

EKSPERIMENTALNO EMITOVANJE DIGITALNOG PROGRAMA ZEMALJSKE TELEVIZIJE

Bratislav Milovanović¹, Jugoslav Joković¹, Vesna Milutinović²

¹Elektronski fakultet u Nišu

²Republička agencija za telekomunikacije

Sadržaj: U radu će biti predstavljena dostignuća u procesu tranzicije sa analognog na digitalno emitovanje TV signala. Prikazan je osnovni koncept i elementi realizovanog eksperimentalnog sistema za emitovanje DVB – T signala u Nišu tokom konferencije TELSIKS 2009. Takođe, na primeru digitalnog signala RTS, dati su rezultati merenja najvažnijih parametara u procesu monitoringa digitalnih radiodifuznih signala.

Ključne reči: Digitalna televizija, Radiodifuzija, DVB-T, TV sistem

1. Uvod

Digitalna televizija, pored TV programa, obezbeđuje i upotrebu pratećih servisa na TV prijemnicima (fiksni prijem) sa spoljašnjom individualnom ili zajedničkom antenom, portabl prijemnicima (zatvoreni i otvoreni prostor) i mobilnim prijemnicima. DVB-T (*Digital Video Broadcasting – Terrestrial*) predstavlja standard za prenos zemaljskog digitalnog video signala (ETSI EN 300 744). DVB-T sistem predviđa različite modove rada u zavisnosti od primenjene modulacije i kodnog količnika [1]. Nova verzija DVB-T standarda - DVB-T2, koja je prihvaćena u Srbiji kao standard za emitovanje, uvodi nove šeme modulacije signala i odgovarajuće modove rada.

Kako zauzetost spektra zavisi od bitskog protoka, potrebno ga je smanjiti, pa se vrši redukcija, odnosno *kompresija* signala korišćenjem više metoda. Najšire primenjivan standard za kompresiju u digitalnoj televiziji je MPEG-2 nakon koga se pojavio MPEG-4 (verzija 10), odnosno H.264/AVC koji je usvojen u Republici Srbiji kao kompresioni standard. Dodato je 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.

Da bi se omogućila mogućnost korekcije greške u TV prijemniku vrši se *kanalno kodiranje* (*Channel Coding*) koje se sastoji u namernom uvođenju redundantnosti (višak podataka) u koristan signal. Kodni količnik predstavlja odnos količine informacija sa redundantnim i aktuelnim podacima. *Mapiranje* je postupak kojim se određuju položaji svih moduliranih nosilaca podataka jednog OFDM rama u I-Q konstelacionoj ravni.

Konstelaciona tačka je kompleksni modulacioni broj. Generalno, modulacione šeme m-PSK i m-QAM mogu biti uniforme gde je razmak između tačaka u konstelacionoj (I-Q) ravni je 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 intererencija (ISI) od prethodnog simbola nalazi unutar zaštitnog intervala, tako da na izlazu nemamo uticaj ISI. Tokom trajanja ovog intervala prijemnik je neaktivan kako bi se eliminisao prijem reflektovanih signala. Konstelacionim dijagramom se definiše položaj konstelacionih tačaka u I-Q ravni. Svaka tačka u konstelacionom 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 koji je manji od 24 dB BER naglo raste pri čemu dolazi do drastičnog povećanja broja grešaka u prijemu.

Pojava i uspostavljanje standarda koji se koriste u digitalnoj televiziji vezuje se za poslednju dekadu prošlog veka (prva demonstracija digitalnog TV prenosa održana je 1995 godine). U narednoj deceniji tehnološki razvijene zemlje obustaviće emitovanje TV programa putem analognog prenosa.

U Srbiji javni servis RTS, preko svoja dva DVB-T predajnika koji pokrivaju područje Beograda i Novog Sada (Avala - 27. UHF kanal i Iriški venac - 31. UHF kanal), počeo je sa eksperimentalnim emitovanjem digitalnog TV signala 26. novembra 2008. godine. U tabeli 1 dat je uporedni prikaz aktivnosti u digitalizaciji evropskih zemalja koje su imale u isto vreme eksperimentalno DVB-T emitovanje, iz čega se jasno vidi potreba za ubrzanjem dinamike praktične realizacije sistema zemaljske digitalne televizije sa većim pokrivanjem. Strategijom za prelazak sa analognog na digitalno emitovanje radio i TV programa koju je usvojila Vlada Republike Srbije predviđeno je da se 04. 04. 2012. obustavi emitovanje analognog TV programa (*Analogue Switch-Off*).

Tabela 1. Pregled dinamike tranzicije sa analogne na digitalnu zemaljsku radiodifuziju

	Italija, Izvor: RAI	Austrija, Izvor: ORF	Srbija
2004 - 2005.	Eksperimentalno DVB-T emitovanje	Eksperimentalno DVB-T emitovanje	Eksperimentalno DVB-T emitovanje, RTS I TV5
2006.	Više desetina predajnika; Pokrivenost veća od 60 % populacije	Više desetina predajnika; Pokrivenost veća od 60 % populacije	
2008.	Više stotina predajnika, Pokrivenost veća od 60 % populacije	Više stotina predajnika, Pokrivenost veća od 60 % populacije	Dva predajnika Pokrivenost – Beograd i Novi Sad, 25 % populacije
2010 - 2012	<i>Analogue Switch-Off</i>	<i>Analogue Switch-Off</i>	<i>Analogue Switch-Off</i>

U vreme održavanja konferencije *TELSIKS 2009.* u Nišu, eksperimentalno je emitovan program digitalne TV. U saradnji sa kompanijom Telekom Srbija, kao i sa

nacionalnim i regionalnim televizijskim kućama Fox TV, TV5 i KCN, postavljen je predajnik i obezbeđeno je emitovanje digitalnog televizijskog programa. U okviru DVB multipleksa na 21. UHF kanalu zajedno sa digitalnim TV programima Fox TV, TV5 i KCN emitovan je promotivni materijal sa konferencije *TELSIKS 2009* kao poseban program. Oprema za prijem i prikazivanje DTV signala (prijemna antena, *Set Top Box*-ovi i TV uređaji sa digitalnim tjunerom) obezbeđena je u saradnji sa firmama koje se bave proizvodnjom i distribucijom navedene opreme (Engel Systems, ICP Electronic i Neptun). Osnovni cilj bio je promocija plana tranzicije sa analognog na digitalno emitovanje, kao i da se predstave mogućnosti emitera, proizvođača i dobavljača opreme za prenos i prijem digitalnog TV signala.

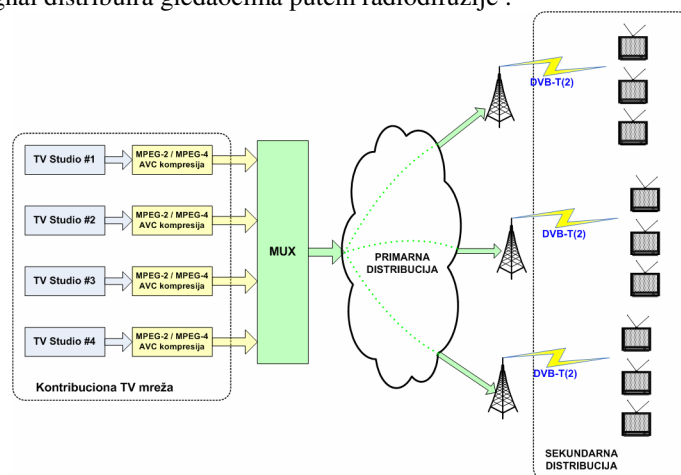
2. Eksperimentalni DVB-T sistem

Kod digitalne radiodifuzije, umesto samo jednog TV programa emituje se multipleks TV 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 (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):

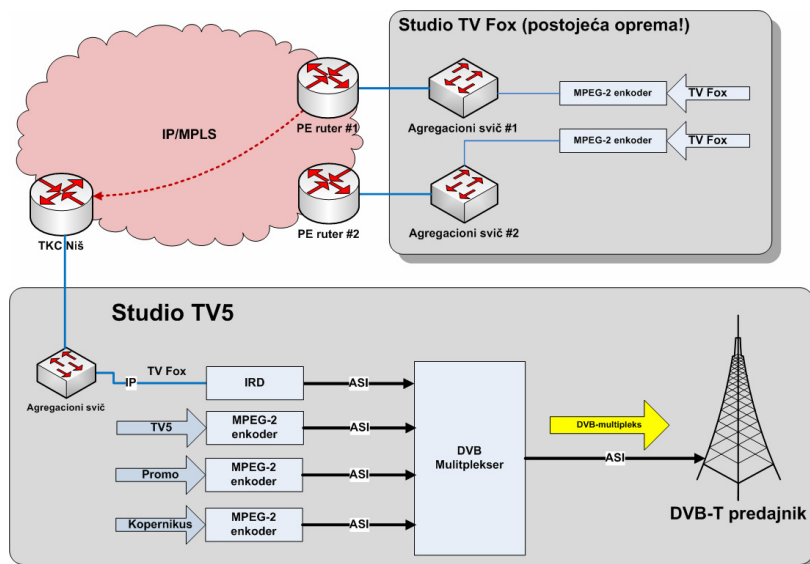
- kontribucione TV mreže, kojom se vrši obrada i akvizicija TV sadržaja,
- centralizovanih multipleksera, kojima se od prikupljenih TV sadržaja na jednoj lokaciji formira DVB multipleks, uz eventualnu primenu zaštite sadržaja (CAS),
- mreže za primarnu distribuciju TV signala, pomoću koje se multipleks 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*

Mrežna infrastruktura Telekoma Srbija omogućava brzo formiranje DVB multipleksa od svih značajnijih zemaljskih TV kanala kao i dotur DVB-T signala modulacije do predajničkih lokacija. IP arhitektura obezbeđuje veliku fleksibilnost: izbor kanala u multipleksu se svodi na promenu parametara mreže. Multipleksiranje se može vršiti na bilo kojoj lokaciji koja je povezana na IP/MPLS mrežu. U multipleks se mogu uključiti MPEG-4 AVC strimovi iz mreže Telekoma Srbija. U tehničkom smislu, na raspolaganju su svi kanali koji postoje u IPTV. Multipleks se IRD uređajem može konvertovati iz ASI u IP i kao multicast ponovo uputiti u mrežu, do lokacija svih TV predajnika.

Tokom konferencije *TELSIKS 2009* na Elektronskom fakultetu, realizovan je testni DVB-T multipleks u saradnji sa nacionalnim TV operaterom TV Fox i niškom regionalnom televizijom TV5. Multipleks je oformljen posredstvom mreže Telekoma Srbija i doveden do jednog DVB-T predajnika, koji je privremeno instaliran u prostorijama TV5. S obzirom da su za QEF DVB-T radio kanal usvojeni parametri dati u Tabeli, na raspolaganju je ukupan bitski protok od 16,588 Mbit/s. Na Slici 1. dat je šematski prikaz realizovanog eksperimentalnog DTV sistema.



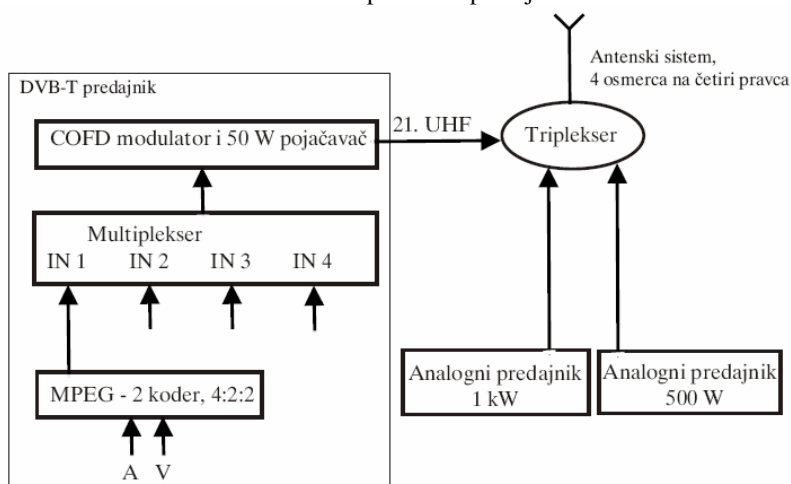
Slika 2. Formiranje eksperimentalnog DVB-T multipleksa

Za potrebe ove demonstracije, multiplekserski uređaj je smešten na istu lokaciju na kojoj je i DVB-T predajnik. Za više od jednog predajnika ovakav način rada ne bi bio isplativ, jer bi svaki predajnik morao da ima sopstveni multiplekserski uređaj. U realnim uslovima, multipleks se formira na jednoj centralnoj lokaciji, odakle se putem mreže za primarnu distribuciju prenosi do velikog broja predajničkih lokacija. Kompresovani TV signali pojedinačnih programa (SPTS) dovedeni su na ulaze multiplekserskog uređaja na različite načine. Kada je u pitanju Fox TV koristi se postojeći signal iz mreže za primarnu distribuciju: IP multicast sa MPEG-2 strimom TV Fox se preuzima sa agregacionog sviča posredstvom IRD uređaja, koji konvertuje strim iz IP formata u ASI format i vodi na ulaz multiplekserskog uređaja. Kod ostalih kanala (TV5, KCN, Promo kanal) koristi se analogni signal

koji se digitalizuje i kompresuje na licu mesta. Signali ovih kanala su dostupni u studiju TV5 u analognom formatu. Svaki kanal se kompresuje MPEG-2 enkoderom u studiju TV5 uz proizvoljno odabrane parametre (bitska brzina na osnovu DVB tabela). Svaki strim se u ASI formatu vodi sa izlaza koda na ulaz multipleksera.

Parametri kanala TV Fox su isti kao i u mreži za primarnu distribuciju: bitski protok od 5.7 Mbps za video signal, 256 kbps za audio stereo par i 375 kbps za teletext. Ukupan bitski protok je na nivou 6.3 Mbps. PID parametri moraju da budu usklađeni sa zahtevanim vrednostima u DVB-T strimu. Kod ovog signala vrši se remultipleksiranje: DVB multiplekser menja vrednosti PID parametara i dodeljuje im željene vrednosti. Parametri ostalih kanala su proizvoljno odabrani, tako da nema potrebe za njihovim remultipleksiranjem. Ukupna bitska brzina multipleksa iznosi 16,5 Mbit/s.

Na Slici 3 prikazana je blok šema predajnika koji je korišćen u eksperimentalnom sistemu. U slučaju eksperimentalnog emitovanja korišćen je antenski sistem sa jednim osmercem usmerenim prema Elektronskom fakultetu, što je bilo od interesa za prijem. U Tabeli 2 date su tehničke karakteristike i parametri predajnika.



Slika 3. Blok šema DVB-T predajnika TV5 instaliranog u Nišu 2009. godine

Tabela 2. Tehničke karakteristike i parametri predajnika

Lokacija predajnika:	Grad Niš, Tržni centar Kalča, TV5
Geografska dužina:	21,53,40
Geografska širina:	43,19,05
Nadmorska visina	190 m
Visina antene	27 m
Antenski sistem (dobitak sistema)	10.2 dBd
Azimut maksimalnog zračenja	350 °
ERP	0.3 kW
TV kanal:	21. UHF
Modulaciona šema	64-QAM
Mod rada (OFDM)	8k
Vremenski zaštitni interval	1/8
Kodni količnik (FEC)	1/2.

3. Merenja digitalnih radiodifuznih signala

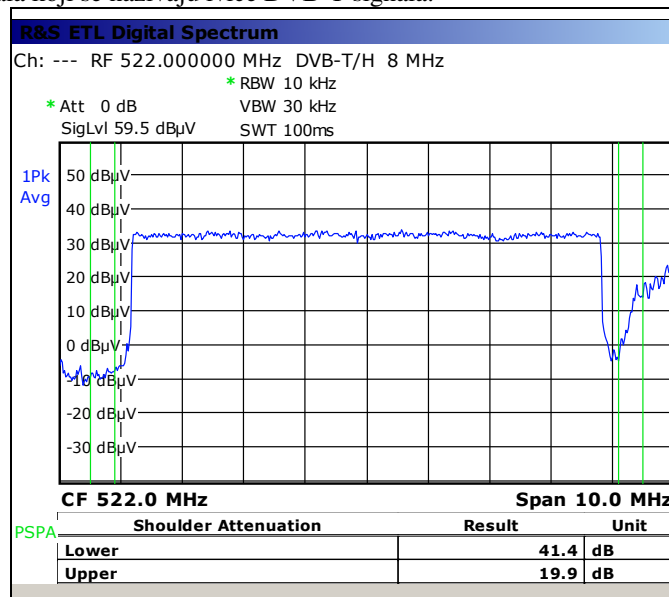
U skladu sa preporukom ITU-a (*Recommendation ITU-R SM.1682*) najvažniji parametri koji se mere prilikom vršenja monitoringa digitalnih radiodifuznih signala su: frekvencija i širina opsega; snaga i jačina polja; određivanje identifikacije predajnika i tipa servisa; kvalitet slike i zvuka; kvalitet predajnog signala; pokrivenost; karakteristike RF kanala; drugi tehnički parametri [2,3].

Merenje digitalnog radiodifuznog signala na 27. UHF kanalu koji se emituje sa Avale izvršeno je na lokaciji kontrolno mernog centra Dobanovci na lokaciji N 44°50'57'' E 20°12'41'' mernim uređajem ETL i antenom HL 040 postavljenom na stubu 5 metara iznad tla u pravcu 130°.

Merenja na analizatoru spektra R&S ETL su podešena za jednofrekvencijska merenja DVB-T/H signala. Merenja se odnose na: spektralna merenja, opšti pregled, merenja konstelacionog dijagrama (analiza modulacije), merenja simbola odziva (analiza kanala), merenja amplitude, faze i grupnog kašnjenja (analiza kanala).

Svi primeri merenja su izvedeni u *TV Analyzer/Receiver* modu, dok je R&S ETL podešen za većinu merenja prema *Auto/TPS* detekciji i to prema sledećim parametrima: Centralna frekvencija = 522 MHz, Standard za prenos = DVB-T/H, Širina kanala = 8 MHz, FFT mod = 8K.

Merenje spektra daje pregled aktivnog mernog kanala. Ulazni signal i vrednosti slabljenja ivica za više i niže krajeve opsega prikazani su na slici 4. 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 4: 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 ko-kanalnih emisija se naziva Gausov kanal. Kao rezultat OFDM spektar je pravougaonog oblika, dok je standardna devijacija spektralnih amplituda i opsegu kanala σ_{sp} između 0 i 1 dB.

Opšta merenja služe da se odredi tačnost modulacije i proračun 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. Rezultati merenja opštih parametara koji se porede sa ograničenjima prikazani su u Tabeli 3. Vrednost nivoa (*Level*) pokazuje prosečnu snagu digitalno modulisanog signala na ulazu prijemnika. MER (*modulation error ratio*) i EVM (*error vector magnitude*) se mogu iskoristiti za kvantitativnu analizu konstelacionih tačaka u konstelacionom dijagramu u smislu njihove devijacije od teorijske lokacije. Što su veće ove dve vrednosti bolji je kvalitet signala.

Tabela 3. Pregled opštih parametara DVB-T signala

Pass	Limit	<	Results	<	Limit	Unit
Level	47.0		57.2		117.0	dB μ V
Constellation			64 QAM NH / normal			
MER (rms)	24.0		33.6		-----	dB
MER (peak)	10.0		13.4		-----	dB
EVM (rms)	-----		1.37		4.40	%
EVM (peak)	-----		13.99		22.00	%
BER before Viterbi			3.2e-5(10/10)		1.0e-2	
BER before RS			0.0e-9(282/1K00)		2.0e-4	
Packet Error Ratio			0.0e-6(186/1K00)		1.0e-8	
Packet Errors			0		1	/s
Carrier Freq Offset	-30000.0		-29.0		30000.0	Hz
Bit Rate Offset	-100.0		-0.1		100.0	ppm
MPEG Ts Bitrate			22.394116			MBit/s
PSPA						
64 QAM NH (64NH)	FFT 8k (8k)	GI 1/4 (1/4)		3/4,3/4 (3/4,3/4)	Cell ID 0	
TPS Res. 0,0,0,0	INT N (N)	MPE FEC Off/Off		Time Sl. Off/Off	LI 1F	
Lvl 57.2dB μ V BER 0.0e-9 MER 33.6dB DEMOD MPEG						

S obzirom da DVB-T omogućava unutrašnju i spoljašnju korekciju greške: RS (*Reed-Solomon*) blok kodiranje i konvoluciono kodiranje, na mestu prijemnika se nalaze *Viterbi* i *Reed-Solomon* dekođer tako da se računa BER pre *Viterbija*, BER pre RS i paketi grešaka nakon RS.

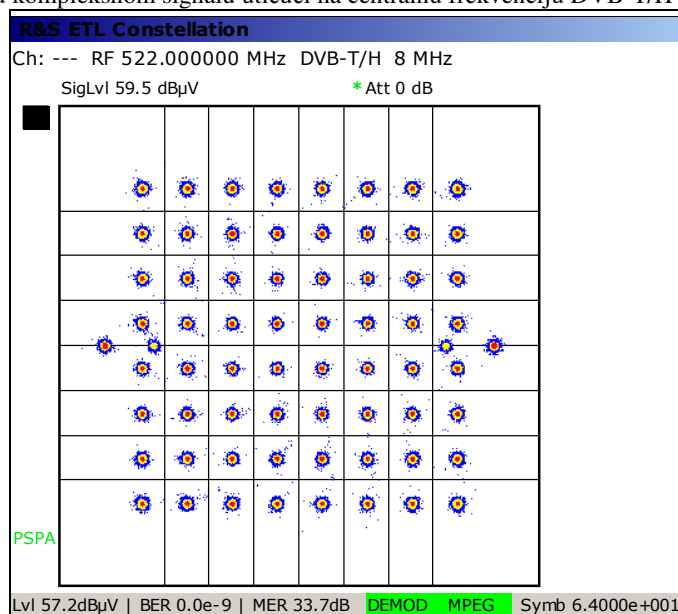
Bitska brzina prenosnog signala određuje prenosne parametre DVB-T signala i direktno utiče na sledeće parametre: frekvencijski razmak između posebnih nosilaca OFDM spektra, period simbola i apsolutnu dužinu zaštitnog intervala.

Merenje konstelacionim dijagramom (analiza modulacije) prikazuje konstelacioni dijagram demodulisanog signala. Pošto DVB-T/H standard definiše signal sa više nosilaca, prikazana je konstelacija izabranog opsega nosioca. Mogućnost pojave tačaka u kompleksnoj I/Q ravni je predstavljena različitim bojama. Konstelacioni podaci su dostupni samo grafički (Slika 5), tako da očitavanjem podataka daljinskom kontrolom se dobija kopija displeja, a ne lista I/Q uzoraka. Što su konstelacione tačke manje to je bolji kvalitet signala.

Pozicije disperzovanih i kontinualnih pilota (na levoj i desnoj strani), kao i signalizacioni (*Transmission Parameter Signaling* - TPS) piloti se mogu videti na I osi

konstelacionog dijagrama. Disperzovani piloti koriste se za procenu i korekciju karakteristika kanala tako da u konstelacionom dijagramu predstavljaju tačku provere koja se uvek ispravlja na istu poziciju. Signalizacioni piloti daju prijemniku informacije o predajniku koje se odnose na mod rada, izboru modulacione šeme, vrsti rada, trajanju zaštitnog intervala, kodnom količniku.

Greške modulacije (analiza modulacije) je merenje koje određuje detaljniju tačnost modulacije i I/Q proračune nesimetrije DVB-T/H signala. Merni rezultati se porede sa graničnim i prikazani su u Tabeli 4. Može se videti da je potiskivanje nosioca (odnos između nivoa signala korisne informacije nosioca i zaostale komponente nosioca modulatora) nešto manje od granične vrednosti što se ogleda u blagom nagibu modulacione greške na displeju u opsegu DVB-T podnosioca u centru opsega. RF potiskivanje nosioca predstavlja meru nedostatka RF nosilaca u odnosu na modulisani izlazni signal. Zaostali nosilac vodi ka DC komponenti u kompleksnom signalu utičući na centralnu frekvenciju DVB-T/H signala.

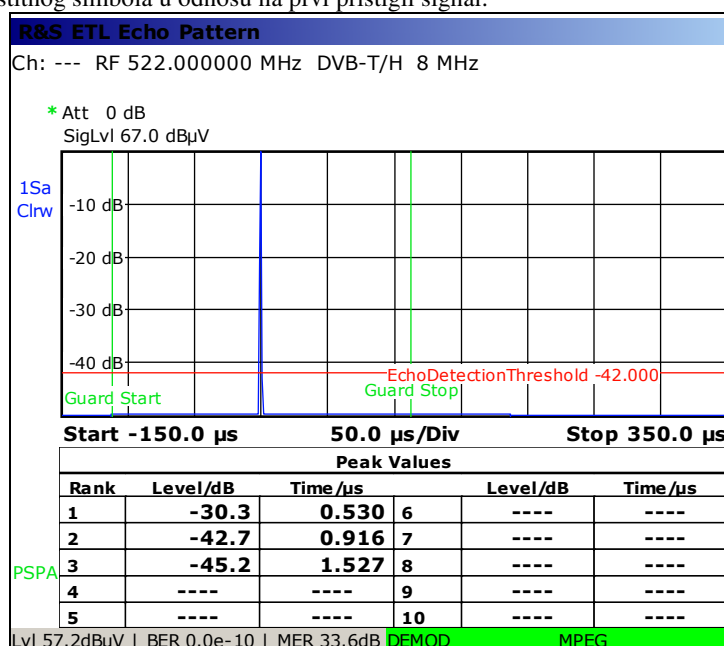


Slika 5. Merenja konstelacionim dijagramom

Tabela 4. Merenja modulacione greške DVB-T/H

	Fail	Limit	<	Results	<	Limit	Unit
	Level	47.0		57.2		117.0	dBμV
	Amplitude Imbalance	-2.00		-0.09		2.00	%
	Quadrature Error	-2.00		0.04		2.00	deg
	Carrier Suppression	10.0	*	9.6			dB
	Carrier Phase			143.3			deg
	MER (rms)	24.0		33.6		----	dB
	MER (peak)	10.0		12.9		----	dB
PSPA	EVM (rms)			1.37		4.40	%
	EVM (peak)			14.83		22.00	%
	Lvl 57.2dBμV BER 0.0e-9 MER 33.6dB			DEMOD		MPEG	

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. Zaštitni interval je određen dvema vertikalnim linijama „guard start“ i „guard stop“ (Slika 6). Pozicioniranje FFT prozora za demodulaciju je takvo da je zbir vrednosti snage svih detektovanih putanja reflektovanih signala na svojoj maksimalnoj vrednosti. Horizontalna linija (*Echo Detection Threshold*) automatski određuje prag snage i ne uzima u obzir putanje reflektovanih signala ispod ovog praga pri pozicioniranju FFT prozora. Tabela ispod grafika prikazuje deset najjačih reflektovanih signala prema nivou jačine ili deset prvih reflektovanih signala prema vremenskom kašnjenju (ili razdaljini). 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 μ 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. Vrednosti nivoa u tabeli su relativne vrednosti u odnosu na izabrani glavni impuls. Merenje dužine simbola (provera zaštitnog intervala) vrši se merenjem razlike frekvencija dve susedne spektralne linije koje predstavljaju disperzovani pilot koji je inverzija dužine trajanja 4 susedna DVB-T simbola tako da se deljenjem sa 4 dobija vreme trajanja simbola T_s merenog signala. Oduzimanjem trajanja korisnog simbola T_u 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 μ 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.



Slika 6. Merenje reflektovanih signala

Merenje ofseta frekvencije SFN-a (analiza kanala) je deo merenja reflektovanih signala. U SFN mreži, različiti predajnici mogu biti provereni u smislu provere njihove tačne frekvencije. Frekvencijski ofseti su postavljeni u odnosu na poziciju impulsnog signala na nuli na vremenskoj osi.

Merenje amplitude, faze i grupnog kašnjenja (analiza kanala) određuje amplitudu, fazu i grupno kašnjenje funkcije prenosnog kanala u skladu sa odgovarajućim DVB-T/H nosiocima. Ova merenja prikazuju linearna izobličenja koja prouzrokuju kombajneri antene i filtri i mogu se kompenzirati ekvilajzerom unutar predajnika.

Merenje komplementarne kumulativne distribucione funkcije (CCDF) je metod koji se koristi za utvrđivanje karakteristike vršne snage digitalno modulisanog signala, odnosno predstavlja statističku verovatnoću pojave pikova signala koji su veći za faktor k u dB od prosečne vrednosti. Za 8K mod gde je prisutno 6817 nosilaca vrednost faktora premašenja (*Crest factor*) je 41 dB koji se definiše kao logaritamski odnos vršne vrednosti i efektivne vrednosti napona. Praktične vrednosti su mnogo niže i kreću se od 10 dB do 15 dB.

4. Umesto zaključka: Digitalizacija u Srbiji – stanje i izazovi

Posle godinu dana od kada je javni servis RTS počeo sa eksperimentalnim emitovanjem digitalnog TV signala, na polju digitalizacije urađeno je nekoliko stvari. Doneta je strategija koja je definisala regulatorni okvir za digitalnu tranziciju, gde je, između ostalog, predviđena primena standarda druge generacije za izvorno kodovanje i digitalno emitovanje, što omogućava čitav niz prednosti. RTS je započeo aktivnosti na uvođenju televizije visoke rezolucije (HDTV). Eksperimentalni sistemi su potvrdili spremnost da u relativno kratkom roku bude realizovana digitalna zemaljska TV mreža u Srbiji. Međutim, pitanje eventualnog učešća domaćih resursa u razvoju prijemnika za signal DTV ostaje otvoreno.

Literatura

- [1] Ulrich Reimers, *DVB: The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting (Signals and Communication Technology)*, Springer, 2004.
- [2] *Measurement guidelines for DVB-T systems ETSI TR 101 290*
- [3] IEC 62273-1 Ed. 1.0 (2007-02) Methods of measurement for radio transmitters - Part 1: Performance characteristics of terrestrial digital television transmitters

Abstract: *In this paper, the achievements in process of transition from analogue to digital TV broadcasting are presented. The basic concept and elements of experimental DVB-terrestrial broadcasting system realized in Nis during TELSIS 2009 Conference are shown. Besides, for the example of digital RTS signal, measurement results of most important parameters in process of digital broadcasting signal monitoring.*

Keywords: *Digital Television, Broadcasting, DVB-T, TV system*

EXPERIMENTAL TERRESTRIAL DIGITAL TV BROADCASTING

Bratislav Milovanović, Jugoslav Joković, Vesna Milutinović