



Računarska grafika

predavanja
v.prof.dr. Samir Lemeš
slemes@unze.ba

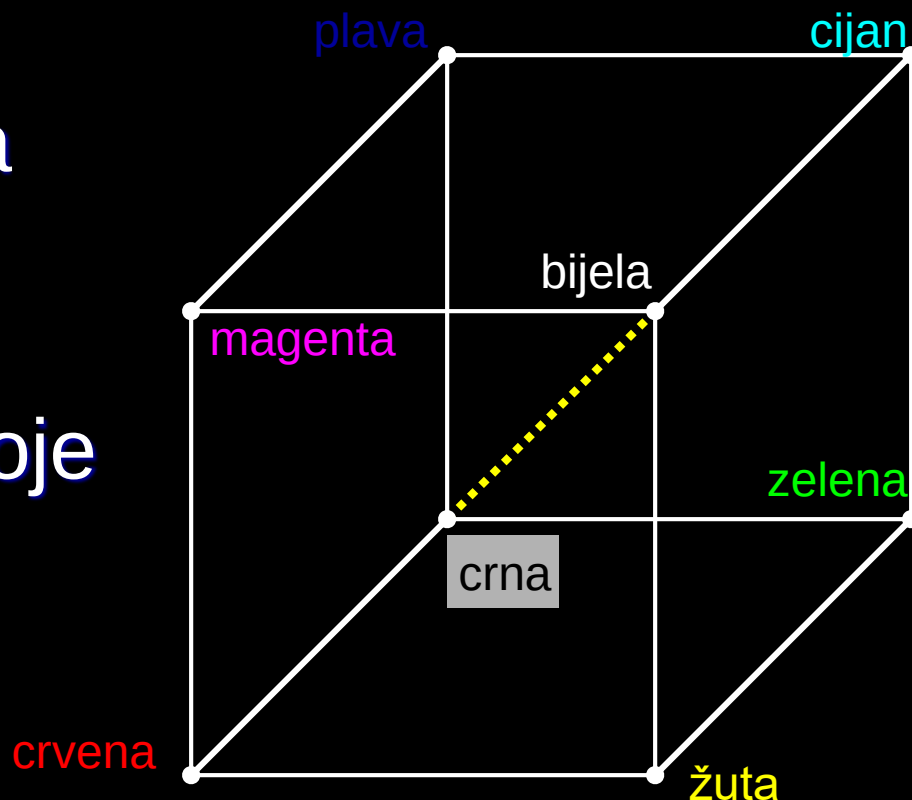
Modeli boja

- RGB – osnovne aditivne boje
- YUV model boja
- YIQ model boja
- YCbCr model boja

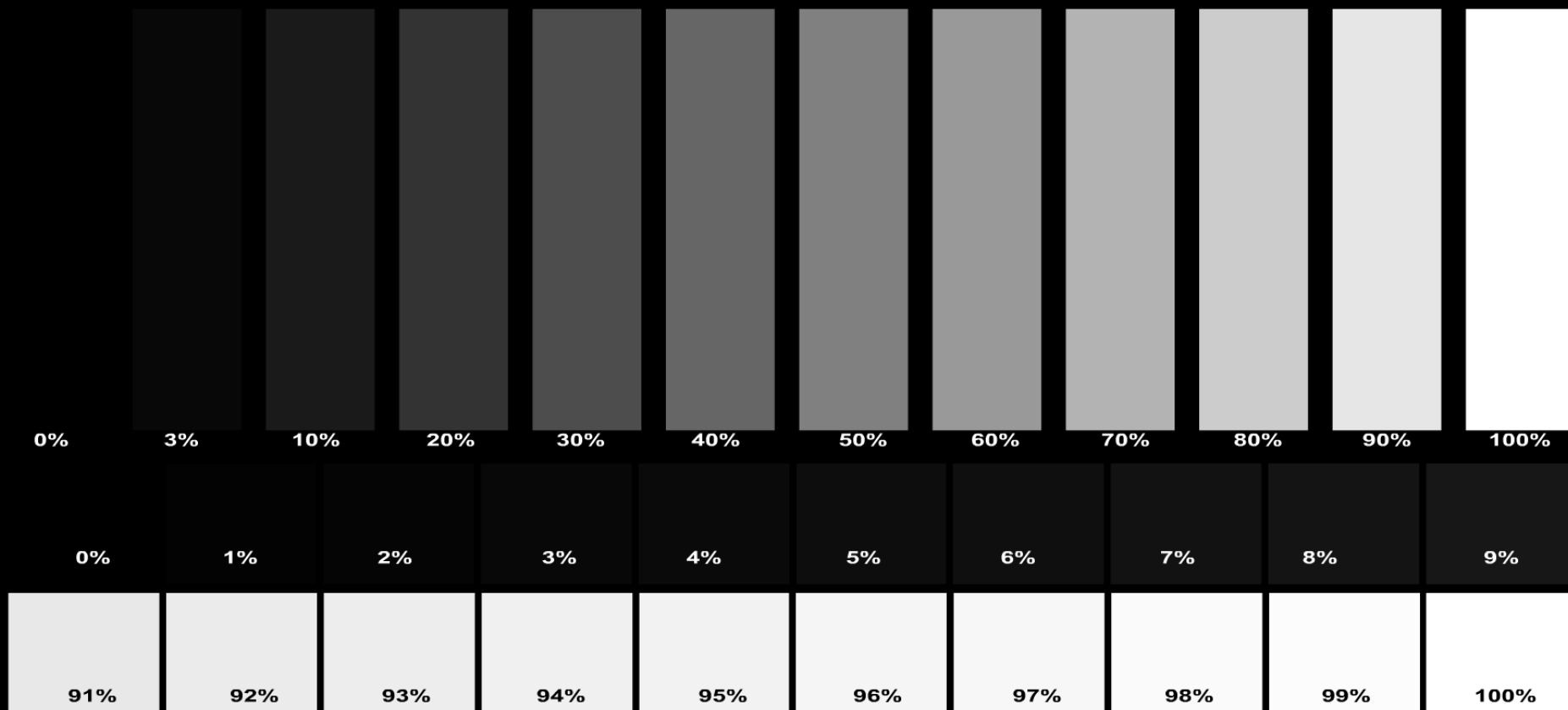


RGB - osnovne aditivne boje

- Osnovne (primarne) boje koje se prikazuju u Dekartovom koordinatnom sistemu.
- Dijagonala od crne do bijele predstavlja liniju sa jednakim učešćem osnovnih boja: nijanse sive boje
- Siva skala

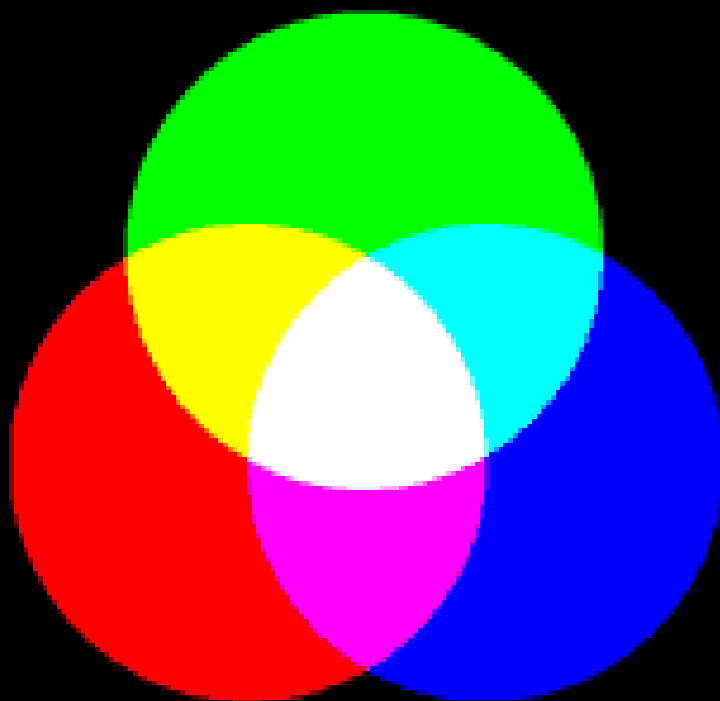


Siva skala

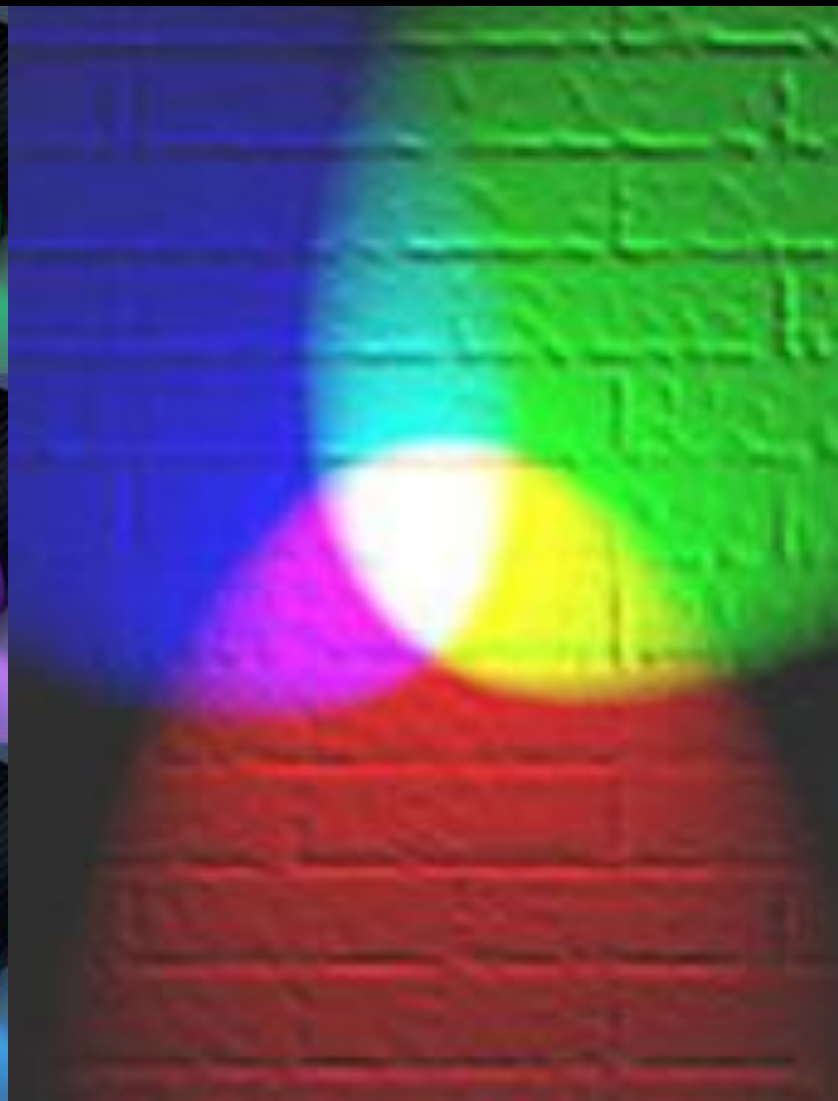


RGB - osnovne aditivne boje

- Miješanjem osnovnih boja dobiju se ostale nijanse.
- Intenzitet jedne komponente se može izraziti:
 - skalom 0...1
 - skalom 0...255 (8 bita po boji)
 - skalom 0%...100%



RGB - osnovne aditivne boje



RGB - osnovne aditivne boje

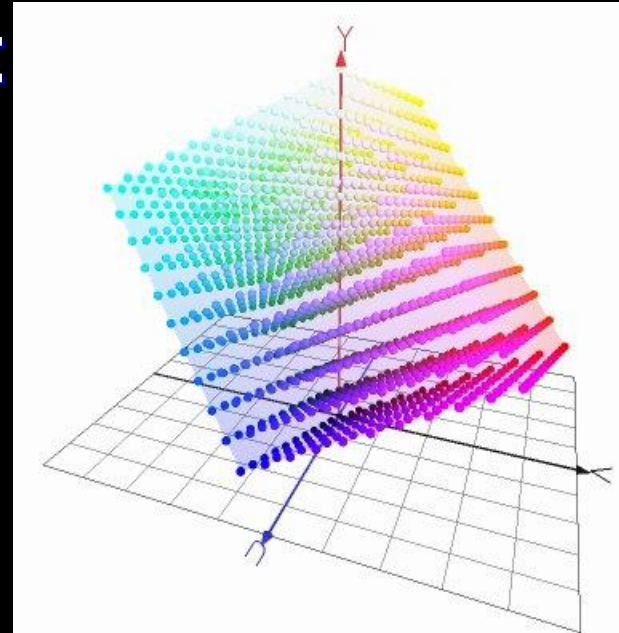
- Najviše korišteni model jer i hardver koristi iste tri osnovne boje: R G B
- Za pretvaranje RGB kolor slike u C/B sliku koristi se jednakost:

$$GS = R/3 + G/3 + B/3 = 0,333 \cdot (R+G+B)$$

- GS je intenzitet sive boje (dijagonala)
- Uzimajući u obzir osjetljivost ljudskog oka:
$$GS = 0,299 \cdot R + 0,587 \cdot G + 0,114 \cdot B$$

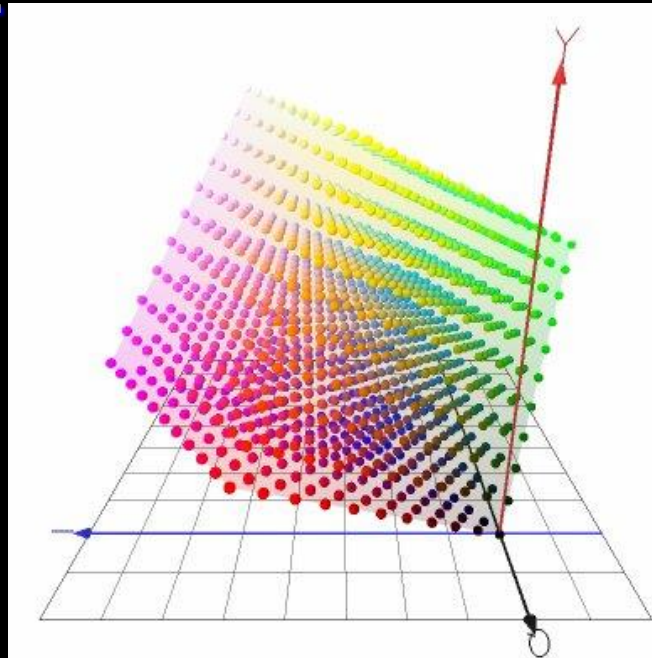
YUV model boja

- Koristi se u PAL i SECAM televizijskim sistemima
- Y – osvijetljenost (crno-bijeli TV)
$$Y = 0,299 \cdot R + 0,587 \cdot G + 0,114 \cdot B$$
- U i V – informacije o bojama:
 - $U = R - Y$
(crvenilo, redness, C_r)
 - $V = B - Y$
(plavilo, blueness, C_b)



YIQ model boja

- Koristi se u NTSC televizijskom sistemu
- Y – osvijetljenost (crno-bijeli TV)
$$Y = 0,299 \cdot R + 0,587 \cdot G + 0,114 \cdot B$$
- I i Q – informacije o bojama:
 - $I = V \cos 33^\circ - U \sin 33^\circ$
 - $Q = V \sin 33^\circ - U \cos 33^\circ$
- IQ ravan zakrenuta za 33° prema UV ravni

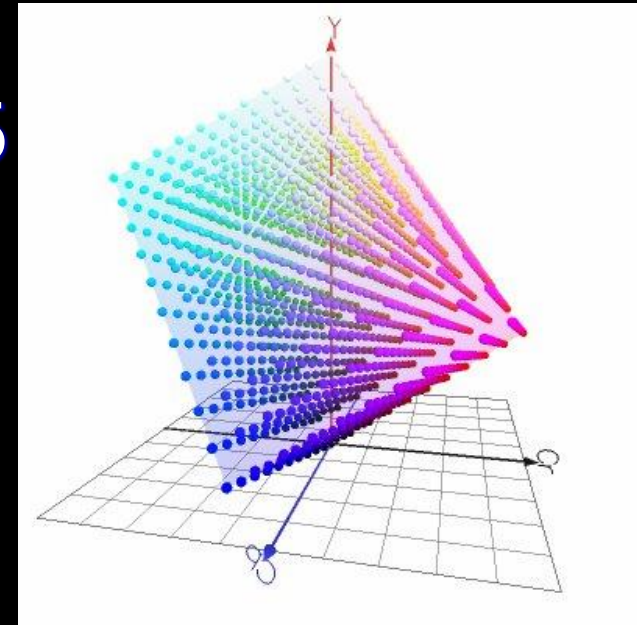


YIQ model boja

- YIQ model se koristi kod različitih video standarda.
- Koriste se sljedeće vrste video signala:
 - **Komponentni video** (posebni signal za Y, I, Q)
 - **Kompozitni video** (signali se miješaju u noseći talas $C = Y + I \cdot \cos(\omega_c t) + Q \cdot \sin(\omega_c t)$
 ω_c je frekvencija nosećeg talasa za boje)
 - **S-video** (koristi 2 signala Y/C)
- IQ ravan zakrenuta za 33° prema UV ravni

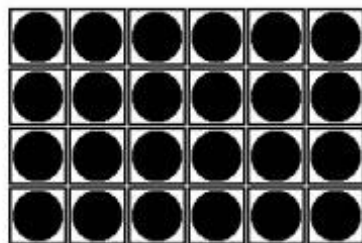
YC_bC_r model boja

- Skaliran i pomjeren u odnosu na YUV
- Kod YUV modela Y, U i V se nalaze u opsegu od 0 do 255
- Kod YC_bC_r modela:
 - Y je u opsegu od 16 do 235,
 - C_b i C_r su u opsegu od 16 do 240
- Koristi se nekoliko YC_bC_r formata:
4:4:4, 4:2:2, 4:1:1 i 4:2:0

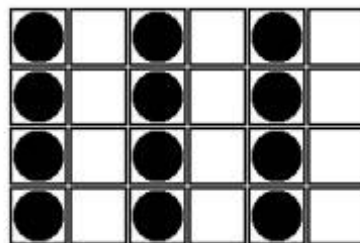


YCbCr model boja

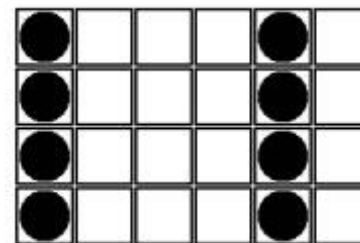
- Kako je ljudsko oko osjetljivije na intenzitet nego na boje, umjesto da se prikažu sve (4:4:4), može se koristiti 2 ili 4 puta manje piksela za boju (U i V) nego za intenzitet Y



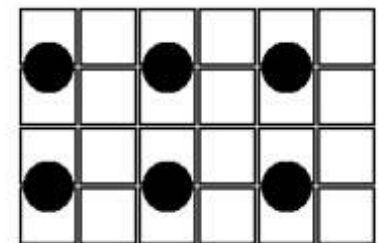
4:4:4



4:2:2



4:1:1



4:2:0



Pixel with Y, U, and V Values



Pixel with Y Value



Pixel with U and V Values

YC_bC_r model boja

- Displeji s katodnom cijevi dobijaju informacije o boji preko zasebnih signala za RGB komponente, ali ti signali nisu efikasni za pohranjivanje i prenos podataka, jer sadrže dosta redundantnih podataka.
- U YC_bC_r modelu se RGB komponente prerađene u informacije koje imaju smisla za percepciju, jer je ljudsko oko osjetljivije na intenzitet nego na boju svjetlosti.

YC_bC_r model boja

- Model YC_bC_r se koristi da se slika razdvoji na signal osvjetljenosti (Y) koji se može pohraniti ili prenositi u visokoj rezoluciji, te na dvije hromatske komponente (C_b i C_r) koje se mogu prenositi sa krupnijom rezolucijom za koju je potreban manji *bandwidth*, koje se mogu kompresovati ili na drugi način posebno tretirati da bi se povećala efikasnost sistema.

YC_bC_r model boja



YC_bC_r

C_b



Y

C_r

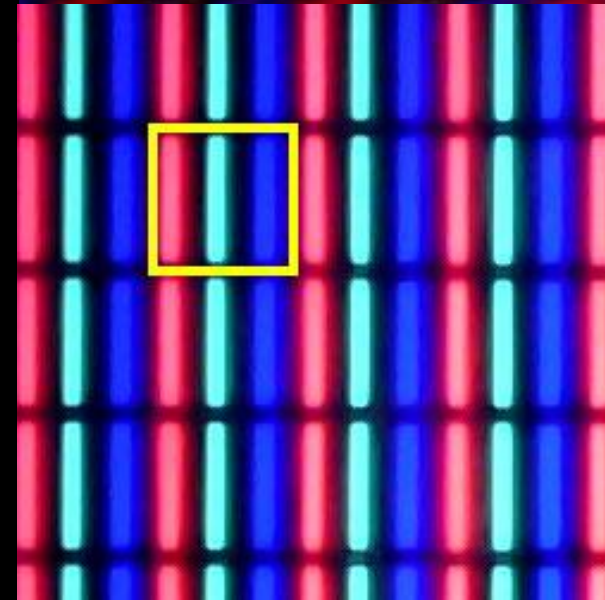
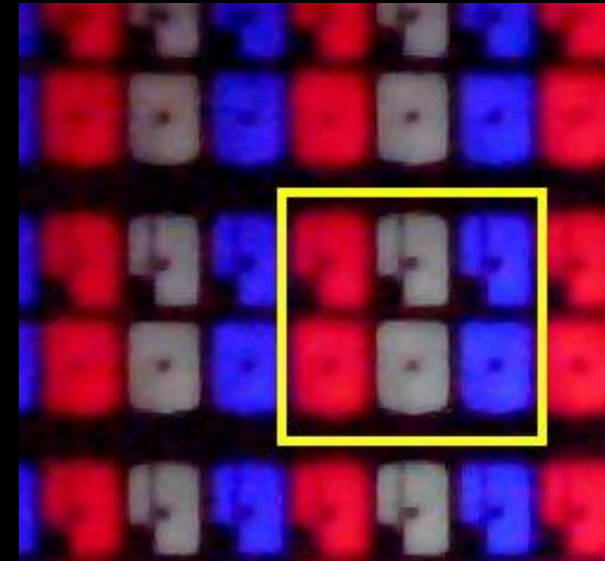
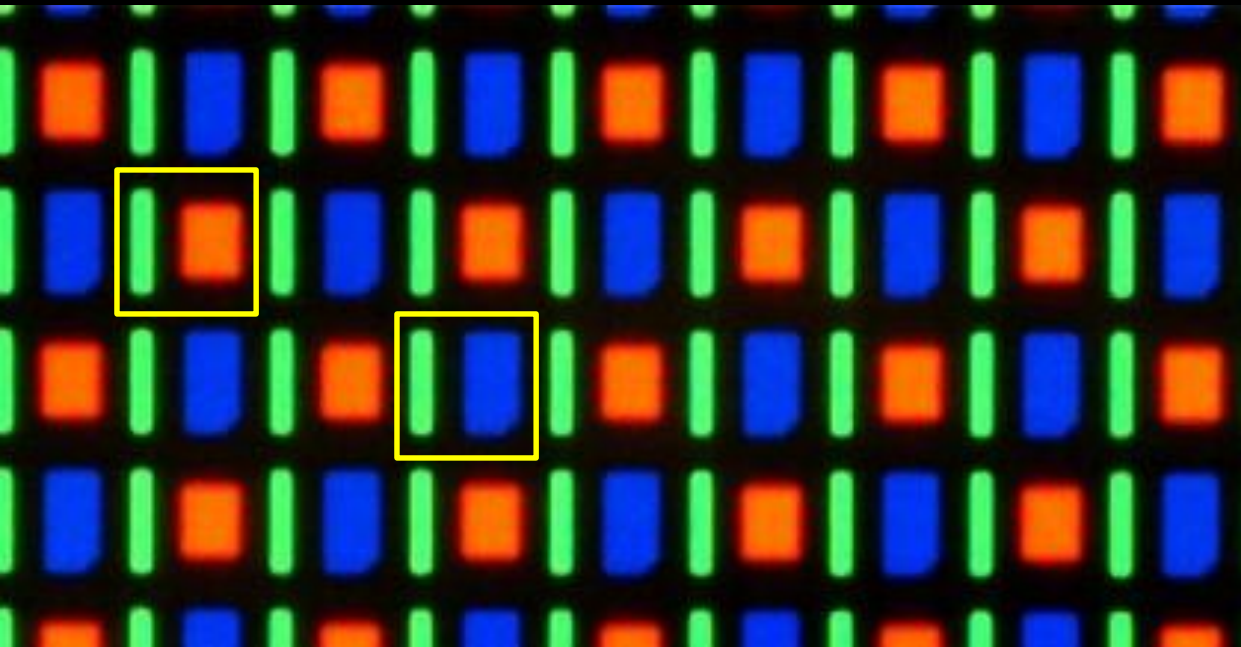


YC_bC_r model boja

Video standard	NTSC	PAL/SECAM
rezolucija intenziteta Y	720 x 485	720 x 576
rezolucija boje	360 x 485	360 x 576
podopseg boja	4 : 2 : 2	4 : 2 : 2
broj polja u sekundi	60	50

YC_bC_r model boja

- Neki displeji koriste različite veliline ili broj RGB jedinica po jednom pikselu.



Zadaci

1. Napisati formule za konverziju RGB u YIQ model (bez trigonometrijskih funkcija):

$$Y = f(R, G, B)$$

$$I = f(R, G, B)$$

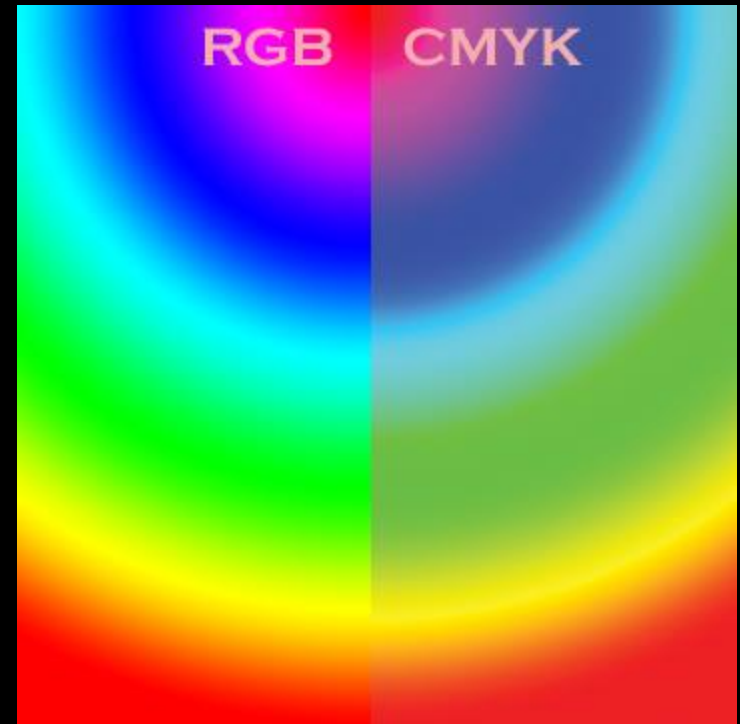
$$Q = f(R, G, B)$$

2. Napisati boju:

54% R, 32% G, 17% B u binarnom obliku, ako se za svaku komponentu koristi po 8 bita (0 – 255)

Modeli boja

- HSV model boja
- HSI model boja
- HSL model boja
- Gama korekcija
- CMY model boja
- CMYK model boja
- PANTONE model boja
- Duotone

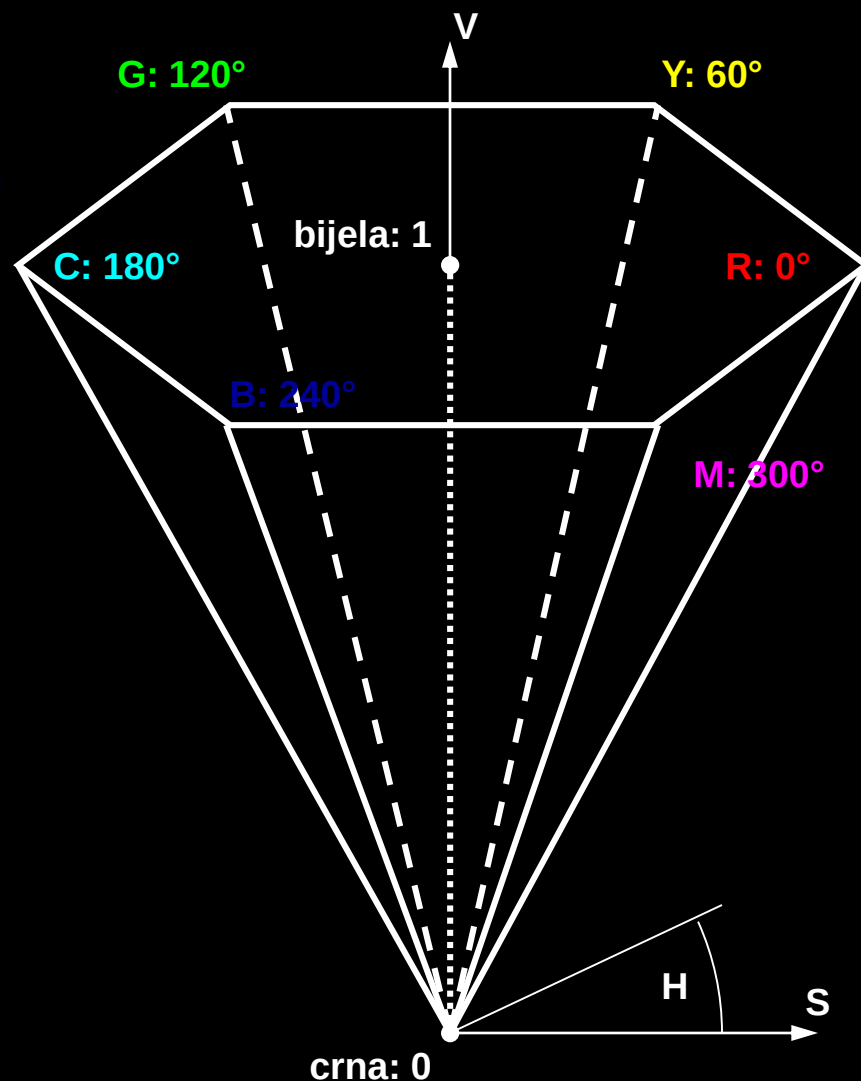


HSV model boja

- HSV – nijansa (Hue), zasićenost (Saturation), vrijednost (Value) je model razvijen kako bi se komponente što više približile načinu na koji ljudsko oko registruje boje
- H može imati vrijednosti crvene, žute, zelene, cijan, plave i magenta boje
- S definiše sadržaj bijele svjetlosti u boji

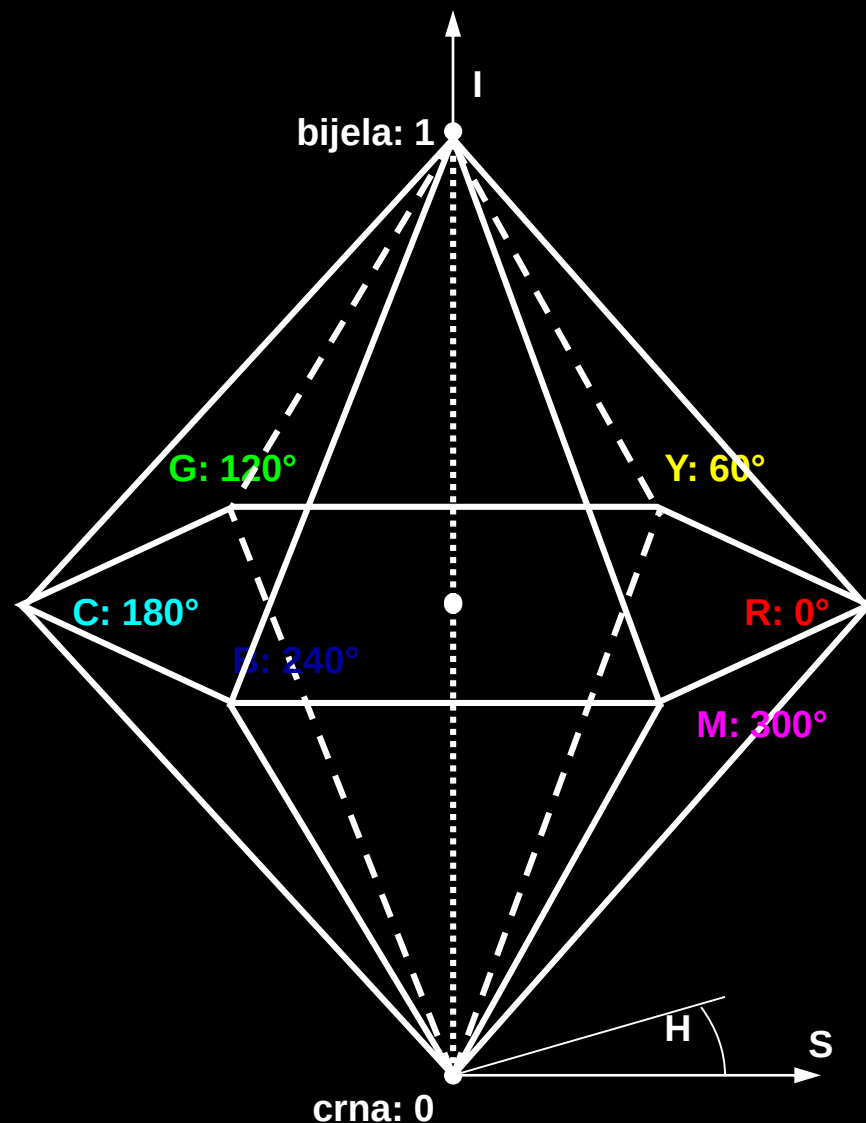
HSV model boja

- $V = 1$
(maks. intenzitet: bijela)
- $V = 0$
(min. intenzitet: crna)
- H – ugao
- S se kreće od 0 do 1
- Kad je $S=0$, vrijednosti na osi H su nebitne



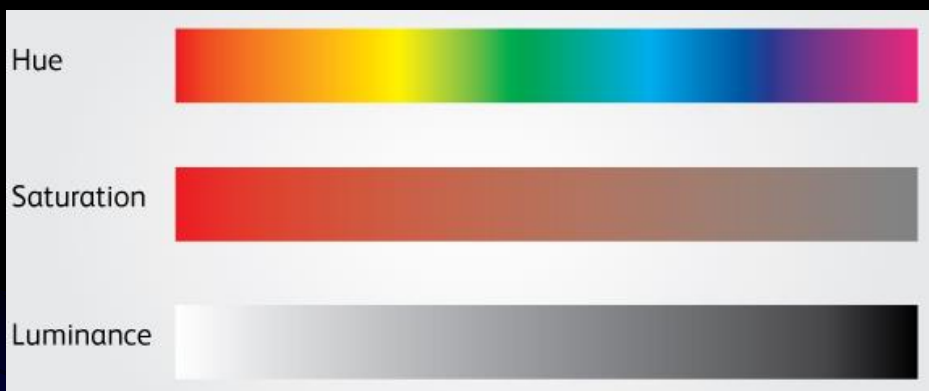
HSI model boja

- I - intenzitet
- Kod HSV modela je maksimalna zasićenost boja na $S = 1$ i $V = 1$
- Kod HSI modela je maksimalna zasićenost boja na $S = 1$ i $I = 0,5$



HSL model boja

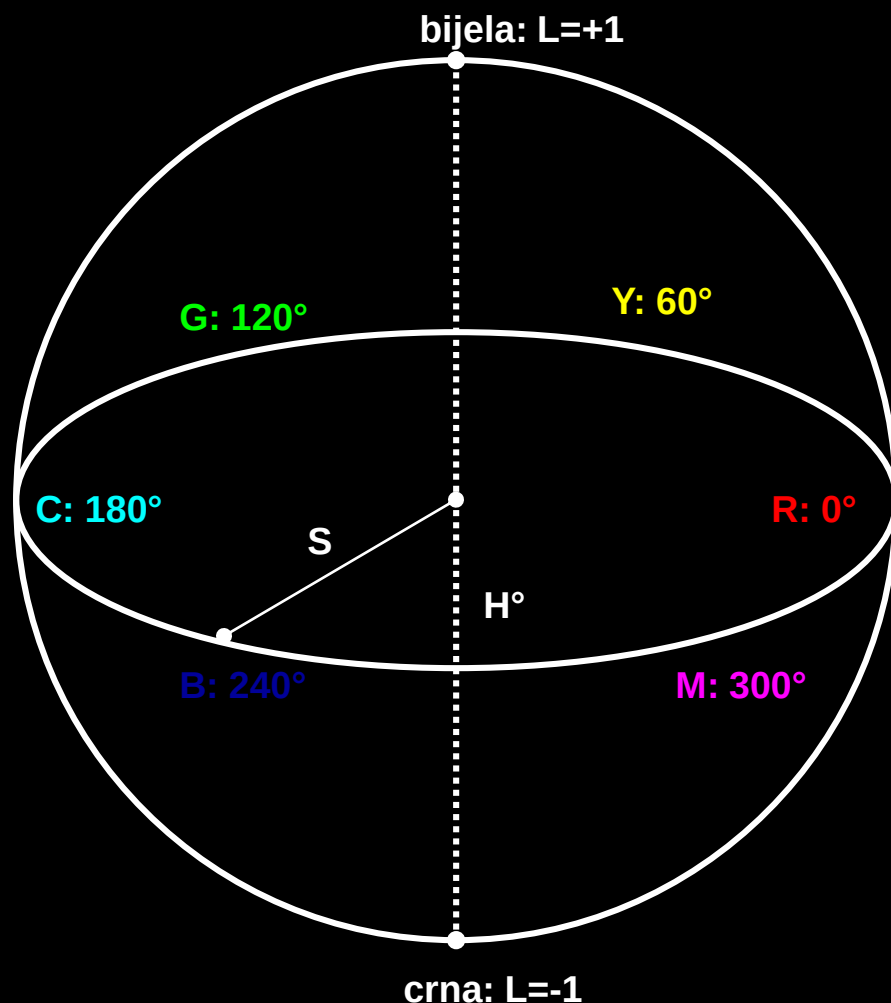
- L – osvjetljenost (Luminance)



$$H = \cos^{-1} \left[\frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right]$$

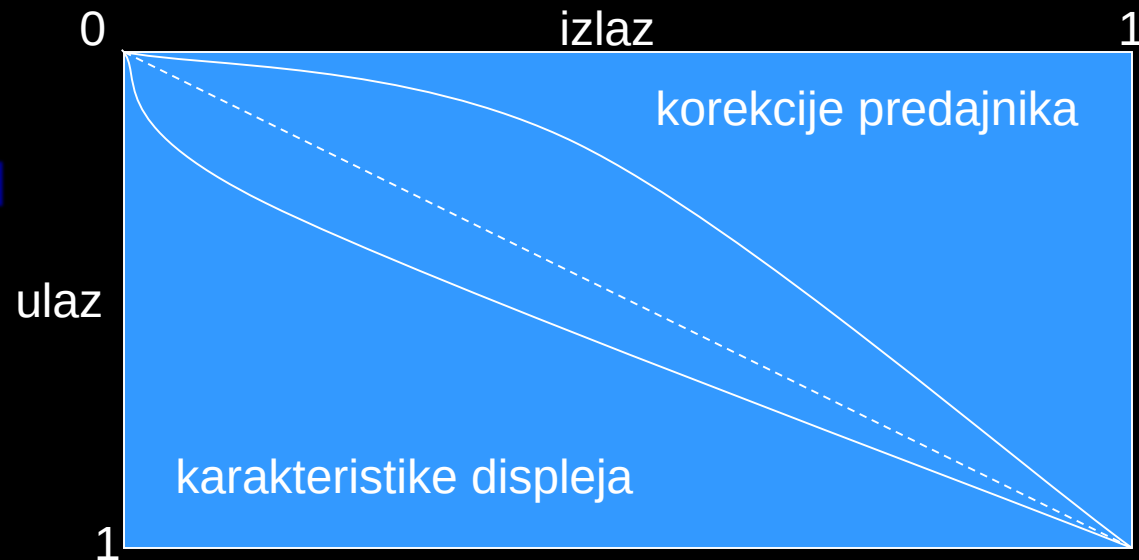
$$S = 1 - \frac{3}{R + G + B} [\min(R, G, B)]$$

$$L = 0.299 \cdot R + 0.587 \cdot G + 0.114 \cdot B$$



Gama korekcija

- Gama vrijednost displeja utiče na to koliko svjetlije ili tamnije slika izgleda.
- Windows koristi gama korekciju veličine 2,2; slike izgledaju tamnije nego na Mac OS, koji koristi gama korekciju od 1,8.



Gama korekcija

- gama 0,5



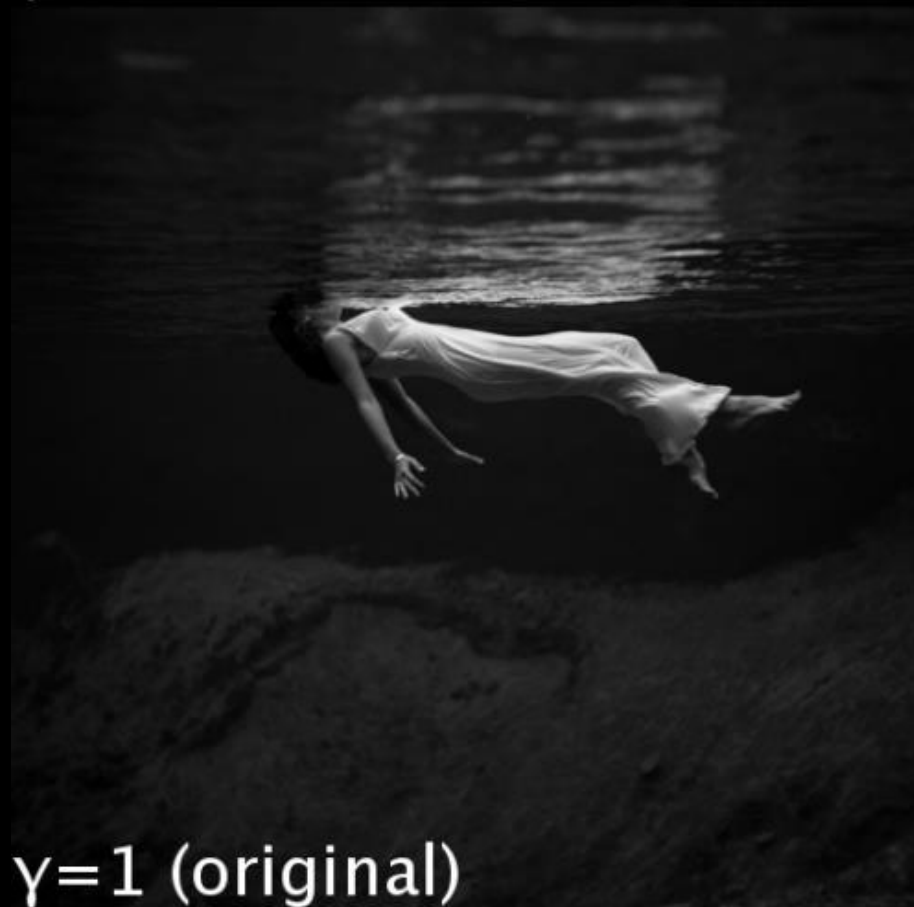
- gama 2,0



Gama korekcija



$\gamma=2$



$\gamma=1$ (original)

Gama korekcija



$\gamma=2$



$\gamma=1/2$

Gama korekcija



$\gamma=2$



$\gamma=1/3$

Gama korekcija



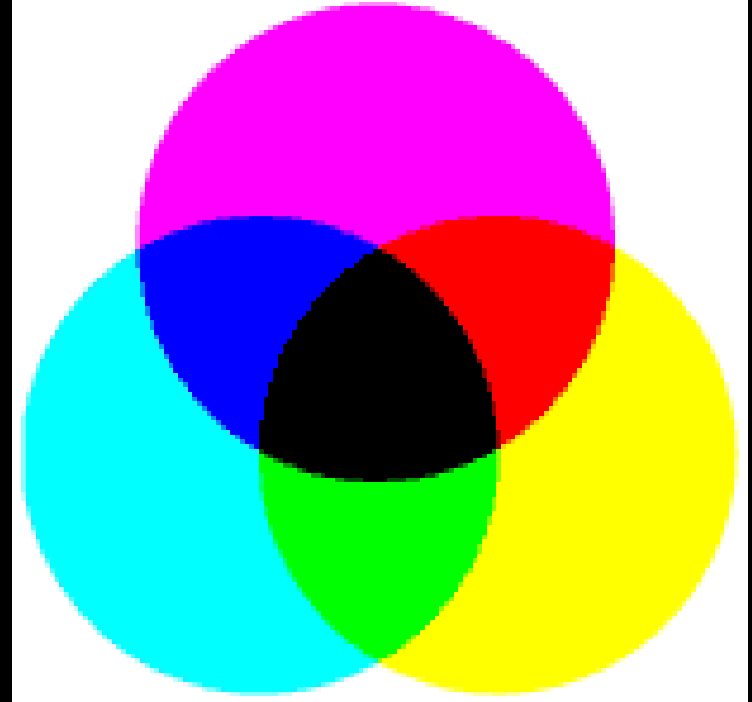
$\gamma=2$



$\gamma=1/4$

CMY model boja

- Subtraktivni model boja zasnovan na apsorpciji svjetlosti
- Od bijele boje se oduzima neka boja
- Manji procenat boje = svjetlija boja
- Bijela =
 $0\% \text{ C} + 0\% \text{ M} + 0\% \text{ Y}$



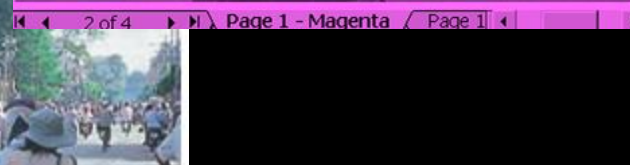
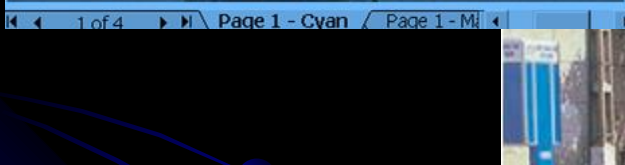
CMYK model boja

- U teoriji: $C+M+Y = \text{crna}$
- U praksi (zbog aditiva u bojama) dobije se tamnosmeđa boja
- Zato se dodaje četvrta boja (crna – black)
- Moguća je direktna konverzija $RGB \rightarrow CMY$ i $CMY \rightarrow RGB$
- Konverzija iz RGB u CMYK i obrnuto se radi posredno, preko CMY



CMYK model boja

- separacija boja



PANTONE model boja

- *Pantone Matching System* (CMYK)
- Standardni sistem usklađivanja štamparskih boja – knjiga uzoraka



Duotone

- 8-bitni model boja koji prikazuje slike korištenjem 256 nijansi max. 4 boje.
- Obična C/B (siva) slika pojačana sa jednom do četiri dodatne boje.
- Monotone – 1 boja
- Duotone – 2 boje
(najčešće crna + neka druga)
- Tritone – 3 boje
(najčešće crna + 2 druge)
- Quadtone – 4 boje (najčešće crna + 3 druge)



Duotone

Original



Monotone



Duotone



Tritone



Quadtone

