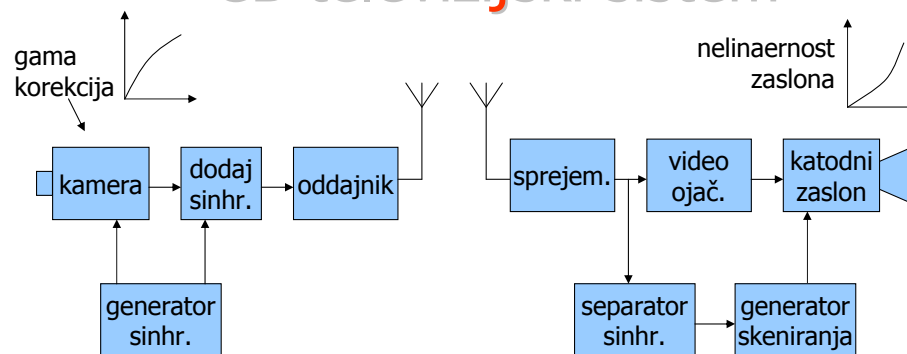


Video tehnologija

5. Analogni video sistemi črno-beli

ČB televizijski sistem

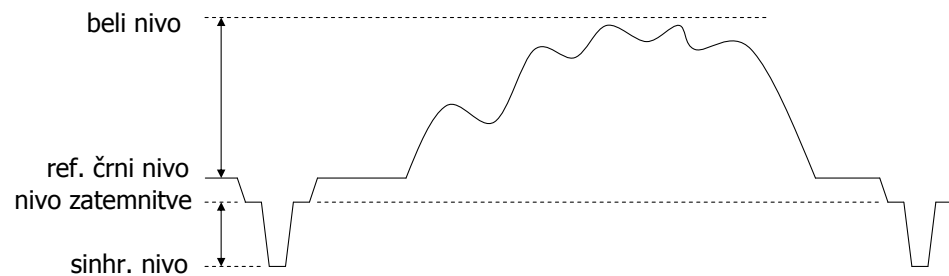


► Kompozitni video signal vsebuje vizualno in sinhronizacijske informacije

Video signal

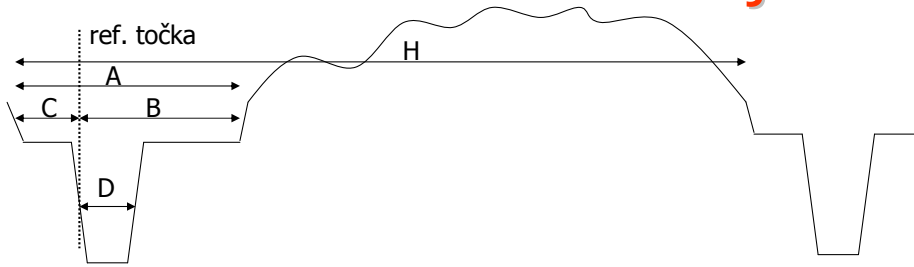
- Vizualno informacijo sestavljajo:
 - informacija o svetlosti točk
 - informacija o barvah
 - nivo zatemnitve in referenčni črni nivo
- Sinhronizacijska informacija vsebuje:
 - sinhronizacijo horizontalnega skeniranja
 - sinhronizacijo vertikalnega skeniranja
 - sinhronizacijo krominančnega signala

ČB video signal



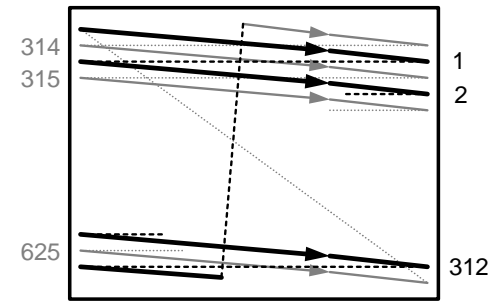
	PAL	NTSC	} 100 IRE
Beli nivo (mV)	700	714	
Ref. črni (mV)	0	53	
Zatemnitev (mV)	0	0	
Sinhr. nivo (mV)	-300	-286	

Horizontalna sinhronizacija



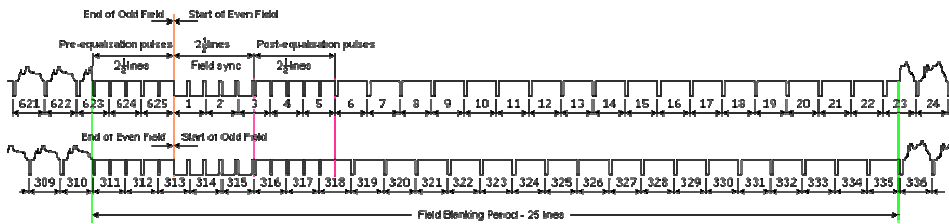
	PAL	NTSC
H. čas skeniranja vrstice (us)	64	63.55
A. zatemnilni interval (us)	12	10,7
B. ref. do konca zatem.	10,5	9,2
C. zatem. do ref. točke (us)	1,5	1,5
D. širina sinhr. impulzov (us)	4,7	4,7

Vertikalno skeniranje

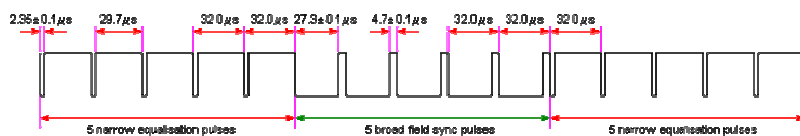


- ▶ Prepletено skeniranje
 - skeniramo vsako drugo vrstico
 - slika je sestavljena iz dveh polslik

Vertikalna sinhronizacija

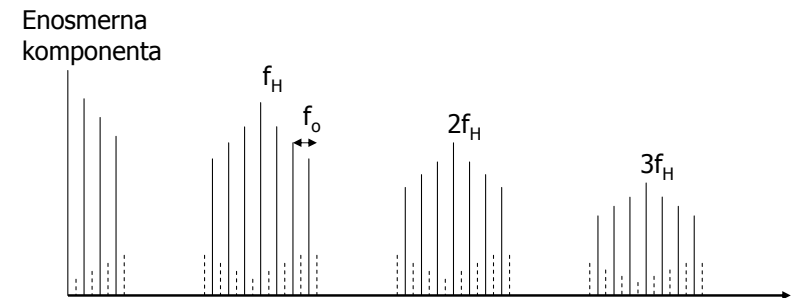


- ▶ Ekvalizacijski impulzi v okolici vertikalne sinhronizacije



Spekter video signala

- ▶ Frekvenčni spekter ni kontinuiran
 - harmonske komponente horizontalne frekvence skeniranja in frekvence okvirjev



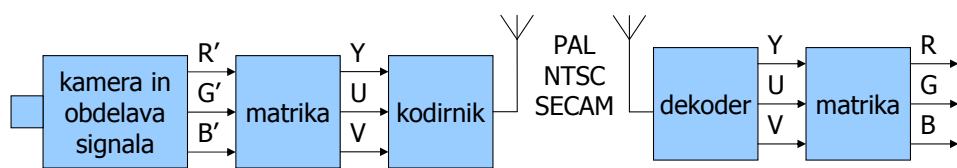
Video tehnologija

6. Analogni video sistemi barvni

Barvni video signal

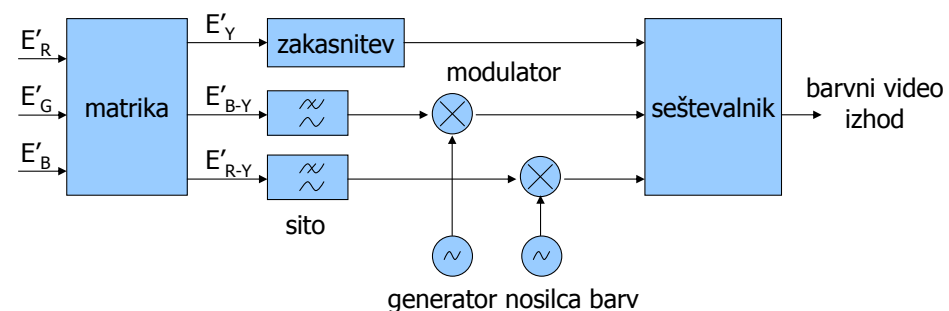
- ▶ Zahteve po združljivosti barvnega video signala s ČB formatom
 - luminančna in krominančna komponenta se prenašata po istem kanalu
 - luminančna komp. mora biti podobna ČB signalu
 - uporablja se enaka pasovna širina
- ▶ Prvi barvni sistem: **NTSC** (l. 1953) v ZDA
- ▶ **PAL** v Evropi, **SECAM** v Franciji in Rusiji

Barvni televizijski sistem



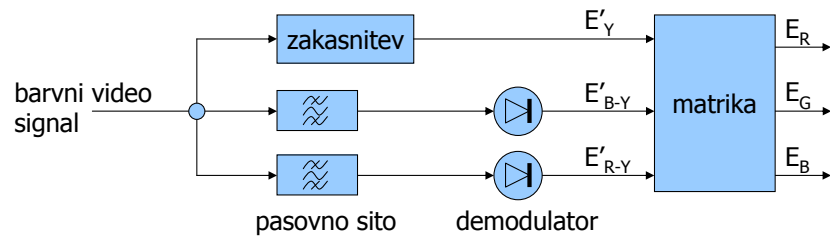
- ▶ Obdelava signala v kameri: $R, G, B \rightarrow R', G', B'$
 - korekcija aperture in barv, gama korekcija
- ▶ Matrika pretvarja komponente
 - luminanca: $Y = 0.299 R' + 0.587 G' + 0.114 B'$
 - krominanca: $U = 0.492(B'-Y), V = 0.877(R'-Y)$

Barvni kodirnik



- ▶ Barvna diferenca gre skozi sito (~ 1.5 MHz)
 - luminančni signal mora biti ustrezno zakasnjjen
- ▶ Modulacija z generatorjem barvnih nosilcev
- ▶ Seštevalnik naredi kompozitni signal

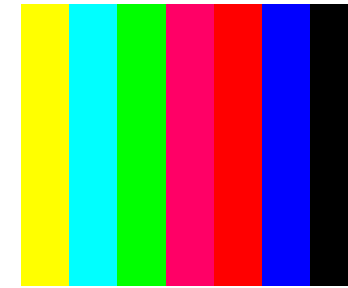
Barvni dekodirnik



- ▶ Signal barvne difference izluščimo s pasovnim sitom in demodulatorjem
- ▶ Matrika z ojačanjem, seštevanjem in odštev. generira osnovne RGB komponente

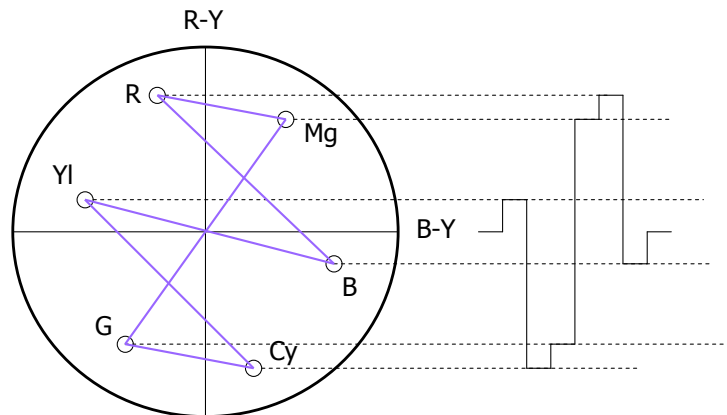
Testni signali

- ▶ Barvne proge
 - nasičene primarne barve in komplementi



Vektorski prikaz

- ▶ Vektorski merilnik (vectorscope)



NTSC sistem

- ▶ National Television System Committee
- ▶ Barve so modulirane na visokofrekvenčnem nosilcu v kvadraturi
- ▶ Barvni nosilec je izbran tako, da pade v prazne prostore frekvenčnega spektra
 - f_{sc} je lihi mnogokratnik $\frac{1}{2}$ horizontalne frekvence
 - v sosednjih vrsticah je faza ravno obrnjena

Specifikacije NTSC signala

- ▶ Pasovna širina video signala: 4.5 MHz
 - 6 MHz RF kanali
- ▶ Pasovna širina krom. komponent: 1.3 MHz
 - barvna ločljivost očesa je manjša od ločljivosti za luminančno komponento
- ▶ Matrične enačbe
 - $E_Y = 0.299 R' + 0.587 G' + 0.114 B'$
 - $E_{R-Y} = 0.492(R'-Y)$
 - $E_{B-Y} = 0.877(B'-Y)$

Specifikacije NTSC signala

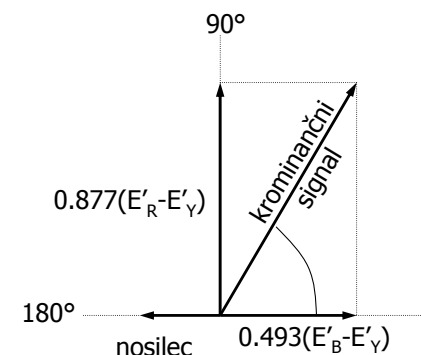
- ▶ Opcija: uporaba I in Q komponent
 - za 33° zamaknjeni R-Y in B-Y
 - lahko še dodatno zmanjšamo pasovno širino
- ▶ Matrične enačbe
 - $I = 0.596 R' - 0.275 G' - 0.321 B'$
 - $Q = 0.212 R' - 0.523 G' + 0.311 B'$
- ▶ Pasovna širina I: 1.3 MHz, Q: 0.6 MHz
 - Q ima max. pri škrlatni barvi, kjer ima oko najmanjšo ločljivost

Izračun barvnega nosilca

- ▶ Pasovna širina video signala je 4.5 MHz
 - horizontalna frekvenca skeniranja je celoštevilski mnogokratnik pasovne širine: $f_H = BW/286$
 - frekvenca polslik ($f_H/262.5$) je 59.94 Hz, kar je dovolj blizu frekvenci ČB signala
- ▶ Frekvenca barvnega nosilca: $f_{SC} = 455 f_H/2$
 $f_{SC} = 3.579545 \text{ MHz}$

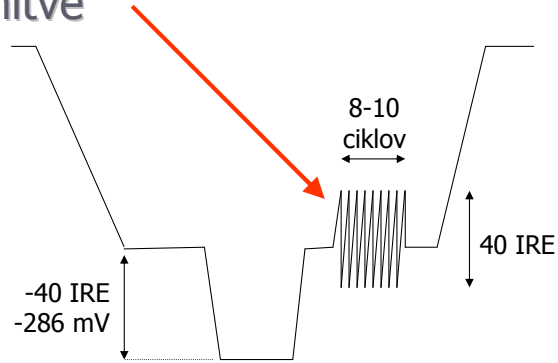
Vektorski diagram

- ▶ Barva je kodirana z amplitudo in fazo
 - amplituda določa zasičenost barve
 - faza določa odtenek



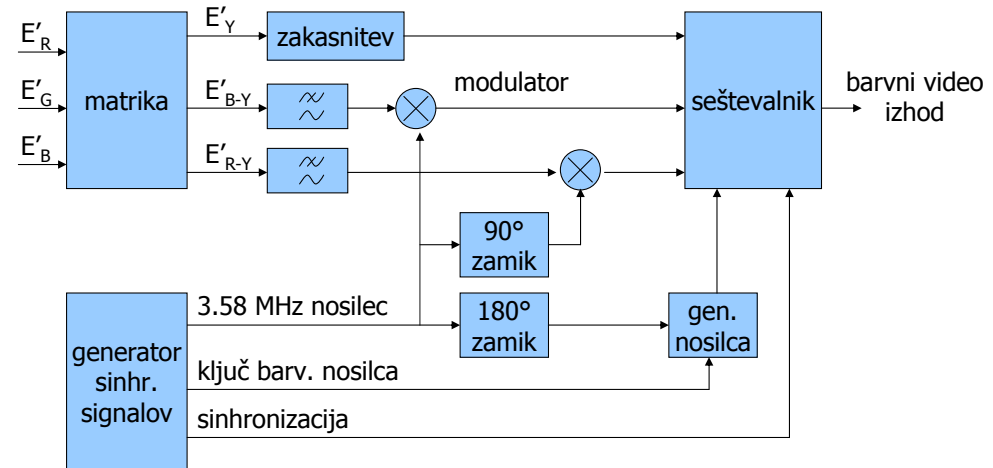
Prenos barvnega nosilca

- ▶ Barvni nosilec se prenaša v času intervala zatemnitve

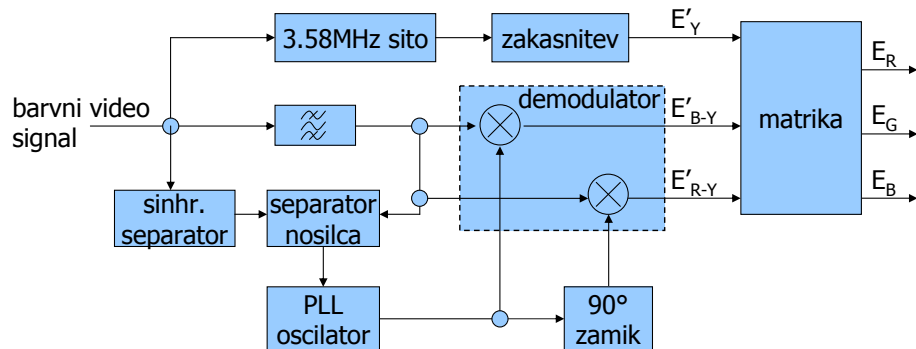


- ▶ Demodulator mora biti v fazi z nosilcem
 - napake povzročijo spremembo v odtenku barve!

NTSC kodirnik



NTSC dekodirnik



PAL sistem

- ▶ PAL = Phase-Alternating Line
 - krominančni komponenti U in V
 - komponenta V menja fazo v vsaki vrstici
- ▶ Matrične enačbe:
 - $Y = 0.299 R' + 0.587 G' + 0.114 B'$
 - $U = -0.147 R' - 0.289 G' + 0.436 B' = 0.492(B'-Y)$
 - $V = 0.615 R' - 0.515 G' - 0.100 B' = 0.877(R'-Y)$
- ▶ Krominančni komponenti sta skalirani, da ne pride do nasičenja pri modulaciji

Specifikacije PAL signala

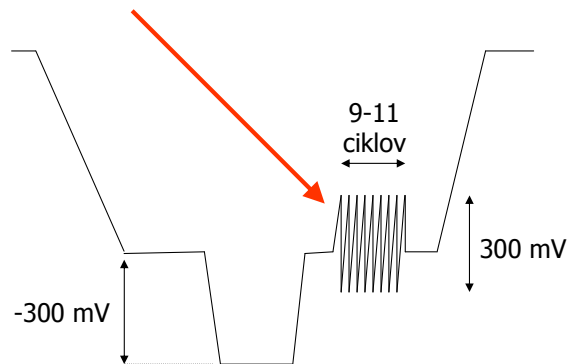
- ▶ Pasovna širina video signala: 5 – 6 MHz
 - 7-8 MHz RF kanali
- ▶ Modulacija krominace z dvema nosilcema v kvadraturi
 - $E_M = E_Y + E_U \sin(\omega t) \pm E_V \cos(\omega t)$
- ▶ Pasovna širina krom. komponent: 1.3 MHz

PAL barvni nosilec

- ▶ Frekvenca je izračunana po enačbi:
 - $f_{SC} = 1135 f_H/4 + f_{FR}/2 = 4.43361875 \text{ MHz}$
 - $f_H = 15625 \text{ Hz}$, horizontalna frekv. skeniranja
 - $f_{FR} = 25 \text{ Hz}$, frekvenca okvirjev
- ▶ Frekvenčne komponente barv se nahajajo v praznem prostoru spektra
 - ni tako natančno kot pri NTSC, vendar je frekvenca nosilca višja in zato vpliv manjši

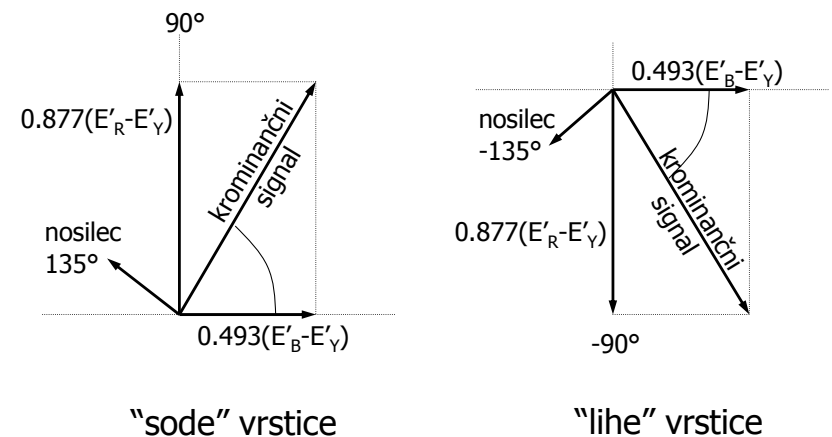
PAL barvni nosilec

- ▶ Barvni nosilec menja fazo v sosednjih vrsticah

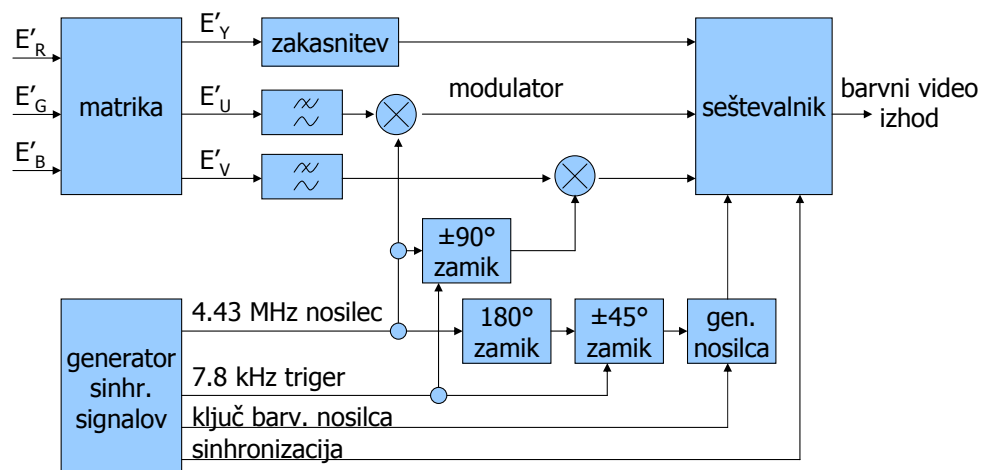


- ▶ Fazna napaka se v sosednjih vrsticah izniči
 - PAL ni tako občutljiv na napake kot NTSC

PAL vektorski diagram



PAL kodirnik



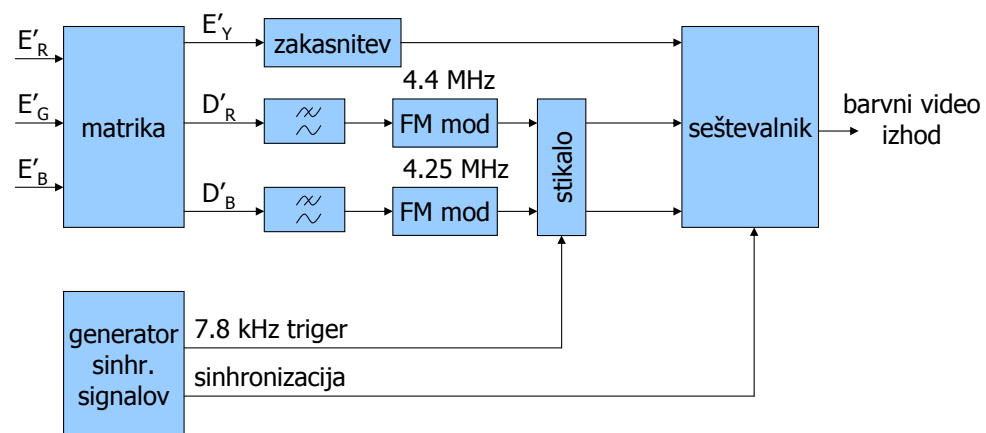
SECAM sistem

- ▶ SECAM = Sequentiel Couleurs A Memoire
 - krominančni komponenti se prenašata druga za drugo v sosednjih vrsticah (sekvenčno)
- ▶ Matrične enačbe:
 - $Y = 0.299 R' + 0.587 G' + 0.114 B'$
 - $D'_B = 1.505 (B' - Y)$
 - $D'_R = -1.902 (R' - Y)$
- ▶ Krominančni komponenti sta poudarjeni pred modulacijo

Specifikacije SECAM signala

- ▶ Pasovna širina video signala: 6 MHz
- ▶ Frekvenčna modulacija barvnih diferenc z dvema nosilcema
 - $f_{OR} = 4.4 \text{ MHz}$
 - $f_{OB} = 4.25 \text{ MHz}$
- ▶ Pasovna širina krom. komponent: 1.5 MHz

SECAM kodirnik



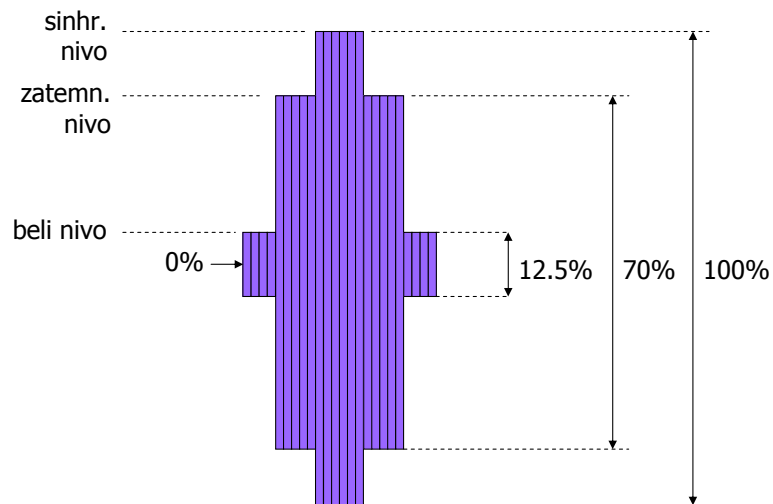
Video tehnologija

7. Analogni video sistemi modulacija

Modulacija video signala

- ▶ Video signal je amplitudno moduliran
 - negativna modulacija (razen v Franciji) – svetlejše točke povzročijo nižjo amplitudo
- ▶ Modulacijska ovojnica ima 3 ref. nivoje:
 - beli nivo
 - zatemnilni / črni nivo
 - sinhronizacijski nivo

Modulacijska ovojnica



Modulacija audio signala

- ▶ Audio signal je moduliran na posebnem nosilcu v zgornjem delu frekv. spektra
 - zvok je (razen v Franciji) frekvenčno moduliran
- ▶ Frekvenčni razpon ± 50 kHz (CCIR B,G,I,K) ali ± 25 kHz (CCIR M: ZDA)
 - radijski frekvenčni razpon je ± 75 kHz na FM
- ▶ Amplitude višjih frekvenc so pred modulacijo ojačane

Stereo zvok

- ▶ MTS, Multi channel TV Sound
 - uporablja se v NTSC sistemih
 - ima 2 neodvisna nosilca
 - prvi prenaša diferenčni signal (diferenca glede na mono kanal)
 - drugi prenaša sekundarni program (drugi jezik ali komentar za slepe)
 - vključuje dbx redukcijo šuma

Stereo zvok

- ▶ FM-FM
 - diskretni stereo prenos na dveh nosilcih
 - lahko se uporablja za prenos v dveh jezikih
- ▶ Nicam, Near Instantaneously Companded Audio Multiplex
 - digitalni prenos stereo signala
 - možnost prenosa v dveh jezikih
 - 14 bitno vzorčenje na 32kHz (blizu CD kvaliteti)

Video standardi

- ▶ Standarde določajo organizacije:
 - IEEE, Institute of Electrical and Electronic Eng.
 - SMPTE, Society of Motion Picture and TV Eng.
 - EIA, Electronic Industries Association
 - ISO, International Standards Organisation
 - CCIR, Consultative Committee on International Radio
 - EBU, European Broadcasting Union

TV prenosni standardi

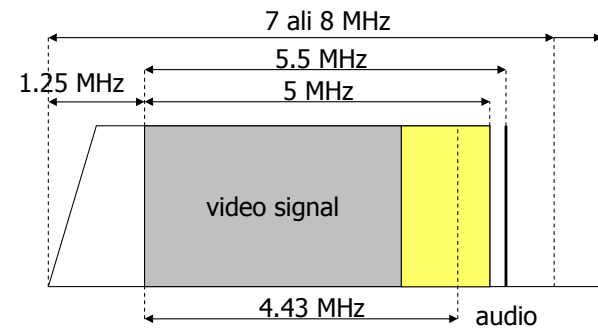
- ▶ PAL (CCIR standard)
 - 25 slik/s, razmerje 4:3, 625 vrstic
- ▶ NTSC (EIA standard)
 - 29.97 slik/s, razmerje 4:3, 525 vrstic
- ▶ SECAM (CCIR)
 - 25 slik/s, razmerje 4:3, 625 vrstic
- ▶ PALplus (CCIR)
 - 25 slik/s, razmerje 16:9, 625 vrstic

Specifikacije

Koda	Skeniranje	Frekvenčni pas	Zvočni nosilec (MHz)	Slikovna modulacija
B	25 / 625	VHF	5.5	Neg.
D	25 / 625	VHF	6.6	Neg.
G / H	25 / 625	UHF	5.5	Neg.
I	25 / 625	UHF	6	Neg.
K	25 / 625	UHF	6.5	Neg.
L	25 / 625	UHF	6.5	Poz.
M	30 / 525	VHF/UHF	4.5	Neg.
N	25 / 625	VHF/UHF	4.5	Neg.

Prenosni kanali

- ▶ CCIR B (7 MHz kanal) in CCIR G (8 MHz)
- ▶ V spodnjem in zgornjem delu spektra je razmak med kanali, da ne pride do interference



Standardi po Evropi

Država	Standard	Stereo zvok
Avstrija, Italija, Nemčija Švica...	PAL B/G	FM-FM
Belgija, Finska, Norveška, Španija, Madžarska...	PAL B/G	Nicam
Velika Britanija, Irska	PAL I	Nicam
Rusija	SECAM D/K	
Češka, (Madžarska, Nemčija)	SECAM/PAL B/G	
Francija	SECAM L	
Slovenija	PAL B/G	

Standardi po svetu

Država	Standard	Stereo zvok
ZDA, Japonska, Mehika	NTSC M	MTS
Kanada, Filipini, Peru	NTSC M	
Kitajska	PAL D	
Avstralija	PAL B/G	FM-FM
Indija, Indonezija, Malezija	PAL B	
Argentina	PAL N	
Egipt	SECAM B/H	
Savdska Arabija, Tunizija	SECAM B	