

## **DIGITALIZACIJA ZEMALJSKIH TV SISTEMA**

Bratislav Milovanović<sup>1</sup>, Miodrag Temerinac<sup>2</sup>, Nikola Teslić<sup>3</sup>, Jugoslav Joković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Elektronski fakultet u Nišu

<sup>2</sup>Micronas NIIT institut, Novi Sad

<sup>3</sup>Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu

**Sadržaj:** *U radu će biti prezentovani ciljevi i osnovni koncept digitalizacije zemaljskih TV sistema, sa osvrtom na efikasnost i nove servise, kompatibilnost sa postojećom TV mrežom, frekvencijski plan i prelazak sa analogne na digitalnu TV, kao i osnovne probleme kod digitalizacije i iskustva digitalizacije u svetu. Takođe, biće dat uporedni pregled standarda digitalne zemaljske radiodifuzije i primer realizacije seta integrisanih kola za DVBT/PAL STB. Na kraju, biće razmatrane šanse i izazovi u digitalizaciji zemaljske TV mreže u Srbiji.*

**Ključne reči:** *Digitalna televizija, DVB, STB, TV mreža*

### **1. Uvod**

Digitalna televizija (DTV) podrazumeva prenos audio i video zapisa u digitalnom formatu [1]. 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.

Prednosti digitalne televizije u odnosu na analognu su višestruke. Digitalni prenos je binarno kodiran, pa se sadržaj može komprimovati slično kao i kod računarskih datoteka. Kompresija koja se koristi u digitalnom prenosu uklanja delove informacije koje čovek svojim čulima ne može da registruje. Pri analognom prenosu signal kontinuirano prenosi sve elemente slike i zvuka dok se kod komprimovanog digitalnog prenosa prenose samo oni delovi slike i zvuka koji su se u međuvremenu promenili. Ovakva vrsta kompresije omogućava distributerima programa da emituju umesto jednog analognog više digitalnih kanala (približno deset u istom kvalitetu), koristeći pri tom isti frekvencijski opseg.

Digitalna televizija je više od proste zamene za postojeću analognu televiziju. Digitalni prenos obezbeđuje bolji kvalitet slike i zvuka, koji više ne mogu biti u prenosu ometani interferencijom sa drugim signalima, bez obzira na rastojanje na koje se prenose.

Prednost digitalnog emitovanja TV signala je veća oblast pokrivanja nego u slučaju analognog, pri jednako izračenoj efektivnoj snazi (za istu zonu pokrivanja potrebna je manja izlazna snaga digitalnog predajnika orijentaciono oko pet puta).

Osim što obezbeđuje mnogo bolji kvalitet slike i zvuka i njihovu različitu prezentaciju (mogućnost izbora formata slike 4:3 ili 16:9, kao i zvuka: mono, stereo ili "surround"), digitalna televizija omogućava uvođenje novih usluga kao što su izbor jezika za titlovanje i audio kanala, interaktivni i multimedijalni sadržaji, pristup Internetu i drugo.

Imajući u vidu da su računari i savremene telekomunikacione mreže zasnovani su na digitalnoj tehnologiji, sa televizijom koja koristi istu tehnologiju ove tri oblasti se mogu kombinovati mnogo jednostavnije. Kao rezultat ovog objedinjavanja digitalna televizija omogućava nove aplikacije kao što je interaktivna televizija koja omogućava izvršavanje računarskih aplikacija pisanih u programskom kodu *Java* ili *html*-u.

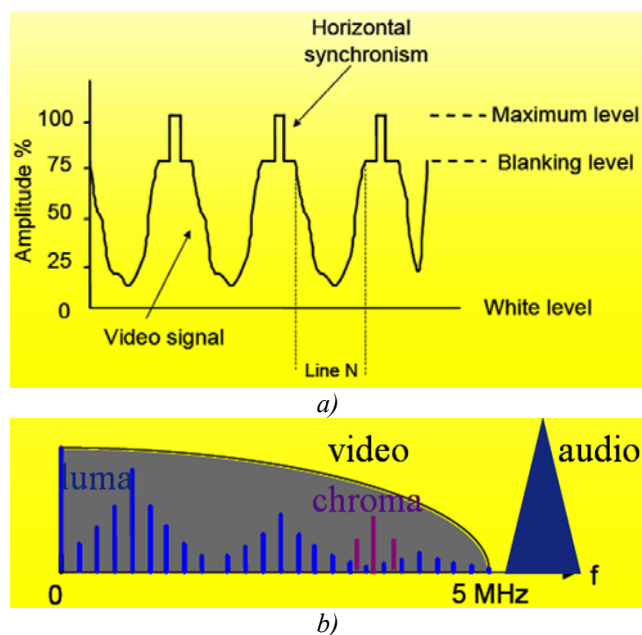
I pored brojnih prednosti nad analognom televizijom, digitalna televizija ima i određenih nedostataka. Oni se pre svega ogledaju u anomalijama koje se javljaju prilikom reprodukcije digitalizovanog video sadržaja, kao što su kvantizacioni šum, neodgovarajući ton boje, efekat posterizacije, *blocking* efekat i efekat magle.

Dakle, uvođenje tehnologije digitalnog prenosa omogućava drastično smanjenje zahtevanog opsega po kanalu, odnosno bolje iskorišćenje slobodnog frekvencijskog spektra. Za TV emitovanje to znači prenos više programa i specijalnih servisa u dozvoljenom spektru. Servisi tipa "pay-per-view" ili "video-on-demand", na primer, sve su traženiji, pa je očekivano da cena njihovog distribuiranja padne. Ipak, na ekonomski faktor utiče i kompatibilnost digitalne tehnologije sa postojećom, što znači da je neophodno poštovati neke standarde pri realizaciji TV sistema.

Generalno, zadatak TV sistema je da scene iz realnog sveta predstavi u obliku pogodnom za prenos, a zatim da na osnovu primljenog signala omogući prikaz na ekranu tako da gledalac dobije odgovarajuću audio i video informaciju. Analogni TV sistem se zasniva na tzv. rasterskom skeniranju linija unutar jedne poluslike, tako da promene nivoa osvetljaja odgovaraju amplitudi signala koji se prenosi. Na slici 1. prikazan je signal analogne TV u vremenskom domenu, kao i odgovarajući frekvencijski spektar ovog signala.

Osnovne karakteristike analognog TV signala su da se koriste analogne modulacije za video signala: VSB - *Vestigial sideband modulation* (za luminentnu komponentu video signala), 2BO video (za hrominentnu komponentu video signala) i FM/AM za audio signal. Generalno, u zavisnosti od primenjenog TV sistema (NTSC, PAL, SECAM) ukupna širina spektra analognog TV signala (video i audio) iznosi 6, odnosno 7 ili 8 MHz i preko tog kanala moguće je preneti jedan program.

Sa druge strane, digitalni TV sistem zahvaljujući kompresiji digitalnih signala primenom standarda MPEG 2 odnosno MPEG 4 ima bitsku brzinu od 4-6 Mbps po programu, što omogućava da se korišćenjem digitalnih modulacija (QAM, VSB, OFDM) koje daju 38-56 Mbps, kroz jedan TV kanal od 6MHz, odnosno 7 ili 8 MHz prenese više programa. Pregled frekvencijskih kanala koji se koriste u TV dat je u tabeli 1.



Slika 1. a) Video signal analogne TV u vremenskom domenu,  
b) frekvencijski spektar analognog TV signala

<b>Sub CATV Band - T7 - T13</b>	7 - 58 MHz
<b>VHF Band - Ch. 2 - 13</b>	54 - 216 MHz
<b>Low Band - VHF Ch. 2 - 6</b>	59 - 88 MHz
<b>Mid Band - UHF Ch. 14 - 22</b> - UHF Ch. 95 - 99	121 - 174 MHz 91 - 120 MHz
<b>High Band - VHF Ch. 7 - 13</b>	175 - 216 MHz
<b>Super Band - CATV Ch. 23 - 36</b>	216 - 300 MHz
<b>Hyper Band - CATV Ch. 37 - 62</b>	300 - 456 MHz
<b>Ultra Band - CATV Ch. 63 - 158</b>	457 - 1002 MHz
<b>UHF Band Ch.14 - 83 - CATV Ch. 63 - 158</b>	70 - 1002 MHz

Tabela 1. Pregled frekvencijskih kanala koji se koriste u TV

Na osnovu prethodno iznetog mogu se definisati osnovne prednosti digitalne TV u odnosu na analognu, koje predstavljaju istovremeno i nove mogućnosti:

1. efikasnost u korišćenju spektra – što predstavlja šansu za novi tip posla,
2. unifikacija signala - prilagođenost jeftinoj digitalnoj tehnologiji,
3. konvergencija sa komunikacijama i novi servisi: IPTV, video konferencija.

Problem koji se javlja u toku prelaska sa analogne na digitalnu TV je kompatibilnost sa postojećim sistemima i opremom. Osnovni izazovi koji se javljaju u implementaciji digitalne televizije odnose se na korisnički interfejs, stabilnost softvera, kvalitet slike, skaliranja u smislu prostorne rezolucije slike (npr. prelazak sa SD na HD format), kompatibilnost sa DVD.

## 2. Standardi za emitovanje digitalne televizije

Trenutno se u svetu u digitalnoj televiziji dominantno koristi MPEG2 standard koji definiše algoritme za kodovanje i dekodovanje audio i video podataka. Za distribuciju video podataka unutar TV signala putem Interneta koristi se H264/AVC algoritam, a primena ovog standarda sledi i u ostalim oblastima digitalne televizije (npr. HDTV).

U svetu se koriste različiti DTV standardi. Pored grupe DVB (*Digital Video Broadcasting*) standarda [1,2] koji se koriste kako u Evropi tako i u ostatku sveta, u upotrebi su ATSC standardi u Severnoj Americi i ISDB standard u Japanu.

Osnovne karakteristike DVB standarda su da koristi MPEG-2 standard za audio i video kompresiju, da ima jednosmerni prenos podataka na fiksnoj brzini, kao i mogućnosti proširenja MPEG-2: elektronski programski vodič, (*Electronic Program Guide* - EPG), uslovni pristup sadržaju (*Conditional Access* - CA), opciono povratni informacioni kanal za interaktivne usluge, uvođenje novih tipova paketa u transportni protokol. DVB standard ima visok stepen fleksibilnosti jer ne nameće ograničenja po pitanju tipa podataka koji se mogu prenositi.

U tabeli 2. dat je uporedni pregled osnovnih karakteristika standarda koji se u svetu koriste za zemaljsku radiodifuziju DTV signala. U okviru grupe DVB standarda za zemaljsku radiodifuziju od interesa je standard DVB-T (*DVB Terrestrial*) koji definiše zemaljski DTV prenos putem UHF/VHF kanala. Sredinom 2008. godine objavljena je nova verzija DVB-T standarda - DVB-T2, koja uvodi nove šeme modulacije signala i odgovarajuće modove rada [2].

Standard	Kompresija	Kodovanje	Modulacija	Širina opsega
DVB-T	MPEG2 H264	Viterbi, RS	OFDM	7, 8 MHz
ATSC	MPEG2 H264	Viterbi, RS	VSB	6 MHz
ISDB	MPEG2 MPEG4	Trellis and Convolution, RS	BST- OFDM	5.6 MHz
DMB	MPEG2 MPEG4	RS	OFDM- DQPSK	6 MHz
DTMB	AVC AVT	LDPC	TDS- OFDM	6 MHz

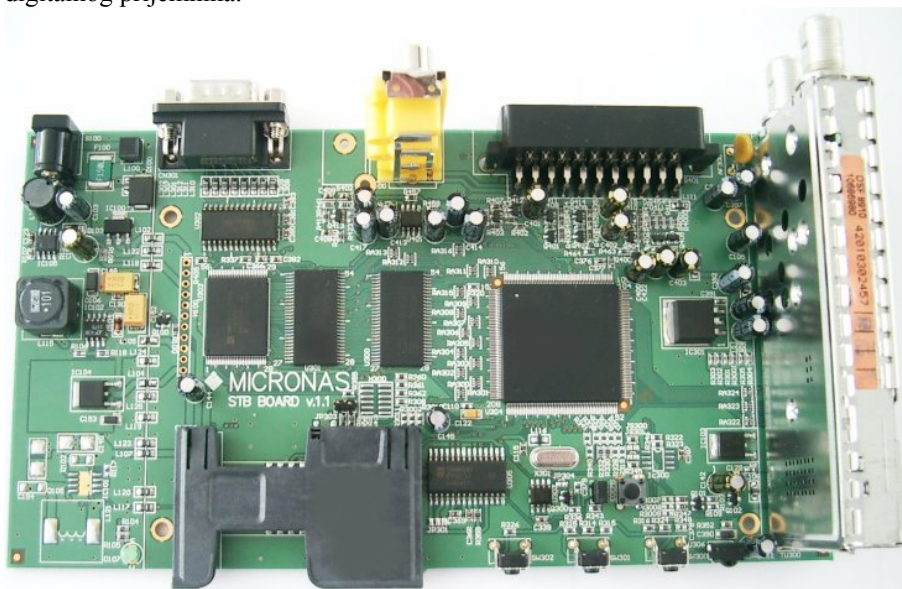
Tabela 2. Pregled osnovnih karakteristika standarda za zemaljsku radiodifuziju

### 3. Digitalni prijemnik

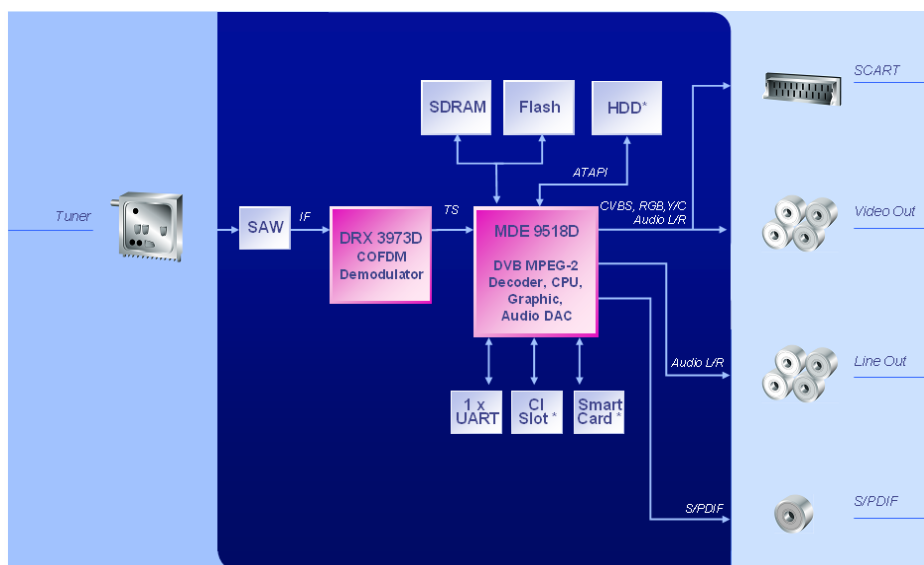
Za prijem DVB signala može se koristiti različita oprema, ali obično se koristi jedan od sledećih tipova uređaja: *Set-Top Box* (STB) – uređaj koji se odgovarajućim kablovima povezuje sa televizorom (slično kao i video kaset-rekordera), DVB dekodera koji može biti ugrađen i u televizor - integrisani digitalni televizor (*Integrated Digital TV* – iDTV). DVB prijemnik na PC kartici je jedno od najjeftinijih rešenja. DVB adapteri predstavljaju dodatne module kojima se proširuje funkcionalnost određenih analognih TV prijemnika (*DVB-T Ready*) tako da oni postaju iDTV uređaji.

Kao i kod svih računarskih sistema, u DVB prijemniku operativni sistem (OS) kontroliše osnovne komponente uređaja neophodne za pravilno izvršavanje aplikacija. STB uređaj sa jednostavnim operativnim sistemom je dovoljan za osnovno praćenje digitalnog TV programa. Pouzdanost je jedna od najvažnijih karakteristika DTV prijemnika. DTV prijemnik mora reagovati brzo na zadate komande, jer gledalac očekuje da se promena TV kanala obavlja gotovo trenutno. Konačno, DTV OS mora biti mali, jer veliki OS postaje složen, smanjuju mu se performanse i pouzdanost i troši previše inače ograničenih hardverskih resursa. Na primer, Windows XP zahteva za normalan rad bar 128Mb slobodne operativne memorije, dok, sa druge strane, čak ni najnoviji STB uređaji ne raspolažu sa više od 32Mb.

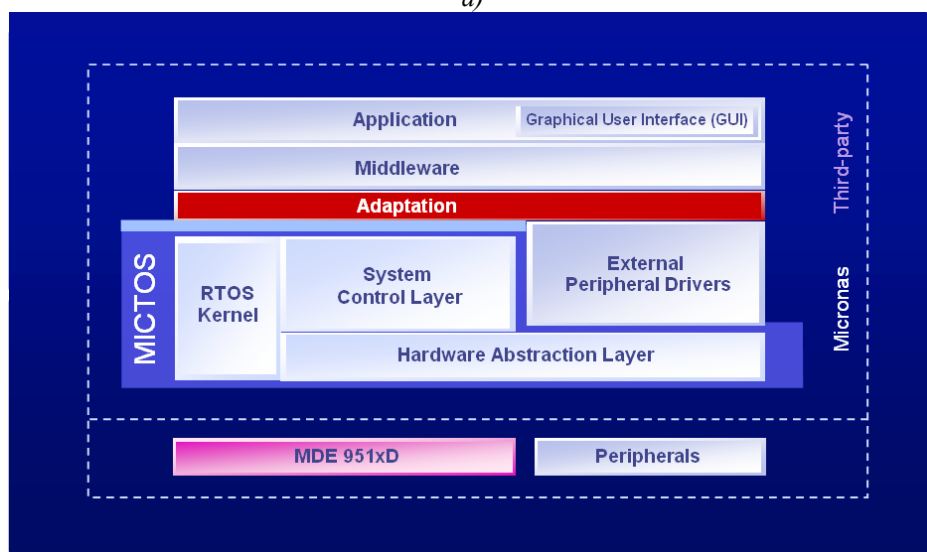
Na slici 2. prikazan je tzv. *low-cost* model referentnog dizajna *Set-Top Box-a* MDE 9515B, proizveden od strane kompanije Micronas. Realizovan je u tehnici *2-Layer PCB* na ploči veličine 100mm x 160mm (Euro format), gde su na jednoj strani smeštene komponente: DRX 8872C (DVB-T demodulator), MDE 9515B (CPU, analogni video, MPEG-2, 32Mbit SDRAM) i DAC 3550A (audio D/A konvertor). Uz uređaj je dostupan referentni softver. Na slici 3. je prikazan funkcionalni blok dijagram hardvera i softvera digitalnog prijemnika.



Slika 2. Referentni dizajn FTA / PayTV STB



a)



b)

Slika 3. Funkcionalna blok šema hardvera i softvera digitalnog prijmnika

Generalno, cena modela digitalnog prijmnika zavisi od odgovarajućih funkcije. Osnovni model (*free-to-air*, FTA) 1 ima cenu od 6-20 US\$, dodaci za multimediju (USB sprega- FLASH kartice, MP3 i JPEG funkcionalnost) podižu cenu za oko 40 US \$, dodaci za funkcije snimanja (DVR-PVR) - integrisan HDD (100US\$), zatim modeli koji podržavaju digitalnu spregu - HDMI 1.3 (DHCP) i modeli koji podržavaju dekodovanje HD slike (40-60 US\$) [3].

#### 4. Iskustva u digitalizaciji i različiti modeli

Kad je pitanju prelazak sa analogne na digitalnu tehnologiju emitovanja TV signala različiti koncepti su primenjeni u zemljama širom sveta. U SAD administrativnom regulativom je predviđeno da od 2008. godine svaki TV prijemnik, odnosno STB mora podržavati prijem DTV signala. Proces digitalizacije je praktično na samom kraju, tako da je predviđeno da 17. februara 2009. godine potpuno prestane analogna TV radiodifuzija. Emitovanje digitalnog TV signala u EU zasniva se na konceptu inicijalnih regiona oko gradova, koji su pokriveni digitalnim TV signalom. Regulativom je omogućena slobodna prodaja jeftinih STB, čime je omogućena brža popularizacija tehnologije. Sa druge strane, u Japanu je obezbeđena pokrivenost cele teritorije digitalnim TV signalom, Takođe, kao i u EU, predviđena je slobodna prodaja STB, ali i ugrađivanje u mobilne prijemnike. Južna Koreja ima tzv. vertikalni model, prema kome operateri nude nove servise i korisnicima poklanjaju STB. Sličan model se primenjuje i u Kini, gde operateri takođe poklanjaju STB uz višu pretplatu. Kad su u pitanju iskustva u našem regionu, pozitivivan primer je Hrvatska, gde je u proces uključena Vlada, koja sufinansira kupovinu STB svakom redovnom pretplatniku, sa ciljem da se od 2009. potpuno pređe na digitalni prenos TV signala. U tabeli 3. dat je pregled planiranih isključenja analogne televizije i primene standarda DTV u svetu.

Zemlja	Početak rada	Početak tranzicije	Kraj tranzicije	Sistem	Interaktivni servis	Kompresija
Austrija	2006-10-26	2007-03-05		DVB-T	MHP	
Belgija	2002-2003	2008-12-31	2011	DVB-T	No	MPEG-2
Kina	2007-2008		2015	DMB-T/H		
Hrvatska	2002-05-13	2008-09-01	2001-01-01	DVB-T		
Češka	2004	2007-08	2010-10	DVB-T	MHP	MPEG-2
Danska	2006-03-31	2009-11-01		DVB-T	MHP	MPEG-2, H.264
Francuska	2005-03-31	2008-03	2011-11-30	DVB-T		MPEG-2, H.264
Nemačka	2002-11	2003-08	2008	DVB-T		MPEG-2
Grčka	2006			DVB-T		
Mađarska	2008-12-31		2011	DVB-T		H.264/MPEG-4
Italija	2004-01-01		2010-01-01	DVB-T	MHP	MPEG-2
Rusija		2012	2017	DVB-T		
Slovenija	2007	2010	2011	DVB-T		H.264/MPEG-4
Velika Britanija	1995-11-15	2007	2012	DVB-T	MHEG-5	MPEG-2, H.264
SAD	2003		2009-02-17	ATSC		MPEG-2

Tabela 3. Pregled planiranih isključenja analogne TV mreže

## 5. Umesto zaključka: Digitalizacija u Srbiji – stanje i izazovi

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. Kad je pitanju struktura TV prijemnika praktično 100% jesu TV prijemnici sa analognom spregom, odnosno 0% TV prijemnika ima digitalni ulazni stepen. Zakonskom regulativom nije predviđena obaveza uvođenja iDTV.

Ovakva situacija nameće zaključak da digitalizacija u Srbiji treba da ide sa eksternim modemom, a da, opciono, u cilju podrške digitalizaciji, bilo bi korisno da novi TV prijemnici koji se budu nalazili u prodaji treba da budu digitalni. Eksterni modem DVB-T omogućava dekodovanje digitalnog sadržaja i prilagođenje standardnim TV prijemnicima. To su uglavnom jednostavni uređaji koje po subvencioniranim cenama mogu da kupe korisnici ili koje deli nacionalna televizija. U našoj zemlji bilo bi jako korisno predvideti regulativom uvođenje difuzije visoke rezolucije (MPEG2 HD i H.264), kao i primenu standarda druge generacije. Međutim, pitanje regulacije difuzije plaćenog programa ostaje otvoreno. Većina kanala je *free-to-air*, pa se postavlja pitanje da li omogućiti *payTV* u etru i na koji način?

Digitalizacija zemaljske TV mreže u Srbiji definitivno mora biti definisana odgovarajućom zakonskom regulativom, koja će između ostalog definisati plan korišćenja frekvencija, kao i plan tranzicije sa analognu na digitalnu radiodifuziju. U skladu sa tim, treba predvideti razvoj predajnog sistema. Razvoj prijemnika za signal DTV (razvoj STB i sertifikacija softvera, proizvodnja i distribucija STB) mogao bi da bude jedan od važnih zajedničkih izazova za srpsku akademsku zajednicu i elektronsku industriju.

### Literatura

- [1] Ulrich Reimers, *DVB: The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting (Signals and Communication Technology)*, Springer, 2004.
- [2]<http://www.dvb.org/technology/dvbt2/index.xml>, (23.10.2008)
- [3]<http://www.globalsources.com/gsol/1/STB-units-dominate/a/9000000095336.htm>, (23.10.2008)

**Abstract:** *In this paper, the aims and the main concept of terrestrial TV systems digitalization, with the consideration of efficiency and new services, compatibility with the current TV network, frequency plan and transition from analog to digital television, as well as the main problems that arise and experiences regarding digitalization all over the world, is presented. Furthermore, comparative summary of digital terrestrial broadcast standards is given followed by the example of chip set realization for DVBT/PAL. Finally, when it comes to terrestrial TV network digitalization in Serbia, forthcoming possibilities and challenges are considered.*

**Keywords:** *Digital Television, DVB, STB, TV network*

### TERRESTRIAL TV SYSTEMS DIGITALIZATION

Bratislav Milovanović, Miodrag Temerinac, Nikola Teslić, Jugoslav Joković