

Video tehnologija

10. Digitalna tehnika

Prednosti digitalne tehnike

- ▶ Digitalni signal je neobčutljiv na motnje, ki jih poznamo iz analognih sistemov
- ▶ Digitalna vezja so učinkovita in ekonomična pri obdelavi signala
- ▶ Uporabljamo lahko algoritme za zgoščevanje signala, ki zmanjšajo zahteve pri prenosu

Razvoj digitalnih video naprav

- ▶ 1970, digitalne naprave z analognimi vhodi in izhodi
 - npr. pretvorba med različnimi video standardi
- ▶ 1980, digitalni videorekorderji, video efekti
 - zaradi različnih standardov imajo še vedno analogne vhode in izhode
- ▶ 1990, digitalni standardi (SMPTE)
 - $4f_{SC}$ vzorčenje
 - bitno serijski prenos signala

Analogno digitalna pretvorba

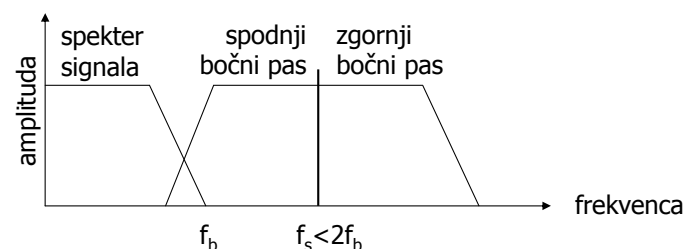
- ▶ A/D pretvorba vključuje
 - vzorčenje signala s konstantno frekvenco
 - kvantizacijo vzorčenih vrednosti
 - kodiranje signala
- ▶ Pred vzorčenjem moramo narediti filtriranje (anti-aliasing), da ne pride do prekrivanja spektrov

Vzorčenje

- ▶ Vzorčenje je ekvivalentno amplitudni modulaciji signala z vzorčevalno frekvenco f_s
 - pasovi okrog vzorčevalne frekvence in njenih harmonskih komponent
- ▶ Vzorčenje video signala
 - kompozitni video: f_s je večkratnik frekvence barvnega nosilca
 - komponentni video: f_s je večkratnik horizontalne frekvence skeniranja

Prekrivanje spektrov

- ▶ Nyquistov teorem
 - vzorčevalna frekvenca mora biti vsaj 2x višja od pasovne širine signala
 - če pogoj ni izpolnjen pride do prekrivanja spektrov



Kvantizacija

- ▶ Amplituda se pretvori v diskretne vrednosti
 - 2^n nivojev (n je število bitov)
- ▶ Video sistemi danes uporabljajo 10 bitno kvantizacijo (1024 nivojev)
 - včasih je bila 8 bitna kvantizacija (256 nivojev)
- ▶ Vhodni signal ne sme preseči območja A/D pretvornika (dinamično območje)
 - PAL: 1.23V, NTSC: 1.22 V

Kvantizacijska napaka

- ▶ Amplitudna napaka v območju $\pm 1/2$ ampl. kvantizacijskega intervala
- ▶ Kvantizacija vnaša šum
 - Razmerje signal/šum pri n bitni kvantizaciji S/Q (dB) = $6.02n + 10.8$
 - Pri 8 bitni kvantizaciji dobimo 59 dB
- ▶ Razmerje izboljšamo, če omejimo spekter
 - S/Q (dB) = $6.02n + 10.8 + 10 \log_{10}(f_s/2f_{max})$

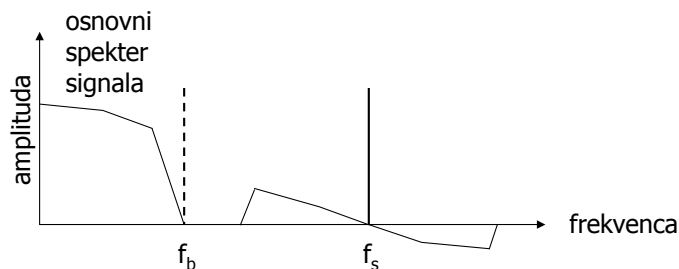
Kvantizacija video signala

- ▶ Razmerje signal šum se pokvari zaradi manjšega kvantizacijskega območja signala
 - PAL lumenčni signal ima območje 700 mV, celoten video signal pa $V_{pp} = 1,23 \text{ V}$
 - Razmerje S/Q se zmanjša za: $20 \log_{10}(V_{pp}/V_{lum})$
- ▶ Primer: 8 bitni PAL video, $f_s = 17.7 \text{ MHz}$, $f_{max} = 5 \text{ MHz}$ ima razmerje S/Q = 57dB

Digitalno analogna pretvorba

- ▶ Na izhodu D/A pretvornika pravokotne impulze konstantne širine $T = 1/f_s$
- ▶ Spekter pravokotnega impulza ima obliko $\sin(x)/x$
 - posledica so izgube amplitude pri višjih frekvencah
- ▶ Izgube zmanjšamo z rekonstrukcijskim sitom

Spekter signala iz D/A



Vzorčenje kompozitnega signala

- ▶ Vzorčenje se izvaja s 4-kratno frevenco nosilca barv
 - 14.3 MHz za NTSC in
 - 17.7 MHz za PAL sistem
- ▶ Kvantizacija je 8 ali 10 bitna
- ▶ Vzorčenje ni primerno za SECAM sistem, ker so barve frekvenčno modulirane
 - SECAM se vzorči na komponentni ravni

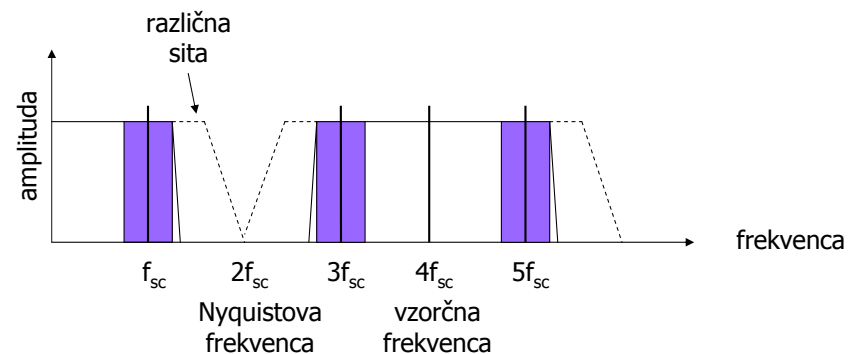
Vzorčenje NTSC signala

► SMPTE 224 standard

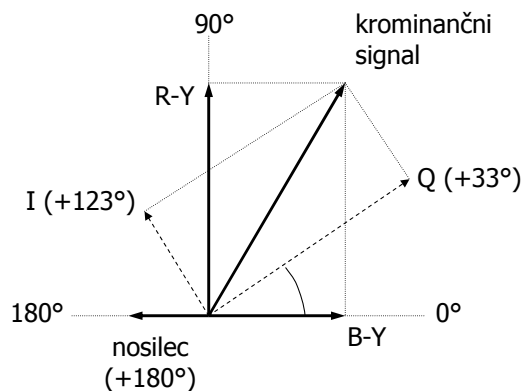
Št. vzorcev v vrstici	910
Št. vzorcev aktivnega dela vrstice	768
Vzorčna frekvenca	14.32818 MHz
Struktura vzorčenja	Ortogonalna
Trenutek vzorčenja	33°, 123°, 213°, 303°
Kvantizacija	8 ali 10 bitov

Frekvenčni spekter

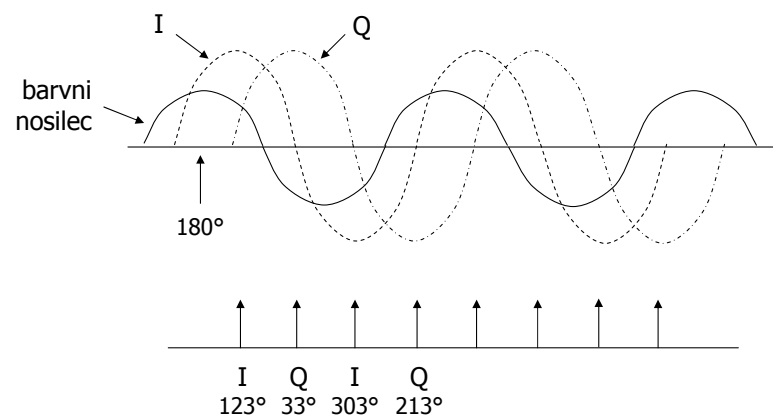
► Standard dopušča različna anti-aliasing sita



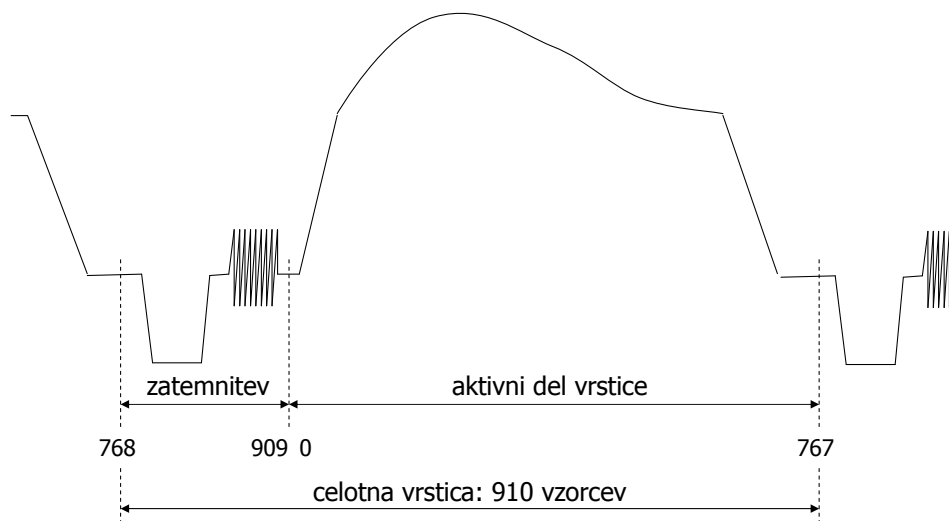
Fazni diagram NTSC signala



Trenutki vzorčenja



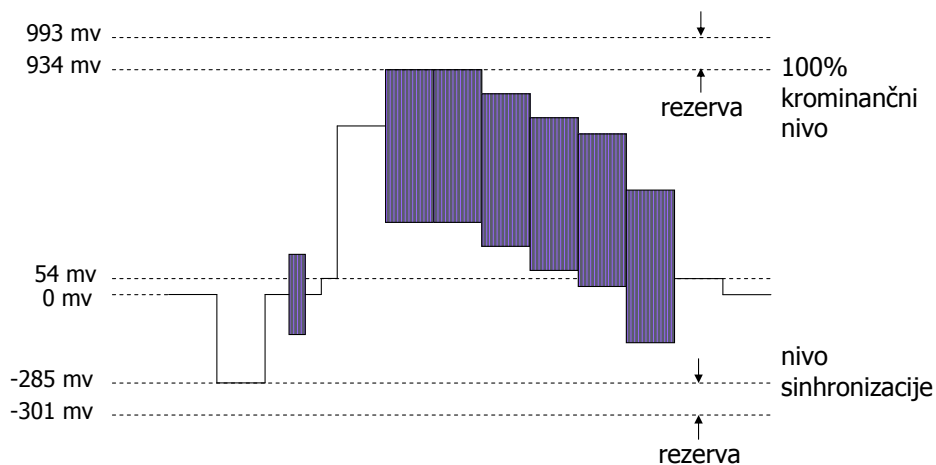
Zaporedje vzorcev



Kvantizacijski nivoji

- ▶ 8-bitna kvantizacija
 - za zapis uporabimo 254 od 256 vrednosti
 - 00 in FF sta posebni kodi
- ▶ 10-bitna kvantizacija
 - 000-003 in 3FC-3FF so posebne kode
- ▶ Na spodnji in zgornji meji dovoljenih kod je še rezerva, da ne pride do rezanja signala

Kvantizacija na barvnih progah

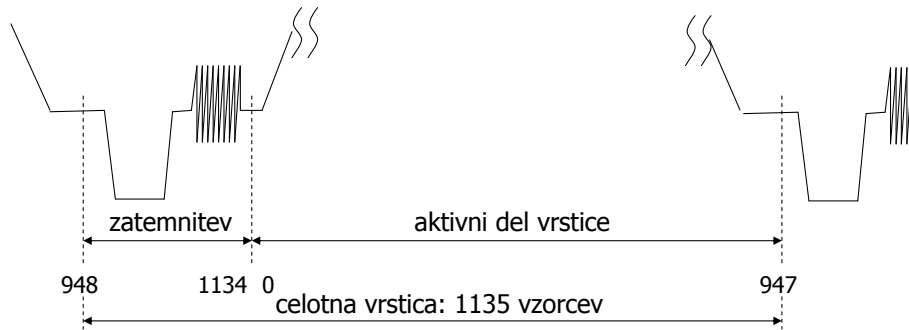


Vzorčenje PAL signala

Št. vzorcev v celi vrstici	1135
Št. vzorcev aktivnega dela vrstice	948
Vzorčna frekvenca	17.734475 MHz
Trenutek vzorčenja	45°, 135°, 225°, 315°
Kvantizacija	8 ali 10 bitov

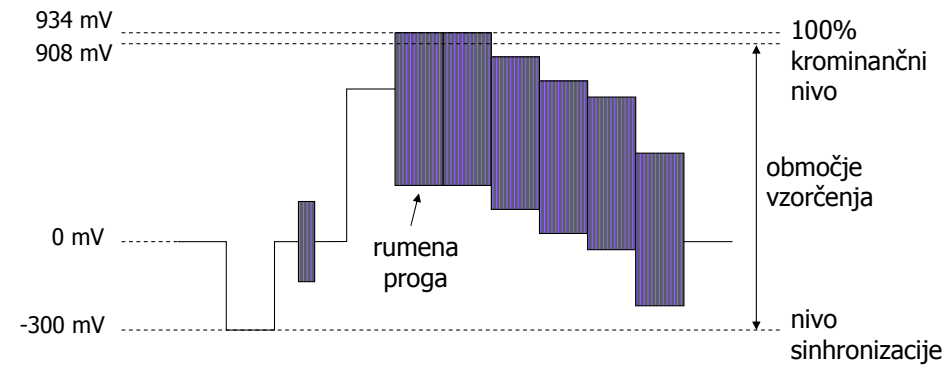
- ▶ Barvni nosilec: $f_{sc} = 285.75f_h + 25\text{Hz}$
 - št. ciklov nosilca na okvir: $f_{sc}/25 = 177344.75$
 - potrebujemo vsaj 4 okvirje (8 polslik) za celo število ciklov

Število vzorcev v vrstici



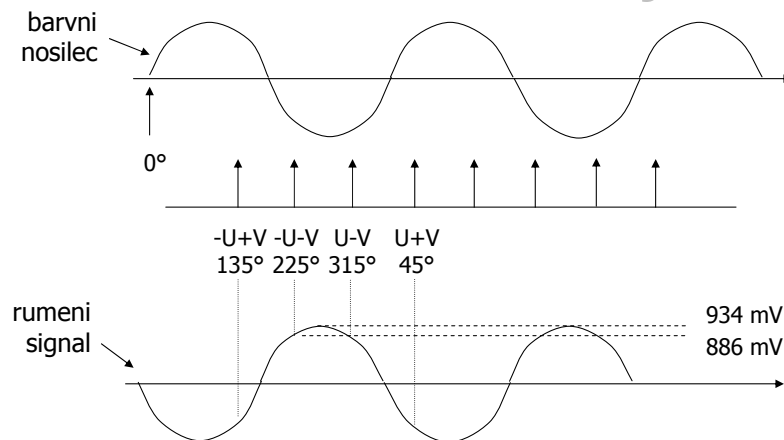
- ▶ Št. period na vrstico: $f_s/f_h = 1135.0064$
 - vrstice vzorčimo s celim številom period
 - vrstici 313 in 615 vzorčimo s 1137 vzorci

Kvantizacija na barvnih progah



- ▶ Območje vzorčenja PAL signala je manjše kot je dinamično območje signala !
 - zaradi faznih razmer vzorčeni signal ne preseže dinamičnega območja A/D pretvornika

Trenutki vzorčenja

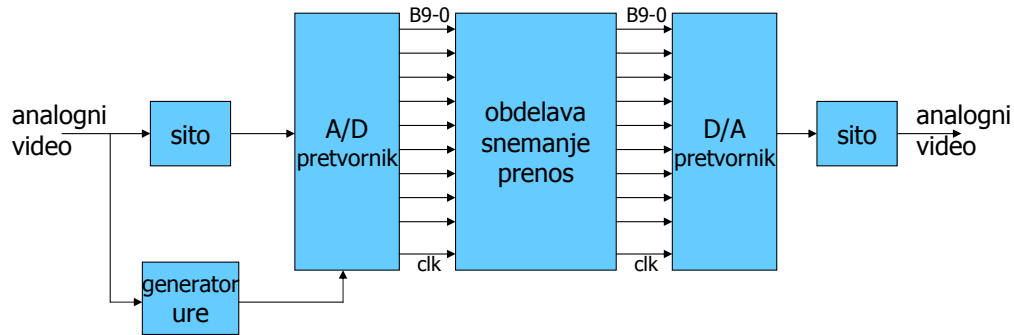


- signal 100% rumene barve vzorčimo pri 886 mV, kar je znotraj območja A/D pretvornika

10-bitna kvantizacija

- ▶ 1016 (od 1024) nivojev za vzorčeni signal
 - 000-003 in 3FC-3FF so posebne kode
- ▶ Razmerje signal šum
 - $S/Q \text{ (dB)} = 6.02n + 10.8 + 10 \log_{10}(f_s/2f_{\max}) - 20 \log_{10}(V_{pp}/V_{lum})$
 - $S/Q = 68.7 \text{ dB}$

Digitalna video naprava



Paralelni prenos podatkov

- ▶ Primeren je za krajše razdalje (do 50m) in povezave točka s točko
- ▶ Za signale se uporablja ECL logika
 - amplituda 0.8-2V, -1.3V glede na maso
 - impedanca 110 ohm
 - zakasnitev clk/podatki < 5ns

