

# Przetworniki obrazu



*Opracował:*  
***dr inż. Piotr Suchomski***



# Wprowadzenie

- Analogicznie jak w przypadku przetworników elektroakustycznych, również w przypadku przetworników obrazu można je podzielić na te, które służą do rejestrowania obrazu oraz na te, które służą do prezentacji obrazu.



# Wprowadzenie

- W przypadku przetworników rejestrujących obraz wykorzystuje się szeroko rozumiane zjawisko fotoelektryczne.
- W uproszczeniu można opisać ten proces jako zamianę strumienia fotonów (światło) na odpowiadający mu strumień elektronów (prąd elektryczny)



# Wprowadzenie

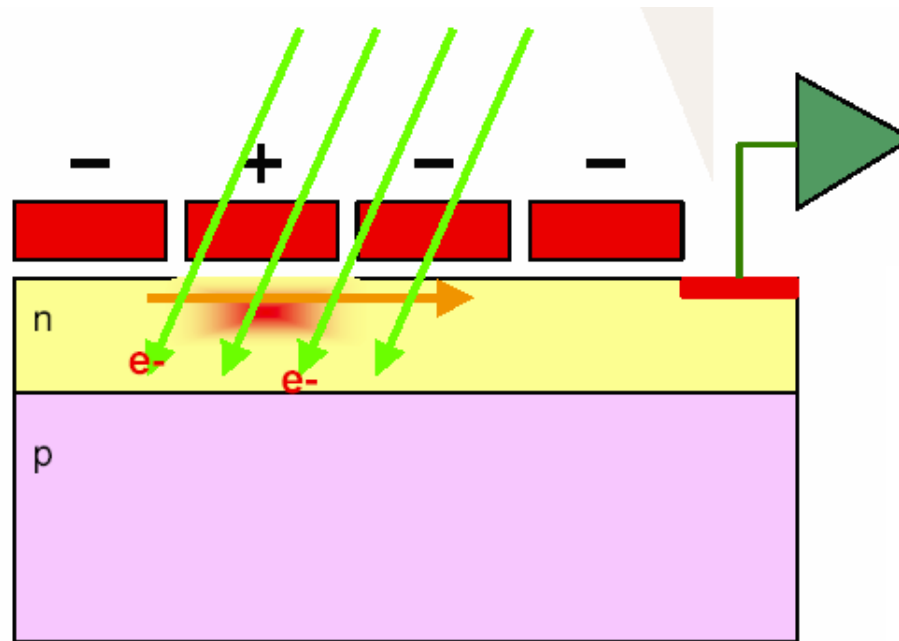
- W elektronice do rejestracji światła wykorzystywane są różnego typu elementy światłoczułe takie jak np. fotorezystory, fotodiody, fototranzystory czy skomplikowane układy elementów światłoczułych.
- Odpowiednia polaryzacja tych elementów umożliwia gromadzenie ładunków elektrycznych, których liczba jest proporcjonalna do liczby padających na nie fotonów w tzw. studniach potencjałów.



# Przetworniki

- Elementy światłoczułe, zamieniające światło w prąd czyli fotony na elektrony;
  - Układy ze sprzężeniem ładunkowym CCD (Charge Coupled Device);
  - Matryce CMOS, wykorzystujące fotodiody wykonane tradycyjną metodą CMOS;

# Przetworniki CCD



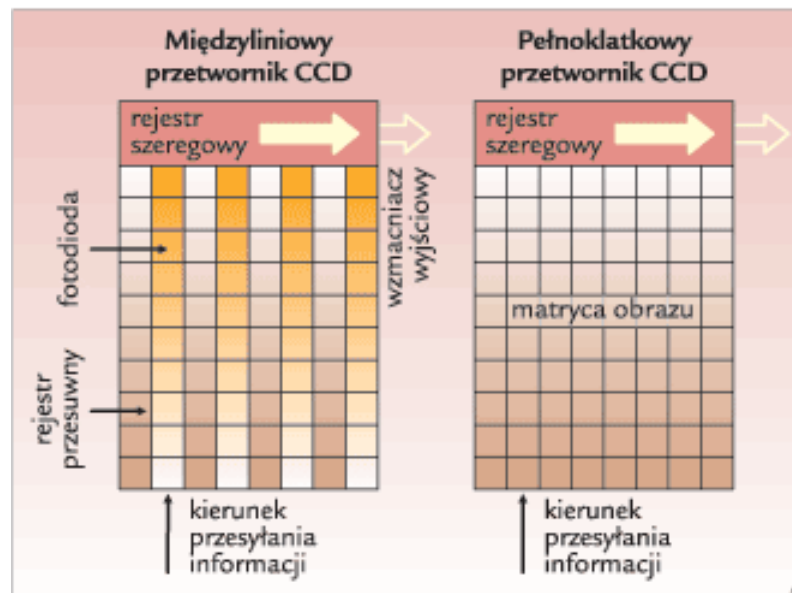
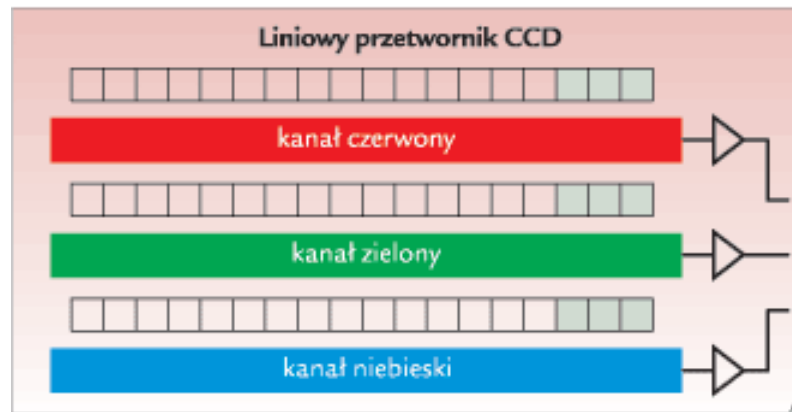
- Przenoszą jednocześnie ładunek elektryczny zgromadzony w każdym punkcie całej linii do specjalnych buforów;



# Przetworniki CCD

- Generalnie istnieją 4 typy przetworników CCD:
  - Liniowy (wymaga przesuwania po obrazie np. skanery);
  - Międzyliniowy – matryca przetworników z buforami;
  - Pełnoramkowe (full frame CCD);
  - Frame Transfer CCD;

# Przetworniki CCD



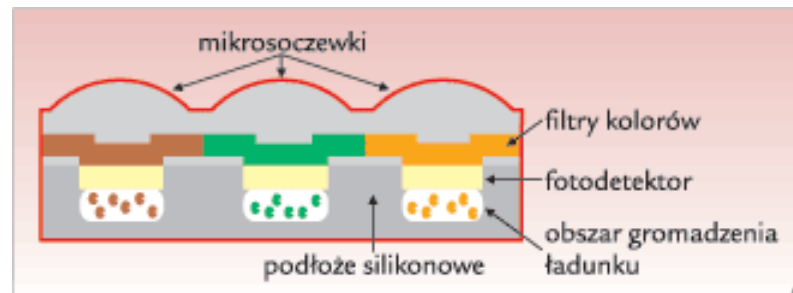
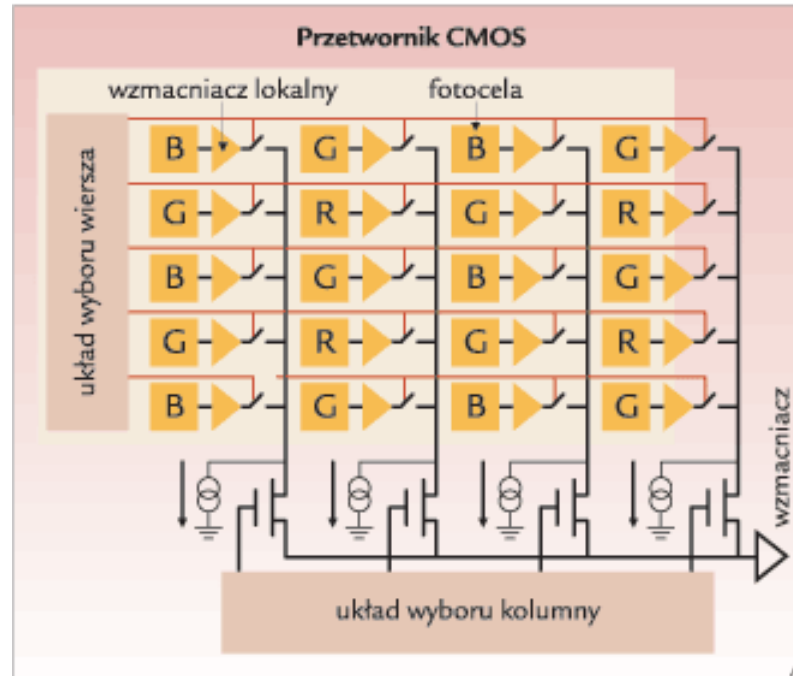




# Przetworniki CCD

- Technologię CCD cechuje:
  - Małe zniekształcenia obrazu;
  - Duża czułość układów;
  - Nieco wolniejsze działanie;
  - Duży pobór mocy;
  - Duży współczynnik wypełnienia;
  - Duży koszt wytworzenia;
  - Konieczność współpracy z dodatkowymi urządzeniami optycznymi obróbki danych w obrazie;

# Przetworniki CMOS





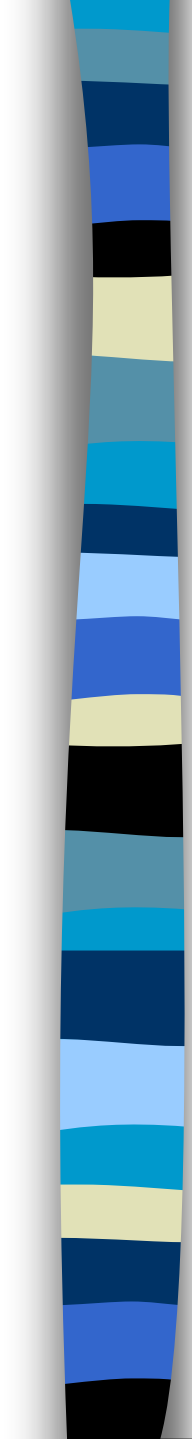
# Przetworniki CMOS

- Technologię przetworników CMOS cechuje:
  - Niskie koszty wytworzenia;
  - Niskie zużycie energii;
  - Swobodny dostęp do każdego punktu obrazu;
  - Dla każdego punktu istnieje wzmacniacz odczytu, poprawiający stosunek sygnału użytecznego do szumu;
  - Większa elastyczność;
  - Ułatwiona detekcję krawędzi, ustawianie ostrości, balans bieli;



# Przetworniki CMOS

- Słabsza czułość;
- Gorsza jakość rejestrowanego obrazu;
- Większe szумы;
- Mniejszy współczynnik wypełnienia (stosunek powierzchni pikseli do powierzchni całej matrycy).



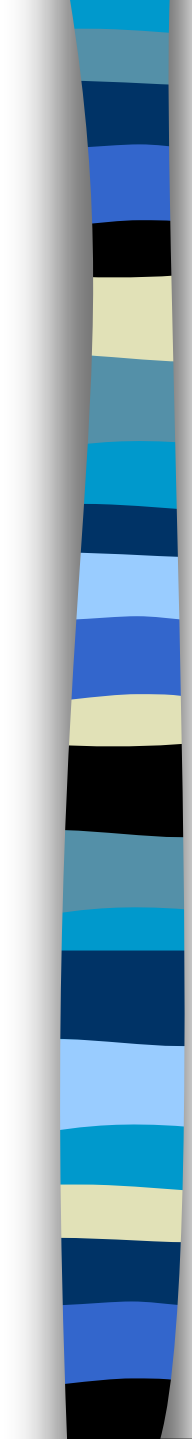
# Typowe zastosowanie przetworników optycznych

- Kamery wideo (głównie przetworniki CCD);
- Fotograficzne aparaty cyfrowe:
  - Matryce CMOS (głównie tańsze modele);
  - Przetworniki CCD (liniowe lub macierze);



## „Rejestracja” obrazu

- Padające światło pobudza sensor w takim stopniu, w jakim przepuszcza go filtr barwny (RGB), umieszczony nad matrycą.
- Generowany sygnał w matrycy jest wzmacniany.
- Sygnał z matrycy trafia do procesora sygnałowego, który koryguje barwę, usuwa szumy, a następnie ustalany jest balans bieli i inne parametry obrazu.



# Typowe zastosowanie przetworników optycznych

## ▪ Skanery

- Liniowy przetwornik CCD + „zimna” katoda + skomplikowany układ optyczny, wysoka jakość skanowanego obrazu, możliwość skanowania w 3D;
- Przetworniki CIS (Contact Image Sensore) – wykorzystanie światła LED, bardzo ekonomiczne rozwiązanie, dobra jakość, niski pobór prądu, tylko skanowanie w 2D;

# Typowe parametry urządzeń do akwizycji obrazu

- *Rozdzielczość* – maksymalna liczba punktów w pionie i poziome na cał obrazu – dpi, np. rozdzielczość optyczna skanera 1200 x 2400 dpi;
- W przypadku aparatów cyfrowych podaje się liczbę elementów światłoczułych w matrycy np. 2 mln pikseli;



# Typowe parametry urządzeń do akwizycji obrazu

- *Głębina kolorów* – dokładność odwzorowania koloru w obrazie – zazwyczaj występują 3 typy przetworników, osobno dla każdej składowej koloru RGB, każda składowa jest kodowana osobno, na ogół długość słowa to 8 bitów + bity zabezpieczające przed błędami, stąd typowe wartości, podawane przez producenta to 32, 36, 48 bitów



# Współczesne metody prezentacji obrazu

- Wyświetlanie obrazu dwuwymiarowego:
  - Telewizory i monitory CRT, LCD, Plazmowe, OLED,
  - Projektory multimedialne LCD, DLP,
- Wyświetlanie stereoskopowe obrazu:
  - Technika anaglifowa,
  - Technika polaryzacyjna,
  - Nowatorskie konstrukcje monitorów 3D



# Techniki wyświetlania obrazu

- Przeplot – stosowana od lat 30, każda ramka została podzielona na dwa półobrazy, jeden półobraz zawierał linie parzyste, drugi linie nieparzyste. Obrazy te są wyświetlane sekwencyjnie (np. PAL – 50 półobrazów/s)
- celem przeplotu była poprawa jakości wyświetlanych obrazów monochromatycznych na wyświetlaczach CRT, przy okazji stosowanie przeplotu pozwoliło zawęzić pasmo wizyjne



# Techniki wyświetlania obrazu

- W telewizji wysokiej rozdzielczości, gdzie detale mają wielkość porównywalną z grubością linii obrazu technika przeplotu nie sprawdza się, bo występują poważne zakłócenia w wyświetlaniu detali, zwłaszcza będących w ruchu.
- Rozwiązaniem tego problemu jest progresywna technika wyświetlania – cała ramka obrazu wyświetlana jest w jednym przebiegu.



# Szybkość wyświetlania obrazu

- Standardowa szybkość odświeżania obrazu wynosi 50 Hz. W przypadku tradycyjnych telewizorów kineskopowych istnieje problem migotania obrazu, tym silniej widoczny im większy jest obraz. Podwojenie wartości częstotliwości odświeżania pozwoliło zniwelować ten efekt.
- Problem migotania obrazu pojawia się również w przypadku telewizorów plazmowych. Zwiększenie częstotliwości odświeżania obrazu znacznie osłabia ten problem.



# Szybkość wyświetlania obrazu

- Technologia paneli LCD jest wolna od problemu migotania, ale w ekranach o dużej rozdzielczości i powierzchni zauważalny jest problem kompensacji ruchu, zwłaszcza na poziomie krawędzi i detali w obrazie.
- Zwykle zwiększenie częstotliwości odświeżania nie usuwa tego problemu, dlatego stosuje się często systemy interpolacji obrazów pośrednich (na podstawie dwóch sąsiednich klatek),

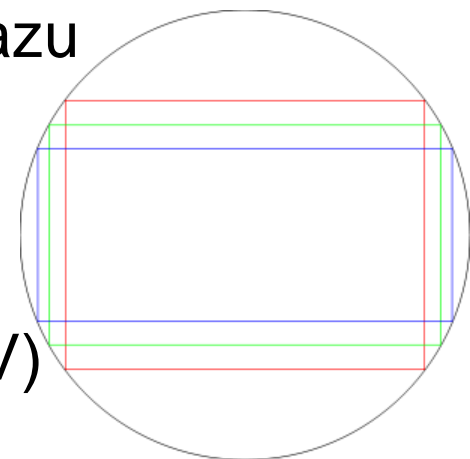


# Szybkość wyświetlania obrazu

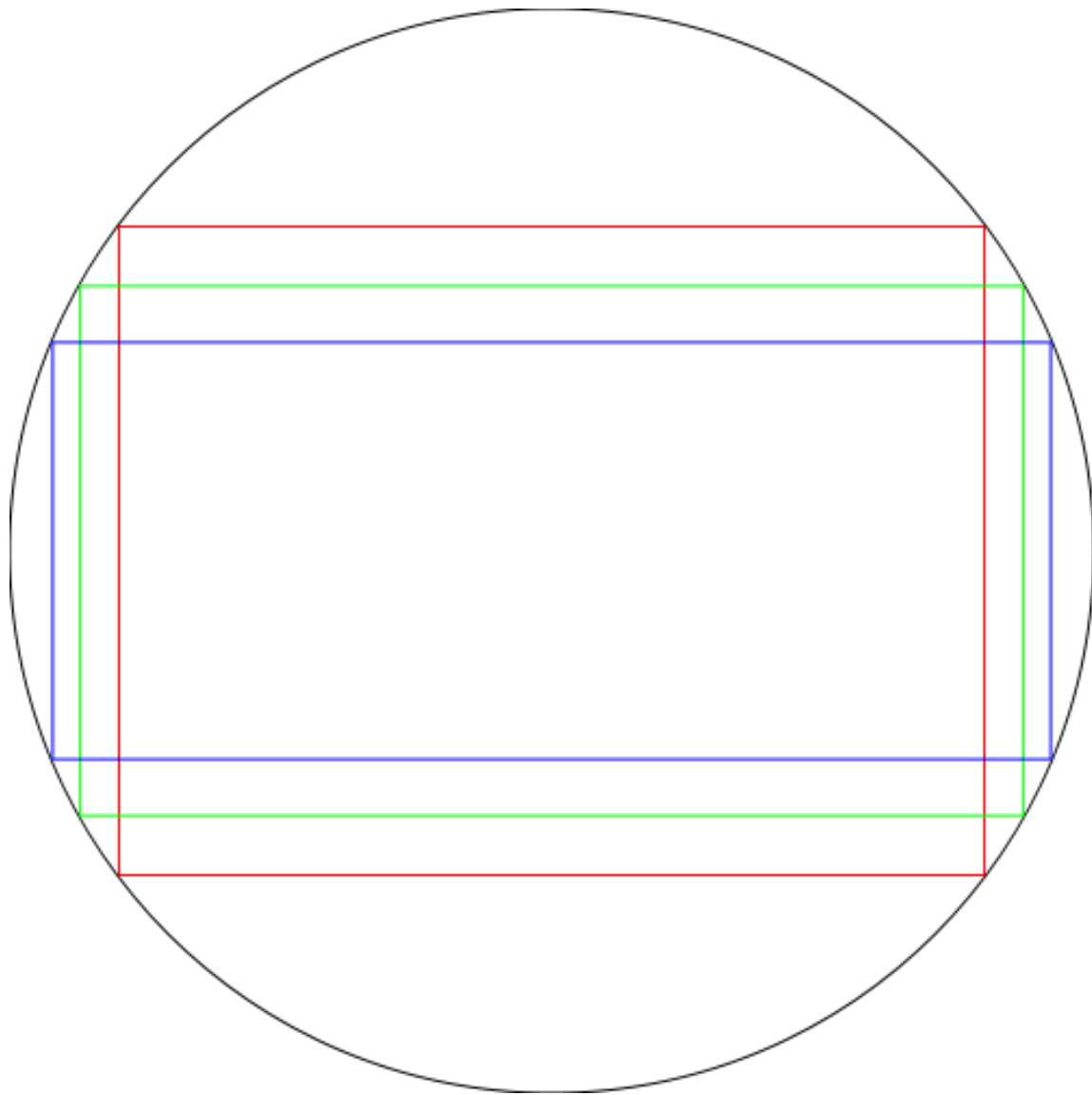
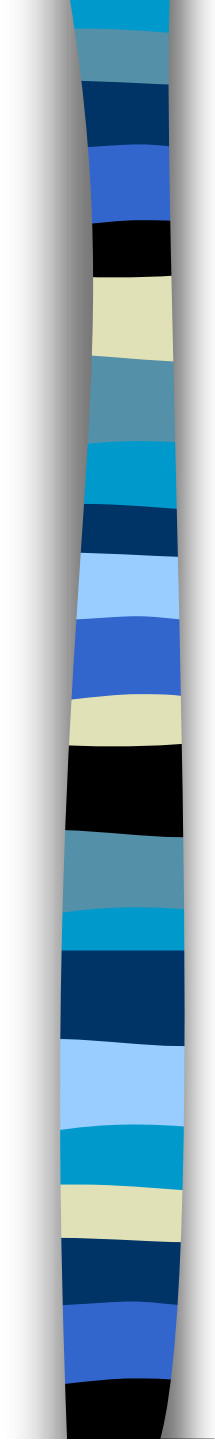
- Dzięki zastosowaniu techniki „międzyobrazów” i zwiększenie częstotliwości wyświetlania obrazu (100 Hz i więcej) uzyskuje się obraz znacznie ostrzejszy i wyraźniejszy.
- Technika ta jest stosowana zarówno w telewizorach LCD jak i plazmowych,

# Proporcje obrazu

- Proporcje obrazu (aspect ratio) – stosunek szerokości obrazu do jego wysokości.
- Obecnie najbardziej popularne proporcje obrazu to:
  - 4:3 (1,33:1) – standardowy format obrazu wykorzystywany od początku telewizji (prostokąt czerwony),
  - 16:9 (1,78:1) – panoramiczny obraz telewizji wysokiej rozdzielczości (HDTV) (prostokąt zielony),
  - anamorficzny format kinowy 2,39:1 – stosowany w zapisie produkcji kinowych (prostokąt niebieski).







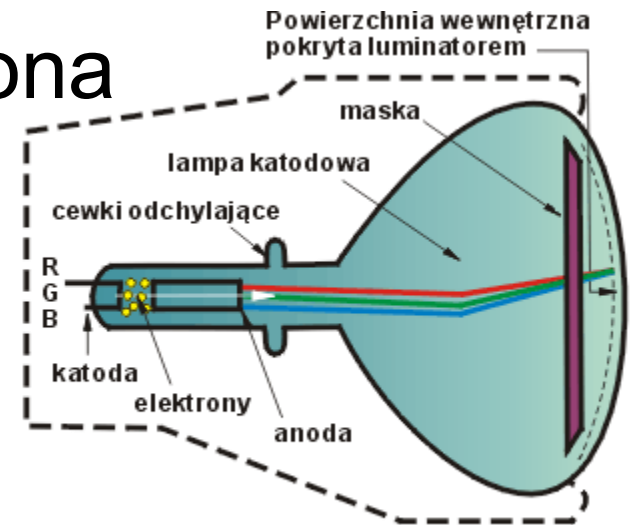


# Konwersje formatów obrazu

- W technice filmowej obraz panoramiczny zapisuje się na klatce filmowej przez jego anamorficzne ściśnięcie (zazwyczaj dwukrotnie). Analogiczną technikę wykorzystuje się zapisując obraz panoramiczny na płycie DVD w formacie 4:3.
- Najczęściej stosowaną metodą dopasowania formatu obrazu panoramicznego do formatu 4:3 jest tzw. technika letterbox (dodanie czarnych pasów na górze i dole obrazu).

# Technologia CRT (Cathode Ray Tube)

- Podstawą jest lampa kineskopowa, wypełniona obojętnym gazem pod niskim ciśnieniem, w której emitowany jest strumień elektronów, który padając na ekran z luminoforem powoduje jego świecenie.



Budowa monitora CRT



# Zalety CRT

- Duży zakres kolorów i odcienie szarości,
- Elastyczna zmiana rozdzielczości,
- Długi czas funkcjonowania
- Tania technologia,
- Łatwa naprawa usterek,

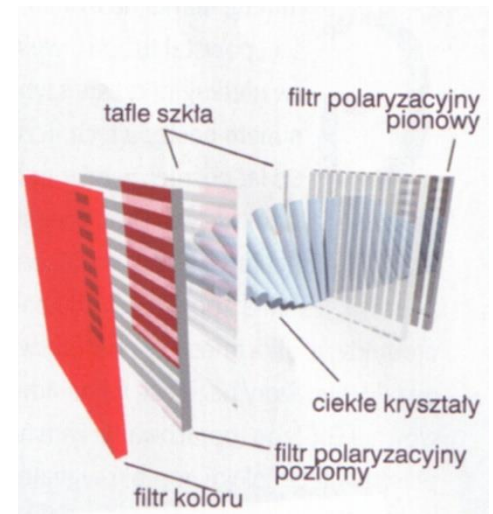


# Wady CRT

- Niebezpieczne promieniowanie,
- Zniekształcenia geometryczne obrazu,
- Słaba jasność obrazu,
- Aktywny obszar ekranu mniejszy niż wielkość kineskopu,
- Podatność na zakłócenia elektromagnetyczne,
- Duże wymiary urządzenia (przekątne ekranu od 14" do 32")

# Technologia LCD (Liquid Crystal Display)

- Zasada działania wykorzystuje zmianę polaryzacji światła przez zmianę orientacji cząsteczek płynnego kryształu na skutek przyłożonego napięcia.
- Źródłem światła jest grupa lamp fluerescencyjnych lub diod LED, natomiast zadaniem matrycy jest odpowiednio przepuszczać światło.





# Technologia LCD

- Kryształy przy braku napięcia polaryzacyjnego całkowicie przepuszczają światło. Pod wpływem napięcia kryształy proporcjonalnie do wartości napięcia blokują przepływ światła (w praktyce całkowite zablokowanie światła jest trudne do osiągnięcia, uzyskanie czerni możliwe tylko przy dynamicznym sterowaniu podświetleniem).
- Za powstawanie kolorowych subpikseli odpowiadają odpowiednie filtry koloru.



# Zalety wyświetlaczy LCD

- Duża jasność wyświetlania,
- Popularna, ciągle udoskonalana technologia, coraz tańsza,
- Szeroka oferta wielkości ekranów (od cala do kilkudziesięciu cali),
- Stosunkowo niski pobór mocy w porównaniu z innymi technologiami wyświetlania obrazu,





# Wady technologii LCD

- Problem z odwzorowaniem czerni,
- Stosunkowo długi czas działania matrycy (opóźnienia rzędu kilku milisekund),
- Słabsza reprodukcja kolorów,
- Możliwość wystąpienia smużenia (im wolniejsza matryca tym większe smużenie),
- Przy dużych kątach patrzenia spada kontrast obrazu.

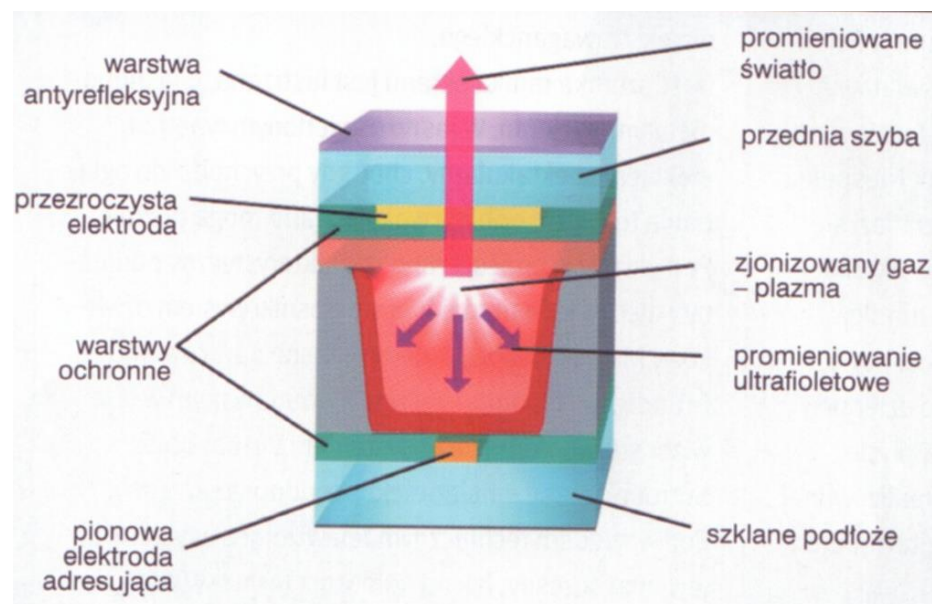


# Wyświetlacze plazmowe

- Technologia obecna na rynku od początku lat 90.
- Każdy subpiksel ma postać cienkiej, szklanej rurki, wypełnionej gazem. Na końcach rurki znajdują się elektrody. Wnętrze rurki pokryte jest luminoforem określonego koloru podstawowego (R,G,B).

# Wyświetlacze plazmowe

- Po przyłożeniu do elektrod wysokiego napięcia (300V), które wprowadza gaz w stan plazmy. Przemieszczająca się plazma powoduje promieniowanie ultrafioletowe, które z kolei powoduje świecenie luminoforu.





# Zalety ekranów plazmowych

- Szeroka paleta bardzo żywych barw,
- Prawidłowe odwzorowanie czerni,
- Wysoki kontrast, niezależny od kąta patrzenia,
- Brak smużenia (czas reakcji pojedynczej komórki na poziomie tysięcznych części milisekundy),



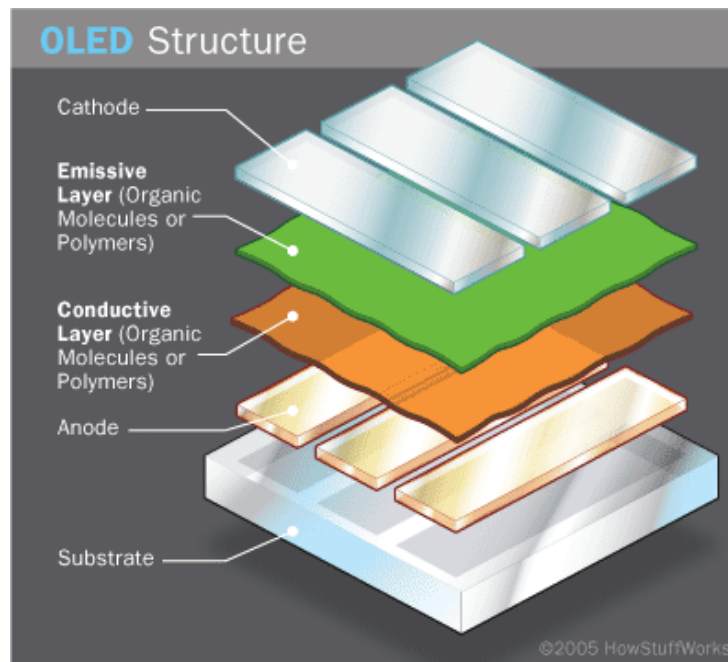
# Wady ekranów plazmowych

- Technologia nie pozwala zbudować ekranów małych rozmiarów (min. 32”),
- Co najmniej 2 razy większy pobór mocy niż ekrany LCD o tej samej przekątnej (im jaśniejsze obrazy tym większy pobór mocy),
- Żywotność poniżej 100 tys. godz.,
- Miejscowe wypalenia,
- Migotanie jasnych płaszczyzn w starszych modelach (przy odświeżaniu 50 Hz).

# Technologia OLED

## (Organic Light Emmiting Diode)

- W technologii wykorzystywane są polimerowe diody organiczne. Każda dioda składa się z warstwy przewodzeniowej, warstwy emisyjnej, podłoża, anody i katody.





# Technologia OLED

- Technologia znana jest od 20 lat,
- Diody OLED nazywane są półprzewodnikami organicznymi, polaryzacja w kierunku przewodzenia powoduje przepływ elektronów od katody do anody, katoda podaje elektrony a anoda dziury do warstwy emisyjnej. Oddziaływanie elektrostatyczne przyciąga dziury i elektrony, które rekombinują w pobliżu warstwie emisyjnej, co z kolei powoduje przejście elektronu na niższy poziom energetyczny, czemu towarzyszy emisja widzialnego promieniowania elektromagnetycznego.



# Budowa ekranów OLED

- Pojedynczy punkt ekranu tworzą 3 lub 4 subpiksele (kolory podstawowe R, G, B oraz kolor biały),
- Ze względu na krótką żywotność niebieskiej diody OLED (ok. 5 tys. godz.) stosuje się technologie PLED, gdzie kolor niebieski uzyskiwany jest przez rekombinacje barwy czerwonej, zielonej i białej.





# Zalety ekranów OLED

- Matryca OLED może mieć grubość zaledwie 3 mm.
- Ekran może być umieszczony na elastycznym podłożu,
- Dobre odwzorowanie barw, bardzo dobra jasność pikseli,
- Brak podświetlenia, bardzo wysoki kontrast,
- Przy wykorzystaniu elastycznego i przezroczystego podłoża ekran może wyświetlać obraz z obu stron,
- Niewielki pobór mocy,



# Wady ekranów OLED

- Stosunkowo poważnym problemem może być żywotność materiałów organicznych (w technologii PLED osiąga się żywotność ok. 200 tys. godz.),
- Rozhermetyzowanie matrycy może narażać ją na działanie wilgoci, która niszczy materiał organiczny.

# Projektory multimedialne

- Projektor multimedialny – urządzenie pozwalające wyświetlać obraz ruchomy na dowolnej pionowej powierzchni (biała ściana, ekran itp.),
- Stosunkowo małym kosztem można uzyskać projekcje obrazu ruchomego na dużej powierzchni ekranu (typowo ok. 100”),
- Głównie projekcje edukacyjne, biznesowe oraz kino domowe.





# Projektory - parametry

- Jasność – wyrażana w ANSI lumenach, wyraża całkowitą ilość światła emitowaną przez projektor. Typowa wartość ok. 1500 ANSI lumenów (np. projekcja w częściowo zaciemnionym pokoju),
- Kontrast – rozpiętość tonalna pomiędzy najjaśniejszym a najciemniejszym fragmentem obrazu. Według standardu ANSI pomiar dotyczy różnicy między czernią i bielą na ekranie mierzoną w doskonale czarnym pomieszczeniu. Realna wartość typowego współczynnika kontrastu wynosi 500:1.

# Projektory - parametry

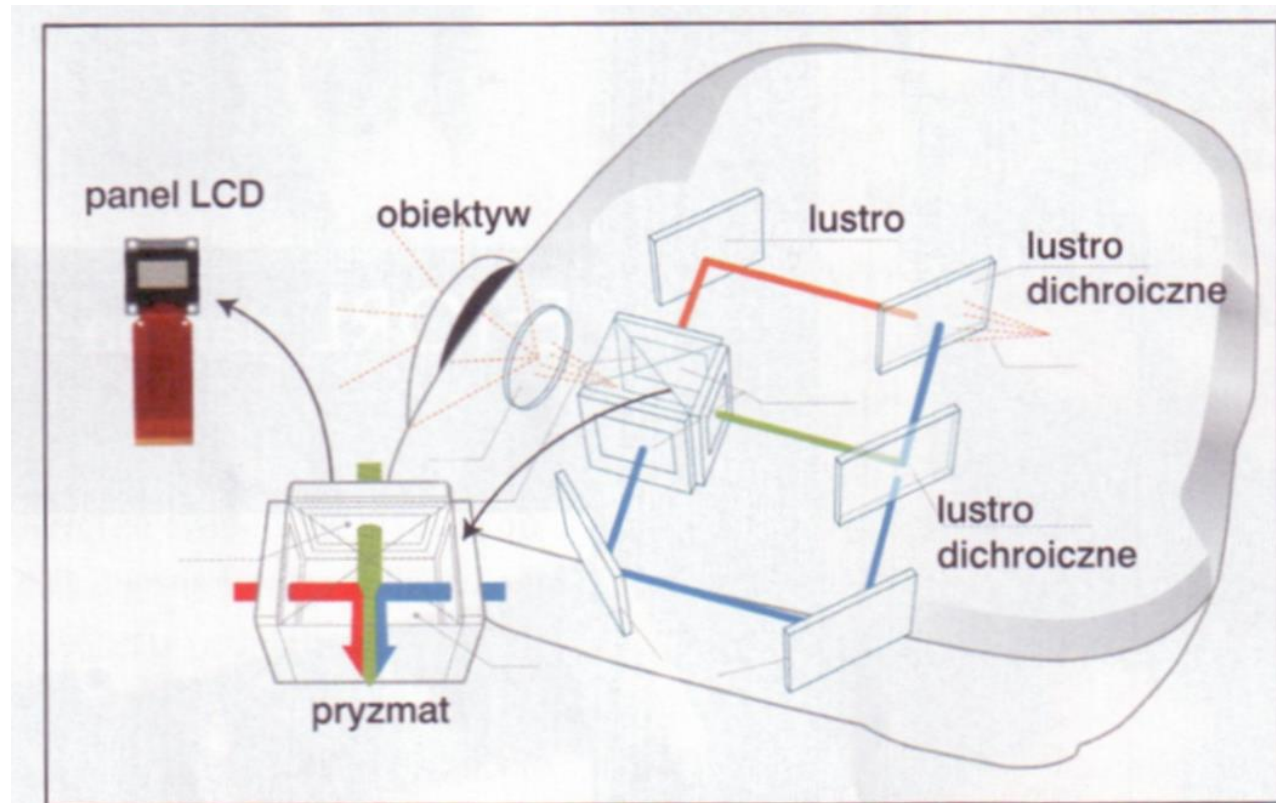
- Rozdzielczość – podawana maksymalna liczba pikseli w poziomie i w pionie. Typowe rozdzielczości dla projektorów: SVGA (800x600, 4:3), XGA (1024x768, 4:3), WXGA (1280x800, 16:10), HDTV 720p (1280x720, 16:9), HDTV 1080p (1920x1080, 16:9),
- Współczynnik projekcji (*throw ratio*) – stosunek odległości projektora do szerokości ekranu. Pozwala obliczyć jak duży obraz uzyskamy w określonej odległości od ekranu. Często podawany jest zakres tego współczynnika zależny od wielkości powiększenia.



# Projektory - parametry

- Hałas – głównie związany z chłodzeniem lampy, poziom nie powinien przekraczać 30 dB, zależy od intensywności świecenia,
- Żywotność lampy – całkowity czas pracy lampy, na ogół do 3000 – 4000 godz., koszt lampy może wynieść ponad 1000 zł.
- Lens shift – opcja regulacji osi optycznej obiektywu (w pionie i poziomie), funkcja ta pozwala skorygować obraz, gdy projektor nie może stać dokładnie na wprost ekranu.

# Projektory – technologia 3LCD



Układ optyczny projektora 3LCD. Wiązka światła jest rozszczepiana na trzy składowe: R, G, B, z których każda pada na dedykowany przetwornik LCD, zachowujący się jak przesłona



# Projektory – technologia 3LCD

- Stosowane panele LCD są bardzo małe (poniżej 1 cala), ale liczba punktów wynosi nawet ponad 2 miliony (matryce 1080p),
- Poszczególne punkty panelu przepuszczają światło albo je blokują,
- Strumienie światła z poszczególnych paneli łączone są optycznie za pomocą układu zwierciadeł.

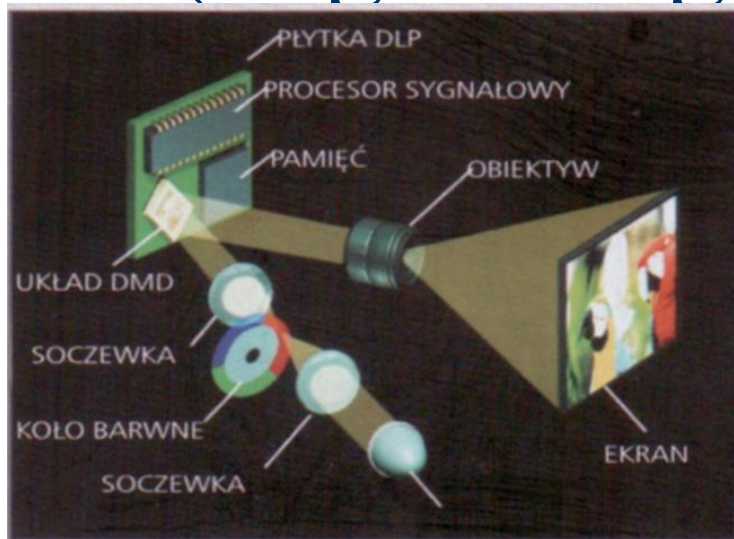




# Zalety i wady technologii 3LCD

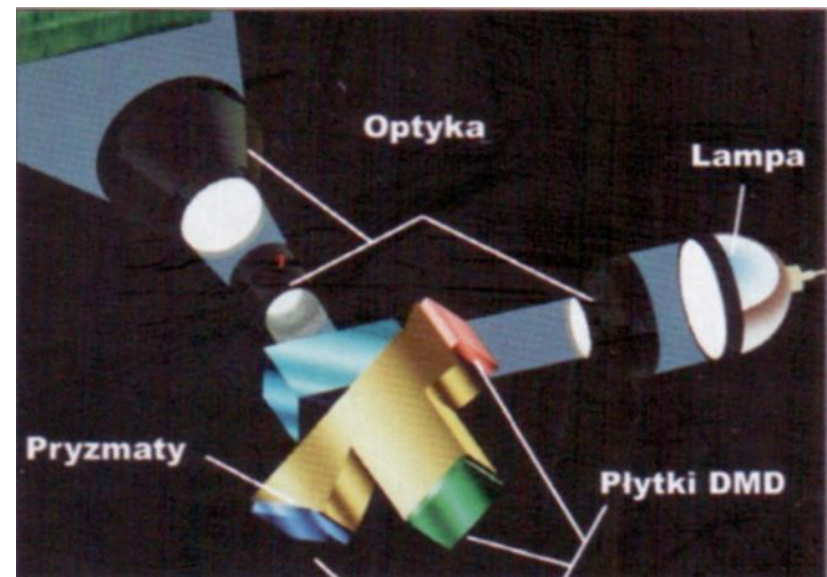
- Stosunkowo duża jasność,
- Regulacja osi optycznej,
- Duży zakres zoomu,
- Niska cena,
- Słabszy kontrast,
- Zdarzają się problemy z ustawieniem zbieżności paneli R, G, B (pogorszenie ostrości obrazu)

# Projektory – technologia DLP (Digital Light Processing)



Układ optyczny projektora DLP wykorzystuje zazwyczaj pojedynczy procesor DMD z kołem barwnym. To eliminuje Problem zbieżności, ale może powodować tęczę.

Trójprzetwornikowe projektory DLP są bardzo drogie





# Projektory – technologia DLP

- Serce projektora DLP jest przetwornik DMD (Digital Micromirror Device), który ma postać miniaturowej matrycy ruchomych luster, gdzie każde lustro odpowiada jednemu punktowi obrazu.
- Odchylenie lustra powoduje odbicie wiązki światła w kierunku ekranu (jasny piksel),
- Układ DMD współpracuje z wirującym kołem barwnym, które odpowiada za podział strumienia światła na poszczególne składowe R,G,B (w danej chwili przetwarzana jest jedna składowa, koło wiruje ok. 300 razy/s)

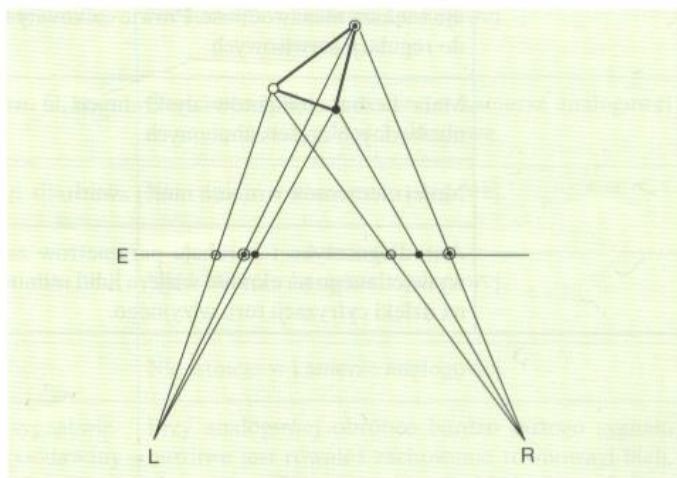


# Zalety i wady technologii DLP

- Duży kontrast (rzędu 5000:1),
- Duża jasność,
- Dobra ostrość obrazu,
- Stosunkowo duży koszt, zwłaszcza w przypadku projektorów trójprzetwornikowych.

# Prezentacje obrazu stereoskopowego

- Warunkiem powstania złudzenia obrazu przestrzennego jest możliwość obserwacji obrazu dwuocznie.
- Średnia odległość między osiami symetrii oczu u człowieka wynosi ok. 65 mm.



Rys. 1. Prosty obiekt w przestrzeni i otrzymywanie dwu jego stereo-półobrazów dla lewego (L) i prawego (R) oka



# Techniki prezentacji obrazu stereoskopowego

- Podstawą technik prezentacji obrazów stereoskopowych jest zapewnienie takich warunków odbioru, w których do każdego oka zostanie dostarczony tylko obraz przeznaczony dla tego oka.



# Techniki prezentacji obrazu stereoskopowego

- Technika anaglifowa – wymaga barwnych okularów (jedno szkło czerwone, drugie niebieskie albo zielone), obraz dla jednego oka umieszczony jest w kanale czerwonym, a dla drugiego oka w kanale niebieskim i zielonym. Takie rozwiązanie wiąże się z utratą informacji o kolorach. Jest to jedna z najtańszych i najprostszych technik prezentacji obrazów stereoskopowych.



# Techniki prezentacji obrazu stereoskopowego

- Technika polaryzacyjna – wymaga specjalnych okularów polaryzacyjnych, w których jedno szkło wykonuje polaryzację pionową a drugie polaryzację poziomą. System wymaga specjalnej projekcji, w której odpowiednio spolaryzowane obrazy trafiają do odpowiednich oczu.
- Stosowana w kinie IMAX, monitory 3D do pracy z programami typu CAD





# Techniki prezentacji obrazu stereoskopowego

- Technika sekwencyjnego przekazywania półobrazów – wymaga specjalnych okularów, które mają sterowane przysłony. W danej chwili czasu na ekranie pojawia się obraz przeznaczony dla konkretnego oka, w tym czasie w okularach przysłona zasłania drugie oko. Procedura jest powtarzana bardzo szybko (ponad 100 Hz).



# Autostereoskopowy monitor 3D

- Ekran monitora LCD pokryty siatką mikroskopijnych soczewek, których ogniskowe ustawione na poziom warstwy wyświetlającej piksele. Pojedyncza soczewka „zbiera” obraz z pojedynczego piksela.
- Światło padające (lub emitowane) na taką spreparowaną powierzchnię ogniskuje się w różnych miejscach w zależności od kierunku padania/świecenia, więc obraz postrzegany przez lewe oko różni się od obrazu widzianego prawym okiem. Odpowiednie preparowanie obrazu to wyłącznie sprawa programowa.



# Autostereoskopowy monitor 3D

- Monitory tego typu mają ograniczoną liczbę punktów widzenia, z których można w pełni podziwiać głębię obrazu (na ogół 9 punktów),
- Zwiększanie punktów widzenia głębi 3D odbywa się kosztem rozdzielczości obrazu.
- Tego typu monitory na razie wykorzystywane są głównie jako monitory prezentacyjne.



# Autostereoskopowy monitor 3D

## ■ Inn technologie to:

- Monitory objętościowe (szybko obracający się przezroczysty ekran, realny obraz 3D).
- Monitory z barierą paralaksy (polega na umieszczeniu przed ekranem monitora specjalnie zaprojektowanej przesłony wykonanej z nieprzeźroczystego materiału. Przesłona posiada szczeliny, przez które przekazywany jest obraz dla prawego oraz lewego oka).



Dziękuję za uwagę