

# MERENJA I SINHRONIZACIJA ANALOGNIH I DIGITALNIH VIDEO UREĐAJA MULTIMEDIJALNOG STUDIJA VETŠ

Petrović M.<sup>1</sup>, Spalević P.<sup>1</sup>, Popović H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici

<sup>2</sup>Viša Elektrotehnička Škola u Beogradu

## I UVOD

Sinhronizacija TV sistema predstavlja vremensko i fazno usaglašavanje različitih izvora video signala (analognih i digitalnih) u realnom vremenu na ulazu u video mikser (mešač). Signalni putevi različitih izvora video signala koji vode do video miksera moraju biti vremenski i fazno usaglašeni. Sinhronizacionim signalima, kao i signalu slike, potrebno je izvesno vreme da prodju kroz kabl ili kroz elektronski uređaj. Ovo vreme je utoliko duže ukoliko je koaksijalni kabel veće dužine, odnosno ukoliko uređaj kroz koji signal prolazi sadrži više elemenata koji izazivaju kašnjenje (kapacitivnosti i induktivnosti). U tabeli 1. dato je vreme prolaska (kašnjenja) TV signala (sinhronizacionog signala) kroz neke od uređaja koji se najčešće koriste u TV.

Da bi se slike iz raznih unutrašnjih i spoljnih izvora mogle međusobno pretapati, mešati i koristiti specijalni efekti bez skokova i izobličenja boje potrebno je da signali iz različitih izvora u mikser budu sinhroni i sинфazni. Samo sa takvim signalima moguća je montaža i konbinovanje TV signala iz raznih izvora, kao celina, bez prekida, skokova ili pomeraja.

Kašnjenje video signala nastaje usled njihovog prolaska kroz kablove različitih dužina i kroz različite uređaje. Vremensko usaglašavanje video signala na nekom mestu, naprimjer na ulazu u video mikser podešava se prema video signalu čije je fiksno kašnjenje najveće i unapred poznato. Svi ostali signali se, pomoću linije za kašnjenje, veštački kasne podešavanjem međusobne razlike između referentnih prednjih ivica horizontalnih sinhro impulsa.

Sinhronizacija TV sistema se realizuje pomoću sinhronizacionog generatora koji generiše sinhronizacione signale precizno određenih oblika i učestanosti, pomoću kojih se vremenski i fazno usaglašava (timing), ili sinhronizuje rad svih uređaja. Na ovaj način se omogućuje mešanje video signala iz različitih izvora i funkcionisanje televizijskog centra kao celine [1].

Vremenske razlike između linijskih ili horizontalnih sinhronizacionih impulsa dovode do pojave greške horizontalne faze. Ona prouzrokuje horizontalni pomeraj jedne skike u odnosu nadrugu. U slici se manifestuje kao "skakanje" slike.

Velika vremenska razlika između vertikalnih sinhronizacionih impulsa slike prouzrokuje potpuno ispadanje slike iz sinhronizacije. Vremenska ili fazna razlika između sinhronizacionih signala boje, ili tzv. greška sistem-faze, prouzrokovala bi greške u boji na pojedinim slikama, odnosno greške u boji jedne skike u odnosu na drugu. Generalno prihvaćena tolerancija za vremensku usaglašenosnostih parametara za PAL sistem je [1,2]:

±12ns – vremenska razlika između horizontalnih sinhronizacionih impulsa.

±1,5° - fazna razlika između signala boje i referentnog signala.

Za referentni sinhronizacioni signal u TV centru se uzima složeni (kompozitni) video signal bez sadržaja slike. Ovakav signal u literaturi i praksi je poznat kao black burst signal, ili "crno" - slika 1. On sadrži SSS i burst signal. U SSS spadaju horizontalni, vertikalni sinhronizacioni impulsi i impulsi za izjednačavanje (ekvilajzing impuls). Svi profesionalni i poluprofesionalni uređaji imaju ulaz za ovaj signal. Taj ulaz zove se REF IN ili Genlok in i generiše se u Black burst generatoru.

Vrsta uređaja	Vreme kašnjenja [ns]	Ekv.dužina koaks. kabla Belden 8281 [m]	Promena faze 4.43 MHz [°]
Distribucijski Pojačavač RCA	20	4	32
Digitalna Kamera DV VX900E	50	10	80
Kamera Sony DXC 537P	100	20	160

Tabela 1. Karakteristični parametri uređaja u studiju



Slika 1. Black burst signal

## II SLUČAJ VREMENSKOG USAGLAŠAVANJA VIDEO SIGNALA U TV STUDIJU (H TIME)

Da bi se u studiju pojedini izvori video signala međusobno kombinovali odnosno vršio prelaz sa jednog izvora slike na drugi izvor "rezom", pretapanjem, zatamnjenjem, otamnjenjem, superpozicijom, duplom ekspozicijom, podpisivanje slike i sl. potrebno je da svi izvori video signala na ulazu u video mikser stignu istovremeno. U tom slučaju na izlazu iz video miksera odnosno na monitoru neće doći do nikakvog "skakanja" slike ni horizontalnog pomeranja [3].

Da bi se to postiglo potrebno je da svi izvori video signala na ulazu u video mikser budu vremenski usaglašeni,

(horizontalni tajming). Horizontalni tajming treba da komenzira vremensko kašnjenje koje unose sami uređaji i kablovi kojima su oni povezani. Ako su različite dužine kablova vremensko uskladivanje video signala kompenzira se pomoću linija za kašnjenje (delay modul) koja se ubacuje između koaksijalnog kabla i uređaja. Na samom video uređaju (sopstveni sinhronizacioni generator), postoji mogućnost finog podešavanja horizontalnog tajminga pomoću potenciometra (H-TIME). Obično se video mikser uzima kao uređaj prema kome se podešavaju svi ostali [4].

Podešavanje se vrši osciloskopom, tako što se pomoću potenciometra (H-TIME) koji se nalazi na uređaju pomera H-sync, sve dотle dok se njegova prednja ivica ne poklopi sa prednjom ivicom H-synca referentnog signala. Isti se efekat dobija i ako se poklope vertikalni sinhro impulsi referentnog signala i izvora video signala. Ako je dobro podešen H-TIME vizuelno na monitoru, na kome se prati izlaz iz video meksera, nesme da se primeti nikakav trzaj i pomeranje dve slike. Kod asinhronih svičera i vizuelno kontrolnih monitora nije potrebno da se obezbedi vremensko slaganje signala.

### III FAZNO USAGKAŠAVANJE VIDEO SIGNALA U TV STUDIJU (SC PHASE)

Fazno kašnjenje različitih video signala može da dovede do promene zasićenja i vrste boje. Na promenu vrste boje oko je jako osetljivo. Vremensko usaglašavanje koje vodi računa o fazi podnosioca boje naziva se "faziranje" sistema ili "dovođenje sistema u fazu". Fazu pomoćnog nosioca boje (SC) svakog uređaja određuje sam taj uređaj i dužine kablova kojima je on vezan na video mikser. Kompenzacija promene dužine kabla se vrši u uređaju promenom faze podnosioca boje (SC PHASE). U samom uređaju postoji mogućnost grubog (coarse) i finog (fine) podešavanja faze sabkerijera (SC PHASE). To su elektronski sklopovi sa RC i LC elementima. Grubo podešavanje faze vrši se u koracima od  $120^\circ$ ,  $240^\circ$  i  $360^\circ$  stepeni. Fino podešavanje faze vrši se u opsegu od +/- 90 stepeni. Konbinacijom grubog i finog podešavanja faze SC, video signal iz bilo kog video uređaja dovodi se u sinhronizaciju sa referentnim signalom. Instrument pomoću koga se vrži podešavanje faze SC naziva se vektorskop.

Fazno podešavanje sistema vrši se u odnosu na fazu referentnog signala. Sistem je fazno podešen kada svi izvori video signala dolaze na video mikser međusobno fazno uskladieni. Ako je sistem dobro fazno podešen onda prilikom miksovanja bilo kog video signala nesme da dođe do promene faze nijednog, odnosno nesme da dođe do promene ni zasićenja ni vrste boje. Dozvoljene tolerancije podešenosti faze su 1,5 stepen, što odgovara dužini kabla od oko 18cm. Manja fazna greška dovodi do smanjenja zasićenja boje tokom procesa mešanja i pretapanja dva video signala. A veća fazna greška dovodi do promene vrste boje. Ukoliko je TV sistem fazno dobro podešen, slika na izlazu iz video miksera sadržaće originalne boje i neće doći do kolorimetrijskih izobličenja.

### IV SINHRONIZACIJA DIGITALNIH VIDEO UREĐAJA

Za povezivanje digitalnih uređaja u TV sistem koristi se serijska komunikacija na bazi kanalnog kodovanja i multipleksiranja signala. Serijski interfejs je standardizovan

kao SMPTE 259M i poznat je kao SDI (Serial Digital Interface). Stvaranje serijskog digitalnog video signala vrši se tako što se analogni video signal u osnovnom opsegu digitalizuje i kombinuje sa serijskim digitalnim "nosiocem". Bitska brzina (frekvencija "nosioca") određena je brzinom cloka digitalnih podataka: 143Mb/s za NTSC sistem, 177Mb/s za PAL sistem, 270Mb/s za komponentni digitalni video signal i za sistem 16:9 (widescreen) 360Mb/s. Povezivanje uređaja se vrši koaksijalnim kablom karakteristične impedanse  $75 \Omega$  i konektorima tipa BNC (Baby N-Connector). Prilikom povezivanja digitalnih uređaja mora se voditi računa o prilagođenju karakteristične impedanse da nebi došlo do refleksije signala [1].

Stvaran svet koji posmatra digitalni video signal je analogan. Zato je važno da se posmatraju analogna izobličenja koja mogu da utiču na digitalni signal. A to su izobličenja faze, šum i džiter. Tolerancije kod usaglašavanja (tajminga) digitalnih video signala su nešto blaže nego kod analognih i izražavaju se u mikrosekundama, linijama i frejmovima.

Digitalni video uređaji u pogledu tajmovanja između signala na ulazima mogu se svrstati u tri kategorije:

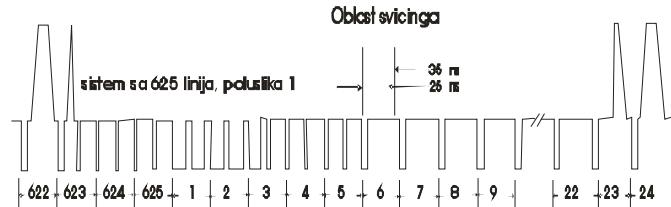
1. Digitalni uređaji sa automatskom tajming kompenzacijom na ulazu;

2. Digitalni uređaji bez automatske tajming kompenzacije na ulazu;

3. D/A konvertori bez automatske tajming kompenzacije.

U prvu grupu uređaja ulazni signali moraju biti u opsegu automatske kompenzacije odnosno jedne horizontalne linije. Prilikom podešavanja i umeravanja sistema važno je meriti relativno vreme ulaznih signala, kako bi se obezbedilo da oni budu u opsegu za automatsko tajmovanje sa dovoljno rezerve da nebi došlo do nekih neočekivanih promena. Automatsko podešavanje tajmovanja nije dostupno na svim uređajima.

Kod druge grupe uređaja ulazni signali moraju biti nominalno tajmovani među sobom. Preporuka SMPTE definiše prozor za tajmovanje na određenoj horizontalnoj liniji, gde se vrši prebacivanje (svičavanje) u vertikalnom intervalu, slika 2. Širina prozora je  $10 \mu s$ , što stvara dovoljnu razliku u vremenu između dva signala. U tački svičavanja, clok signal uhvaćen od serijskog signala biće oporavljen u jednoj ili dve digitalne reči (10 do 20 serijskih clok perioda).



Slika 2. Oblast svičinga u vertikalnom intervalu

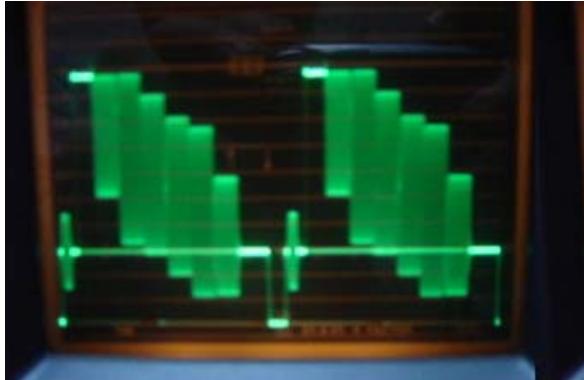
Najdelikatniji slučaj je treća grupa uređaja, gde se zahteva velika preciznost podešavanja u opsegu nanosekundi kao kod analognih signala. U ovu grupu uređaja spadaju D/A konvertori. To je i razumljivo jer se posle D/A konverzije dalje zahteva analogno procesiranje video signala.

### V REZULTATI MERENJA

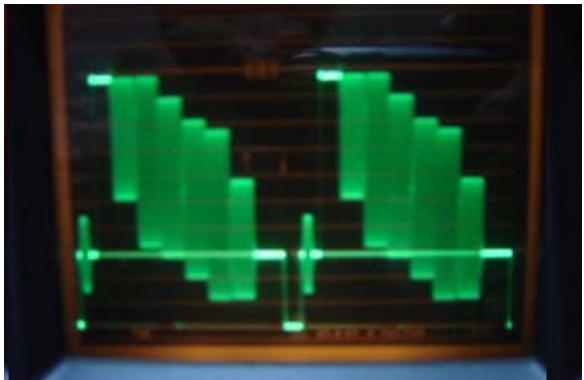
Merjenja su vršena na video uređajima različitog kvaliteta i formata koji su vezani u zaokružen tehničko-tehnološki TV sistem Više elektrotehničke škole u Beogradu. Ovaj sistem služi kao podrška nastavnom procesu ove škole na smerovima Audio i video tehnologije i Nove računarske

tehnologije kao i centru za obrazovne tehnologije i Multimedijalna učila. Ovde će biti prezentirani samo neki od mnogobrojnih rezultata merenja.

1. Vremensko usaglašavanje video signala između digitalne kamere DV VX900E sa analognim izlazom i magnetoskopa BETA SP formata BVW-75P prikazano je na slici 3. Merenja su vršena VF osciloskopom Tetroxix 1711J. Vizuelno slika je posmatrana na monitoru JVC TM - H150CG sa visokom rezolucijom (high resolution).



a)



b)

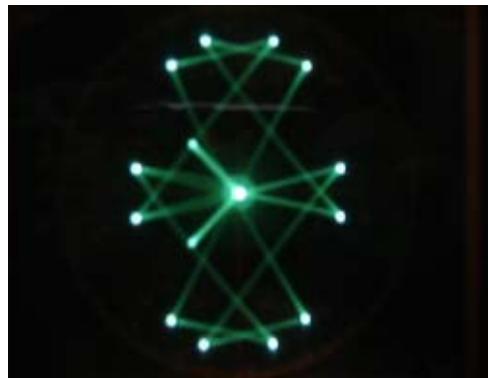
Slika 3. Vremensko usaglašavanje video signala a) Digitalna kamera DV VX900E; b) magnetoskop BETA SP BVW-75P.

2. Fazno usaglašavanje video signala između digitalne kamere DV VX900E sa analognim izlazom i magnetoskopa

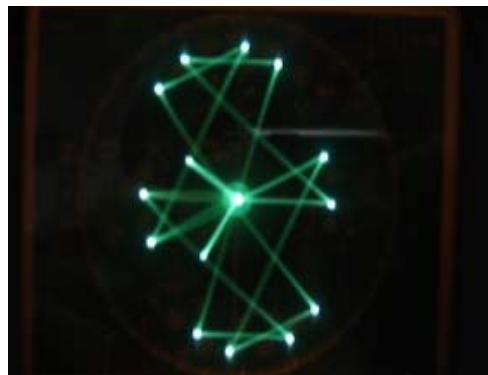
Frekvencijska karakteristika video uređaja u režiji i montaži VETŠ	0.5 MHz		0.8 MHz		2.2 MHz		3.0 MHz		3.8 MHz		4.8 MHz	
Amplituda video signala i nivo	U [V]	A [%]										
Video distribucija SSD-SRU112	0.7	100	0.7	100	0.7	100	0.7	100	0.7	100	0.7	100
MiniDV Showview Deluxe HR-DVS3	0.7	100	0.7	100	0.7	100	0.7	100	0.7	100	0.7	100
BetaCAM SP BVW-75P	0.7	100	0.7	100	0.65	93	0.65	93	0.65	93	0.65	93
Frame Synhronizer JVC KM-F250	0.7	100	0.7	100	0.65	93	0.65	93	0.6	85	0.6	85
Video Mikseta Panasonic WJ-MX50	0.7	100	0.65	93	0.4	57	0.35	50	0.5	71	0.55	78
S -VHS Panasonic AG-8700	0.7	100	0.7	100	0.4	57	0.5	71	0.1	14	0	0

Tabela 2. Rezultati merenja sistema

BETA SP BVW-75P prikazano je na slici 4. Rezultati merenja su prikazani vektorima položaja primarnih i komplementarnih boja za ova dva različita izvora video signala.



a)



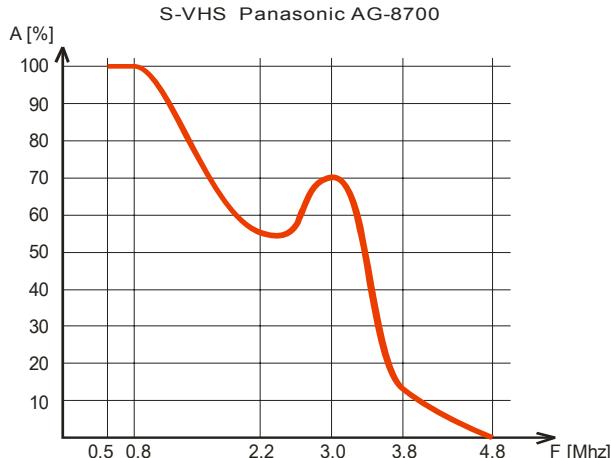
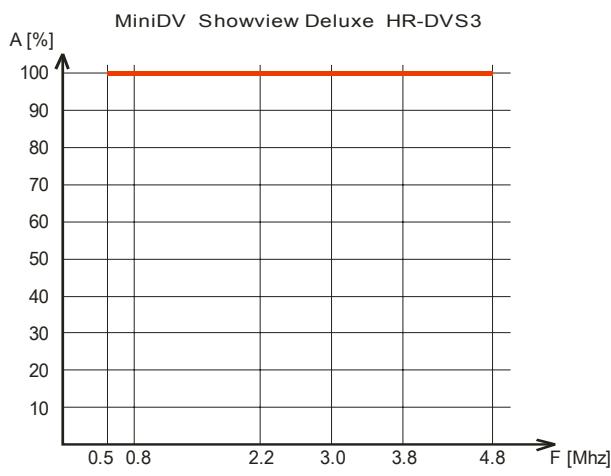
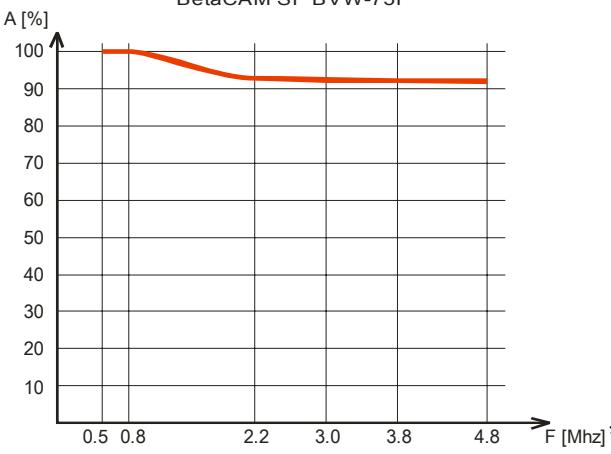
b)

Slika 4. Fazno usaglašavanje video signala a) Digitalna kamera DV VX900E; b) magnetoskop BETA SP BVW-75P.

Za ulazni signal je korišćen Kolor bar signal. Merenja su vršena Veltroskopom Tetroxix 1721. Na vektorskopu je posmatrana faza i amplituda chrome – boje ulaznih signala.

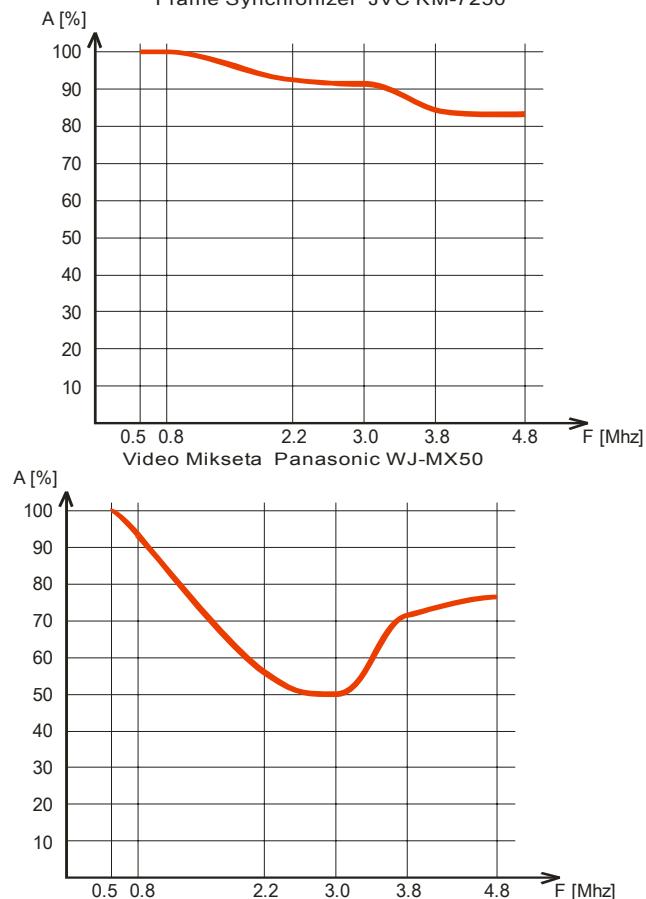
Na slici 5. date su izmerene frekvencijske karakteristike posmatranih analognih i digitalnih TV uređaja koji smo

BetaCAM SP BVW-75P



koristili u posmatranoj analizi sinfronizacije video signala u studiju i koje su uporedno tabelarno prikazane u tabeli 2.

Frame Synchronizer JVC KM-7250



Slika 5. Rezultati merenja frekvencijske karakteristike nekih analognih i digitalnih TV uređaja.

## VI ZAKLJUČAK

Realizovani sistem predstavlja zaokruženu tehničko-tehnološku celinu za podršku nastavnom procesu Više elektrotehničke škole u Beogradu. Prezentirani rezultati u ovom radu predstavljaju deo rezultata dobijenih realizacijom, umeravanjem i puštanjem u rad multimedijalnog studija. Iz rezultata se vidi da su tolerancije kod video uređaja sa digitalnim formatima prilikom usaglašavanja (H-time i SC-phase) video signala nešto blaže nego kod analognih. Reda su veličine mikrosekunde, linije ili frejma. Frekventna karakteristika digitalnih video uređaja formata DV je mnogo bolja nego kod analognih.

## LITERATURA

- [1] Petrovic M.,: The Project of TV studio, College for Electrical Education, Belgrade 2005.
- [2] Radenkovic M., Greenhalgh C., Benford S., Inhabited TV: Multimedia Broadcasting from Large Scale Collaborative Virtual World, Vol. 1, pp. 68-72, TELSIKS 99, Nis, Serbia and Montenegro.
- [3] Pesic M., Arsic M., Calibration of High Precision Oscillator Using the TV Line as a Frequency Standard, Vol. 1, pp. 72-75, TELSIKS 99, Nis, Serbia and Montenegro.
- [4] D. Jokanovic, and D. Martinovic: E-learning-challenges and perspectives, Learning without limits, Developing the next 10-th Anniversary Conference of the European

Distance Education Network, pp. 764-767, 10-13 June  
2001, Stockholm, Sweden.

**Abstract:** In this paper, the results of measured horizontal phase, SC phase and the frequency characteristics, at analogue and digital video – devices with different qualities and formulas connected in encircled technical – technological system of The High School of Electrical Engineering in Belgrade, are presented. Devices connected in such a way represent a functional multimedial system serving as support to educational process at the courses for audio and video technologies, a new computer technologies, as well as The Centre for Educational Technologies and Multimedial means of instruction.

**MEASUREMENTS AND SYNHRONIZATION OF ANALOGUE AND DIGITAL VIDEO – DEVICES OF MULTIMEDIAL STUDIO VETS, Petrović Mile, Spalević Petar, Popović Hana.**