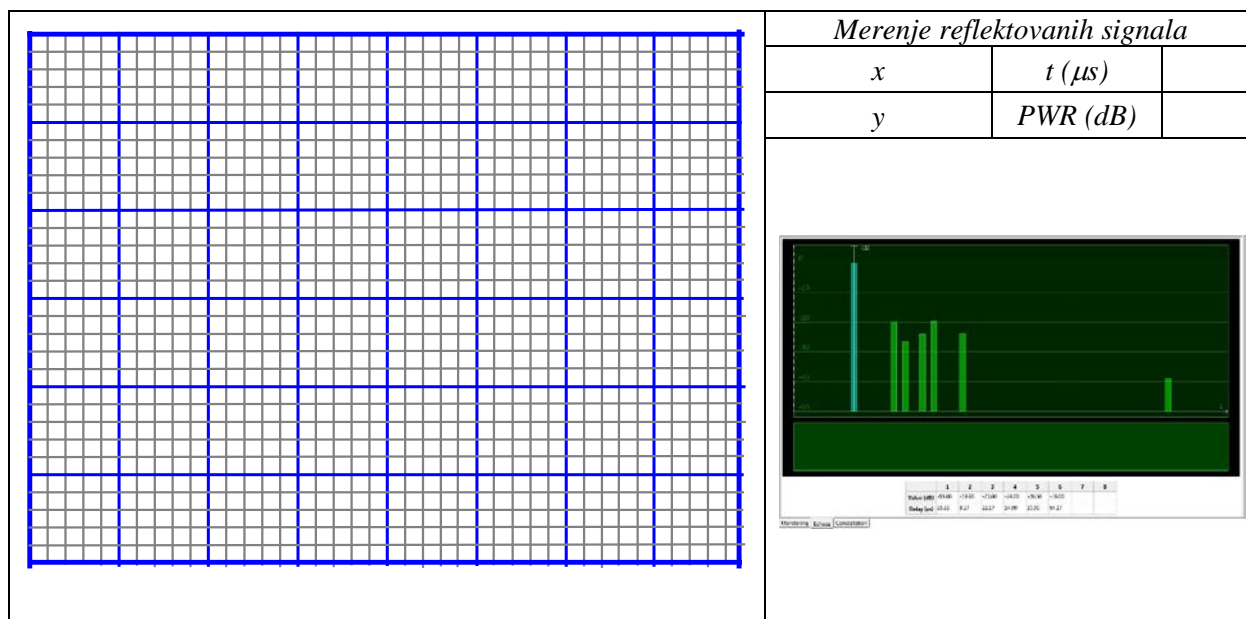
Tabela 5. Parametri DVB-T2 signala, Antena 2

<i>Level</i> <i>[dBm]</i>	<i>SNR</i> <i>[dB]</i>	<i>MER</i> <i>[dB]</i>	<i>PRE</i> <i>LDPC BER</i>	<i>POST</i> <i>LDPC BER</i>	<i>POST</i> <i>BCH FER</i>

Tabela 6. Parametri DVB-T2 signala, Antena 3

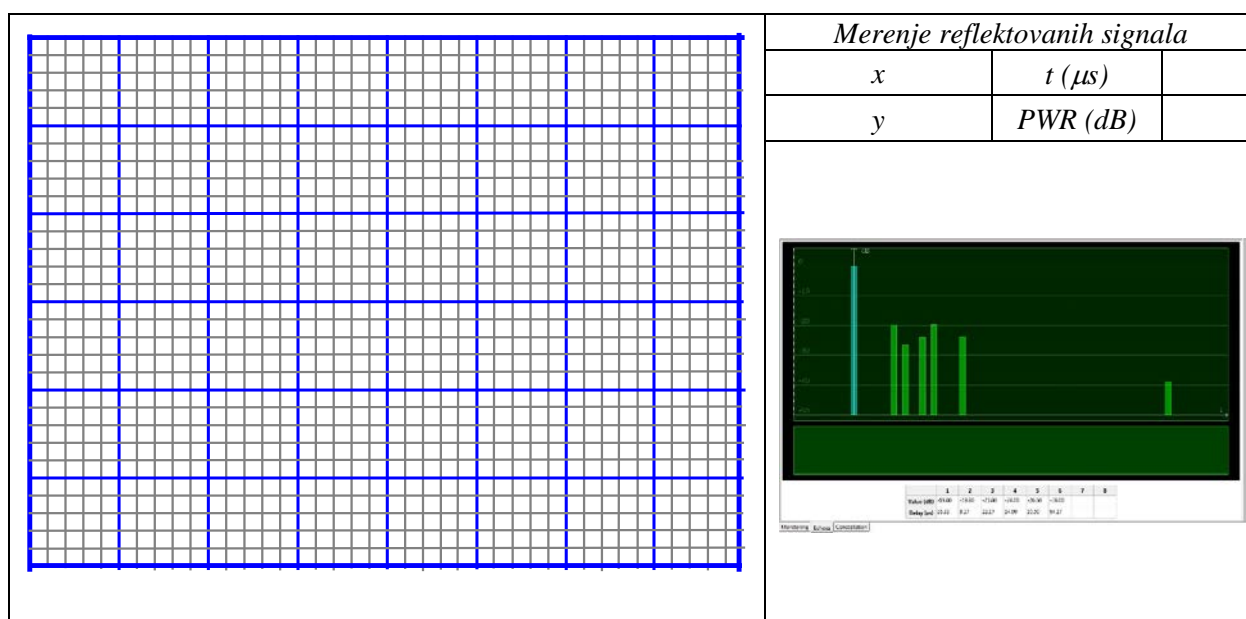
2. Opisati donete zaključke:

3. Snimiti zavisnost nivoa reflektovanih signala od vremena kašnjenja u odnosu na osnovni signal za drugi tip antene i prikazati je na Grafiku 2.



Grafik 2. *Merenje reflektovanih signala, druga antena*

4. Snimiti zavisnost nivoa reflektovanih signala od vremena kašnjenja u odnosu na osnovni signal za treći tip antene i prikazati je na Grafiku 3.



Grafik 3. *Merenje reflektovanih signala, treća antena*

5. Snimiti konstalacione dijagrame za drugi i treći tip antene i opisati svoje zaključke:

Pitanja:

1. Skicirati frekvencijsku karakteristiku prilikom merenja analognog i digitalnog signala kablovske televizije.
2. Koji frekvencijski opsezi se koriste za prenos DVB-C / DVB-C2 signala ?
3. Uporediti analogne i digitalne modulacione tehnike.
4. Šta je MPEG-TS ?
5. Koje komponente sadrži MPEG-TS ?
6. U kojim granicama se, tipično, nalazi nivo DVB-C signala ?
7. Objasni primenu Viterbi enkodera u DVB-C.
8. Skicirati konstalacioni dijagram 16QAM za dve različite vrednosti odnosa C/N.
9. Objasniti šta je MPEG PSI (*program-specific information*).
10. Objasniti šta je MPEG SI (*service Information*).
11. Kako se vrši enkripcija / dekripcija u DVB-C ?

VEŽBA 11:

Modulacija signala pomoću modulatora DekTec DTU-215

Uvod:

Cilj vežbe je upoznavanje sa modulatorom DekTec DTU-215 i upoznavanje sa softverskim paketom DekTec StreamXpress. Biće izvršeno merenje parametara modulisanog signala mernim instrumentom Televes H45 Compact i biće analizirani dobijeni rezultati. Za izvođenje vežbe biće korišćeni: Modulator DekTec DTU-215, programski paket DekTec StreamXpress, merni uređaj DiviCatch RF T/C T2/C2, programski paket Enesys DiviSuite, merni instrument Televes H45 Compact, prenosni računar i odgovarajući kablovi i konektori.

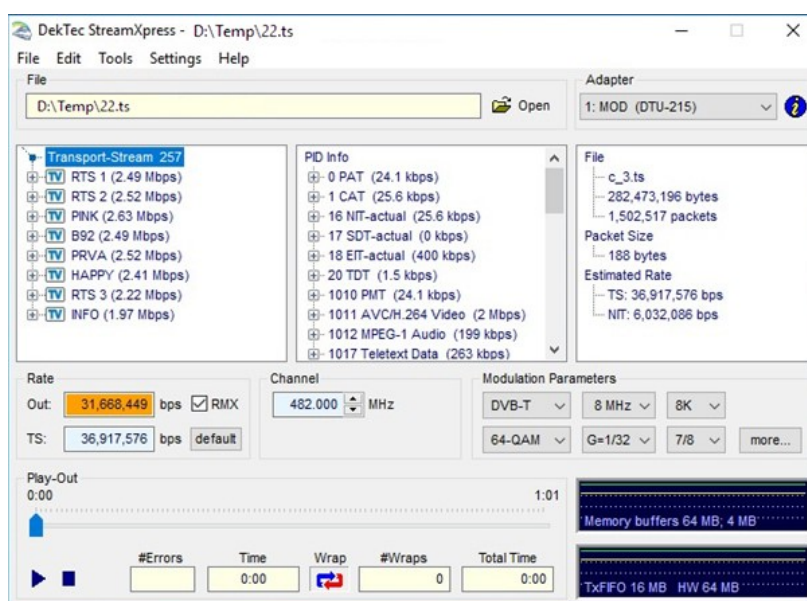
Teoretske osnove:

Modulator DekTec DTU-215 je prenosni modulator namenjen za standarde zemaljske digitalne televizije i kablovske digitalne televizije, slika 1.



Slika 1. Modulator DekTec DTU-215

Modulator se sa računarom povezuje putem USB porta i na svom RF izlazu daje modulisani signal. Parametri modulacije se podešavaju pomoću programa DekTec StreamXpress, slika 2.



Slika 2. Programski paket DekTec StreamXpress

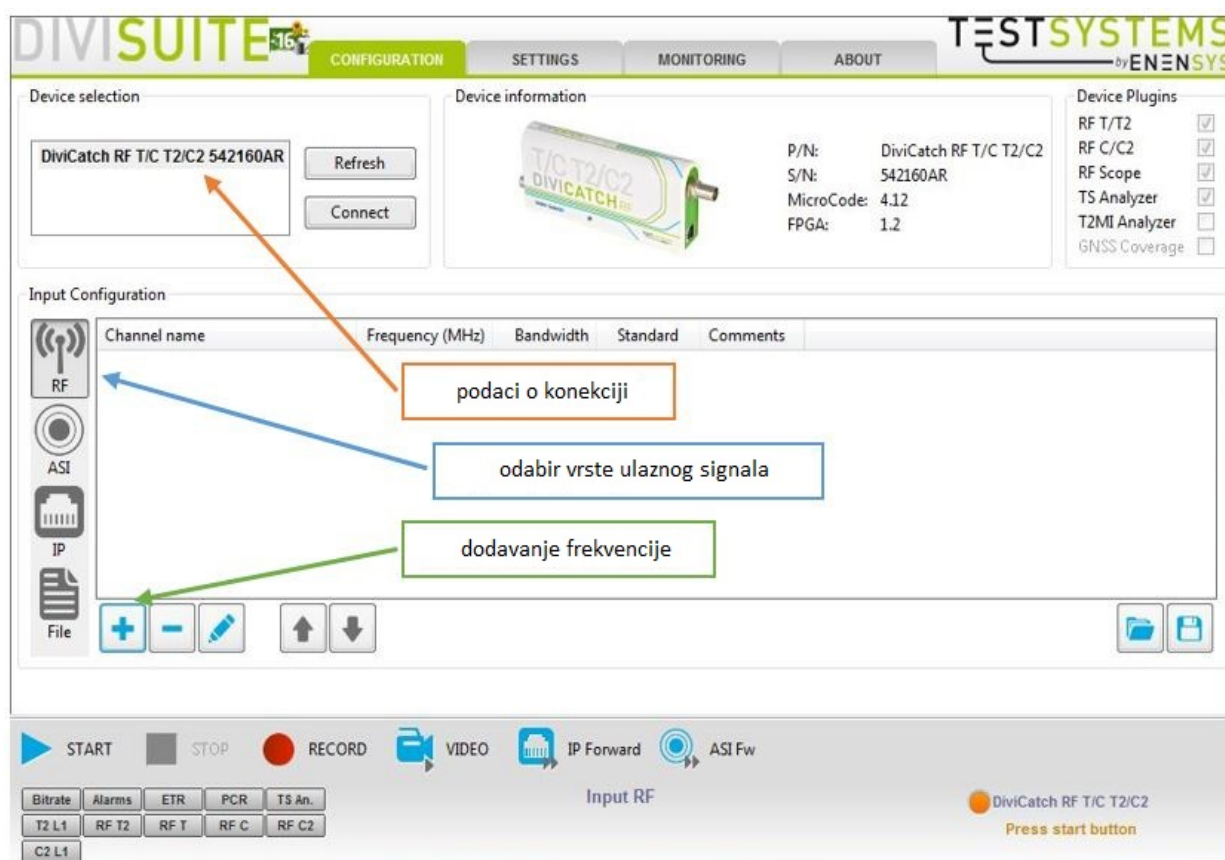
Zadatak 1: Snimanje signala

1. Povezati antenu na odgovarajući priključak analizatora DiviCatch RF T/C T2/C2, kao i analizator putem USB konekcije na odgovarajući priključak prenosnog računara, slika 3.



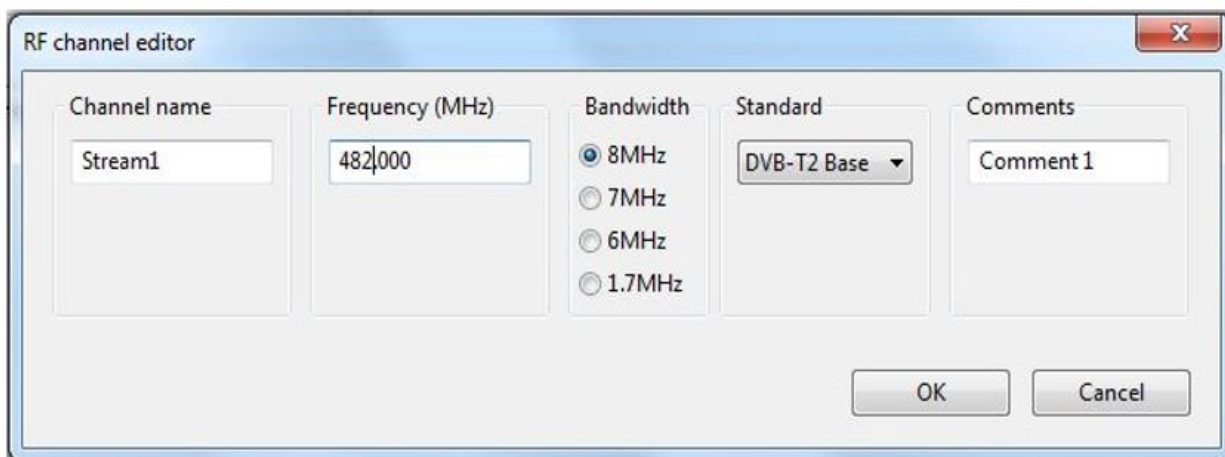
Slika 3. Povezivanje antene i analizatora DiviCatch RF T/C T2/C2

2. Pokrenuti programski paket *Enesys DiviSuite*. Proveriti u gornjem levom uglu prozora da li je ostvarena konekcija analizatora i prenosnog računara. Ukoliko nije, odabrati odgovarajuću uređaj i kliknuti na dugme *Connect*. Takođe, proveriti, sa leve strane prozora, da li je odabran odgovarajući ulazni signal, u našem slučaju treba odabrati opciju RF, slika 4.



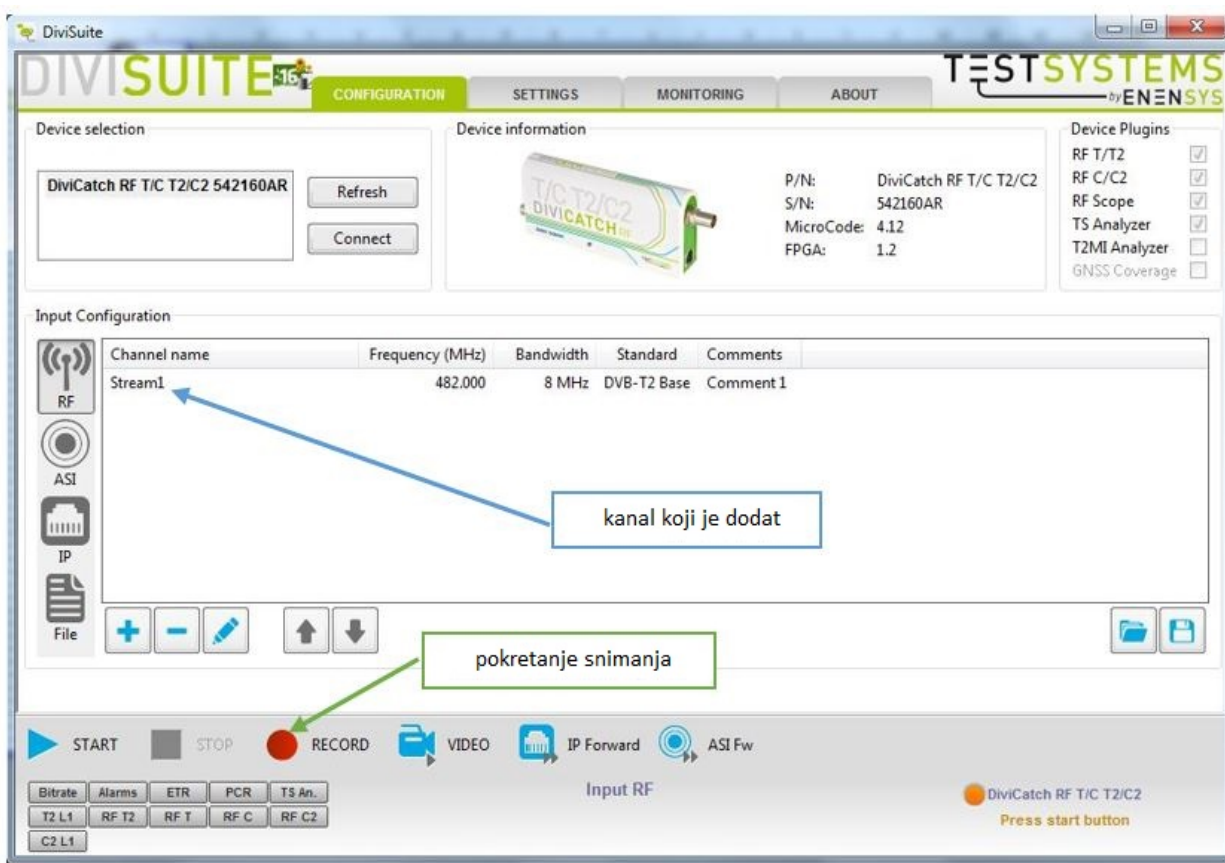
Slika 4. Početna podešavanja programskog paketa Enesys DiviSuite

3. Za unos željene frekvencije kliknuti na dugme +, u prozoru koji se pojavi, slika 5, uneti frekvenciju 482,00 MHz. U padajućoj listi odabrati DVB-T2 standard i kliknuti OK. Dodati kanal će se pojaviti u prozoru.



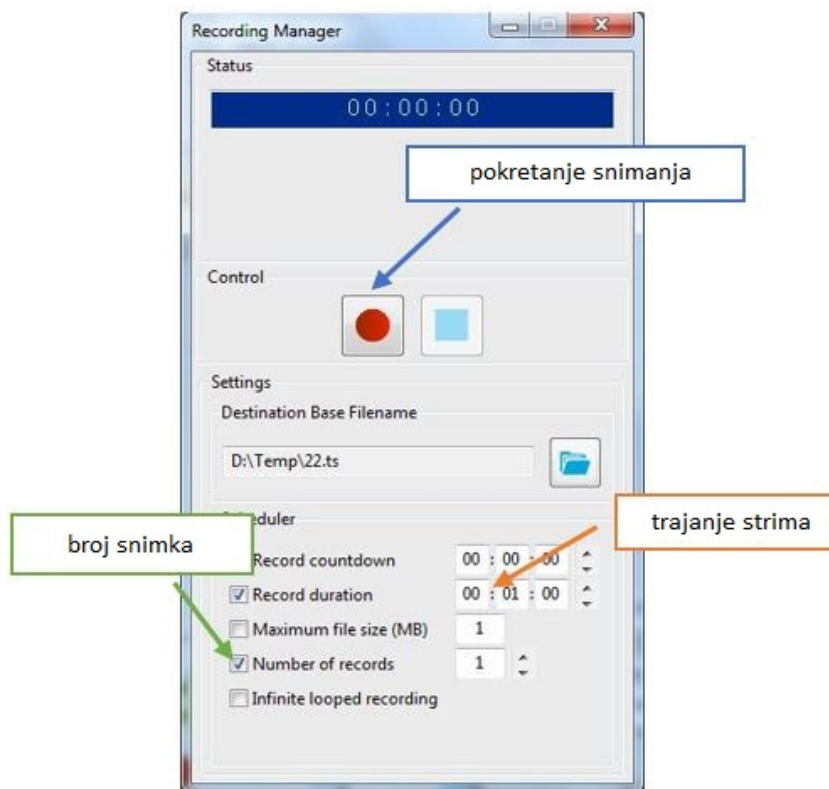
Slika 5. Dodavanje frekvencije

4. Selektovati kanal koji je dodan i klikom na *RECORD* pokrenuti proces snimanja transportnog strima, slika 6.



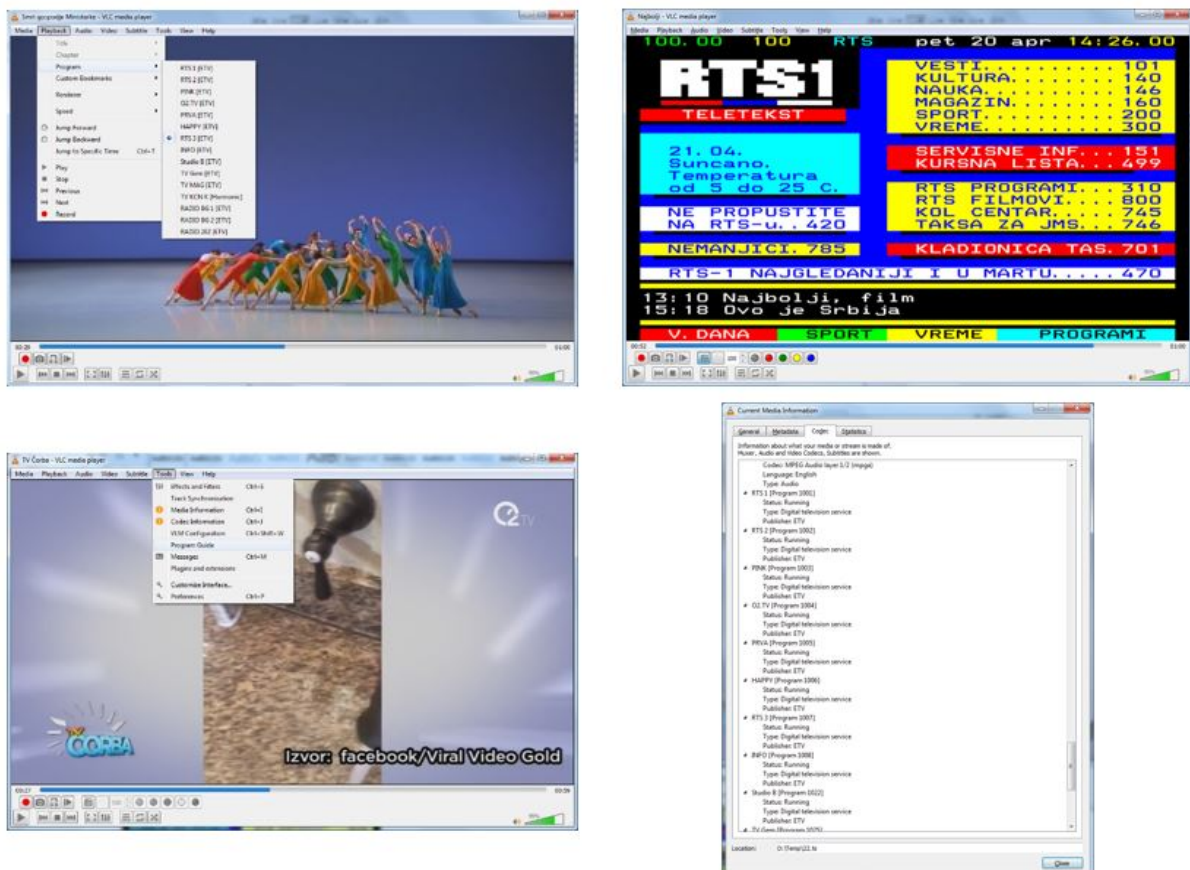
Slika 6. Pokretanje snimanja

5. Program će automatski otvoriti prozor za unos parametara snimanja, slika 7. Vreme snimanja podesiti na jedan minut, selektovati broj snimaka, postaviti na jedan i pokrenuti proces snimanja. Snimak će sadržati sve elemente realnog DVB-T2 signala. Snimljena datoteka će imati ekstenziju .ts.



Slika 7. *Unos parametara snimanja*

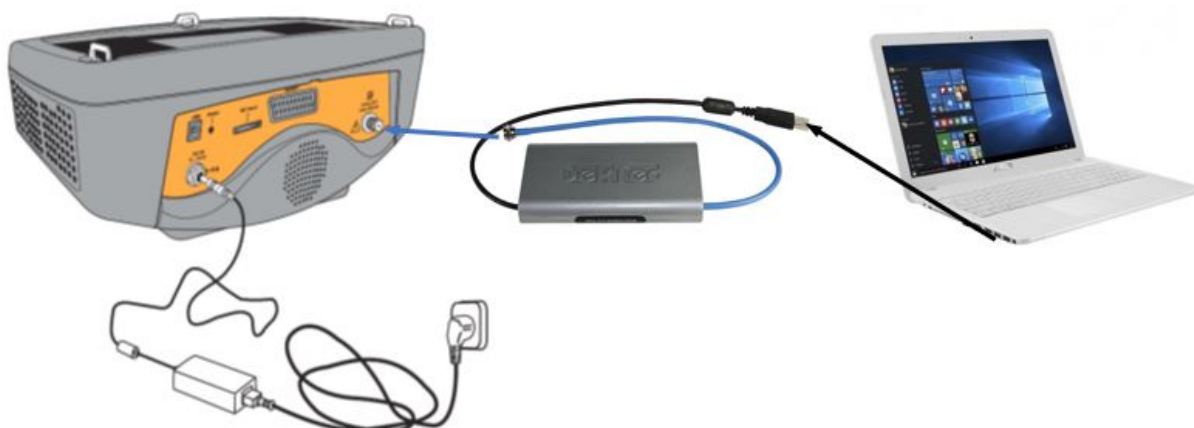
6. Snimljeni transportni strim pokrenuti pomoću VLC media player-a. Pogledati programe koji se nalaze u multipleksu, teletext, EPG, kao i parametre pojedinačnih strimova, slika 8.



Slika 8. *Sadržaj transportnog strima*

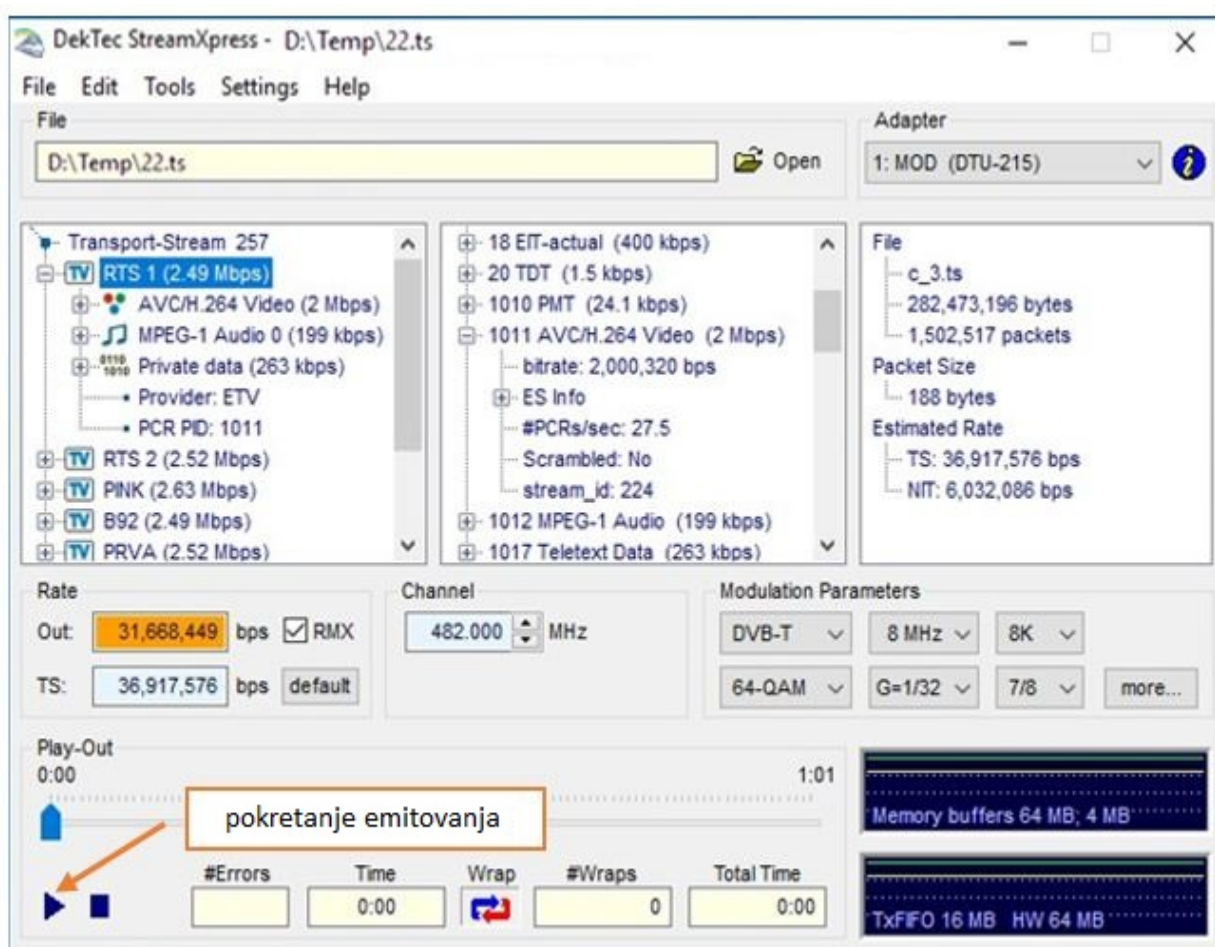
Zadatak 2: Modulacija signala

1. Povezati modulator DekTec DTU-215 sa računarom putem USB veze. RF izlaz modulatora povezati sa mernim instrumentom Televes H45 Compact.








Slika 9. Povezivanje računara, modulatora i mernog uređaja

2. Pokrenuti program *DekTec StreamXpress* i učitati prethodno snimljenu datoteku. Program će prikazati sadržaj transportnog strima, odnosno sve stimove grupisane po programima sa njihovim ukupnim bitskim protocima. Takođe, u okviru svakog kanala se nalaze video, audio i ostali podaci poput programskog vodiča, teletexta.... Parametre modulacije odabrati kao što je prikazano na slici 10 i pokrenuti emitovanje.



Slika 10. Transportni strim i parametri modulacije

Zadatak 3: Merenje parametara modulisanog signala analizatorom Televes H45

1. Pomoću tastera  i  sa desne strane analizatora izabrati digitalni režim rada i prijem putem zemaljske antene (LED dioda signalizira izabrani režim).
2. Pritiskom na taster  ili  pokrenuti režim za unos kanala, odnosno frekvencije. Uneti kanal ili frekvenciju na kojoj se vrši emitovanje.
3. Pomoću tastera  pogledati raspoložive modove prikaza merenja za odabrani kanal. Izabrati mod nalik modu prikazanom na slici 11. Izmerene parametre DVB-T signala uneti u odgovarajuća polja Tabele 11.




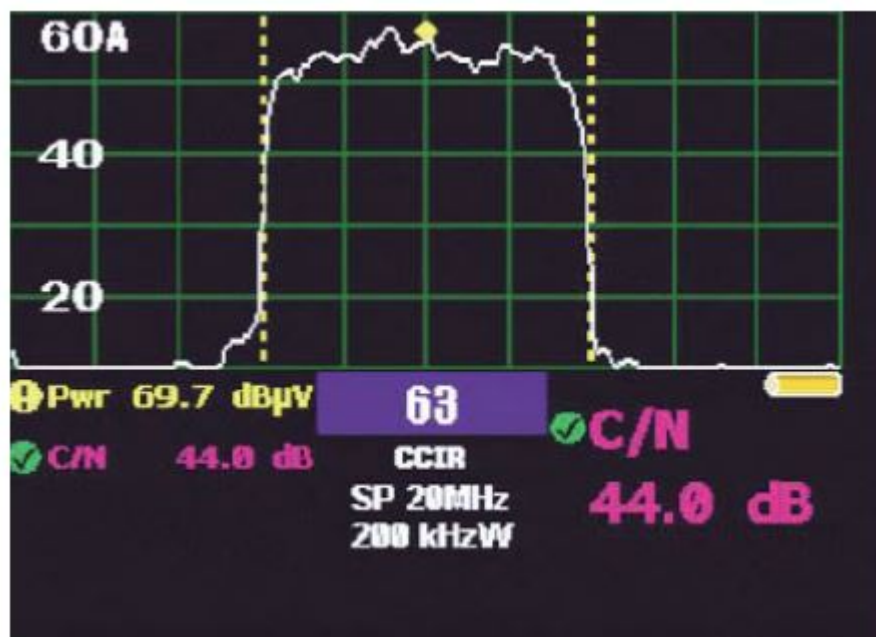
Slika 11. Mod za očitavanje parametara signala

CH		f[MHz]		
PWR [dBμV]	C/N [dB]	CBER	VBER	MER [dB]

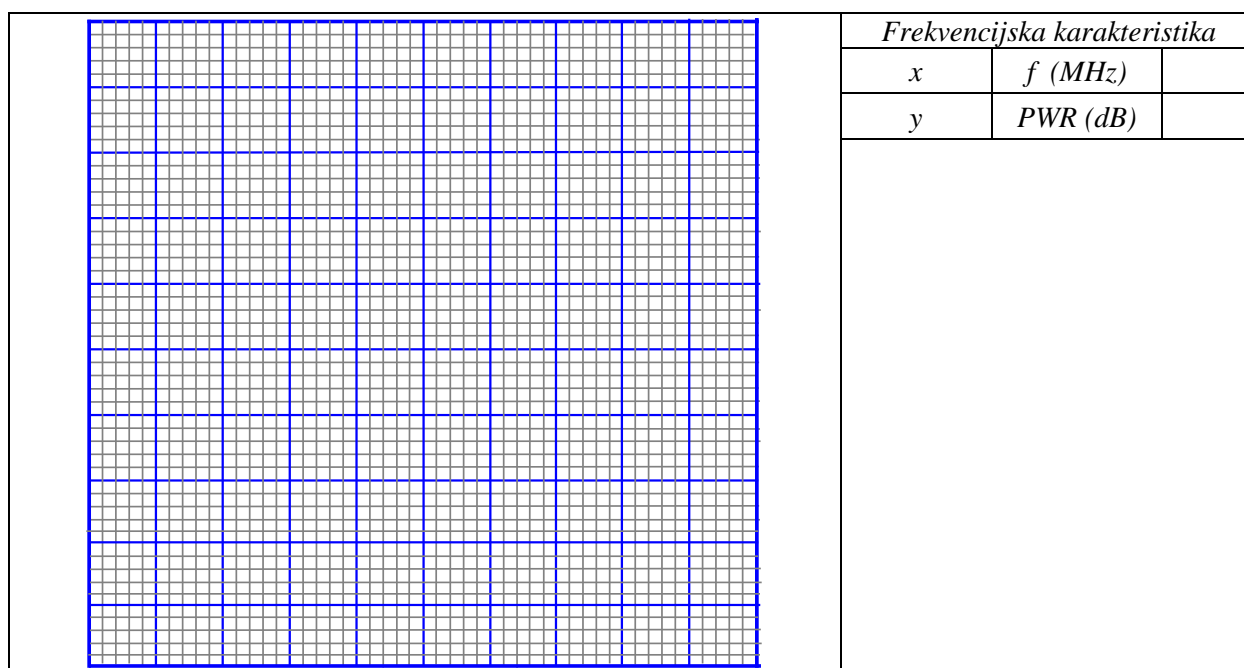
Tabela 11. Parametri DVB-T signala

Zadatak 4: Snimanje frekvencijske karakteristike signala digitalne televizije

1. Pomoću tastera  izabrati mod nalik modu prikazanom na slici 12. Frekvencijsku karakteristiku prikazati u polju označenom sa Grafik 1.




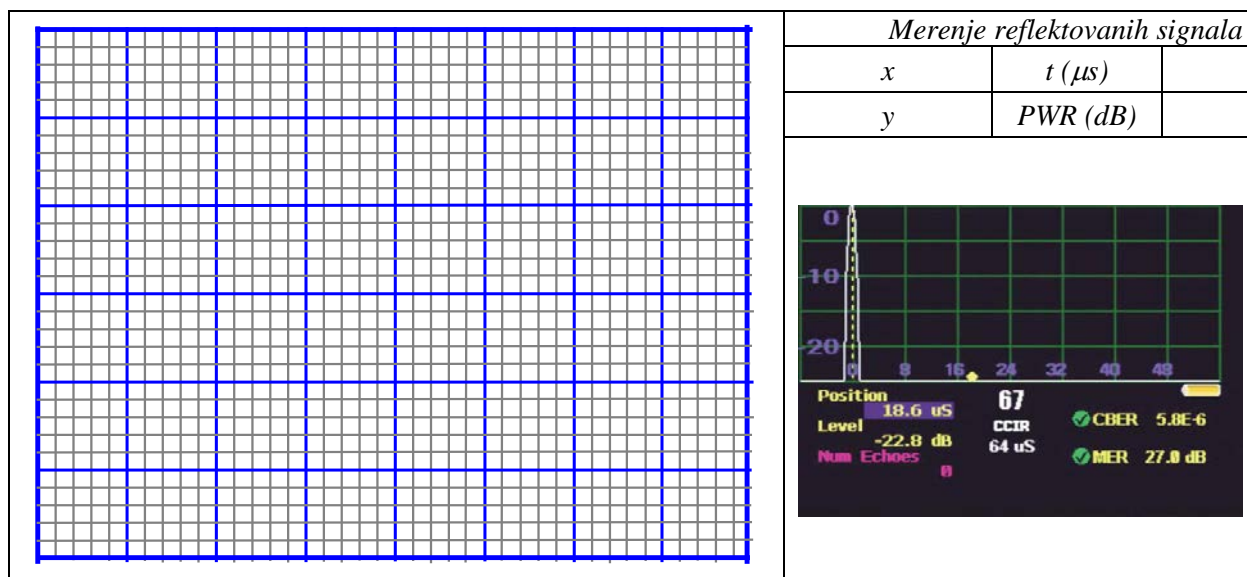
Slika 12. Mod analizatora



Grafik 1. Frekvencijska karakteristika

Zadatak 5: Merenje reflektovanih signala

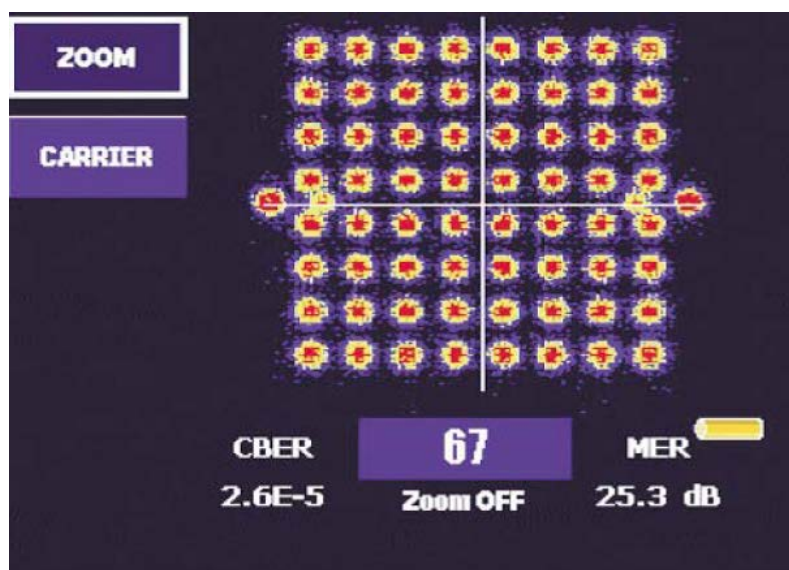
1. Pomoću tastera  pozvati glavni meni analizatora. Strelicama za navigaciju izabrati TV MODE. U okviru ovog podmenija odabrati opciju MEASURES, a zatim DIGITAL. Izabrati DVB-T/T2 standard i na kraju merenje reflektovanih signala, ECHOES.
2. Zavisnost nivoa reflektovanih signala od vremena kašnjenja u odnosu na osnovni signal prikazati na Grafiku 2.



Grafik 2. *Merenje reflektovanih signala*

Zadatak 6: Snimanje konstalacionog dijagrama

1. Pomoću tastera pozvati glavni meni analizatora. Strelicama za navigaciju izabrati TV MODE. U okviru ovog podmenija odabrati opciju MEASURES, a zatim DIGITAL. Izabrati DVB-T/T2 standard i na kraju konstalacioni dijagram, CONSTELL, slika 13.



Slika 13. *Konstalacioni dijagram*

2. Opisati donete zaključke:

Pitanja:

1. Šta su digitalne modulacije ?
2. Navedi razloge za modulaciju signala.
3. Šta je CBER ?
4. Šta je VBER ?
5. Koje modulacione tehnike se koriste u DVB-C ?
6. Koje modulacione tehnike se koriste u DVB-T2 ?
7. Objasniti razloge uvođenja i primenu NS3 standarda.
8. Uporediti MPEG2 i H264 algoritme.
9. Koliko servisa može biti prenešeno u jednom kanalu (8MHz) ako se koriste analogne modulacije? Koliko servisa može biti prenešeno u 8MHz ako se koriste digitalne modulacije.
10. Navedi nekoliko dodatnih usluga dostupnih samo prilikom digitalnog emitovanja signala.

Dodatak

AES/EBU(**Audio Engineering Society/European Broadcasting Union**) - udruženje audio – inženjera / Evropski savez za radiodifuziju.

ANTENA - bilo koji uređaj koji služi za sakupljanje i slanje signala u prijemnik.

AZIMUT - ugao između satelita i juga, određen kompasom. Označava se u stepenima i može biti istočno ili zapadno (npr. Astra 19, 2°E).

2K rezolucija - rezolucije kod kojih je širina slike približno oko dve hiljade piksela. Kod DCI standarda za digitalne bioskope 2K rezolucija je tačno 2048x1080.

4K rezolucija - rezolucije kod kojih je širina slike približno oko četiri hiljade piksela. Kod DCI standarda za digitalne bioskope 4K rezolucija je tačno 4096 x 2160. Najnoviji prototipi 4K televizora imaju rezoluciju 3840 x 2160, što je tačno četiri puta više (dva puta šire i dva puta više) od Full HD. Naziv 4K se uobičajeno upotrebljava za rezolucije u rasponu od 3840x2160 do 4096 x 3072.

BANDWIDTH - opseg frekvencija koji zauzima signal. Može biti 18, 27, 36 ili 72MHz.

BIT RATE - brzina digitalnog prenosa. Obično se izražava u Mbit/s (megabitima po sekundi). Što je veći, to se prenosi više podataka i slika je kvalitetnija.

BER (Bit Error Ratio) - učestalost greške bitova, odnosno verovatnoća pogrešno primljenih bitova. Definicija: $BER = (\text{broj netačno primljenih bitova} / \text{ukupan broj prenesenih bitova})$.

Broadband - mogućnost odašiljanja, prenosa i primanja signala širokog frekvencijskog opsega. Omogućava prenos glasa, podataka i slike preko jednog medija.

CAM (CONDITIONAL ACCESS MODULE) - sistem koji se koristi za dekodiranje kodiranih satelitskih programa.

CCIR (Comite consultatif international des radiocommunications) - međunarodno udruženje za standarde na području radiokomunikacija. To udruženje, pod ovim imenom, više ne radi; zamenjeno je organizacijom ITU (International Telecommunications Union) koja propisuje razne preporuke i standarde na području radiokomunikacija (ITU-Radiocommunication) i telekomunikacija (ITU-Telecommunication).

C - BAND – područje frekvencija od 3,70 do 4,20GHz koje se koriste za prenos satelitskog signala, najviše u SAD .

CI (COMMON INTERFACE) - standard za priključenje dodatne opreme na satelitski prijemnik.

C/N (CARRIER - TO - NOISE RATIO) - mera za performanse antene. Označava odnos snage primljenog signala i snage šuma. Izražava se u dB .

COMPRESSED DIGITAL TV - TV signal koji je prerađen u digitalni i komprimovan zbog toga što se iz signala uklanjaju podaci koji se ponavljaju. Omogućava da se veći broj programa smesti na jedan ransporder (kanal).

Codec - reč codec je nastala kao skraćenica od CODER-DECODER. Danas reč codec označava skoro sve softverske komponente koje učestvuju pri reprodukciji ili enkodiranju videa i audia. Kada se govori o enkodiranju, pod rečju codec se misli na enkoder. Kada se govori o reprodukciji (puštanju videa), pod rečju codec se misli na dekodeer.

Decoder - obavlja čitanje video zapisa u nekom formatu. To je zapravo softverska komponenta koja programima, daje sposobnost čitanja, tj. reprodukcije nekog video formata.

Demodulator - deo u satelitskom prijemniku koji ima zadatak da izdvaja audio i video informacije iz dolazećeg signala.

DiSEqC (DIGITAL SATELLITE EQUIPMENT CONTROL) - digitalno upravljanje satelitskom opremom. Sistem koji je razvio Eutelsat za gledanje programa s dva satelita, Astra i Hotbird, s jednom antenom, koristeći univerzalne LNB konvertore. Inače, sistem se koristi za kontrolu periferija, kao što su LNB konvertori, rotor i prekidači, koristeći digitalizovani 22kHz signal iz satelitskog prijemnika.

DOWNLINK - put signala od satelita do prijemne antene.

DUAL - FEED - postavljanje dva LNB konvertora na satelitsku antenu i omogućeno gledanje programa sa dva satelita sa jednom fiksiranom antenom.

Digitalni video - je video zapisan u vidu kompjuterskih podataka. Jedan digitalni video je jedan fajl koji može biti snimljen ili kopiran na bilo koji digitalni medij, CD, DVD, hard disk, USB memoriju itd.

Demux, Demuxing, Demultiplexing (demuksovanje, demultipleksovanje) - operacija suprotna od muksovanja. Vađenje video i audio zapisa i drugih traka iz container fajlova. Demuksovanje se obično radi pre konvertovanja kako bi se video i audio mogli odvojeno konvertovati u zasebnim programima.

DTT - je skraćenica od Digital Terrestrial Television. Taj pojam uopšteno označava digitalnu zemaljasku televiziju. Najpoznatiji standardi digitalne zemaljske televizije su DVB-T, ATSC, DVB-T2...

DTV (Digital Television) - pojam koji obuhvta sve tehnologije emitovanja digitalnog televizijskog signala. Uključuje i digitalnu zemaljsku, i digitalnu kablovsku, i IPTV i satelitsku televiziju. Obuhvata standarde DVB-T, DVB-T2, ATSC, DVB-C, DVBV-S, DVBV-S2 i mnoge druge.

DVB-C - digitalna kablovska televizija. DVB-C je skraćenica od Digital Video Broadcasting - Cable.

DVB-C2 - novi standard za digitalnu kablovsku televiziju. U poređenju sa DVB-C, DVB-C2 donosi oko 30-60% bolje iskorišćenje protoka podataka.

DVB-H - digitalna mobilna televizija. DVB-H je skraćenica od Digital Video Broadcasting - Handheld. To je novi standard koji se primenjuje na novijim mobilnim uređajima. Osnovna razlika, u poređenju sa DVB-T je u tome, što je DVB-H predviđen za uređaje sa malim ekranom, manjom rezolucijom, baterijama malog kapaciteta itd.

DVB-S - digitalna satelitska televizija. DVB-S je skraćenica od Digital Video Broadcasting - Satellite.

DVB-S2 - novi standard za digitalnu satelitsku televiziju. U poređenju sa DVB-S, DVB-S2 donosi oko 30% bolje performanse, što u kombinaciji sa MPEG-4/AVC (H.264) kompresijom pruža mogućnost da se HDTV program emituje sa istim protokom koji je pre bio potreban za SDTV.

DVB-SH - novi standard za digitalnu mobilnu televiziju. DVB-SH je skraćenica od Digital Video Broadcasting - Satellite services to Handhelds. DVB-SH omogućava satelitski prijem na mobilnim uređajima.

DVB-T - digitalna zemaljska televizija. DVB-T je skraćenica od Digital Video Broadcasting Terrestrial. To je standard za digitalnu televiziju koji se koristi u Evropi i još nekim delovima sveta. Osim DVB-T postoji još nekoliko standarda za emitovanje digitalnih televizija koji se koriste na drugim kontinentima.

DVB-T2 - novi standard za digitalnu zemaljsku televiziju. U poređenju sa DVB-T, DVB-T2, nudi značajno manju osetljivost na smetnje i šumove. Obezbeđuje 30-50% veći protok podataka, što je naročito pogodno za HDTV. Takođe je kompatibilan sa IPTV tehnologijama.

DLNA (Digital Living Network Alliance) - Smart Home rešenje. Povezivanje svih digitalnih uređaja u kući radi razmene video, foto i muzičkog sadržaja (primer: povezivanje PC računara i TV-a). Uređaji koji poseduju DLNA sertifikat mogu se međusobno povezati preko LAN-a ili Wi-Fi.

Encoder - obavlja kreiranje video zapisa u nekom formatu. Enkoder je najčešće komponenta ugrađena u programe za obradu videa. Programi za enkodiranje i konvertovanje zapravo samo posreduju i obavljaju pripremne operacije, dok konkretno stvaranje video zapisa obavlja enkoder.

Encryption (ENKRIPCIIJA) - kodiranje signala tako da se ne može primiti bez posebnog ekodera.

EPG (ELECTRONIC PROGRAM GUIDE) - elektronski programski vodič; grafički prikaz pregleda programa koji se ispisuje na ekranu kod digitalnih satelitskih programa. EPG se šalje od strane samog programa, a prijemnik ga samo prikazuje na ekranu. Ako se ne šalje, onda prijemnik javlja poruku „No Information“ ili „No EPG“.

F - CONNEKTOR - priključak koji se koristi za povezivanje LNB konvertora s prijemnikom.

FEC (FORWARD ERROR CORRECTION) - signali koji se dodaju osnovnom signalu kod digitalnog prenosa sa svrhom da ispravljaju određene greške koje se javljaju kod emitovanja.

FTA (FREE - TO - AIR) - emitovanje satelitskih programa bez ikakve zaštite, odnosno nekodirano.

Full HD - oznaka "Full HD" je, prema novim preporukama, zamenjena oznakom "HD 1080p".

GE06 - međunarodni plan raspodele radio frekvencija za potrebe digitalnog zemaljskog prenosa radio - televizijskog programa, Ženeva 2006. Usvojen je na RRC-06. U skladu sa tim planom, predviđen je prelazak na digitalnu zemaljsku radiodifuziju, u VHF opsegu III i u UHF opsezima IV i V.

GEOSTATIONARY ORBIT - putanja koju koriste TV sateliti na visini od oko 36 000km. Na toj visini, sateliti se kreću uporedo sa Zemljom i takav satelit se sa Zemlje uvek vidi u jednoj tački.

H.264 AVC (H.264 Advanced Video Coding) - preporuka ITU-T koja definiše usavršeni standard video kodovanja, koji je identičan sa MPEG-4 v10 standardom.

HbbTV - hibridno emitovanje širokopojasne televizije ili HbbTV je vodeća nova panevropska inicijativa čiji je cilj harmonizovanje emitovanja i isporuke signala krajnjem potrošaču, kroz internet, TV i set top boksove.

HD (High Definition) - video visoke rezolucije. Prevenstveno se oznakom HD označavaju rezolucije 1280x720 i 1920x1080. Rezolucija 1920x1080 sadrži pet puta više piksela od maksimalno podržane DVD rezolucije. Drugim rečima, HD rezolucije imaju do pet puta detaljniju (jasniju) sliku.

HD ready - oznaka na televizorima koji su sposobni da prikažu HDTV program i HD video, ali njihov ekran ne prikazuje punu jasnoću slike. HD ready televizori su jeftiniji od Full HD

televizora. Većina gledalaca teško primećuje razliku u kvalitetu slike na HD ready i Full HD televizorima.

HD ready 1080p - oznaka na televizorima čiji ekran prikazuje punu HD rezoluciju 1920x1080, bez ikakvog umanjivanja. Ovakvi televizori imaju najjasniji prikaz slike, ali su i najskuplji. "HD Ready 1080p" je novija oznaka koja zamenjuje do sada korišćenu "Full HD" oznaku.

HDCP (High-bandwidth Digital Content Protection) - tehnologija zaštite od kopiranja videa koja se ugrađuje u uređaje koji prenose digitalni video signal putem DVI ili HDMI kablova. Ovo funkcioniše tako što HDMI - HDCP uređaji odbijaju da prenesu digitalni signal do uređaja koji nisu opremljeni sa HDCP tehnologijom. HDCP tehnologija je prvenstveno predviđena da se koristi na Blu-ray Disc plejerima.

HD/720p (High Definition) - HD rezolucija, može da se nađe u tri najčešća formata: 1366x768, 1024x768, 1280x720. Sva 3 formata se zajednički nazivaju 720p.

HDTV (High Definition Television) - televizijski standard sa visokom rezolucijom video i audio signala, nudi dva kvaliteta signala: 720 i 1080 su osnovne oznake, a njima se dodaje ili slovo „i" ili slovo „p" što označava kakav je način iscrtavanja slike (i = interlaced - iscrtava se svaka druga linija, a onda ostale linije; p = progressive - linija po linija se iscrtava). 720 i 1080 predstavljaju „visinu" slike, a širina iznosi 1280, odnosno 1920 piksela). Broj sličica u sekundi (eng. FPS) se katkad navede pored oznake, npr. 720p60, što označava rezoluciju 1280x720; progresivan način iscrtavanja slike i 60 sličica u sekundi. Aspect ratio ekrana je 16:9.

HEVC (High Efficiency Video Coding) - budući standard video kompresije koji je usvojen 22. jula 2015. godine. HEVC je postigao značajan napredak u odnosu na H.264 kompresiju. Smanjen je bitrate za oko 50%. Koristi se kod UHDTV rezolucije 7680x4320 i 8192x4320, 3D (stereoskopije), ima visok framerate (čak do 300 fps) i fleksibilan bitrate.

IPTV – je digitalna televizija koja doprema TV signal kroz postojeću telefonsku liniju i ADSL uređaj. Na našem tržištu samo Telekom Srbija nudi ovu uslugu. Korisniku ova televizija nudi visokokvalitetnu sliku i ton, uvodeći široku interaktivnost i visoku personalizaciju televizijskih sadržaja.

Interaktivni sadržaj-omogućava korisnicima pristup raznim informacijama, video materijalima i samom sadržaju, na moderan i atraktivan način.

IF (INTERMEDIATE FREQUENCY) - signal u kablu, između LNB konvertora i prijemnika. Takođe, to je ulazna frekvencija prijemnika; standardno između 950 i 2 150 MHz .

INTERFERENCE - izobličenja u slici i tonu prouzrokovana prisutnošću neželjenog signala.

ITU (International Telecommunication Union) - Međunarodna unija za telekomunikacije.

ITU-T (International Telecommunication Union - The Telecommunication Standardization Sector) - Sektor za standardizaciju u oblasti telekomunikacija.

ITU-R BT.601-2 (bivši CCIR 601) - međunarodna norma za analogno digitalnu konverziju komponentnog video-signala u 525 i 625 linijskim sistemima. Preuzeta je iz SMPTE RP 125.

ITU-R BT. 656 (CCIR 656) - međunarodna norma koja propisuje tehničke parametre vezane za međusobno spajanje uređaja u sistemu digitalne televizije. Opisuje način sinhronizacije, način multipleksiranja u paralelnom i serijskom povezivanju, električne i mehaničke karakteristike konektora.

ITU-R BT.709-3 - preporuka odobrena 1999. godine koja opisuje strukturu odmeravanja za format 1920 x 1080. Svi tehnički parametri (analiziranje slike, kolorimetrija, karakteristike

prenosa) su univerzalni u celom svetu. Zajednički format slike može se koristiti uz različite varijante frekvencije promene slika: 60p, 50p, 30p, 25p, 24p, 60i i 50i. „p” označava progresivno analiziranje slike, a „i” označava analiziranje sa proredom.

ITU-R BS.775 - međunarodna norma za višekanalni zvuk, sa ili bez propratne slike. Propisuje pravilan raspored zvučnika za razne vrste zvučnih sistema.

LOCAL OSCILATOR (LOKALNI OSCILATOR) - uređaj u sklopu LNB konvertora koji prima signale sa satelita i pretvara ih u frekvencije koje prijemnik može da prima.

LNB (LOW NOISE BLOCK) KONVERTOR - uređaj koji pojačava dolazne signale i prevodi ih u električne signale niže frekvencije koje satelitski prijemnik može da prepozna.

LTE - ili Long Term Evolution je globalni standard za četvrtu generaciju mobilnih mreža (4G). LTE nudi kapacitet i brzinu, neophodnu za savlađivanje velikog porasta razmene podataka koji generiše sve veći broj mobilnih pretplatnika.

MCPC (MULTI CHANNEL PER CARRIER) - postavljanje većeg broja kanala u jedan signal, korišćenjem TDM (Time Division Multiplex) tehnike.

MODULATOR - uređaj koji utiskuje signal slike i tona na noseći radio talas.

Multiplex (Mux) - za razliku od analogne kod emitovanja digitalne televizije, jedan kanal ima dovoljno viška prostora da može da prenosi više TV kanala (TV programa) paralelno, u sklopu tog samo jednog analognog kanala. Jedan takav kanal se naziva Multiplex ili skraćeno Mux. Dakle, ono što je kod analogne televizije bio jedan kanal, kod digitalne televizije je jedan multiplex. Multiplex je dakle grupa TV kanala koji se prenose u jednom analognom kanalu. Jedan multiplex, pored nekoliko TV kanala, takođe može da sadrži i digitalne radio programe i interaktivne TV sadržaje, napredni teletext i sl. Prijemnik digitalne televizije (Set-top box) prima ceo jedan multiplex odjednom, ali ga "razdvaja" i izdvaja iz njega samo onaj TV kanal, koji je odabran.

Multiplekser (MUX) - uređaj, deo opreme u digitalnim radiodifuznim sistemima koji kombinuje različite ulazne signale u jedan zajednički, a za potrebe prenosa i emitovanja.

OTT (Over the Top) - sadržaj se isporučuje preko interneta. Proizvođači elektronskih uređaja proizvode DVD plejere, konzole za video igre i televizore sa mogućnošću bežičnog povezivanja. Ovi uređaji imaju mogućnost da se priključe na postojeću bežičnu mrežu, tako da se sadržaji sa interneta mogu gledati direktno na televizoru. Obično ovim uređajima ne treba dodatni hardver ili povezivanje, kao ni napredno znanje, kako bi se upravljalo njima. OTT aplikacije uključuju Fejsbuk i YouTube.

PAL (Phase Alternation Line) - kolor TV sistem razvijen 1967. Koristi 625 linija u RGB kolor modu (RGB - red, green, blue), od kojih su 576 iskorišćene za sliku, a ostatak za dodatne informacije o slici. Koristio se u Evropi i kod nas.

Pixel – piksel je najmanji deo slike. Reč "pixel" je skraćenica od "picture element" što znači elemenat slike. Najlakše ćete razumeti šta je piksel ako zamislite da je slika zid od cigli, a da je svaki piksel jedna cigla u tom zidu i da svaka može imati zasebnu boju.

PIN (PERSONAL IDENTIFICATION NUMBER) - lični indentifikacioni broj; broj koji služi kod korisnika originalnih satelitskih kartica za pristup informacijama na kartici, informacijama o pretplati, pristup meniju na samom prijemniku itd.

PPV (PAY - PER - VIEW) - sistem za gledanje plaćenih TV programa. Omogućava gledanje samo onog

na šta se plaćanje odnosilo. Najčešće su to premijerni filmovi ili važni sportski događaji.

Platforma - pojam "platforma" se često upotrebljava kad se govori o softverskim i hardverskim tehnologijama. Platforma je tehnologija koja je namenjena da bude osnova na koju će da se nadovezuju druge tehnologije. Na primer, PC računar je platforma na koju može da se instalira Windows, Linux i drugi operativni sistemi. Operativni sistem Windows je platforma na kojoj mogu da se izvršavaju Windows programi.

Progressive download (progressive streaming ili http streaming) - je sličan media streamingu. Za razliku od streaminga progressive download je, u suštini, klasičan download media fajl (video, audio i sl.) sa internet sajta pri čemu se fajl snima na hard disk korisnika, ali fajl ne može biti puštan pre nego što se download završi. Ono što se pušta, uvek se nalazi na hard disku korisnika. Za puštanje fajla, pre nego što je potpuno downloadovan, zadužen je plejer koji omogućava puštanje fajla sa interneta ili plejer ugrađen u internet stranicu. Progressive download, za razliku od streaminga, ne zahteva posebnu tehnologiju na serverskoj strani. Fajlovi za progressive download se hostuju na isti način kao i sve ostalo na internet sajtu; stranice, tekst, slike... . Progressive download je jeftiniji metod, ali nedostatak mu je u tome što fajl uvek mora unapred da postoji, pa nije pogodan za emitovanje uživo, direktne prenose i sl... . Sa korisničke strane najčešće nema primetne razlike između "progressive download" i "pravog" streaminga, tako da se i jedno i drugo laički naziva streaming.

RRC06 (Regional Radiocommunication Conference 2006) - Regionalna konferencija o radio-komunikacijama.

RS 422 - standard za serijski prenos podataka na srednje udaljenosti (tipično do 300 m ili više). Podaci se šalju korišćenjem dve parice za dvosmernu komunikaciju. RS 422 se široko koristi za kontrolne veze u TV produkciji, za niz uređaja – magnetoskope, miksete i slično.

QFHD (Quad Full High Definition) - naziv za rezoluciju 3840×2160 koja je tačno četiri puta veća od Full HD rezolucije. Znači dva puta šira i dva puta viša od 1920x1080. Pošto je slika širine približno 4000 piksela, ova rezolucija spada u 4K rezolucije.

qHD (quarter of Full HD) - naziv za rezoluciju 960x540 koja je tačno jedna četvrtina od Full HD rezolucije. Ova rezolucija je popularna na moćnijim modelima mobilnih telefona jer je za tako male ekrane više nego dovoljna. To je takođe rezolucija za iFrame format snimanja koji koriste mnoge amaterske kamere.

SD (Standard Definition) - da bi se razlikovale HD (High Definition) rezolucije od manjih rezolucija, koristi se pojam SD (Standard Definition) koji znači rezolucije koje su bile standardne pre pojave HD tehnologija. Maksimalna SD rezolucija je 720x576.

SDI (Serial digital interface) - serijski digitalni međusklop – standard zasnovan na brzini prenosa 270 Mb/s, 10-bitni, kodirani, nezavisan od polariteta. Kodiranje je zajedničko za komponentni ITU-R 601 signal, kompozitni digitalni video-signal i četiri digitalna audio - kanala. Najveći deo novije digitalne predajničke opreme podržava SDI koji znatno pojednostavljuje instalaciju same opreme, kao i distribuciju signala. Sistem koristi standardne 75 Ω BNC konektore i koaksijalni kabl koji se koristi za analogni video signal i može prenositi signal na udaljenosti do 200 m (zavisno od tipa kabla).

Set-top box – je uređaj za prijem digitalnih signala televizije, na primer, digitalne, kablovske, adsl, tv-usluga itd. Set-top boks se klasičnim video kablovima priključuje na televizor. TV programi koji se primaju pomoću Set-top boxa, mogu da se gledaju na ekranu televizora. Set-top box skoro uvek ima sopstveni daljinski upravljač, pomoću koga se bira TV program koji se prima.

SERVER (VIDEO) - video-server – sistem čuvanja podataka koji čuva audio i video-zapise mreže korisnika. Sistemi koji se koriste za profesionalne i radiodifuzne namene, zasnivaju se na digitalnom diskovnom čuvanju podataka. Osim video-servera, korišćenih za uslugu video na zahtev (video-on-demand), video-serveri se koriste u tri područja televizijske produkcije: prenos, post-produkcija i vesti.

Streaming - je metod prenosa podataka na takav način da korisnik može dobiti prikaz pristiglih podataka, pre nego što je prenos kompletno završen. U praksi najčešće srećemo "http streaming" ili "progressive download" koji se takođe naziva streaming, iako to nije tehnički precizno. Sa korisničke strane najčešće nema primetne razlike između "progressive download" i "pravog" streaminga, tako da se i jedno i drugo laički naziva streaming. Pravi streaming je takav da se fajl nikada u potpunosti ne snima na hard disk korisnika, nego se u memoriji zadržava samo onaj deo fajla koji se trenutno pušta. Takav streaming zahteva i posebnu tehnologiju na serverskoj strani tj. streaming servere.

SMART CARD - „Pametna kartica“, plastična kartica veličine kreditne kartice koja sadrži elektronski ključ za otvaranje kodiranih programa. Koristi se uz odgovarajući dekodirer.

S/N (SIGNAL - TO - NOISE) RATIO - odnos snage signala prema snazi šuma. Izražava se u decibelima [dB].

SCPC (SINGLE CHANNEL PER CARRIER) - jedan program po nosećem signalu. Kod nekih digitalnih programa se informacije šalju putem sopstvenih frekvencija na transponderu i potpuno su nezavisni od ostalih signala.

STATISTICAL MULTIPLEXING - tehnika kompresije koja omogućava da se na jedan transponder smesti veći broj programa.

UNIVERSAL LNB - univerzalni LNB konvertor koji koristi dva lokalna oscilatora i ima dva frekvencijska područja; donji pojas od 10,70 do 11,70 GHz (LO 9,75 GHz) i gornji pojas od 11,70 do 12,75GHz (LO 10,60GHz). Prebacivanje između dva područja vrši se pomoću 22 kHz signala .

UPLINK – put signala od stanice na Zemlji do satelita.

UHDTV (Ultra High Definition Television, Ultra HDTV) - TV format sa rezolucijom 7680x4320 koja je tačno 16 puta veća od Full HD rezolucije. Znači četiri puta šira i četiri puta viša od 1920x1080.

VHF (Very High Frequency) - spektar veoma visokih frekvencija u opsegu od 30 MHz do 300 MHz.

Video kompresija – je tehnologija zapisivanja video zapisa na takav način da se dobijaju mali fajlovi, a da se pri reprodukciji tog zapisa dobija slika sa malo ili nimalo smanjenim kvalitetom.

VOD (Video on Demand) - video na zahtev. To je usluga prikaza nekog videa ili filma, kada korisnik to zatraži. Takva usluga se koristi na mnogim internet stranicama, a često se nudi i preko set-top box uređaja za kablovsku televiziju. Ova usluga se često naplaćuje i predstavlja modernu zamenu za iznajmljivanje filma iz videoteke.

VoIP (Voice-over- IP) - predstavlja tehnologiju za prenos glasa u realnom vremenu, posredstvom mreža zasnovanih na internet protokolu.

Skraćenice

AS – Antenski stub

CENELEC (*European Committee for Electrotechnical Standardization*)

CIR – Međunarodni standard

CSO – odnos signal/produkti intermodulacije drugog reda

CTB – odnos signal/produkti intermodulacije trećeg reda

EMP – Elektro magnetno polje

FM – Frekvencijska modulacija

FTTC (*fiber to the curb*) struktura – Optičko/koaksijalna struktura

FTTH (*fiber to the home*) struktura – Optička mreža do krajnjeg korisnika

FS – Jačina elektromagnetnog polja

HE (*Head End*) – Centar za distribuciju radio/TV signala i podataka

HFC (*hybrid fiber/coaxial*) – Hibridna optičko-koaksijalna mreža

IF – Digitalni satelitski signal

KDS – Kablovsko distributivni sistem

LNC; LNB (*low noise convertor*) - LNC; LNB konvertor

SAT – Satelit

S/I – Odnos signal/intermodulacija

S/N – Odnos signal/šum

STB (*Set Top Box*) – Uređaj za dešifrovanje digitalnog signala

UHF – Podopseg TV frekvencijskog spektra

VHF – Podopseg TV frekvencijskog spektra

Litereratura

1. Ivana Petrović, Mile Petrović „Multimedijalni distribicioni TV sistemi“, Visoka škola elektrotehnike i računarstva, Beograd, 2010.
2. P. Hasse, D. Jaeger, J. Robert „DVB-C2 – A NEW TRANSMISSION SYSTEM FOR HYBRID FIBRE COAX NETWORKS“, Technical Universitz Braunshweig 2013.
3. D. Marković „Sistemi digitalne televizije i radija“, Akademska misao, 2014.
4. A.Tanenbaum „Računarske mreže“, prevod četvrtog izdanja, mikro knjiga, Beograd, 2005.
5. M. Dukić „Principi telekomunikacija“, Akademska misao, Beograd 2008.
6. G. Lukatela, D. Drajić, G. Petrović „Digitalne telekomunikacije“, Građevinska knjiga, Beograd, 1997.
7. Irini Reljin, Marija Zajeganović-Ivančić „Multimedia multiplexing architectures“, 2007.
8. S. Marcotte „The road to UHD TV“, Miranda Technologies, Qubeck, Canada, 2012.
9. Alberto Morelo i Vittoria Mignone „DVB-S2: The second generation standard for satellite broad-band services“, Zbornik radova IEEE-a, Januar 2006.
10. M. C. Valenti „Modern Digital Satellite Television: How It Works“, 2011.
11. Ondřej Kaller, Tomáš Kratochvíl „Comparison of the DVB-S and DVB-S2 satellite digital transmission“, 2010.
12. Tehnička uputstva za: analizator Televes H45 Compact, DiviCatch i DekTec DTU-215.

Internet sajtovi:

1. Fiber to the Home, Tutorial http://www.iec.org/online/tutorials/fiber_home/
2. SES – Your Satellite Company, <http://www.ses.com/4232583/en>
3. www.dvb.org – Digital Video Broadcasting
4. www.etv.rs
5. www.telekomunikacije.rs
6. http://www.telekomunikacije.rs/arhiva_brojeva/cetvrti_broj/vladimir_d_orlic,_mr_radoslav_k_simic:_sinhronizacija_u_sfn_mredjama.280.html
7. http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/video/rosa-network-video-service-management/28191_01.pdf
8. <http://www.magnasys.tv/index.php/enensys-nn6-t2-dvb-t2-gateway/>
9. http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/video/rosa-network-video-service-management/rosa_sim_version_5_0_7019149B.pdf

**CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd
621.397.2:004(075.8)(076)**

Sistemi i tehnologije za emitovanje signala : priručnik za laboratorijske vežbe / Mile Petrović, Milan Vukašinović

Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, 2018

ISBN 978-86-7982-286-4

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

