Zachodniopomorska Szkoła Biznesu w Szczecinie

http://bazyluk.net/zpsb

Bartosz Bazyluk

WYŚWIETLANIE OBRAZU

Techniki wyświetlania obrazu komputerowego.

Grafika Komputerowa, Informatyka, I Rok

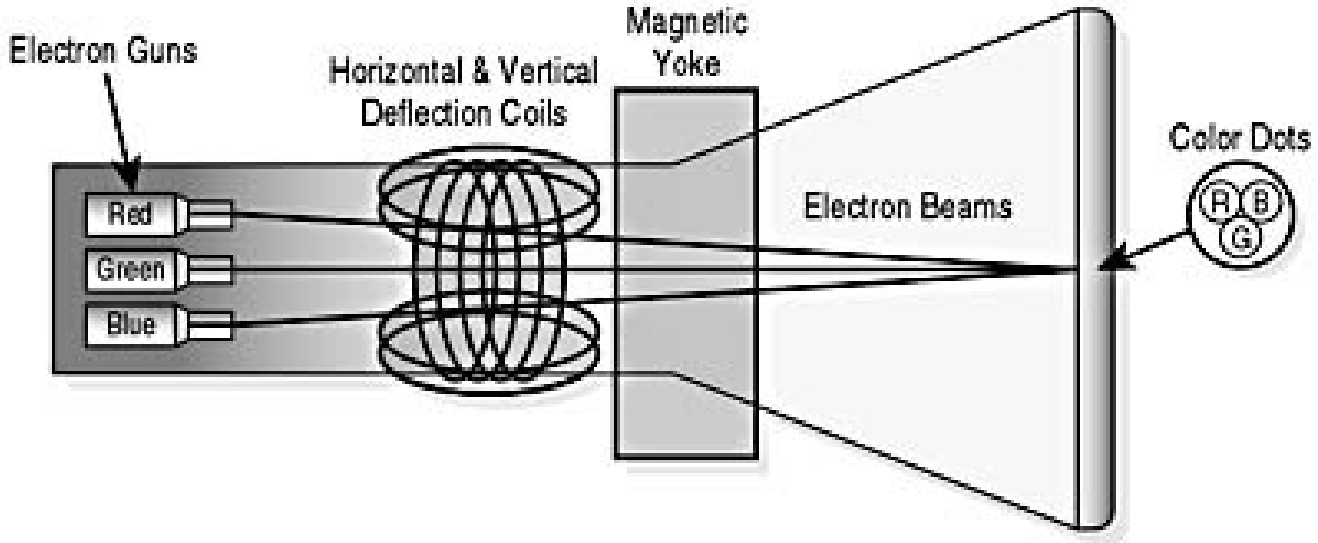
WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Techniki wyświetlania obrazu
  - Wyświetlacze **CRT**
  - Wyświetlacze **LCD**
  - Wyświetlacze **PDP**
  - Wyświetlacze **OLED**
  - Projektory **DLP**
  - Inne: wyświetlacze **laserowe**, wyświetlacze **LED**, **e-ink** ...

Źródła obrazów:
http://trustedreviews.com/
http://accad.osu.edu/~elaine/
http://phonearena.com/

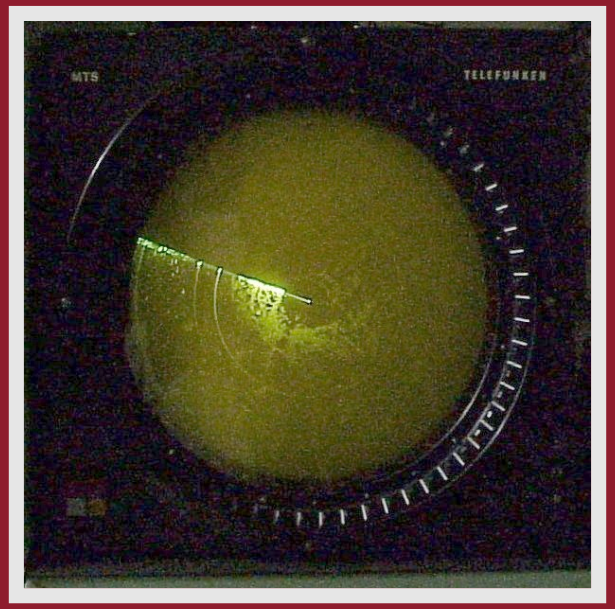
WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Wyświetlacze **CRT** (kineskopowe)
  - Działa elektronowe emitują **wiązki elektronów**, które pobudzają warstwę luminoforu
  - Pobudzony luminofor **emituje światło**
  - Cewki elektryczne zmieniając pole magnetyczne **odchylają** wiązkę elektronów, by trafiała w różne części ekranu



Źródła obrazów:
http://brainbell.com/
http://obsoletetellyemuseum.blogspot.com/

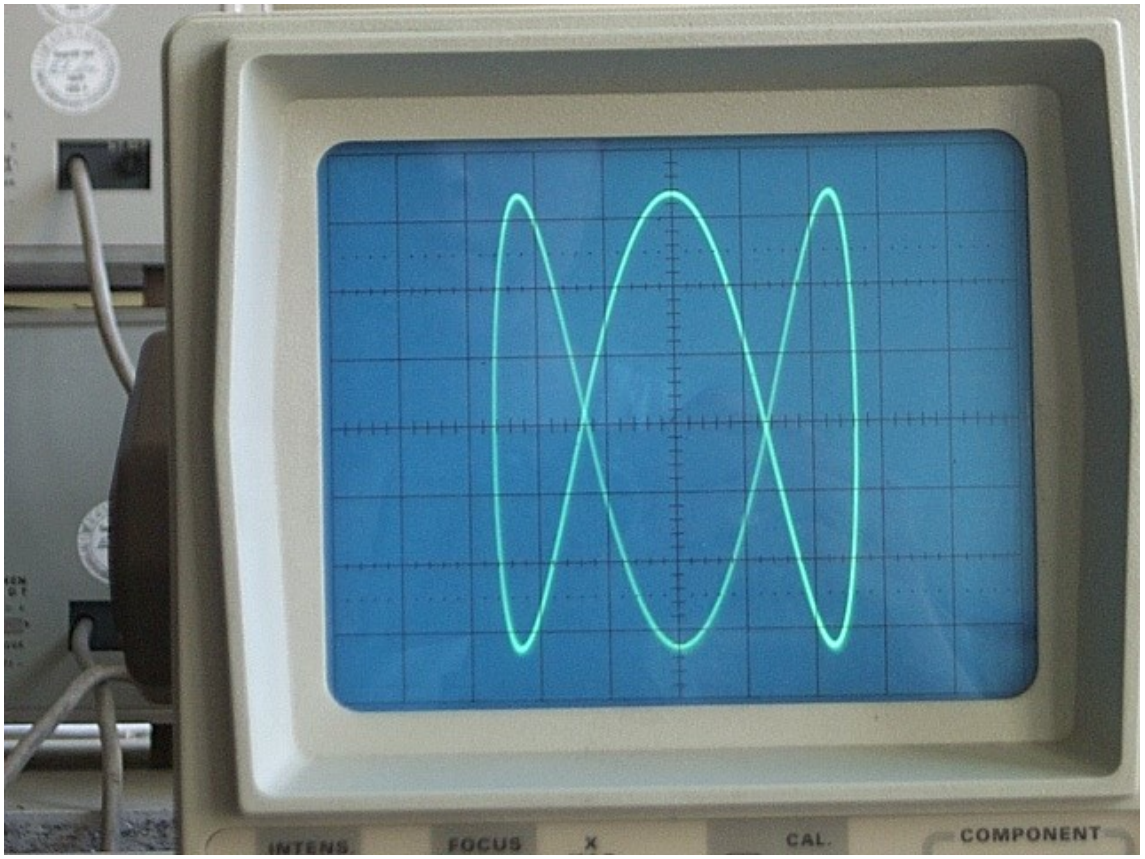
WYŚWIETLACZE KINESKOPOWE



Dawne ekrany radarowe wykorzystywały ograniczony czas emisji światła przez pobudzony luminofor w celu podtrzymywania wizualizacji chwilowej sytuacji, gdy antena radaru dokonywała obrotu.

Źródło obrazów:
Wikipedia

- Wyświetlacze **CRT** (kineskopowe)
  - Szczególny przypadek: **oscyloskop**
    - Strumień elektronów jest sterowany wyświetlanym sygnałem, zamiast przechodzenia całego rastra przy pomocy cewek odchylania pionowego i poziomego

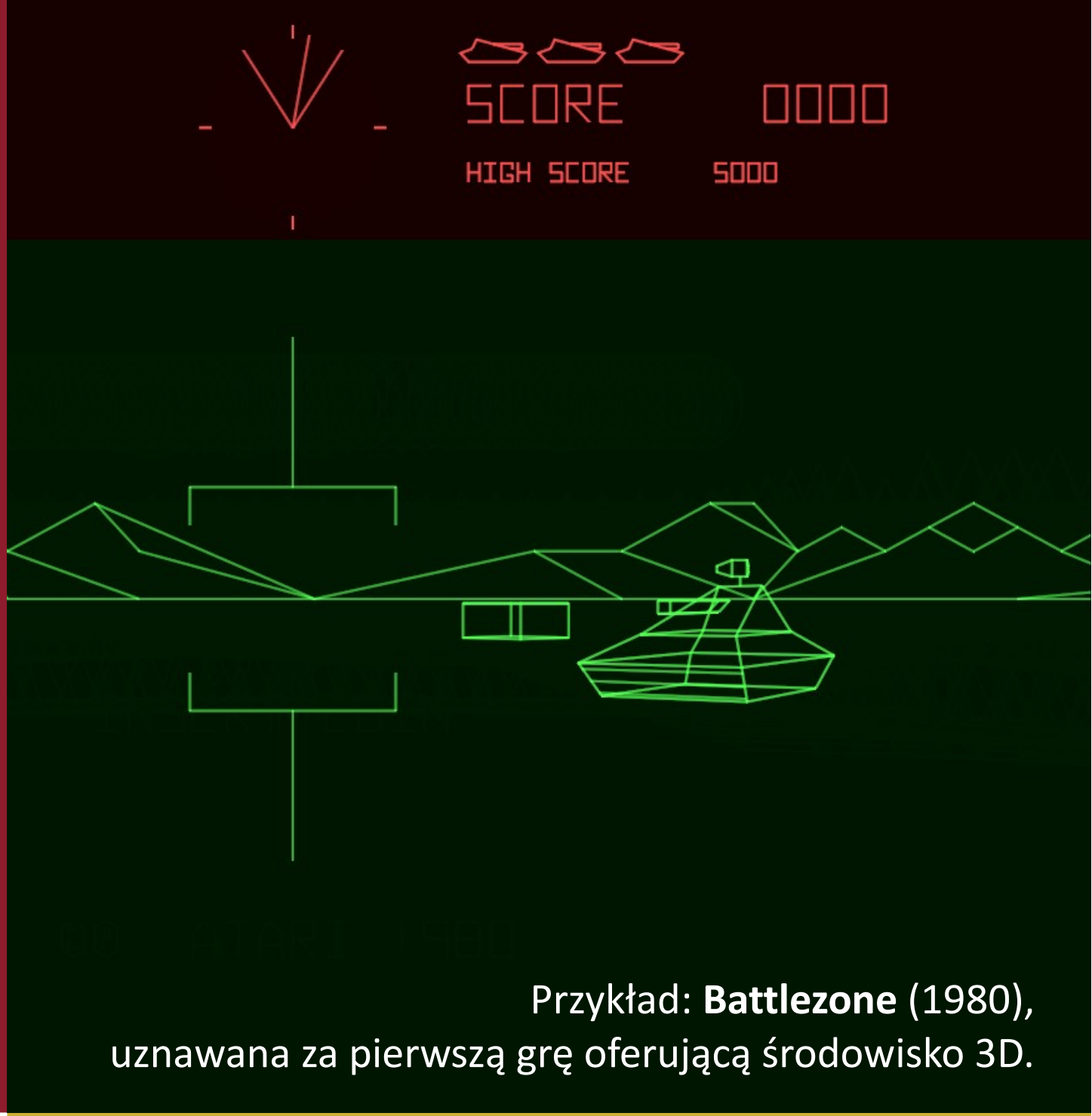


WYŚWIETLACZE WEKTOROWE

Korzystając z możliwości odchylania wiązki elektronów, możliwe jest utworzenie na warstwie luminoforu dowolnego kształtu.

W latach ‘80 wiele automatów do gier oferowało ten sposób wyświetlania.

Źródło obrazu:
Atari



Przykład: **Battlezone** (1980), uznawana za pierwszą grę oferującą środowisko 3D.

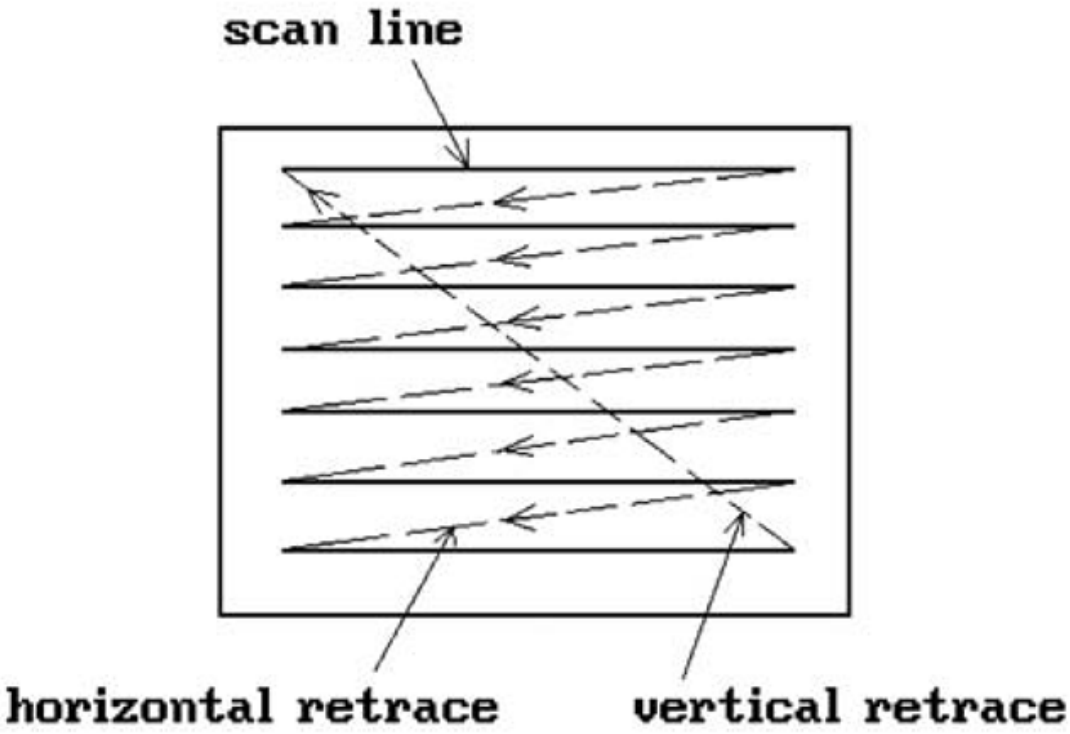
WYŚWIETLACZE RASTROWE CRT

Z uwagi na własności luminoforu, emituje on światło jedynie przez krótką chwilę. Każdy punkt obrazu musi więc być cyklicznie pobudzany. Od momentu pobudzenia będzie stopniowo wygasać.

Zdjęcie obrazu wyświetlanego na ekranie CRT, wykonane z bardzo krótkim czasem otwarcia migawki:

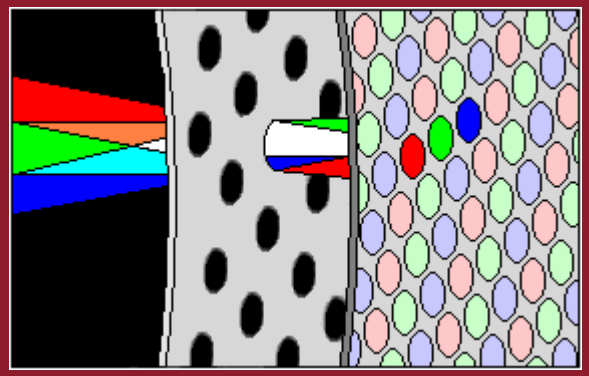
Źródła obrazów:
http://what-when-how.com/
Wikipedia

- Wyświetlacze **CRT** (kineskopowe)
  - Sposób odświeżania całego **rastra**: **odchylanie pionowe** (m. cz.) służące do przechodzenia kolejnych wierszy i **odchylanie poziomie** (w. cz.) do przechodzenia kolumn w obrębie każdego z wierszy

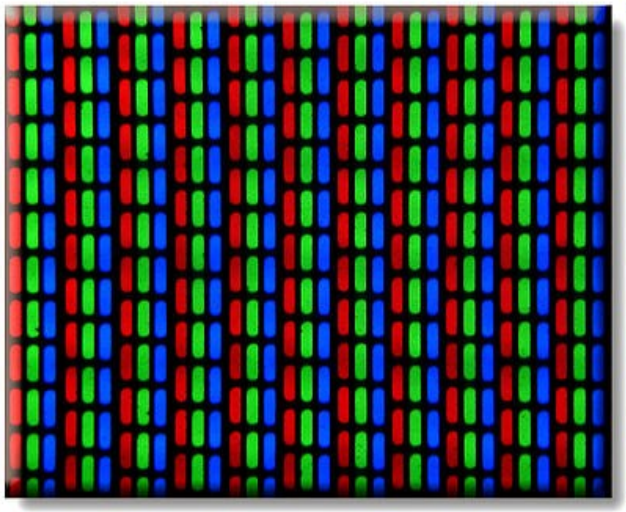


WYŚWIETLANIE OBRAZU

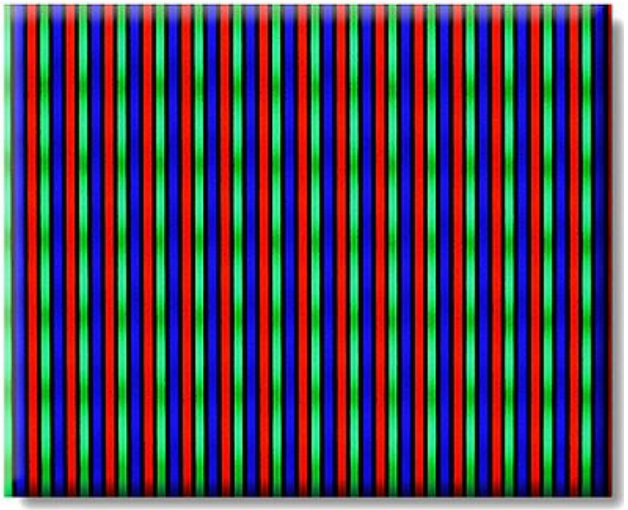
- Wyświetlacze **CRT** (kineskopowe)
  - Kolorowy obraz powstaje dzięki użyciu rodzajów **luminoforu emitującego różnokolorowe światło**, najczęściej RGB
  - Wiązka elektronów trafia w odpowiednią komórkę z luminoforem po przejściu przez perforowaną **maskę**



Przykład perforowanej maski pozwalającej na kontrolowanie trafienia w odpowiednie komórki filtra barwnego.



Shadow Mask



Aperture Grille

Źródła obrazów:
http://sarcasmeur.free.fr/
http://ttlg.com/

WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Wyświetlacze **CRT** (kineskopowe)

Zalety ekranów CRT:

Dobra **reprodukcja kolorów**
Duży **kontrast**
Dobre **kąty widzenia**
Jakość niezależna od **rozdzielczości**
Bardzo duża **szybkość**

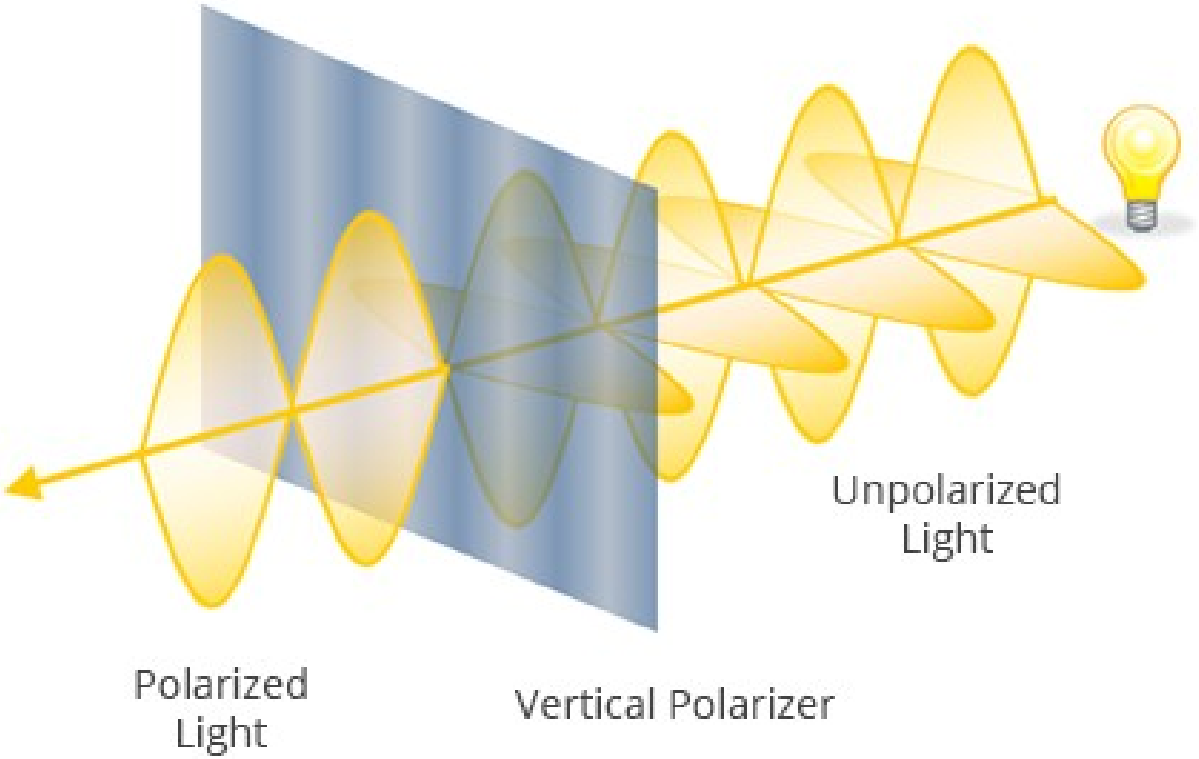
Główne **wady**:

Gabaryty
Migotanie obrazu
Zużycie **energii**
Problemy z **ostrością obrazu**
Szkodliwość dla zdrowia

Źródło obrazu:
http://www.jestineyong.com

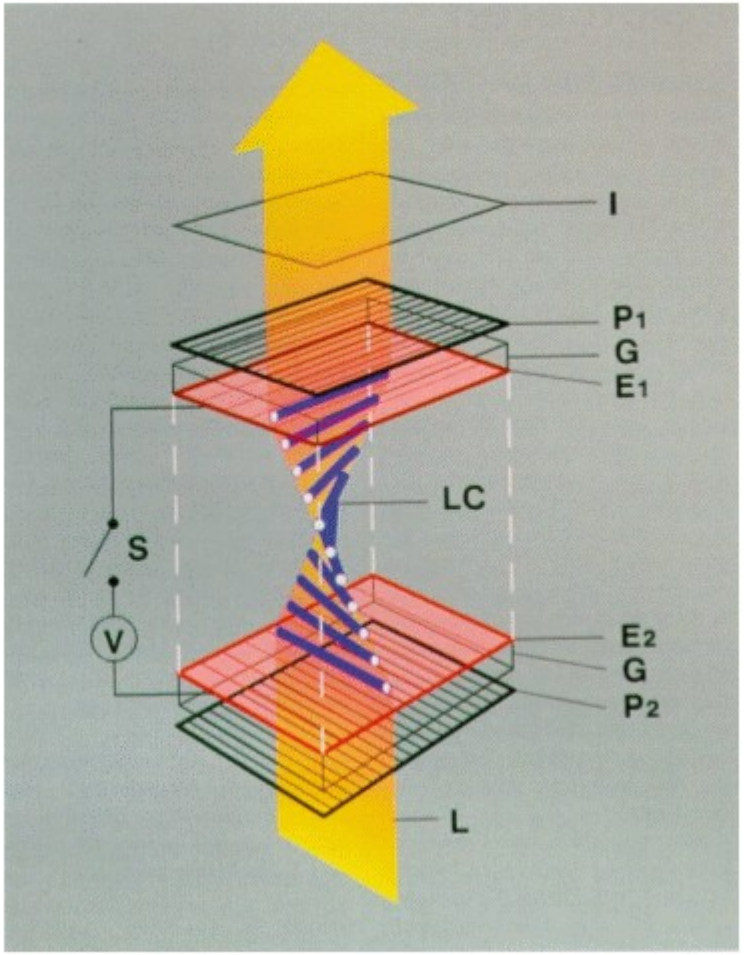
WYŚWIETLANIE OBRAZU

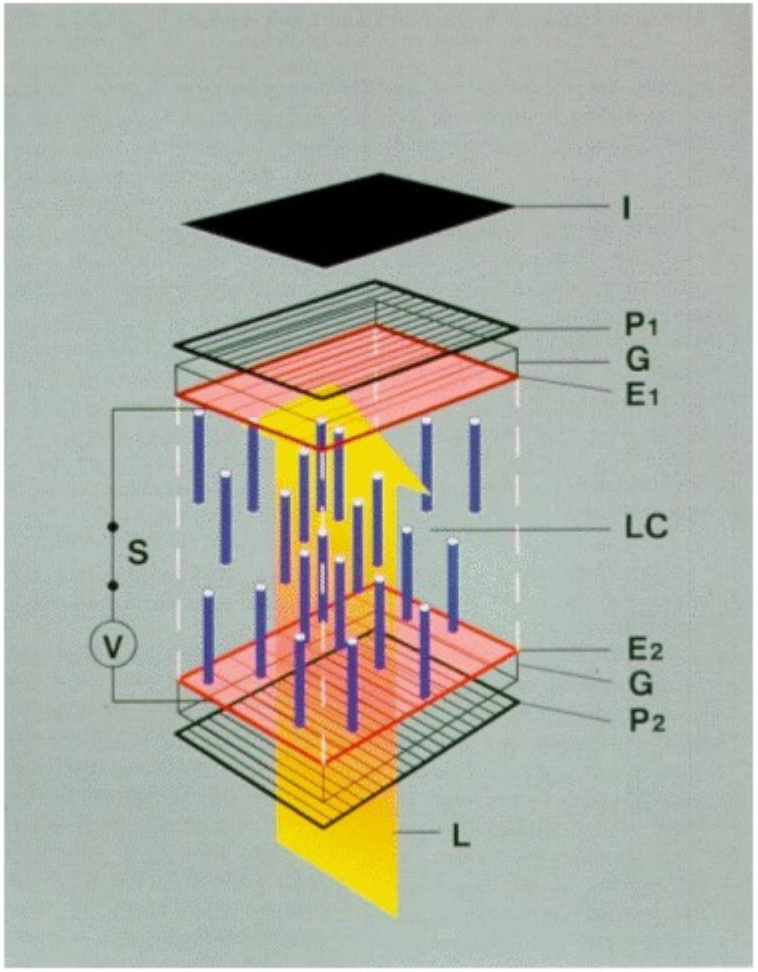
- Liniowa **polaryzacja** światła
  - Światło jest **falą poprzeczną**
  - W fali **niespolaryzowanej** oscylacje odbywają się z jednakową amplitudą **w różnych kierunkach prostopadłych do kierunku rozchodzenia się fali**
  - Po przejściu przez polaryzator oscylacje odbywają się tylko **w jednej płaszczyźnie**



Źródło obrazu:
http://bigshotcamera.com/

- **Ciekłe kryształy** (ang. *Liquid Crystals*)
  - Warstwa ciekłokrystaliczna po przyłożeniu napięcia **skręca płaszczyznę polaryzacji**





Źródło obrazu:
http://www.wikipedia.org

WYŚWIETLANIE OBRAZU

Kształt elektrod decyduje o kształtach możliwych do wyświetlenia.

Źródło obrazu:
http://www.directindustry.com

- Działanie panelu **LCD** (ang. *Liquid Crystal Display*)
  - **Matryca pasywna** – schemat wyświetlanego obrazu nie zależy od stanu elektrycznego

WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Działanie panelu **LCD** (ang. *Liquid Crystal Display*)

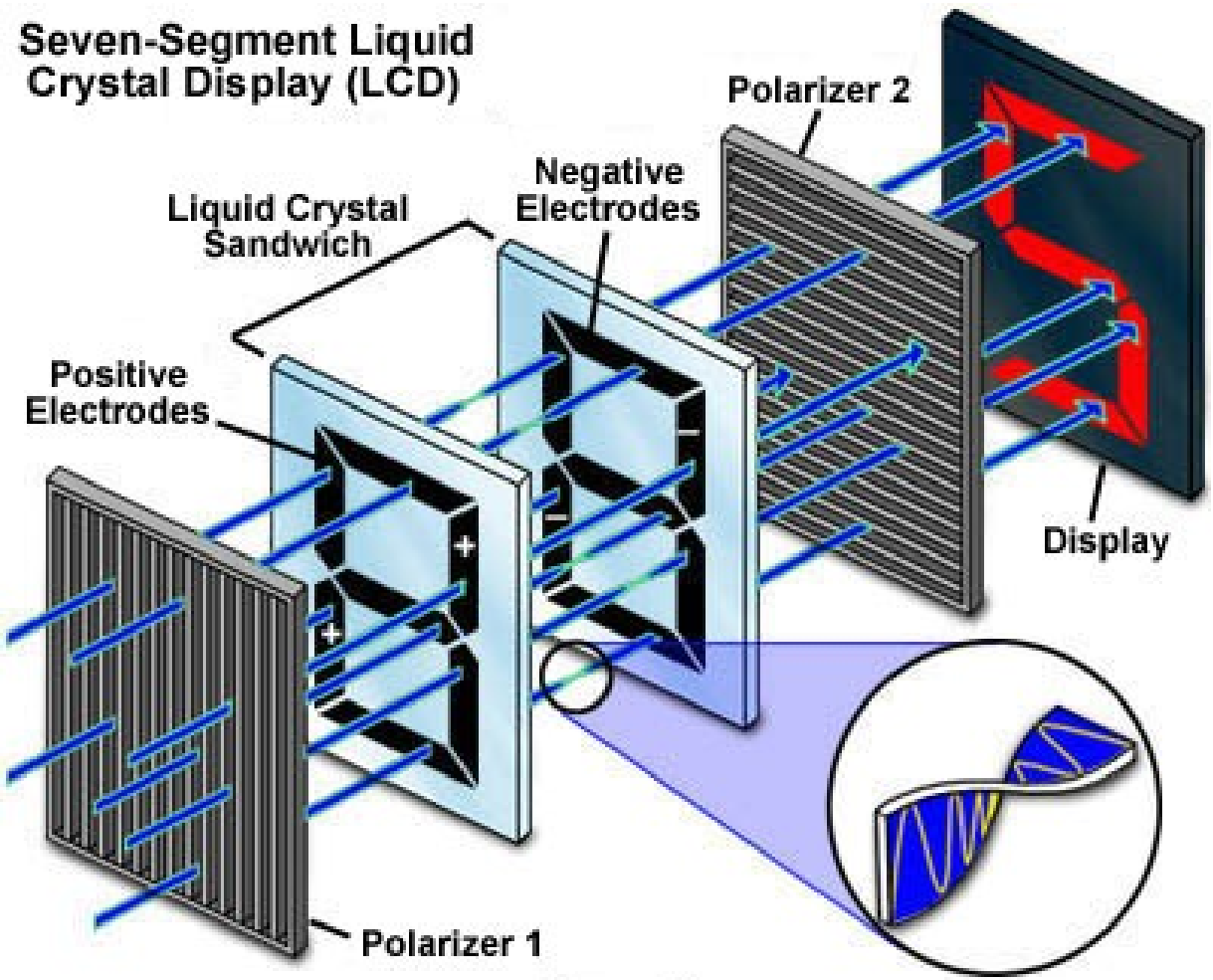


Figure 3

Drugi polaryzator, zwany często **analizatorem**, ma na celu nie przepuścić lub ograniczyć przepuszczenie światła dla komórek warstwy ciekłokrystalicznej które odpowiadają ciemnym obszarom wyświetlanego obrazu.

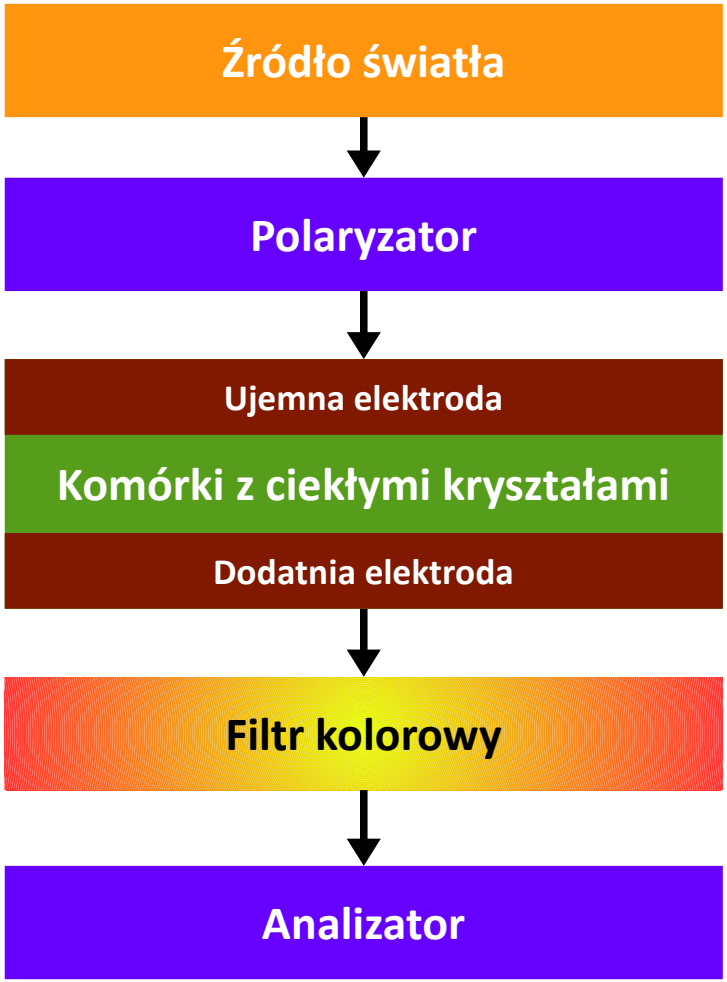
Źródło obrazu:
http://www.olympusmicro.com

WYŚWIETLANIE OBRAZU

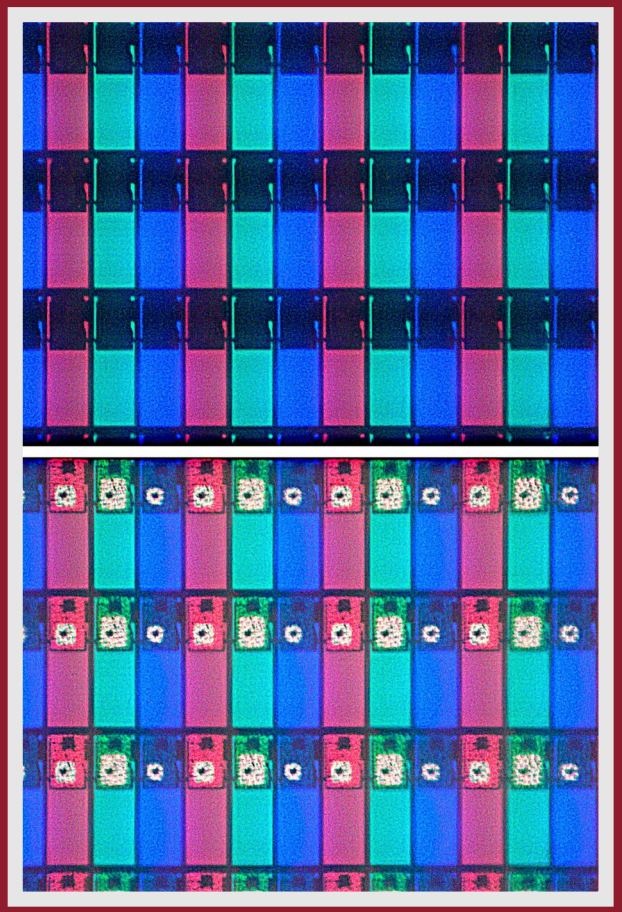
- Działanie **kolorowego** panelu LCD
  - **Matryca pasywna** – schemat wyświetlanego obrazu nie zależy od stanu elektrycznego

Filtr barwny jest dopasowany do kształtu elektrod. Wciąż nie ma możliwości wyświetlenia „dowolnego” obrazu.

Źródło obrazu:
http://www.tradekorea.com



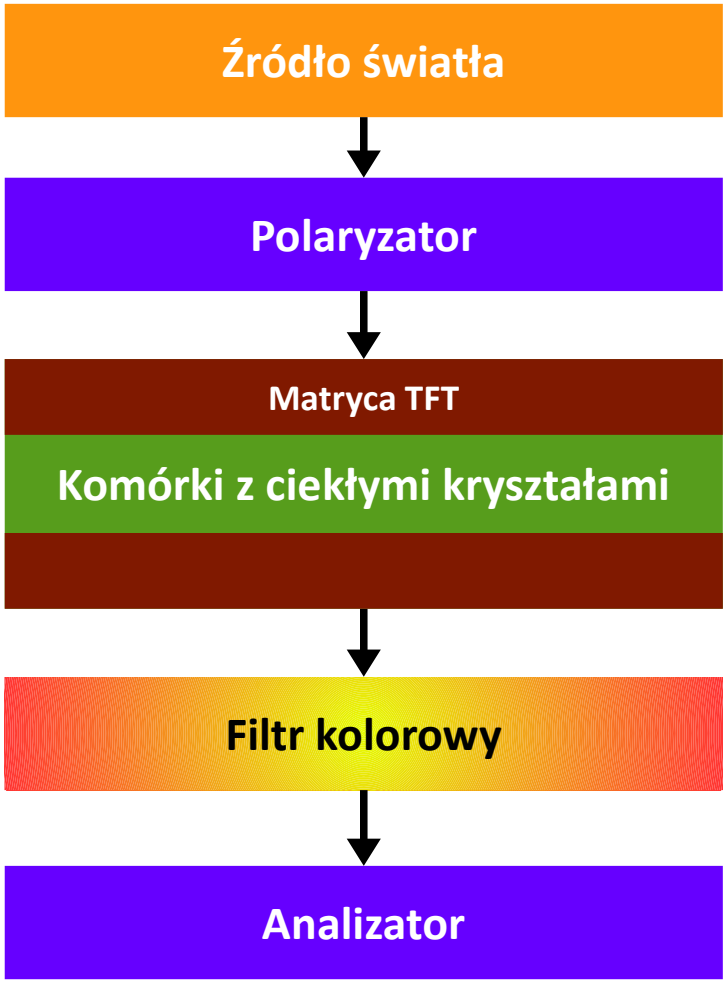
WYŚWIETLANIE OBRAZU

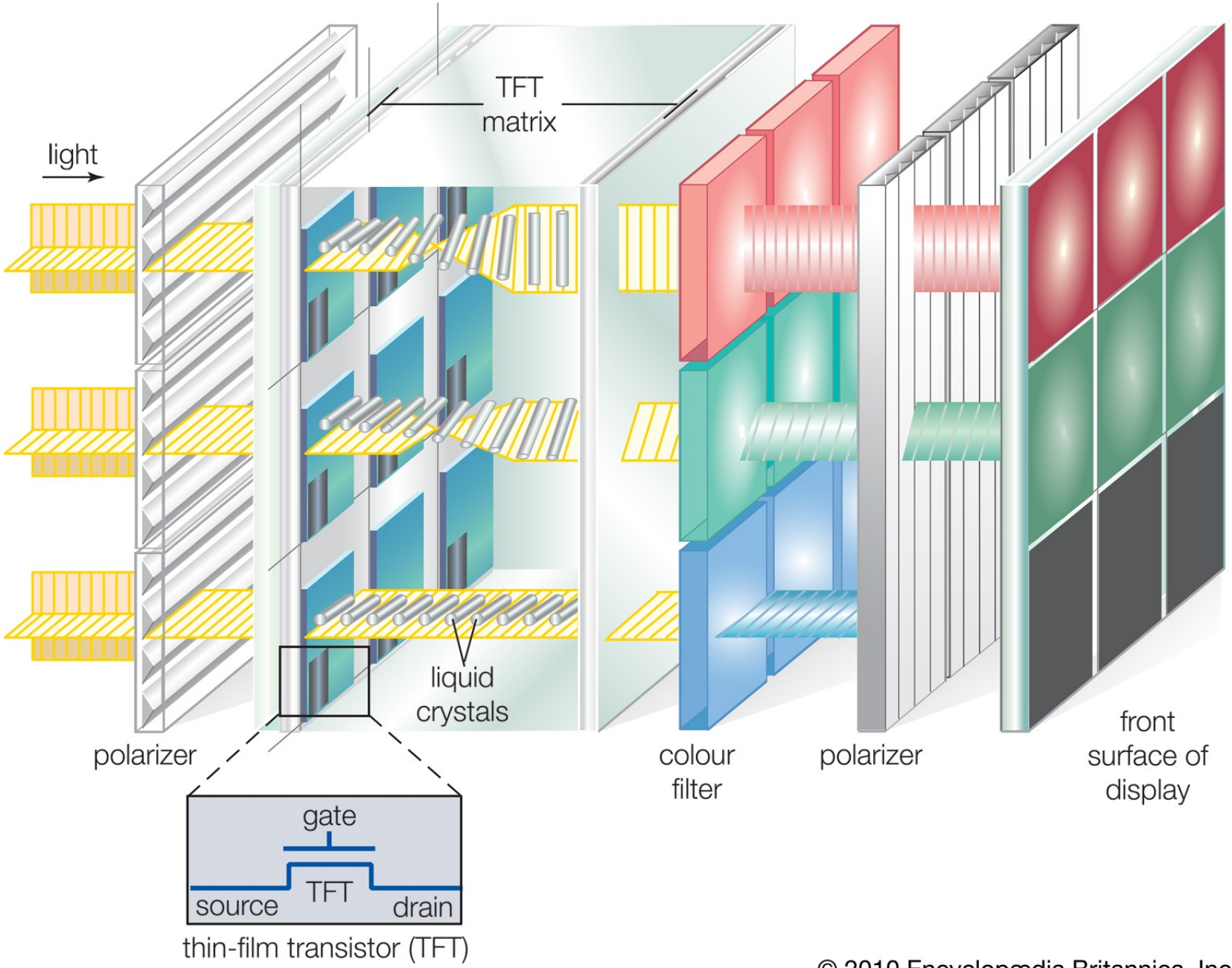


Tranzystory matrycy TFT przysłaniają źródło światła, są widoczne dla użytkownika.

Źródło obrazu:
http://www.wikipedia.org

- Działanie panelu **AMLCD** (ang. *Active Matrix LCD*)
  - Komórkami LC steruje **aktywna matryca TFT** (ang. *Thin Film Transistor*)
  - **Filtr kolorowy** jest elementem **pasywnym**





© 2010 Encyclopædia Britannica, Inc.

WYŚWIETLANIE OBRAZU

Ogólne **zalety** ekranów LCD:

Małe **gabaryty**
Brak migotania obrazu
Ostrość *(w rozdzielczości „natywnej”)*

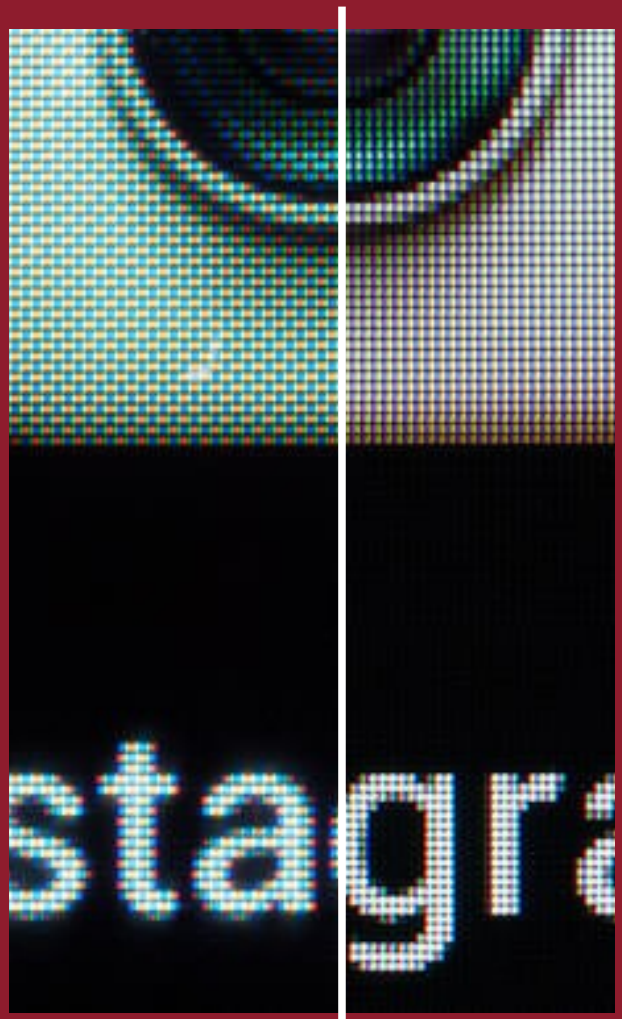
Główne **wady**:

Ograniczone **kąty widzenia**
Wymagane **podświetlenie**
Świecąca **czerń**

- Technologie budowy i działania paneli **AMLCD**
  - Panele **TN** (ang. *twisted nematic*)
    - **Tanie**, **szybkie**, **małe kąty widzenia**
  - Panele **IPS** (ang. *in-plane switching*)
    - *S-IPS*, *E-IPS*, **-IPS*...
    - Dwa tranzystory na każdy piksel, **odwzorowanie kolorów** **dobre kąty widzenia**, większe straty światła, **powolne**, **droższe**
  - Panele **VA** (ang. *vertical alignment*)
    - *MVA*, *PVA*, **VA*...
    - **Większy kontrast**, **dobre kąty widzenia**, **powolne**

Źródło obrazu:
http://www.flatscreenexpert.com

WYŚWIETLANIE OBRAZU



Źródło obrazu:
http://www.stuff-review.com

- Działanie panelu **AMOLED** (ang. *Active Matrix Organic LED)*
  - Zbudowane w oparciu o warstwę emisyjną zbudowaną z **komórek LED**
  - LEDy złożone z **polimerów przewodzących**
  - Stanem komórek steruje **aktywna matryca TFT**

WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Działanie panelu **AMOLED** (ang. *Active Matrix Organic LED)*

Zalety względem LCD:

Kąty widzenia
Jasność i **kontrast**
Odwzorowanie **barw**
Giętkie wyświetlacze
Prosta budowa
Niski **koszt**

Główne **wady**:

Pobór prądu dla jasnych obrazów
Ograniczenia **patentowe**

Źródło obrazu:
http://www.digitalversus.com

WYŚWIETLANIE OBRAZU

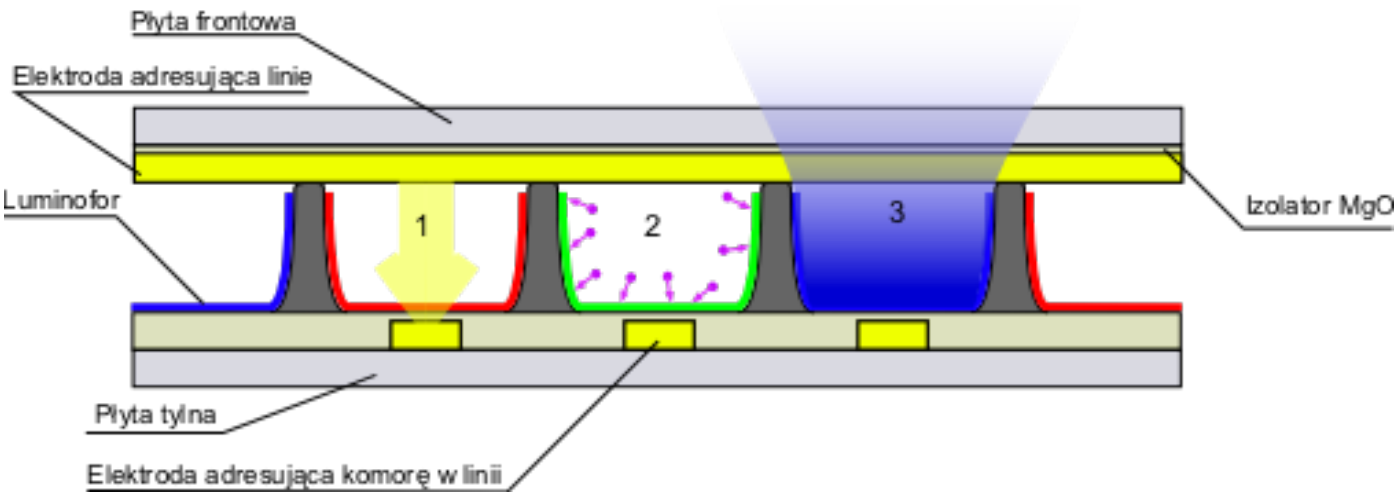
Zalety względem LCD:

Wyższy **kontrast**
Głębsza **czerń**
Lepsze **kąty widzenia**
Duże **rozmiary** ekranu

Główne **wady**:

Pobór **prądu**
Wydzielanie **ciepła**
Wypalanie luminoforu
Migotanie obrazu

- Działanie panelu **PDP** (plazmowego)
  - Przyłożenie napięcia do komórek zawierających **mieszaninę gazów** powoduje doprowadzenie ich do **stanu plazmy**
  - Emitują wówczas **światło ultrafioletowe**
  - Pobudzany nim **luminofor** emituje światło widzialne
  - Zróżnicowanie poziomów jasności uzyskuje się poprzez **modulację impulsową** PWM (ang. *pulse-width modulation*)



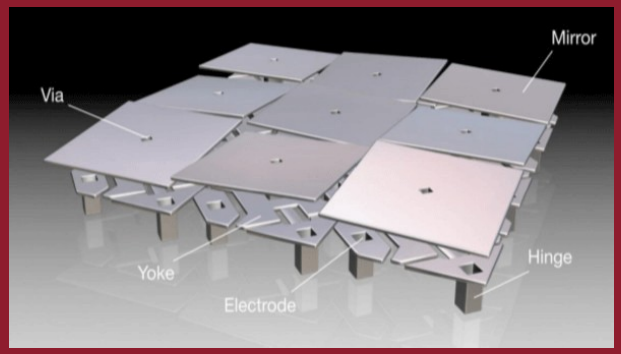
Źródło obrazu:
Wikipedia

WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Działanie panelu **PDP** (plazmowego)
  - Problem **wypalania się** luminoforu
    - Wynik działania **wysokiej temperatury** przez długi czas
    - Powoduje powstanie **obrazu-ducha** (ang. *ghost image*)
    - Aby go uniknąć, stosuje się techniki **mikroprzesunięć obrazu** (ang. *pixel orbiting*)

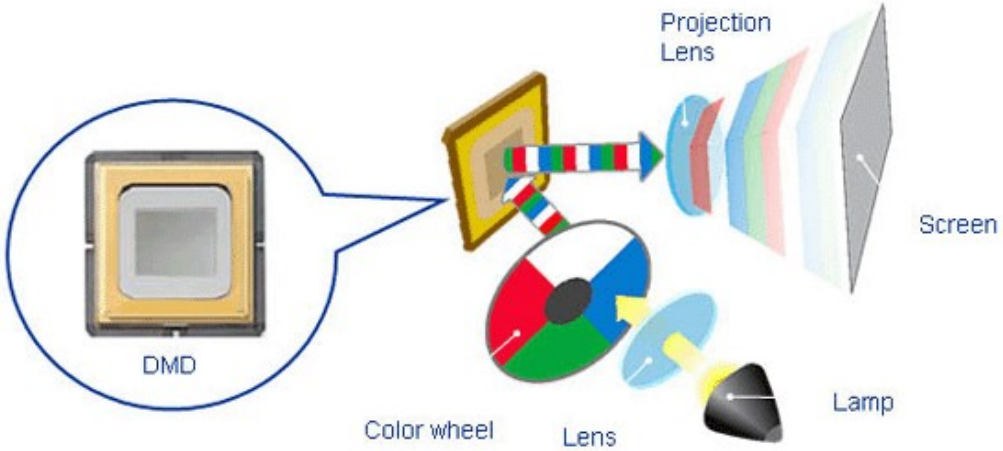
Źródło obrazu:
Wikipedia

WYŚWIETLANIE OBRAZU



Wycinek matrycy *DMD*
złożonej z mikroluster

- Działanie projektora **DLP** (ang. *Digital Light Processing*)
  - Światło emitowane przez silne, wymienne źródło światła, jest odbijane przez **matrycę luster DMD** (ang. *Digital Micromirror Device*) w kierunku obiektywu
    - Każdemu **pikselowi** odpowiada jedno, **ruchome lustro**
    - Zależnie od położenia lustra, światło jest albo kierowane w stronę obiektywu (jasny piksel), albo na radiator (ciemny)
  - Światło może uprzednio przejść przez obracający się **filtr barwny**, kolejno barwiący światło na kolory R, G, B
    - Niektóre projektory wykrozystują inne technologie, np. matryce LCD, trójkolorowe diody LED itp.
  - Po przejściu przez **obiektyw** światło jest **rzucane na ekran**, tworząc na nim finalny obraz

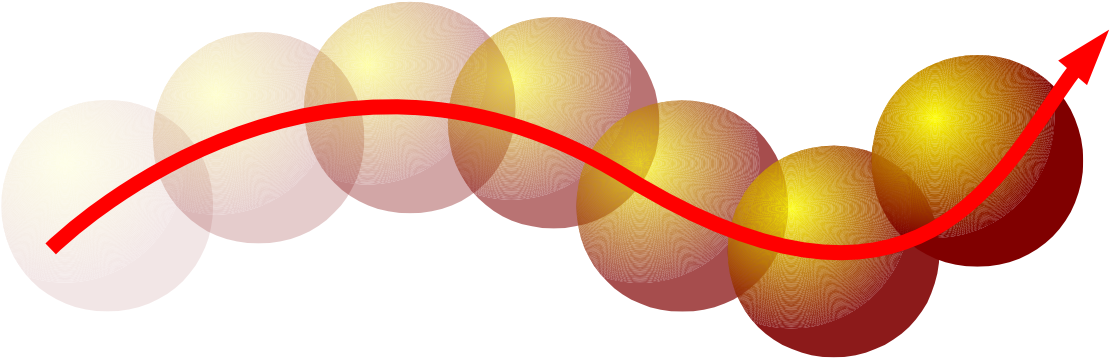


Źródła obrazów:
http://electronicdesign.com
http://kubevent.fr

WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Działanie projektora **DLP**
  - Efekt **tęczy**
    - **Artefakt** związany ze sposobem uzyskiwania koloru, opartym na mechanicznie poruszającym się filtrze barwnym
    - Oko poruszając się płynnie podczas śledzenia ruchomego obrazu, zauważa **stany pośrednie** złożone ze składowych kolorystycznych

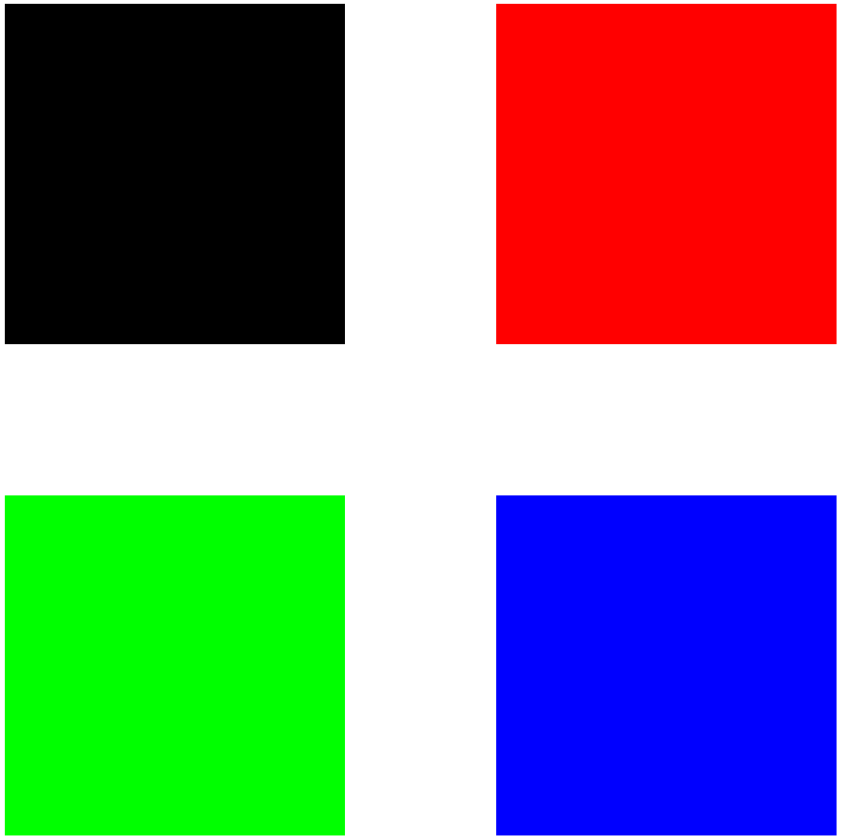
Przy szybkim ruchu wyświetlanej kuli, śledzące ją oko zauważy pośrednie klatki wyświetlane tylko w jednym z kolorów: R, G, B.



Źródło obrazu:
Wikipedia

WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Działanie projektora **DLP**
  - Efekt **tęczy**

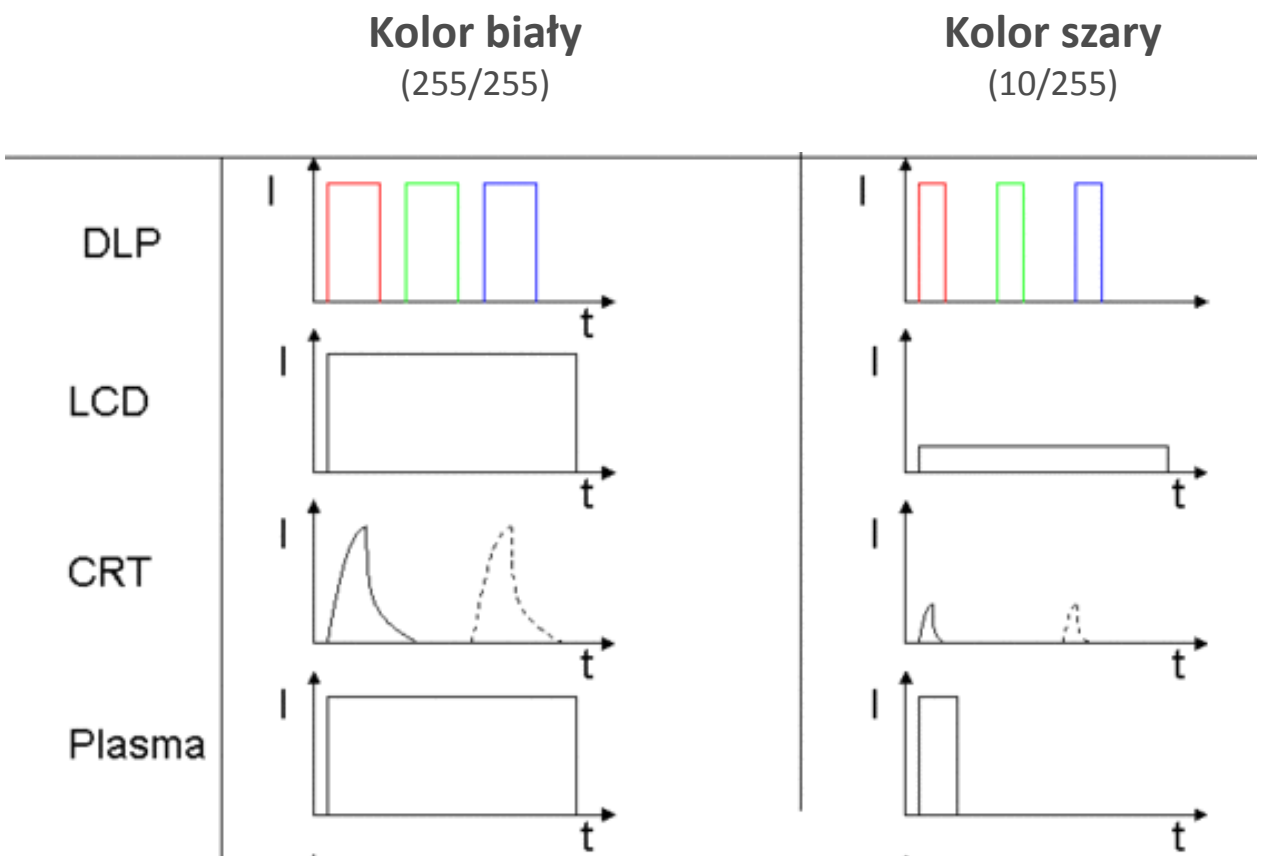


Jeżeli obraz jest wyświetlany przez projektor DLP wyposażony w mechaniczny filtr barwny, wówczas szybko przemieszczając punkt skupienia wzroku ponad kwadratami powinno się dać zauważyć kolorowe „duchy” przy ich krawędziach.

Źródło obrazu:
Wikipedia

WYŚWIETLANIE OBRAZU

- **Różnice** w sposobie wyświetlania klatki koloru białego w czasie, korzystając z różnych technik

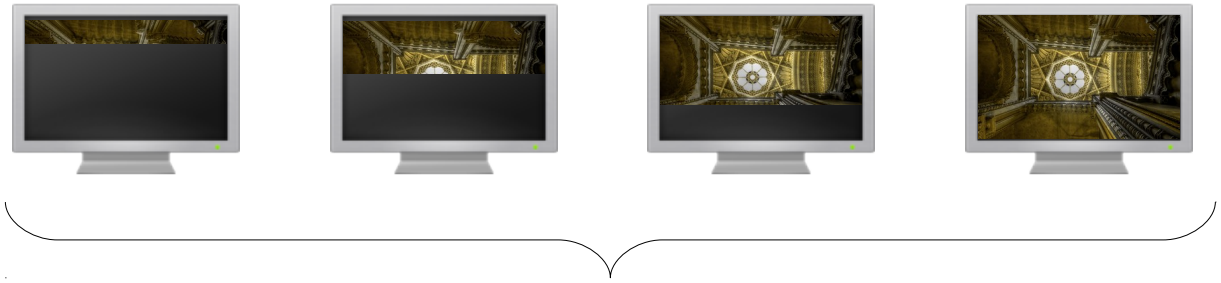


Źródło obrazu:
Wikipedia

WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Współczesne wyświetlacze komputerowe traktują obraz jako **raster**
- Wyświetlacze działają ze stałą częstotliwością odświeżania (dawniej *odchylania pionowego*)
  - Najczęściej spotykaną częstotliwością odświeżania jest obecnie **60Hz**
  - Dla obrazu **stereoskopowego**, będzie to dwa razy więcej

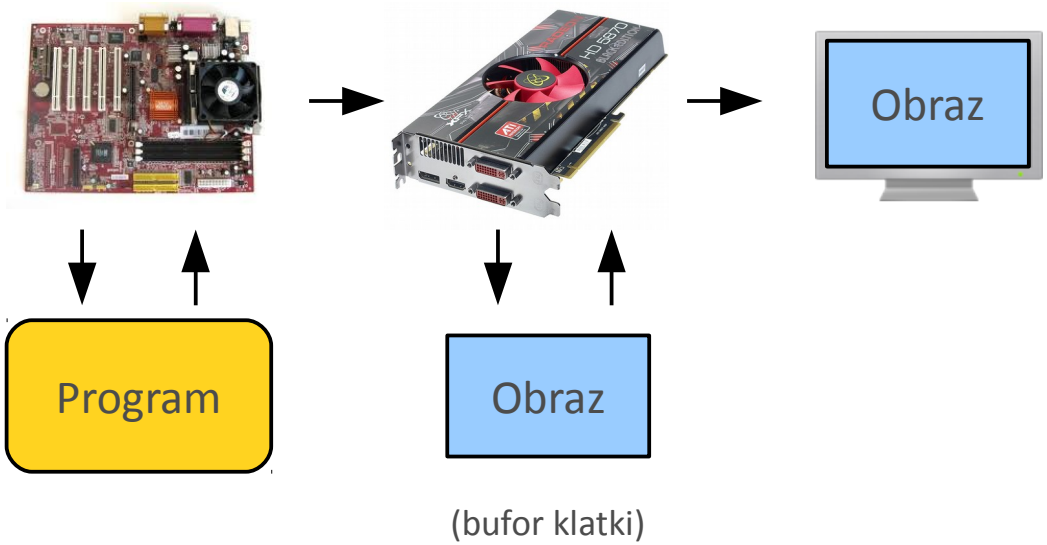
Progresywne wyświetlanie klatki:



Źródło obrazu:
http://www.wikipedia.org

WYŚWIETLANIE OBRAZU

- **Karta graficzna** odpowiada za stworzenie zawartości obrazu monitora, przechowywanie jej i wysłanie do monitora gdy ten będzie gotowy narysować kolejną klatkę
- Obraz do wyświetlenia przechowywany jest w **buforze klatki** (ang. *framebuffer*) w pamięci graficznej (współcześnie np. *GDDR*)
  - Bufor klatki posiada takie same cechy, jak zwyczajny obraz: **wymiary, liczbę kanałów i rozmiar piksela**



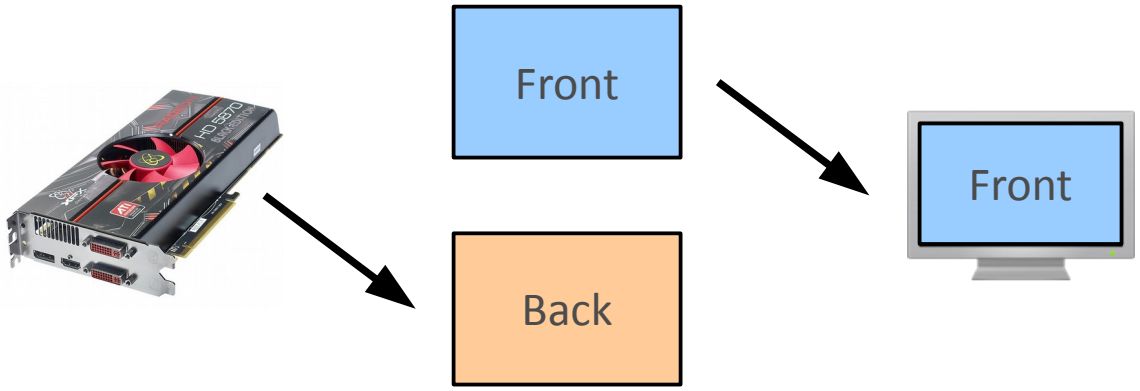
WYŚWIETLANIE OBRAZU

Komponowanie zawartości bufora klatki **nie jest natychmiastowe**.

W grafice czasu rzeczywistego elementy sceny renderowane są jeden po drugim. Zatem dopóki nie zakończy się renderowanie wszystkich elementów sceny, bufor klatki może zawierać **nieukończony obraz**.

Użycie podwójnego buforowania rozwiązuje ten problem. Dopóki nowa klatka nie zostanie ukończona, wyświetlana będzie poprzednia klatka.

- Aby uniknąć migotania obrazu podczas jego przerysowywania gdy występuje konieczność jego akutalizacji, stosuje się technikę **podwójnego buforowania** (ang. *double buffering*)
- Mamy wówczas dwa bufory klatki:
  - **Bufor "przedni"** (ang. *front buffer*)
    - Jest wyświetlany
  - **Bufor "tylny"** (ang. *back buffer*)
    - Jest aktualizowany
- Gdy zakończy się aktualizacja back buffera, **zamieniane są one miejscami** (ang. *buffer swap*)



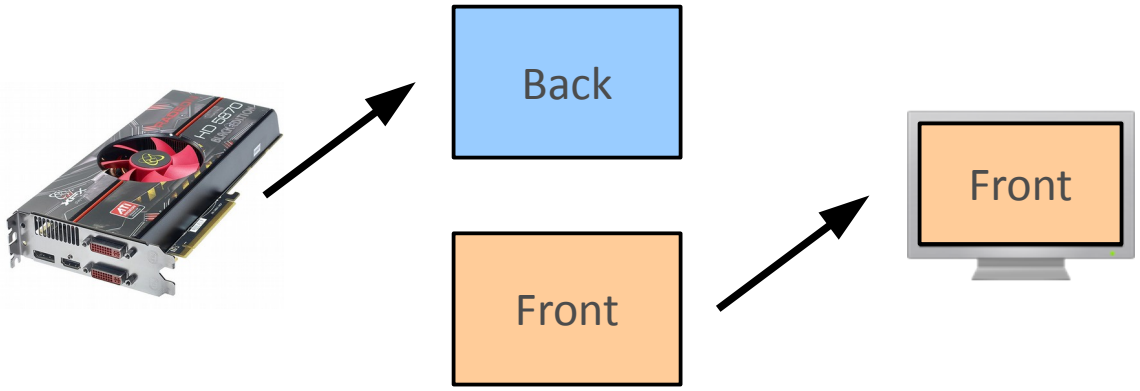
WYŚWIETLANIE OBRAZU

Komponowanie zawartości bufora klatki **nie jest natychmiastowe**.

W grafice czasu rzeczywistego elementy sceny renderowane są jeden po drugim. Zatem dopóki nie zakończy się renderowanie wszystkich elementów sceny, bufor klatki może zawierać **nieukończony obraz**.

Użycie podwójnego buforowania rozwiązuje ten problem. Dopóki nowa klatka nie zostanie ukończona, wyświetlana będzie poprzednia klatka.

- Aby uniknąć migotania obrazu podczas jego przerysowywania gdy występuje konieczność jego akutalizacji, stosuje się technikę **podwójnego buforowania** (ang. *double buffering*)
- Mamy wówczas dwa bufory klatki:
  - **Bufor "przedni"** (ang. *front buffer*)
    - Jest wyświetlany
  - **Bufor "tylny"** (ang. *back buffer*)
    - Jest aktualizowany
- Gdy zakończy się aktualizacja back buffera, **zamieniane są one miejscami** (ang. *buffer swap*)



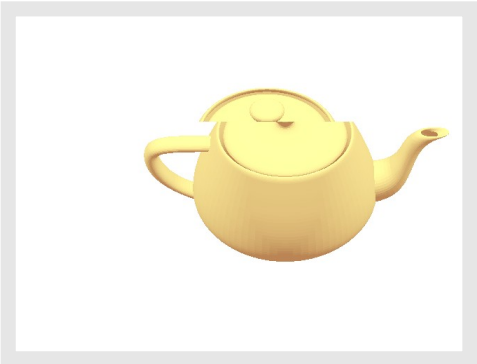
WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Dla zachowania wrażenia **płynności** wyświetlanego ruchomego obrazu, należy upewnić się że kolejne klatki animacji będą docierać do monitora, gdy ten **będzie gotowy** je wyświetlić
- W tym celu stosuje się tzw. **synchronizację pionową** (ang. *vertical synchronisation / VSync*)
  - Sterownik karty graficznej lub program **czeka** z zamianą buforów, aż monitor będzie gotowy wyświetlić kolejną klatkę
- **W innym wypadku** pomimo sprzętowej możliwości wygenerowania nawet większej liczby klatek na sekundę niż wyświetla monitor, obraz **nie będzie płynny**
  - Artefakt nazywany ***tearing***, wyświetlany obraz składający się z więcej niż jednej klatki

WYŚWIETLANIE OBRAZU

Artefakt tego rodzaju nazywa się często ang. słowem ***tearing***.

Synchronizacja pionowa **wyłączona**



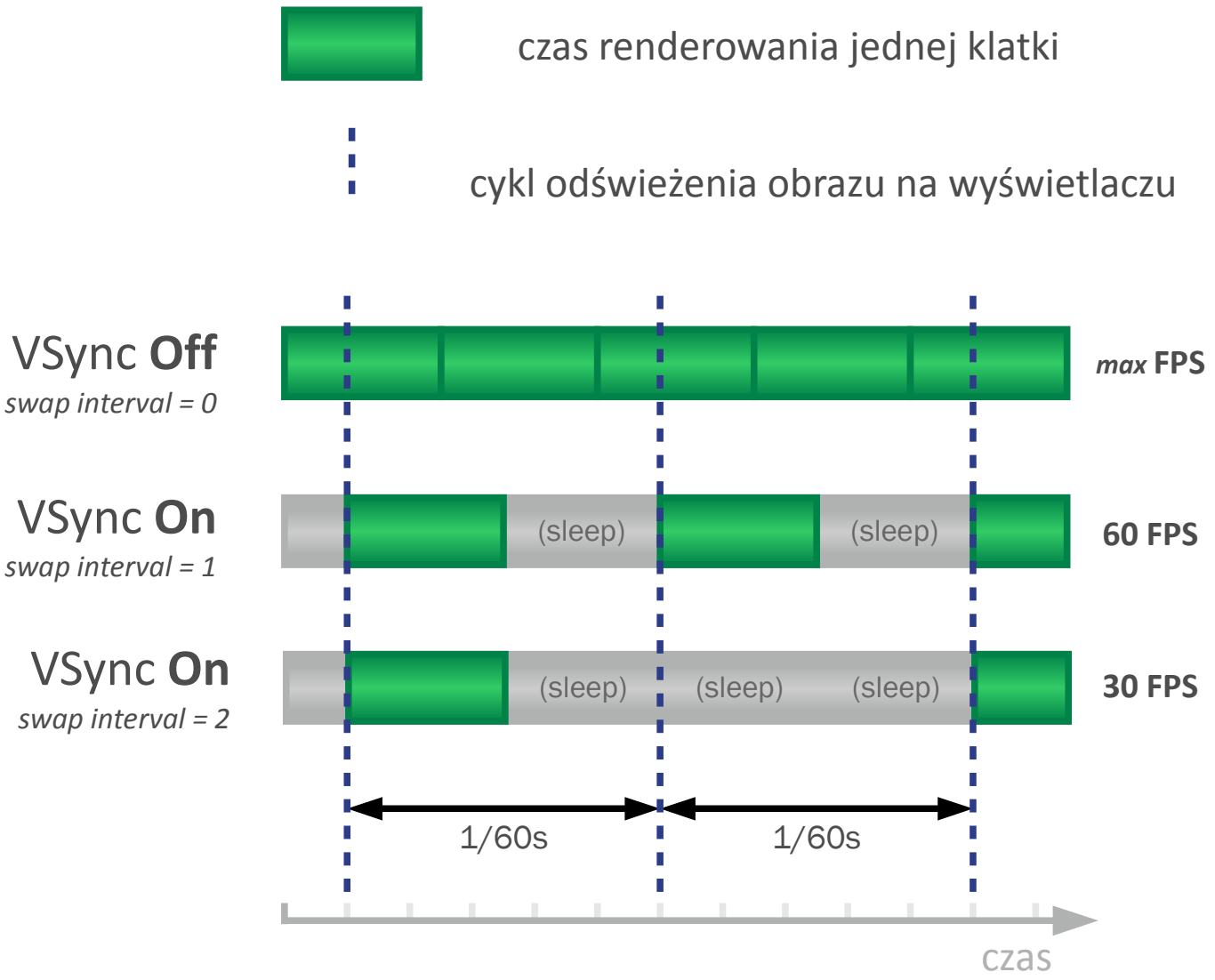
Synchronizacja pionowa **włączona**

WYŚWIETLANIE OBRAZU

Dla wyświetlaczy oferujących **wyższą częstotliwość odświeżania** ekranu niż *60Hz*, czas cyklu będzie krótszy niż *1/60s*.

Procesor graficzny czekając na gotowość wyświetlacza **nie musi wykonywać operacji**, podczas gdy bez użycia synchronizacji od razu zaczynałby renderować kolejną klatkę.

Użycie synchronizacji pionowej może więc też prowadzić do **zmniejszenia zużycia energii**.



WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Technologia **NVIDIA G-Sync**
  - **Synchronizacja wyświetlacza** z kartą graficzną – czyli podejście odwrotne
  - Wyświetlacz ma **adaptacyjną częstotliwość odświeżania**, dostosowującą się do aktualnej liczby klatek na sekundę
    - Zakres 30-144 Hz, zależnie od sprzętu
  - Podejście wbrew pozorom **nie jest nowe**, podobne rozwiązanie *Adaptive Sync* jest częścią standardu DisplayPort 1.2a – zaimplementowane choćby przez AMD w ich *FreeSync*; różnice:
    - G-Sync duplikuje klatki gdy ich częstotliwość poniżej minimum
    - G-Sync zapobiega nadpisywaniu klatek

Źródło obrazu:
NVIDIA

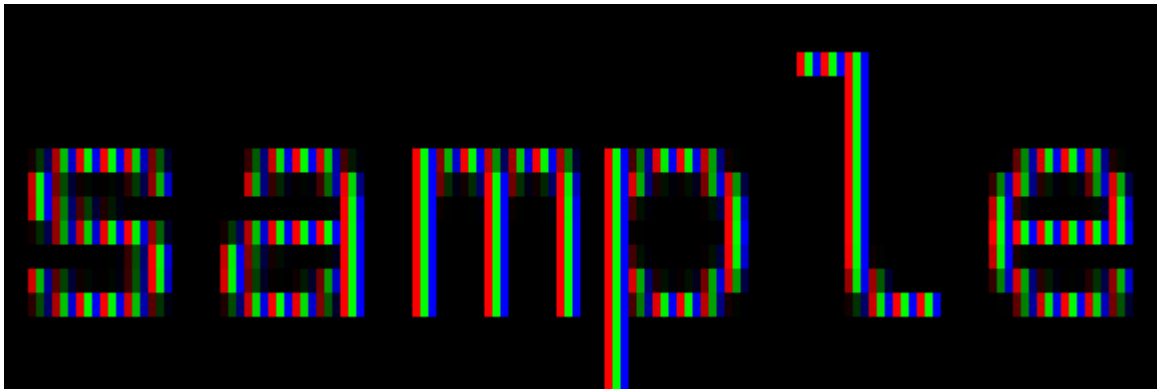
WYŚWIETLANIE OBRAZU

Wiedząc **jak rozłożone są subpiksele** w danym wyświetlaczu, można wyświetlać czarny tekst na białym tle (lub biały na czarnym), ustawiając wartość pikseli na inne kolory niż tylko szarości.

W ten sposób możliwe jest poprawienie **postrzeganej rozdzielczości** glifów (znaków liter), *udając* że mamy do dyspozycji większą rozdzielczość ekranu (bo na poziomie subpikseli).

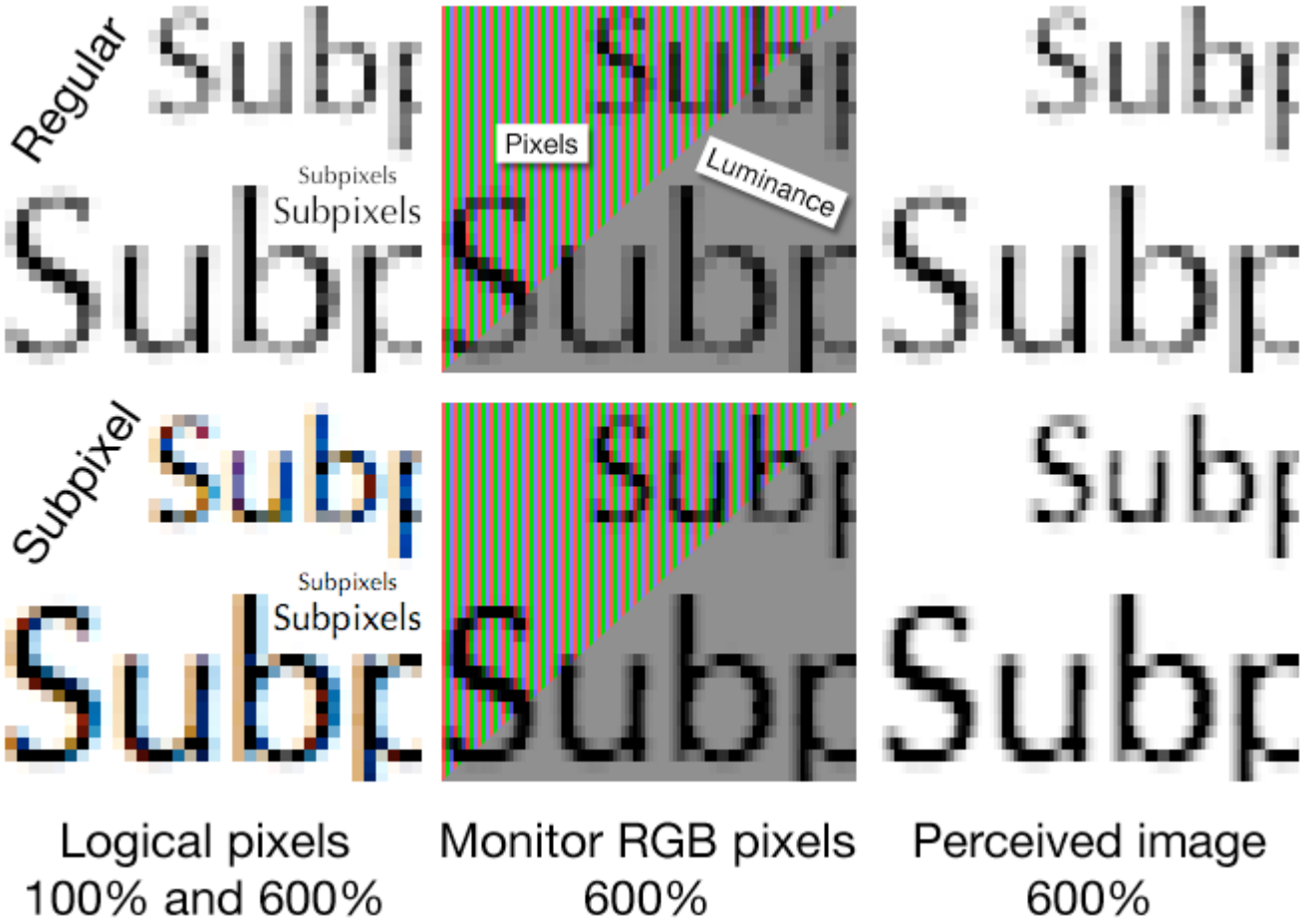
Źródło obrazu:
http://www.wikipedia.org

- Subpiksele mogą być wykorzystane dla **poprawienia jakości wyświetlanego tekstu**
  - Np. technologia *Microsoft ClearType*, *Quartz* dla *MacOS*, *FreeType*
  - Sztuczne zwiększenie rozdzielczości obrazu poprzez takie użycie kolorowych subpikseli, by osiągnąć **postrzegalne poziomy luminancji** odpowiadające **poziomom szarości**



WYŚWIETLANIE OBRAZU

- Przykład działania technologii *Quartz*



Źródło obrazu:
http://www.wikipedia.org

Zachodniopomorska Szkoła Biznesu
w Szczecinie

Bartosz Bazyluk

WYŚWIETLANIE OBRAZU

Techniki wyświetlania obrazu komputerowego.

http://bazyluk.net/zpsb

Grafika Komputerowa, Informatyka, I Rok