

Da bi svaki elektronski snop pogodio upravo svoje fosforescentno zrnce, crveno, zeleno ili modro, provodi se konvergencija kojom se postiže da se sva tri snopa sijeku točno u odgovarajućoj rupici maske (sl. 61). Postoji statička konvergencija koja se provjerava u sredini maske i dinamička konvergencija kao posljedica zakrivljenosti maske i njezina razmaka od ravnine otklanjanja. Zbog toga elektronski snopovi izvan osi grla cijevi prolaze različitim rupicama maske, pa na rubovima ekrana nastaje utisak miješanja boja.

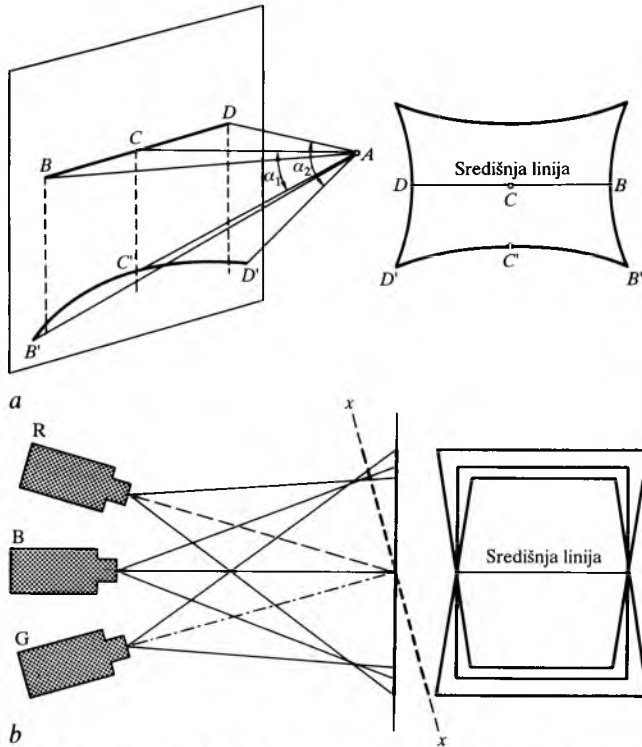
Zbog nagiba elektronskih topova pojavljuje se efekt jastučastog i trapeznog izobličenja (sl. 62a i b). Ta se izobličenja slike korigiraju translatornim pomicanjem modrog elektronskog snopa.

ODAŠILJANJE SIGNALA U BOJI

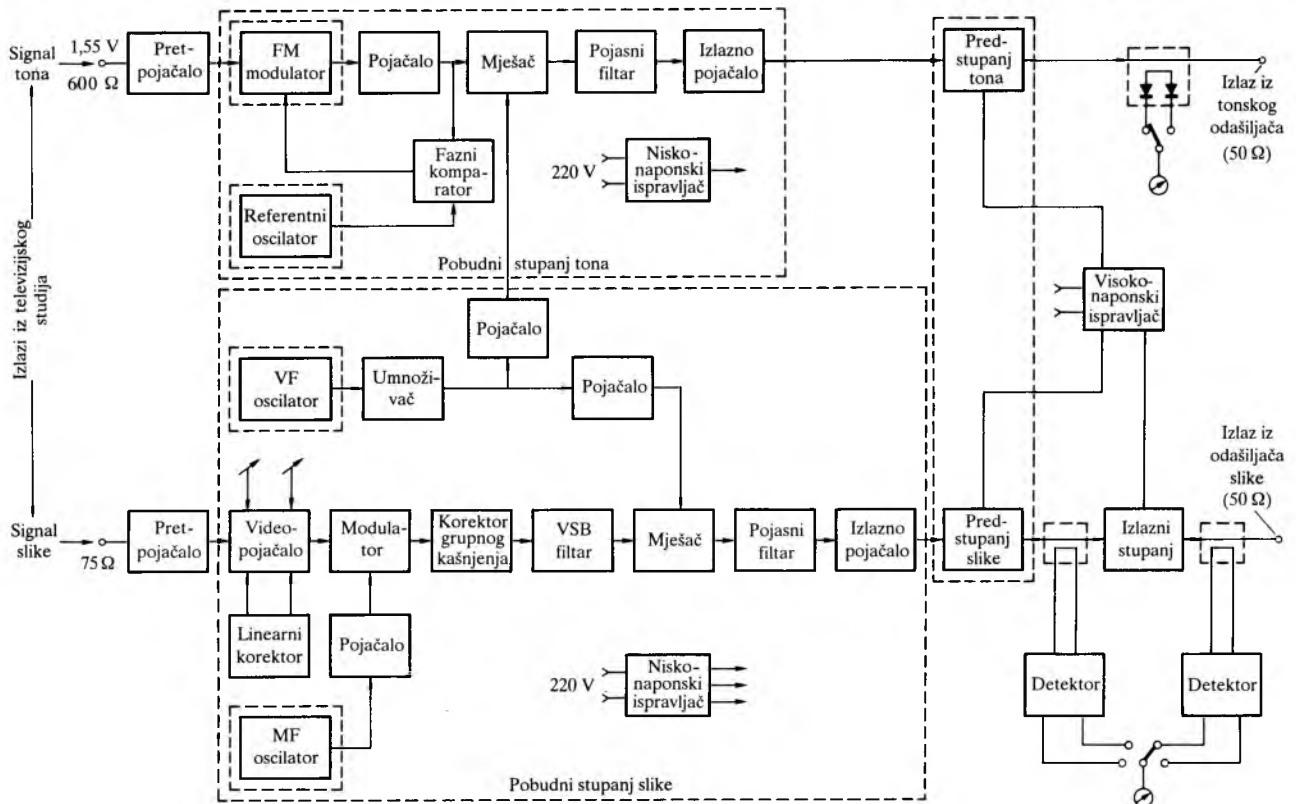
Televizijski je odašiljač važan element u prijenosu televizijskog signala iz studija do gledatelja, te se uvjeti za njegovo postavljanje, nazivnu snagu, dijagram zračenja i frekvencijsko područje vrlo pažljivo analiziraju, jer o tim parametrima ovisi kvaliteta odašlanog signala.

Televizijski se odašiljač sastoji od odašiljača slike u boji i odašiljača tona, koji se mogu načiniti u zajedničkom bloku ili svaki posebno. Frekvencijsko područje odašiljanja pokriva I., III., IV. i V. frekvencijski pojas (v. *Elektronika, uređaji. Radio-prijenos*, TE 4, str. 653), a snaga je zračenog signala 10...100 kW. Kromatski se signal dovodi radiorelejnim vezama, koaksijalnim kabelom ili svjetlovodom iz studija u odašiljačku stanicu. Prije ulaska u TV odašiljač kromatski se signal obrađuje u procesnim pojačalima, gdje se regeneriraju sinkronizacijski impulsi, namješta se amplituda referentnog nosioca, krominantnog signala i složenog videosignala (luminantni i krominantni signal). Signal se limitira ako se složeni videosignal pojavi s vršnom amplitudom većom od 1 V, da bi se spriječila premodulacija odašiljača. Televizijski se odašiljač (sl. 63) sastoji od visokofrekvencijskog lanca za prijenos slike u boji, niskofrekvencijskog lanca za prijenos tona, energetskog dijela za napajanje, sustava za hlađenje i logičkih sklopova za upravljanje i kontrolu rada odašiljača.

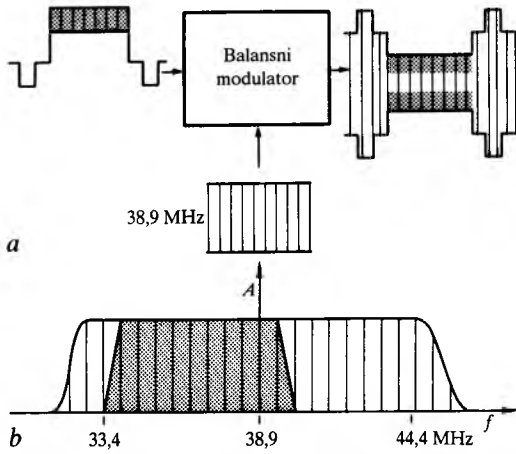
Ulazni kromatski signal vršne amplitude 1 V ulazi u pretkorektor na ulaznom dijelu odašiljača gdje se obavlja fazna korekcija signala prema frekvenciji, a amplitudna karakteristika ostaje ista. Iz MF oscilatora dolazi signal frekvencije 38,9 MHz te zajedno s videosignalom horizontalne frekvencije 15,625 kHz ulazi u modulator gdje se na diodi kao nelinearnom elementu obavlja amplitudna modulacija (v. *Elektronika, uređaji. Televizija*, TE 4, str. 672...674). Oblik izlaznog signala iz modulatora i širina propusnog pojasa vide se na sl. 64a. U sljedećem se sklopu kompenzira vrijeme grupnog kašnjenja, a zatim dolazi filter VSB (engl. Vestigial



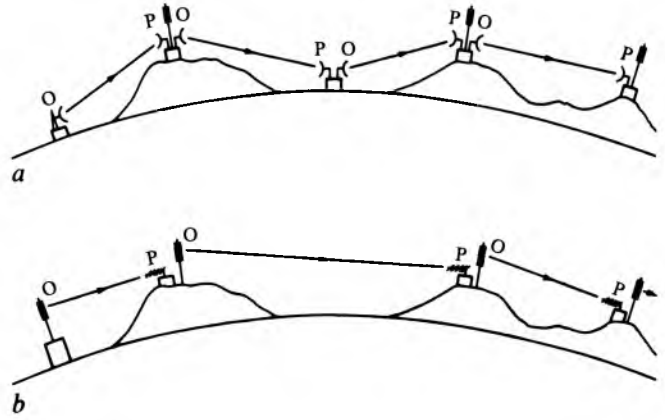
Sl. 62. Izobličenja zbog nagiba elektronskih topova, a jastučasto, b trapezno



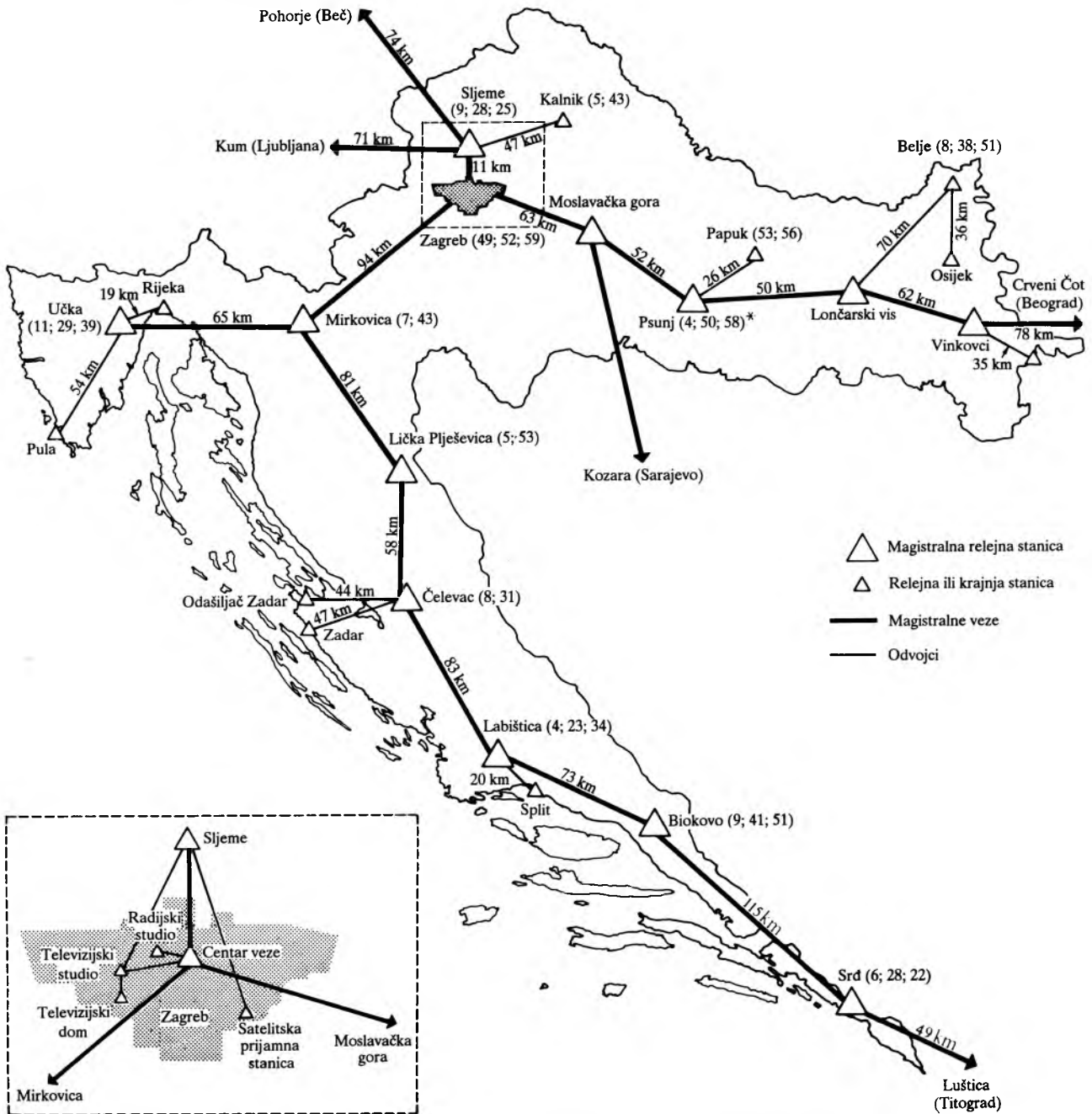
Sl. 63. Blok-shema televizijskog odašiljača u boji



Sl. 64. Izlazni signal iz modulatora (a) i širina propusnog pojasa nakon modulacije (b)



Sl. 65. Prijenos signala televizije u boji, a radiorelejnim vezama, b posrednim prijamnicima (O odašiljačka, P prijamna antena)



Sl. 66. Odašiljači Hrvatske radio-televizije (u zagradama su kanali za područje VHF i UHF na kojima taj odašiljač radi), redom za 1., 2. i 3. program, te njihove mikrovalne veze (stanje u lipnju 1991.). Zvezdicom su označeni odašiljači u izgradnji

Tablica 1

ODAŠILJAČI I PRETVARAČI HRVATSKE TELEVIZIJE¹⁾

Naziv objekta	Televizijski program		
	prvi	drugi	treći
Redni broj kanala			
a) Odašiljači			
Belje	8	38	51
Biokovo	9	41	
Čelevac	8	31	
Kalnik	5	43	
Labištica	4	23	34
Lička Plješevica	5	53	
Mirkovica	7	43	
Papuk	53	56	
Psunj	4	50	58*
Sljeme	9	28	25
Srd	6	28	22
Učka	11	29	39
Zagreb	49	52	59
b) Pretvarači			
Babino Polje	11	38	
Bakar	7	45	41*
Blato	38	55	
Bolfan	29	49	
Brač	11	29	53*
Brezje	...*	...*	
Brezovica	44	47	54
Brinje	35	38	
Buje	21	24	56*
Cres	8	23	37*
Crni Lug	23	47	
Čabar	10	33	
Čučerje	30	36	
Delnice	37	49	
Dinjiška	24	27	
Doljane	42	50	
Donji Lapac	6	32	
Dvor na Uni	22	42	
Fara	44	51	
Fuzine	8	60	
Fuzine-Jezero	10		
Gerovo	8	47	
Govedari	11	36	
Grobnik	5	47	
Gruđa	12	38*	41*
Hvar	6	39	
Ilok	5	57	
Imotski	12	27	
Ivanec	27		
Ivanščica	36	40	
Jelsa	27	32	
Karin	12	23	
Kašina	31	38	44
Klis	55	58	
Knin	6	25	
Komiža	7	51	
Komolac	10	36	46
Koruća	11	21	
Koromačno	7	36	...*
Kostajnica	38	43	
Krapinske Toplice	21	55	45
Kuna	11	43	
Kupari	11		
Kupjački Vrh	40	55	
Labištica	4	23	34
Lastovo	53	59	
Lepoglava	51	58	
Lič	10	31	
Lička Jesenica	34*	40*	44*
Lička Kaldrma	24	27	
Ličko Petrovo selo	30	33	
Lokve	6	21	
Lončarski vis	10		
Lopud	10*	47*	43*
Majkovi	7	55	
Mali Lošinj	7	53	...*
Maranovići	36	43	
Martinšćica	6	52	
Metković	47	53	
Molunat	11	21	
Moslavačka Gora	34		
Mrkopalj	8	36	
Nova Gradiška	31*	41*	...*
Novalja	41	49	
Novigrad	6	25	
Novigrad Podravski	23*	27*	45*
Obrovac	10	34	
Omiš	7	37*	

Sideband, ostatak bočnog pojasa) za potiskivanje gornjega bočnog pojasa, čime se smanjuje širina pojasa moduliranog signala (sl. 64b). Tako nastaju fazna i amplitudna izobličenja koja se korigiraju u sljedećim stupnjevima. Nakon toga MF signal dolazi u balansno mješalo, gdje se pomoću visokofrekvencijskog signala dobiva na izlazu zbroj i razlika frekvencija uz potisnuti nosilac. Pomoću pojasno propusnog filtra izdvaja se donji bočni opseg. Nakon toga se signal dovodi u izlazno pojačalo gdje se pojačava do vršne snage od 1 W.

U tonskom dijelu odašiljača dolazi ton vršne amplitude 1,55 V na pretpojačalo koje osigurava dovoljnu razinu signala te predakcentuacijom poboljšava omjer signal/šum. Tako korigirani signal dolazi u modulator gdje se obavlja frekvencijska modulacija koja mijenjanjem trenutne vrijednosti prijenosnog signala mijenja frekvenciju modulacijskog signala. Za stabilan se rad modulatora centralna frekvencija stabilizira pomoću referentnoga kristalnog oscilatora frekvencije 33,4 MHz i faznoga komparatora. U faznom komparatoru nastaje korekcijski napon koji djeluje na kapacitivnu diodu te stabilizira modulacijski oscilator. Drugi dio međufrekvencijskoga tonskog signala odlazi u mješalo gdje se miješa s visokofrekvencijskim signalom od 242,15 MHz iz pobudnog stupnja slike. Donji se frekvencijski opseg, koji za 9. kanal iznosi $242,15 \text{ MHz} - 33,4 \text{ MHz} = 208,75 \text{ MHz}$, filtrira i pojačava te predstavlja izlazni signal koji se pojačava u izlaznom pojačalu do nazivne snage. Signali se iz odašiljača slike i tona vode preko dipleksera do zajedničke antene.

Sklopovi ispravljača čine energetske dio odašiljača i daju sve potrebne napone za rad izlaznih elektronskih cijevi i ostalih sklopova odašiljača.

Sklopovi automatike osiguravaju kontrolu rada cijelog odašiljača te zaštitu svih vitalnih elektroničkih i energetskih jedinica od preopterećenja.

Odašiljač je potrebno hladiti jer elektronske cijevi i poluvodički elementi dio energije pretvaraju u toplinu koju treba odvesti vođenjem, zračenjem ili prisilnim optokom rashladnog sredstva (zrak, voda, ulje).

Prijenos televizijskog signala. Televizijski se programi odašilju mrežom odašiljača i pretvarača u frekvencijskim područjima VHF (47...68 MHz i 174...230 MHz) i UHF (470...860 MHz). Signali se televizije u boji u mreži prenose mikrovalnim radiorelejnim vezama (sl. 65a) pomoću posrednih prijamnika i kanalnih pretvarača (sl. 65b).

Radiorelejne veze postavljaju se između odašiljačkih stanica, a po potrebi i između međustanica, na udaljenosti 50...100 km (sl. 66), te rade u području 2...8 GHz, uz frekvencijsku modulaciju, s tim da u visokofrekvencijskom području zadržavaju male amplitudne i fazne pogreške.

Posredni prijamnici primaju signal susjednog odašiljača, demoduliraju ga na osnovni oblik i dovode ga lokalnom odašiljaču. Prijamnici moraju biti kvalitetni, s dovoljno propusnom širinom kanala, da se ne bi gušio krominantni nosilac. Međutim, takva veza nije sigurna jer pri prestanku rada jednog odašiljača zbog kvara, svi ostali odašiljači u mreži ostaju bez modulacije, pa ona služi jedino kao rezerva.

Kanalni pretvarači ili *repetitori* primaju signal od glavnog odašiljača i prenose ga pomoću međufrekvencije u drugi frekvencijski kanal. Služe za dopunsko pokrivanje područja koja su u sjeni pokrivanja glavnog odašiljača. Pretvarači rade u multipleksnom sustavu i zajedno se pojačavaju ton i slika.

Pregled odašiljača i kanalnih pretvarača postavljenih u Republici Hrvatskoj, s brojevima kanala u područjima VHF i UHF na kojima odašilju 1, 2. i 3. program Hrvatske televizije, sadrži tabl. 1.

Izbor antenskih sustava s velikim dobitkom osobito je važan za područje UHF, gdje su potrebne velike izračene snage, do deset puta veće nego za područje VHF da bi se postigao isti učinak pokrivenosti. Tako se antenskim sustavom koji pojačava izlazni signal postiže dobitak od 25 puta u određenom smjeru (v. *Elektronika, uređaji. Antene*, TE 4, str. 605).

Sustav veza radiorelejnih uređaja dijeli se prema namjeni na veze za prijenos radijskih i televizijskih programa, radijska

Tablica 1. nastavak

Naziv objekta	Televizijski program		
	prvi	drugi	treći
Redni broj kanala			
Pag	7	35	
Pelješac	5	38	
Pločice	9	43	
Plomin	55	58	...*
Podsused	12	39	54
Prezid	9	23	
Primošten	29	21	
Promina	38	59	
Pula	35	38	...*
Rabac	7	22	...*
Raša	8	47	...*
Razovir	9	55	
Rovinj	43*	49*	31*
Sinj	5	29	
Stano	11	48	
Slavonski Brod	9	42	48*
Srb	10	37	
Srinjine	51	59	
Srpske Moravice	25	22	
Starigrad Paklenica	5	41	
Stipanov Grič	12	24	
Ston	11	53	
Straža	12	30	60
Sustjepan	12	33	39
Suvaja	7	25	
Svilno	26*	42*	34*
Sv. Martin	...*	...*	
Šaregrad	21	34	
Šibenik-Martinska	5	52	58
Šibenik-Šubičevac	11	49	55
Štrigova	44	48	
Tovarnik	7	44	
Trdinov Vrh	50	58	
Trstenik	8	40	
Tršće	52	59	
Ugljan	34*	37*	28*
Ulijenje	12	35	
Unije	24	27	
Varaždin Breg			21*
Vela Luka	7	29	
Velebitska Plješivica	34	44	
Velika Petka	8	45	48
Vinkovci	12	36	
Vis	37*	55*	
Vitaljina	5*	24*	
Vrbanja	39	51	
Vrgorac Gomila	21	31	
Vrgorac Polje	57	60	
Vrlika	11	26	
Vručica	6	12	
Zaton	24	30	57*
Župa Dubrovačka	50*	54*	40*
Županja	49	57	

¹⁾ Stanje u lipnju 1991. godine

* Objekti u izgradnji



Sl. 67. Satelitska stanica za primanje televizijskih programa

reporterska javljanja, programsku i tehničku koordinaciju, nadzor odašiljačkih mreža te upravljanje automatskim stanicama bez posade.

Sustav veza Hrvatskog radija i televizije ima 28 relejnih i krajnjih stanica s 1320 km radiorelejnih trasa, kapaciteta 15000 televizijskih kanal-kilometara. Taj je sustav izravno povezan s Europskim radiodifuzijskim savezom (engl. European Broadcasting Union, EBU) preko Beča i Milana. U sustav je uključena i satelitska prijamna stanica u Zagrebu (sl. 67), koja omogućuje da se i naša zemlja uključi u radiodifuziju s ostalim zemljama svijeta preko komunikacijskih satelita.

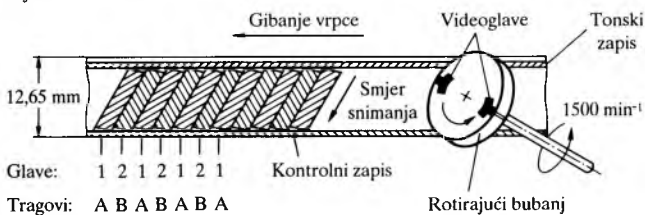
MAGNETOSKOPI

Magnetoskop (videorekorder) elektronički je uređaj za pohranjivanje i reproduciranje videosignala. Videosignal se pohranjuje na magnetsku vrpcu pomoću tzv. glave za snimanje koja može služiti i za reproduciranje te posebne glave za brisanje videosignala. To se zbiva na istim osnovama na kojima i snimanje i reproduciranje zvuka u magnetofonu (v. *Elektroakustika, Magnetska reprodukcija zvuka*, TE 4, str. 320; v. *Muzički instrumenti, Elektroničko snimanje i reproduciranje glazbe*, TE 9, str. 147). Bitna je razlika samo u tome što se zbog više frekvencije i šireg spektra videosignala mora raditi s većim brzinama vrpce.

Magnetska vrpca mora biti dovoljno savitljiva, mehanički otporna prema istezanju, glatka, nezapaljiva, neosjetljiva prema promjenama vlažnosti okoliša i od takva materijala koji omogućuje izradbu tanke folije ravnomjerne debljine. Debljina je poliesterske vrpce obično ~ 24 μm, s debljinom oksidnog sloja 11...13 μm. Koercitivnost je 21,5...25,5 kA/m, uz omjer signal/šum 46...50 dB. Širina magnetskih vrpce ovisi o vrsti i tipu magnetoskopa. Danas su u upotrebi vrpce širine 12,65 mm (1/2 in), 19 mm (3/4 in) i 25,4 mm (1 in).

Snimanje videosignala. Izravno snimanje videosignala na magnetsku vrpcu ima dva ograničenja. Jedno je ograničenje što se zahtijeva širokofrekvencijsko područje, i to od niskih frekvencija pa do 5 MHz. To je područje potrebno za prijenos kromatskog videosignala jer se krominantni sadržaj slike nalazi blizu gornje granične frekvencije opsega. Drugo je ograničenje veliki omjer između najniže i najviše frekvencije videosignala.

Prvo se ograničenje pokušalo riješiti povećanjem uzdužne brzine vrpce. Međutim, to zahtijeva vrlo duge magnetske vrpce, što nije ekonomično. Rješenje se pokušalo naći tako da bubanj na kojem se nalazi magnetska glava za snimanje rotira jer se pokazalo da najviša prenosiva frekvencija ovisi o relativnoj brzini između glave i vrpce. Videosignal se zapisuje poprečno na magnetsku vrpcu, što je ostvareno čak sa četiri magnetske glave koje se okreću zajedno s bubnjem, a napajaju se videosignalom. Zapisuje se uvijek jednom glavom. Tim se rješenjem znatno uštedi duljina magnetske vrpce. Kada glava dođe do kraja vrpce, uzdužni je pomak vrpce upravo tolik da slijedeća glava počinje zapisivati trag sa sadržajem slike do zapisa prve glave (sl. 68). Na gornjem se dijelu magnetske vrpce nalazi tonski zapis, i to jedan za monosnimanje, a dva zapisa za stereosnimanje, a na donjem se dijelu vrpce nalazi kontrolni sinkronizacijski trag s frekvencijom 250 Hz.



Sl. 68. Snimanje televizijskog signala dvjema videoglavama i zapis na magnetskoj vrpci

Bubanj s videoglavama rotira brzinom 1500 min⁻¹, odnosno 25 s⁻¹ za punu sliku (sl. 69). Na bubnju se nalaze dvije videoglave te je broj analiziranja dvostruk, pa svaka videoglava prelazi vrpcu 50 puta u sekundi, što znači da je za jednu polusliku potrebno 20 ms. Vrpca se giba brzinom od 2,5 cm/s prema osi glave, tako da je ravnina glave uvijek u položaju