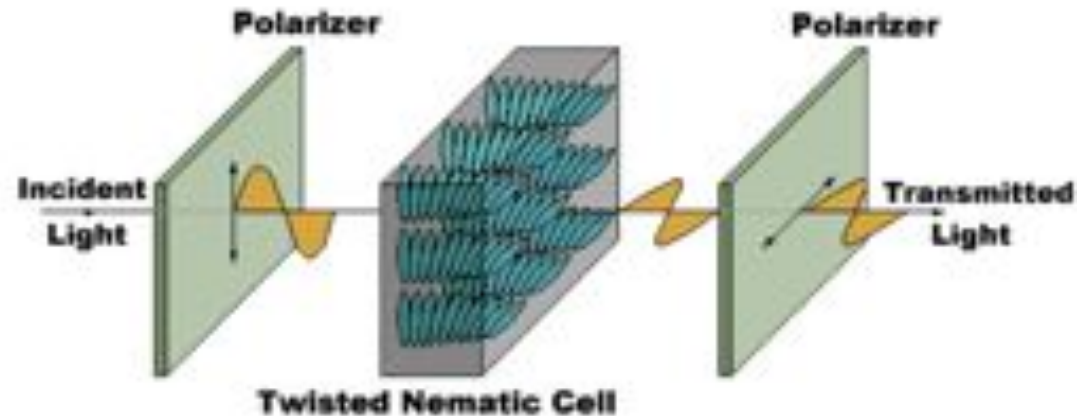


Monitory LCD (ang. Liquid Crystal Display) (1)

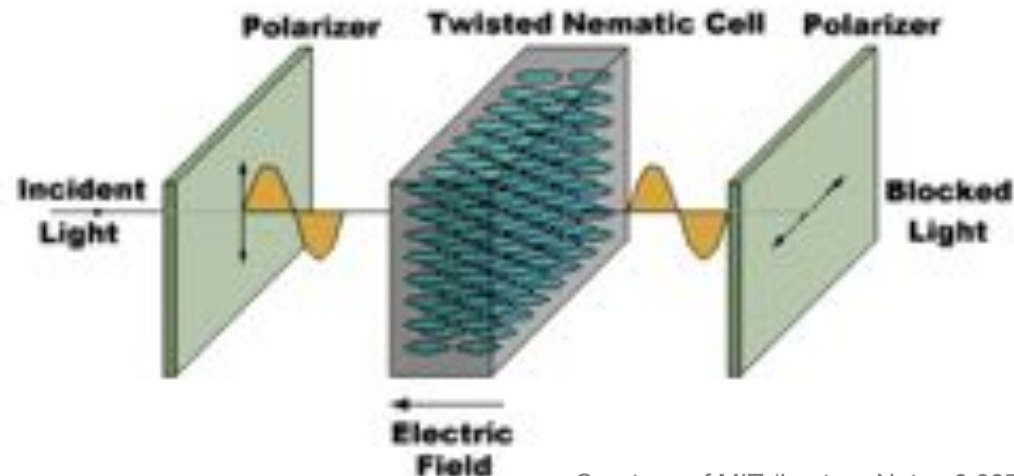
Monitor ciekłokrystaliczny (typu TN, ang. Twisted Nematic)

Ciekły kryształ powoduje zmianę polaryzacji światła w zależności od przyłożonego do niego napięcia.

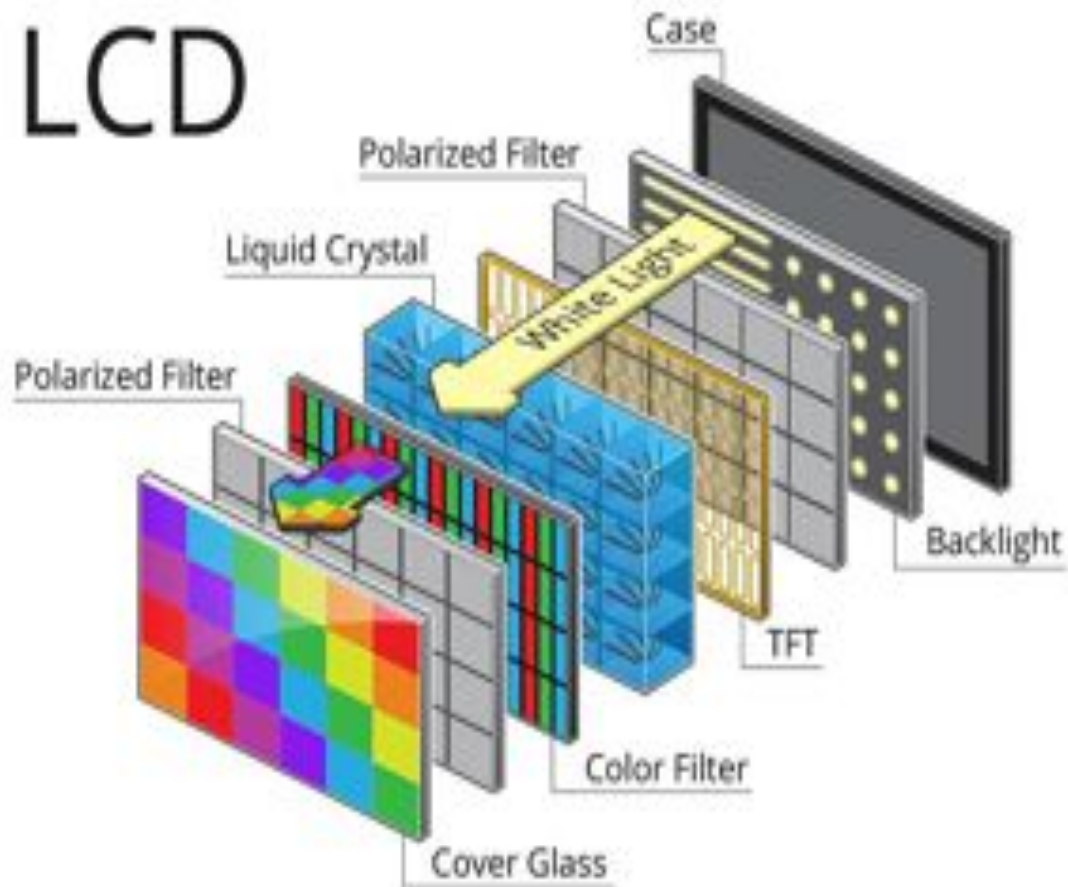
backlight



backlight



Wyświetlacz LCD (ang. Liquid Crystal Display)



Monitory LCD (ang. Liquid Crystal Display) (3)

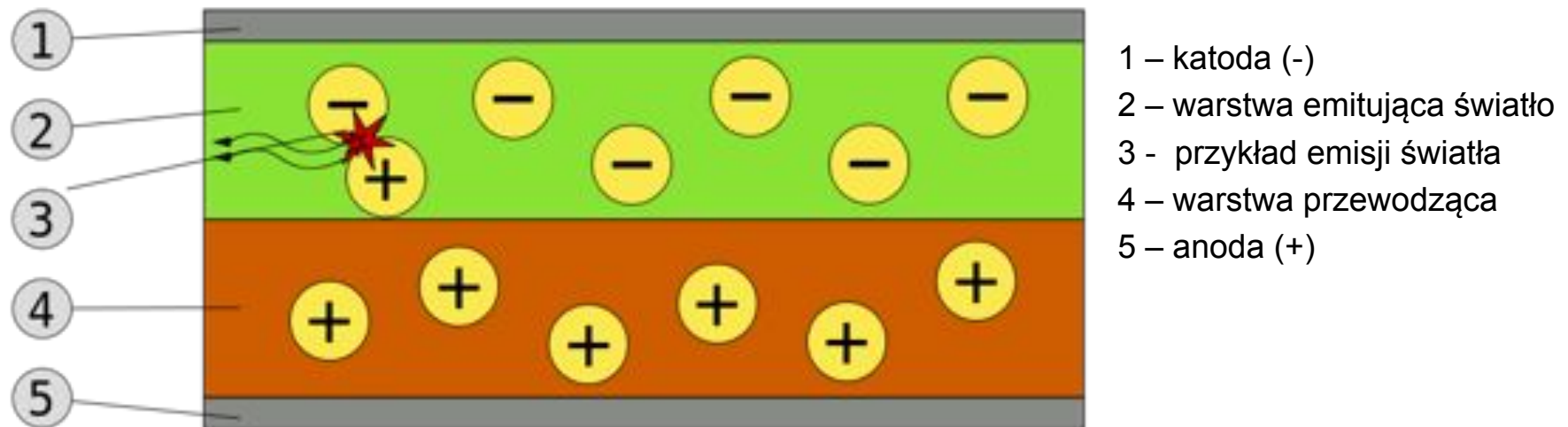
- **Sterowanie polaryzacją** ciekłego kryształu odbywa się za pomocą tranzystorów zamocowanych w matrycy (technologia **TFT - Thin Film Transistor**).
- **Prędkość odświeżania** to prędkość zmiany stanu polaryzacji ciekłego kryształu.
- **Odcienie szarości** uzyskuje się poprzez regulację napięcia (niepełne uprzadkowanie molekuł LC).
- **Barwy** uzyskuje się poprzez stosowanie filtrów RGB.
- Stosuje się **sztuczne podświetlenie matrycy** w celu zwiększenia kontrastu (ang. back-light).
- Zmiana **kąta patrzenia** powoduje zmianę własności transmisyjnych LC (obraz staje się ciemniejszy, możliwe jest odwrócenie kontrastów).

Wyświetlacz OLED (ang. Organic Light-Emitted Diode)

Półprzewodnikowy materiał organiczny emitujący światło po przyłożeniu napięcia.

AMOLED – (ang. active matrix) – aktywne adresowanie pikseli za pomocą TFT (ang. thin film transistor)

W OLED nie ma podświetlenia (wyłączone piksele są czarne)

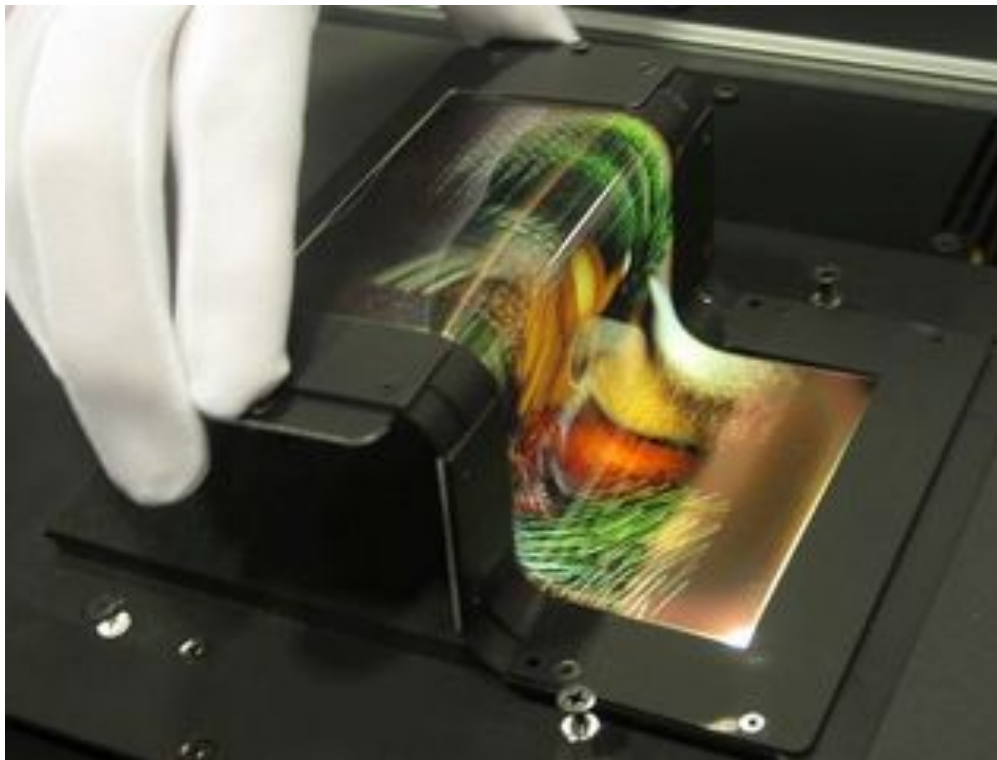


Półprzewodnikowy materiał organiczny pobudzany jest od świecenia w wyniku przepływu prądu pomiędzy anodą i katodą (jedno z ogniw może być przezroczyste). Materiałem organicznym może być przewodzący **polimer elektroluminescencyjny** (PLED, ang. polymer light-emitted diode).

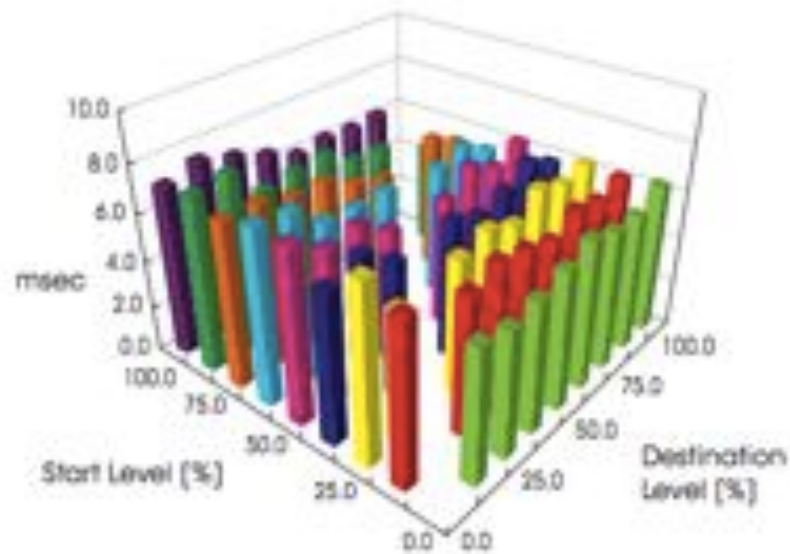
Wyświetlacz OLED (ang. Organic Light-Emitted Diode)

Parametry techniczne:

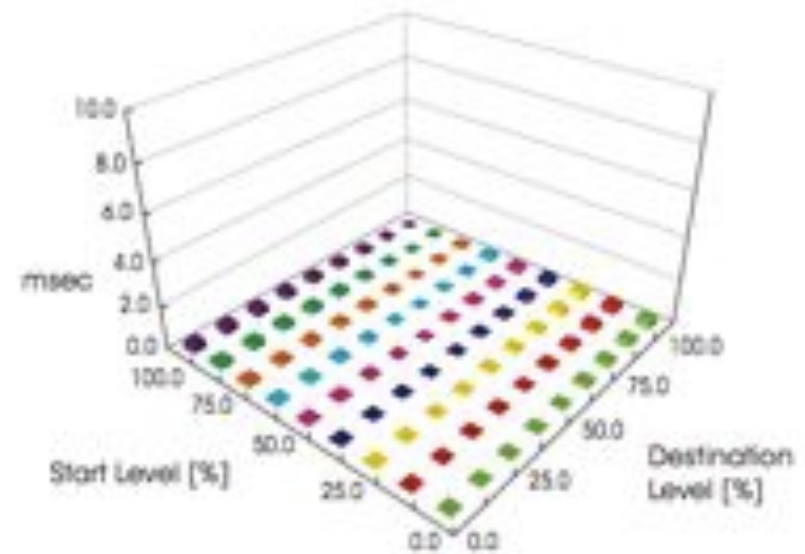
- 1000x szybszy czas reakcji niż LCD (ang. response time)
- elastyczna powierzchnia
- przezroczyste



Monitory LCD (ang. Liquid Crystal Display) (3)



LCD



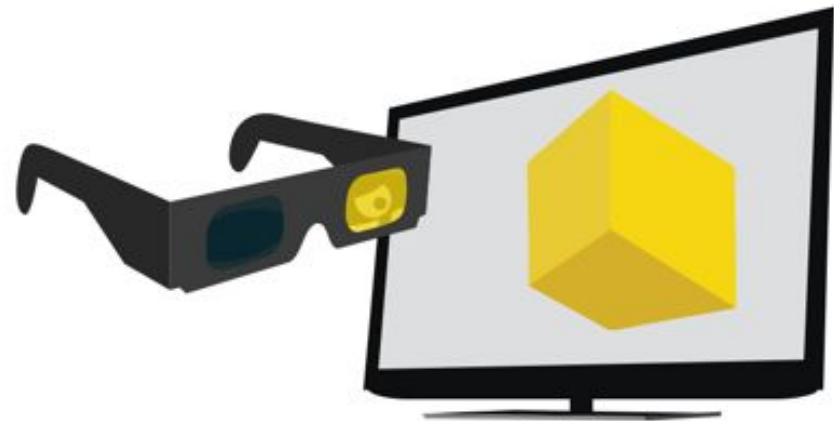
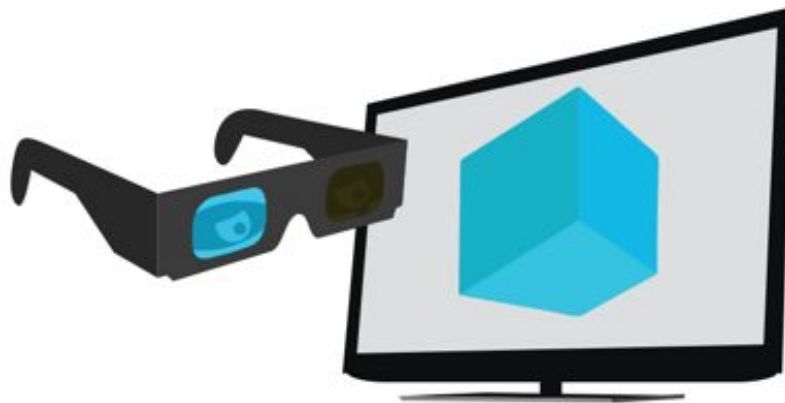
TRIMASTER EL

Wyświetlacz stereoskopowy

Wykorzystane zjawisko widzenia dwuocznego (ang. **vergence**).

konflikt z akomodacją oka

(systemy aktywne (ang. shutter glasses) i pasywne (polaryzacyjne, anaglifowe))



Wyświetlacze HMD (ang. head mounted display)

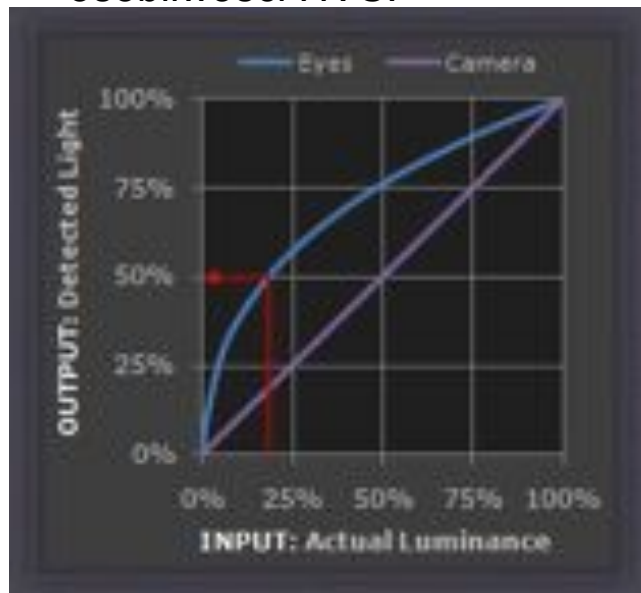
- Oculus Rift, HTC VIVE, FOVE, Google Cardboard, itp.
- podwójny wyświetlacz OLED lub LCD
- śledzenie ruchu głowy (ang. head tracker)
- **konflikt: działanie błędnika**



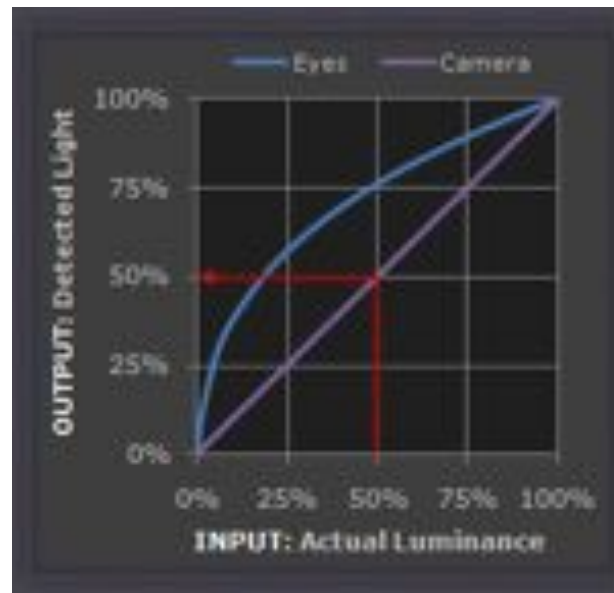
Kodowanie gamma

Kamera cyfrowa rejestruje jasność obrazu w sposób liniowy (50% wzrost liczby fotonów oznacza 50% wzrost jasności). Układ wzrokowy człowieka (HVS) odbiera jasność w sposób nieliniowy – np. tylko około 20% wzrost liczby fotonów powoduje 50% wzrost odbieranej jasności.

Obrazy z kamer cyfrowych poddawane są korekcji, aby dostosować jasność do powyższej osobiwości HVS.



50% wzrost jasności dla oczu człowieka oznacza tylko około 20% wzrost jasności dla kamery.



50% wzrost jasności dla kamery oznacza tylko około 20% wzrost jasności dla oczu człowieka.

$$output = L^{1/\gamma},$$

$$\gamma \in \langle 1.4, 2.8 \rangle$$

Kodowanie gamma - zmiana wartości pikseli prowadząca do liniowej zależności pomiędzy rejestrowaną luminancją i jasnością odbieraną przez HVS.

Kodowanie gamma (2)

Wartości jasności zakodowane zgodnie z nieliniową charakterystyką HVS można efektywniej kwantyzować.

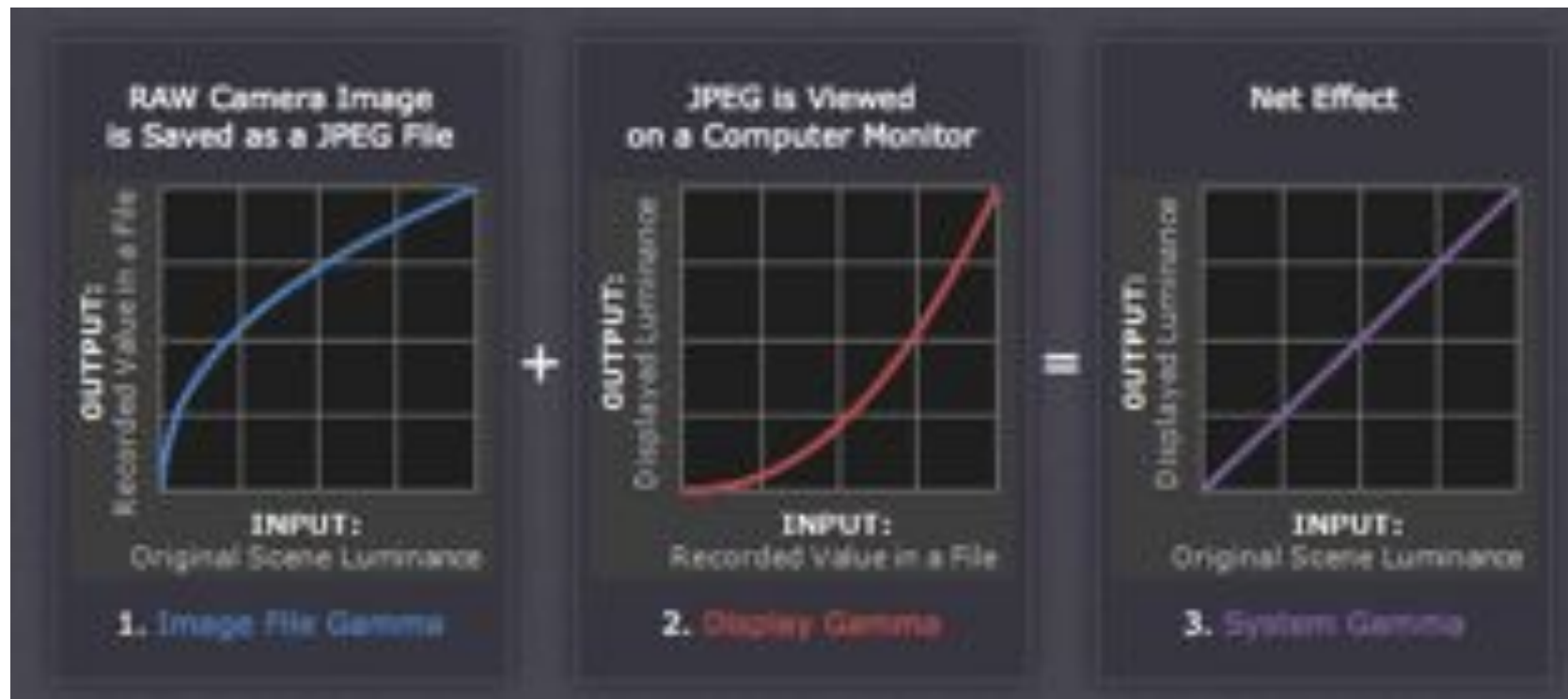


Korekcja gamma

Wyświetlacze cyfrowe mają nieliniową charakterystykę, aby "odwrócić" kodowanie gamma.

Obraz renderowany przez oprogramowanie graficzne trzeba zakodować, aby prawidłowo wyświetlił się na monitorze (podobnie jak robi to kamera z obrazem sceny):

$$\text{kolor_zakodowany} = \text{kolor_renderowany}^{1/\gamma}, \gamma \in \langle 1.4, 2.8 \rangle$$



kodowanie

dekodowanie

Korekcja gamma



Wyświetlacz (ang. display)

Rastrowe urządzenie wyświetlające obraz 2D.

- **Rozdzielczość**
 - wielkość piksela obrazu (ang. pitch) $\sim 0.1-0.3$ [mm]
 - liczba pikseli na cal, np. 80 DPI (ang. Dots per Inch), zmienna dla CRT
- **Wymiary ekranu** (przekątna)
- **Odwzorowanie koloru** (składowe RGB)
- **Częstotliwość odświeżania** (pionowa i pozioma)
- **Współczynnik gamma** (nieliniowe mapowanie napięcia na luminancję)
- **Minimalna i maksymalna luminancja** (kontrast) – **zakres dynamiki monitora** (maksymalna luminancja podzielona przez minimalną luminancję)