

Monitory

Monitor to ogólna nazwa jednego z urządzeń wyjścia do bezpośredniej komunikacji operatora z komputerem. Zadaniem monitora jest natychmiastowa wizualizacja wyników pracy komputera. Sygnał na monitor wysyła karta graficzna.

Rodzaje monitorów:

- CRT (kineskopowe);
- LCD (ciekłokrystaliczne);
- PLASMA (plazmowe);
- OLED.



Rys. 1 Monitor kineskopowy z działem elektronowym (CRT)



Rys.2. Monitor ciekłokrystaliczny (LCD)

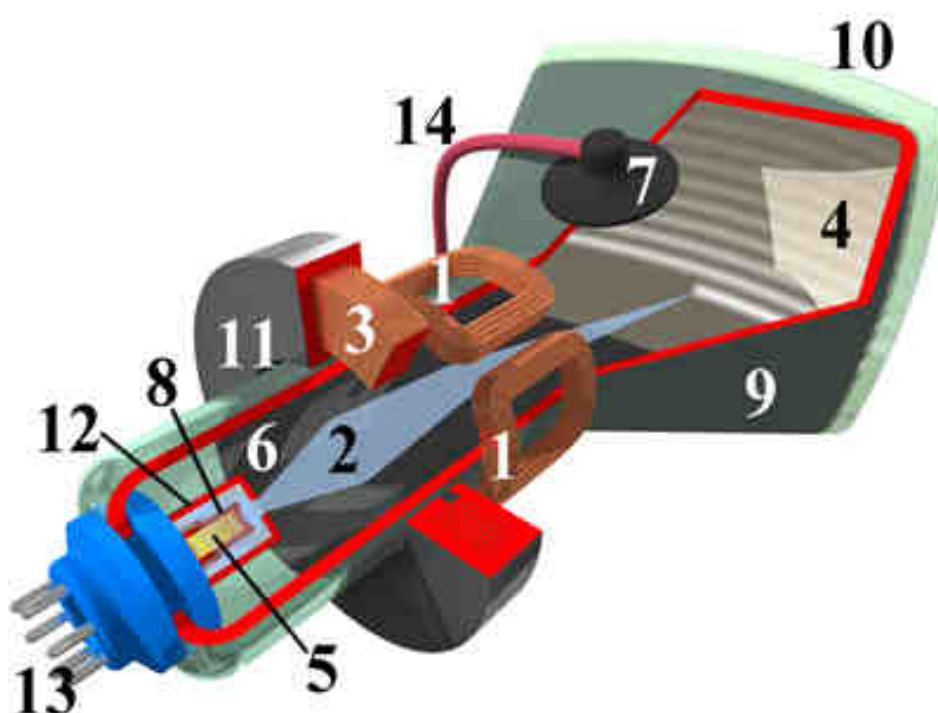


Rys.3. Telewizor PDP (plazmowy)



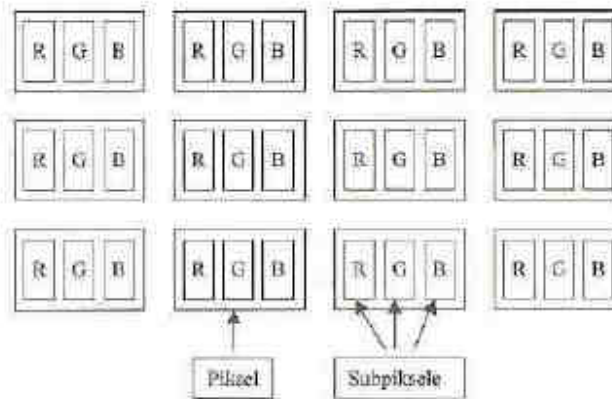
Rys.4. Monitor OLED

Ekran kineskopowy (CRT)



1. cewki odchylające
2. wiązka elektronów
3. cewka ogniskująca
4. luminofor
5. grzejnik katody
6. warstwa grafitowa wewnątrz lampy
7. podłączenie anody
8. katoda
9. antyimplozyjna bańka lampy
10. ekran
11. żelazna obudowa cewki
12. elektroda regulująca jasność plamki świetlnej
13. cokół lampy
14. przewód do podłączenia anody

Ekran kineskopu pokryty jest specjalną substancją zwaną **luminoforem**. Pod wpływem zogniskowanego strumienia rozpędzonych elektronów luminofor świeci. W celu narysowania obrazu na całej powierzchni ekranu strumień elektronów jest odchylany zarówno w poziomie (rysowanie pojedynczych linii) jak i w pionie (kreślenie kolejnych linii jedna pod drugą). Kiedy wiązka elektronów trafia na powierzchnię ekranu, wtedy **luminofor** generuje małe punkty czerwone, zielone albo niebieskie. Trzy takie punkty razem tworzą piksel.



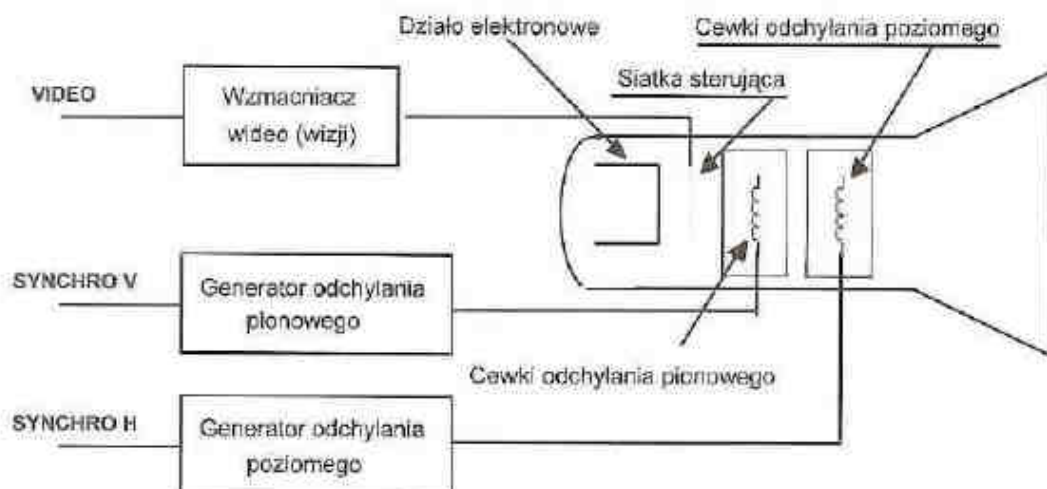
Rys.5. Sposób konstruowania obrazu kolorowego metodą RGB.

Częstotliwość odchylenia poziomego określa ile linii jest kreślonych na ekranie monitora w czasie jednej sekundy.

Po wypełnieniu całego ekranu treścią obrazu proces jest powtarzany. Liczba obrazów kreślonych w jednej sekundzie, zwana jest **częstotliwością odświeżania obrazu**.

W celu otrzymania na ekranie stabilnego obrazu każde rozpoczęcie kreślenia zarówno całego nowego obrazu, jak i każdej linii wchodzącej w jego skład musi rozpo-

czynąć się w takim samym, ściśle określonym momencie. Dlatego też do monitora dostarczane są specjalne sygnały mówiące o tym, kiedy ma się rozpocząć kolejny ruch płamki w poziomie lub pionie. Nazywane są odpowiednio **sygnałem synchronizacji odchylenia poziomego** – SYNCHRO H (H od ang. *horizontal*), i **sygnałem synchronizacji odchylenia pionowego** – SYNCHRO V (V ang. *vertical*). Trzecim sygnałem potrzebnym do uzyskania obrazu jest oczywiście sygnał jasności świecenia płamki, oznaczany często jako sygnał VIDEO. Na rysunku 2.4 przedstawiono schemat blokowy monitora wraz z dostarczanimi do niego sygnałami.



Rysunek 2.4. Schemat blokowy monitora

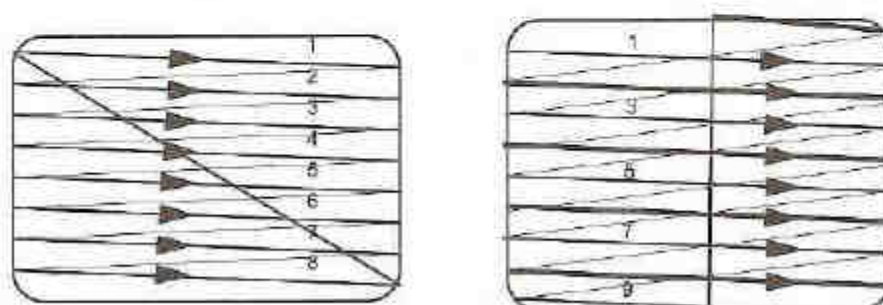
Wzmacniacz wideo (wizji) wzmacnia sygnał zmieniający energię strumienia elektronów, a więc jasność świecenia plamki. Od szerokości tak zwanego **pasma przenoszenia** tego wzmacniacza zależy, jak szybko możemy zmieniać jasność świecenia plamki, a co za tym idzie, ile szczegółów możemy narysować w danej linii, czyli w poziomie. Parametr ten ma więc wpływ na jeden z bardzo ważnych parametrów monitora zwany **rozdzielczością**. Rozdzielczość decyduje o liczbie szczegółów obrazu, które możemy wyświetlić na ekranie. Rozdzielczość podawana jest jako liczba pikseli możliwych do wyświetlenia w poziomie i w pionie. Przykładowo rozdziel-

czość 640x480 oznacza możliwość wyświetlenia 640 pikseli w każdej z 480 linii. Jak powiedziano, rozdzielczość w poziomie związana jest z pasmem przenoszenia wzmacniacza wideo, natomiast rozdzielczość w pionie wiąże się z liczbą linii, które rysujemy na ekranie, a więc z częstotliwością odchyłania poziomego. Na ostrość obrazu, a więc także i na rozdzielczość, ma również wpływ średnica plamki (podawana w milimetrach). Jest to oczywiste, gdy zauważymy, że zbyt duża plamka będzie na przykład powodowała nakładanie się na siebie sąsiadujących linii.

Plamka lub **dot pitch**- trzy sąsiadujące ze sobą elementarne punkty obrazu (na warstwie fosforyzującej kineskopu) emitujące światło w trzech barwach podstawowych. Im mniejsza odległość między dwoma punktami fosforu o tej samej barwie, tym mniejsza plamka i tym wyższa rozdzielczość monitora.

Dla komfortu pracy z monitorem ważny jest brak migotania obrazu, co uzyskujemy, powtarzając odpowiednio często wyświetlanie tego samego obrazu na ekranie. Aby uzyskać stabilny obraz, powinien on być wyświetlany co najmniej 50—60 razy na sekundę, a dla wyższych rozdzielczości częstotliwość powinna być jeszcze większa.

Zwiększanie częstotliwości powtarzania obrazu (czyli częstotliwości odświeżania) wiąże się jednak ze wzrostem liczby informacji przesyłanych do monitora. Dlatego też w pewnych przypadkach stosuje się wybieg pozwalający zmniejszyć tę liczbę. Sposób polega na kreśleniu obrazu na ekranie w dwóch etapach, najpierw wszystkie linie nieparzyste, a następnie wszystkie linie parzyste. Inaczej mówiąc, kreślimy na ekranie dwa **półobrazy**. Powoduje to zwiększenie dwukrotnie częstotliwości powtarzania (pół)obrazu, przy tej samej liczbie przesyłanych informacji. Okazuje się jednak, że sposób ten przestaje poprawnie funkcjonować przy wysokich rozdzielczościach obrazu (użytkownicy odbierają to jako migotanie). Kreślenie obrazu jako jednej całości, linia po linii nazywamy pracą monitora **bez przeplotu** (lub wybieraniem kolejnoliniowym, ang. *non-interlaced*), a konstruowanie obrazu z dwóch półobrazów zwane jest pracą **z przeplotem** (lub wybieraniem międzyliniowym, ang. *interlaced*). Obydwa sposoby wyświetlania obrazu przedstawione są schematycznie na rysunku 2.5.



Praca bez przeplotu

Praca z przeplotem

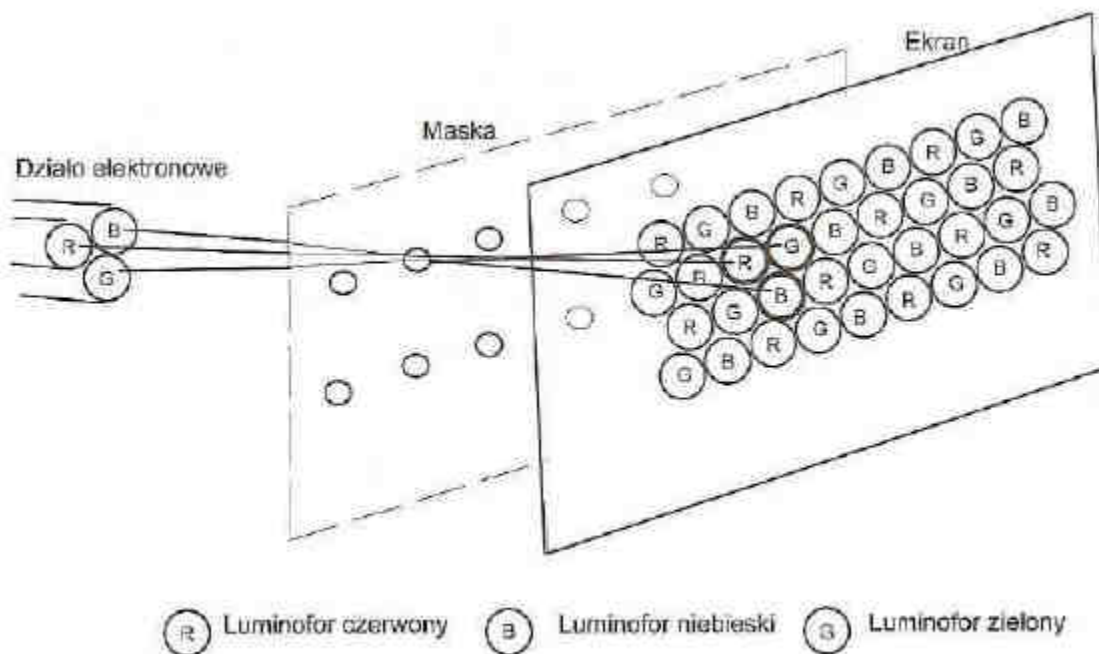
Rysunek 2.5. Praca monitora bez przeplotu i z przeplotem

Wyświetlanie obrazu kolorowego polega na tworzeniu obrazu z punktów o trzech kolorach: czerwonym (ang. *red*), zielonym (ang. *green*) i niebieskim (ang. *blue*). Kolory czerwony i niebieski są podstawowe, kolor zielony zaś jest mieszaniną koloru niebieskiego i żółtego. Mieszając ze sobą w odpowiednich proporcjach wymienione trzy kolory, możemy na ekranie uzyskać dowolną barwę.

Ekran kineskopu kolorowego pokryty jest trzema rodzajami luminoforu (tworzącymi punkty bądź paski). Każdy rodzaj luminoforu pobudzany jest do świecenia przez oddzielny strumień elektronów. Schematycznie konstrukcję kineskopu kolorowego pokazano na rysunku 2.6.

Jednym z problemów występujących przy budowie tego rodzaju kineskopu jest precyzja wykonania dział elektronowych, układów ogniskujących i odchylających. Nie można bowiem dopuścić, aby przykładowo strumień elektronów odpowiedzialny za świecenie koloru niebieskiego trafiał na punkty luminoforu czerwonego. Rozwią-

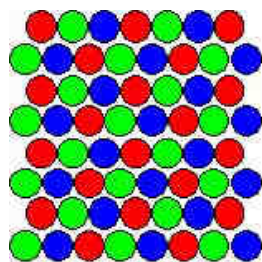
zaniem ułatwiającym osiągnięcie prawidłowego stanu jest stosowanie odpowiednio skonstruowanej maski, której przykład pokazano na rysunku 2.6. Oczywiście tego typu kineskop wymaga w miejsce pojedynczego sygnału VIDEO trzech sygnałów sterujących, zwanych R, G, B, odpowiedzialnych za zmiany jasności świecenia odpowiednio luminoforu czerwonego, zielonego i niebieskiego.



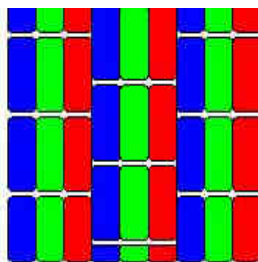
Rysunek 2.6. Zasada działania kineskopu kolorowego

Rodzaje masek

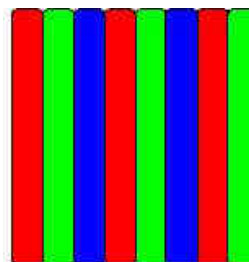
- **Delta** - maska otworowa, zrobiona z arkusza blachy z rozmieszczonymi regularnie małymi otworami. Działa elektronowe, luminofor jak i otwory maski umieszczone są w wierzchołkach trójkąta (Trio Delta). Wadą tego typu maski jest słaby kontrast uzyskiwanego obrazu, ale zaletą stosunkowo niskie koszty produkcji. Ten typ masek był stosowany głównie we wcześniejszych modelach kineskopów, może być stosowana w kineskopach sferycznych. Układ ten był pierwszym układem działania kineskopów kolorowych.
- **IL** - maska kratowa. Maska do układu dział elektronowych umieszczonych w jednej poziomej linii. Wykonana jest z arkusza blachy z podłużnymi, owalnymi otworami. Luminofor jest rozmieszczony w postaci krótkich pionowych pasków odpowiadających otworom w masce. Zastosowanie podłużnych otworów zwiększa jasność kineskopu, daje niezły kontrast odwzorowanego obrazu.
- **Trinitron** - maska szczelinowa, składa się z ramki, w której umieszczone są pionowe nacięcia (na całej wysokości ekranu) lub - zwłaszcza w monitorach, których ekran jest częścią walca lub płaskich - pionowe druty rozpięte na ramce. Charakteryzuje się wysoką jasnością i kontrastem wyświetlanego obrazu oraz dobrym odwzorowaniem barw. Luminofor w tej masce rozmieszczony jest w postaci pasków na całej wysokości ekranu. Podstawową wadą tej maski jest cień, który na ekran monitora rzucają cienkie poziome druciki podtrzymujące i stabilizujące strukturę maski oraz dosyć wysoka cena produkcji.



Delta - maska otworowa



IL - maska kratowa



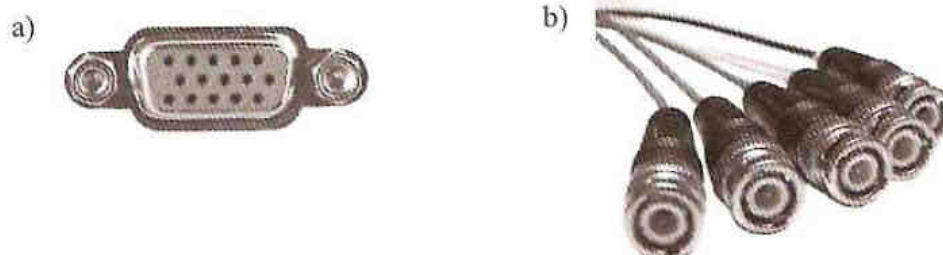
Trinitron - maska szczelinowa

Podsumowując, podstawowymi parametrami monitora z kineskopem są: rozdzielczość, częstotliwość odświeżania, średnica plamki oraz wielkość ekranu. Wielkość ekranu podaje się w postaci długości jego przekątnej wyrażonej w calach. To jednoznaczne, gdyż stosunek wysokości do szerokości ekranu jest stały i wynosi 4:3. Dla monitorów z kineskopem wielkość ta nie jest jednak wielkością części roboczej ekranu, na której widzimy obraz. Ta ostatnia jest nieco mniejsza.

Parametry monitorów CTR:

- przekątna wyrażona w calach, np. 17" – rzeczywista przekątna w monitorze CRT jest o ok. 1 cal mniejsza, ponieważ część jest zakryta obudową, dlatego 17" to tak naprawdę 15,9" lub 16,1";
- rozdzielczość – liczba pikseli w pionie i poziomie, np. 1024×768 (im większa rozdzielczość, tym mniejsze odświeżanie ekranu);
- odświeżanie – szybkość wyświetlania obrazu na ekranie, np. 85 Hz, zalecane odświeżanie to min. 75 Hz;
- przeplot – linie na ekranie mogą być wyświetlane po kolei (bez przeplotu) lub najpierw parzyste, a później nieparzyste (z przeplotem);
- Energy Star – standard zarządzania energią; zawiera wytyczne dotyczące ekologicznych metod produkcji m.in. monitorów oraz zalecenia w zakresie poboru mocy przez monitory;

- Degauss – funkcja rozmagnesowania maski kineskopu w przypadku jej zbytniego namagnesowania;
- OSD – cyfrowe sterowanie menu na ekranie monitora;
- złącza sygnałowe, np. D-SUB, BNC (rys. 7.4);
- normy emisji promieniowania wydzielanego przez monitor, np. MPRII, TCO'99, TCO'2003.



Rys. 7.4. Złącza sygnałowe monitorów CRT: a) D-SUB, b) BNC

Monitory LCD

Zjawisko polaryzacji światła

Światło jest falą elektromagnetyczną z określonego zakresu długości. Drgania elektromagnetyczne mogą zachodzić w różnych płaszczyznach (co ma miejsce choćby w przypadku bezpośredniego światła słonecznego) lub w jednej płaszczyźnie (przykładem może tu być światło odbite od lustra pod określonym kątem). W pierwszym przypadku mamy do czynienia ze światłem niespolaryzowanym, w drugim zaś ze spolaryzowanym. Schematycznie przedstawia to rysunek 2.7.



Rysunek 2.7. Polaryzacja światła

Określone materiały bądź urządzenia powodują, że światło niespolaryzowane po przejściu przez nie staje się światłem spolaryzowanym. Urządzenia te zwiemy filtrami polaryzacyjnymi lub inaczej polaryzatorami. Jednym z ich parametrów jest płaszczyzna polaryzacji, czyli płaszczyzna, w której drga fala elektromagnetyczna światła po przejściu przez filtr.

Jeżeli światło przepuścimy przez dwa filtry polaryzujące, których płaszczyzny polaryzacji są ustawione do siebie pod kątem prostym, uzyskamy całkowite wytłumie-

nie fali świetlnej (co jest oczywiste – drgania nie mogą zachodzić w żadnej płaszczyźnie). Jest to przedstawione na rysunku 2.8.

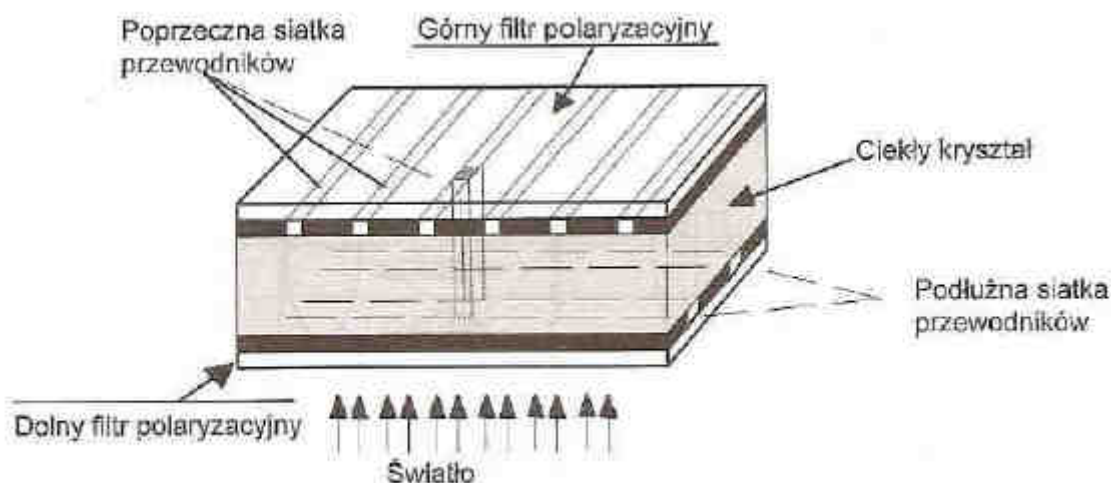


Rysunek 2.8. Oddziaływanie na światło filtrów polaryzujących

Wreszcie, jeżeli płaszczyznę polaryzacji polaryzatora ustawimy pod pewnym kątem (różnym od kąta prostego) do płaszczyzny polaryzacji światła, to część światła przejdzie przez polaryzator. Zmieniając płaszczyznę polaryzacji światła, możemy regulować jasność promienia po polaryzatorze, od pełnej aż do całkowitego wygaszenia promienia.

Budowa monitora LCD

Ciekły kryształ to materiał w fazie pośredniej między cieczą a kryształem. Najistotniejszą właściwością ciekłych kryształów jest skręcenie płaszczyzny polaryzacji przepuszczanego światła, dzięki przyłożonemu do ciekłego kryształu napięciu.

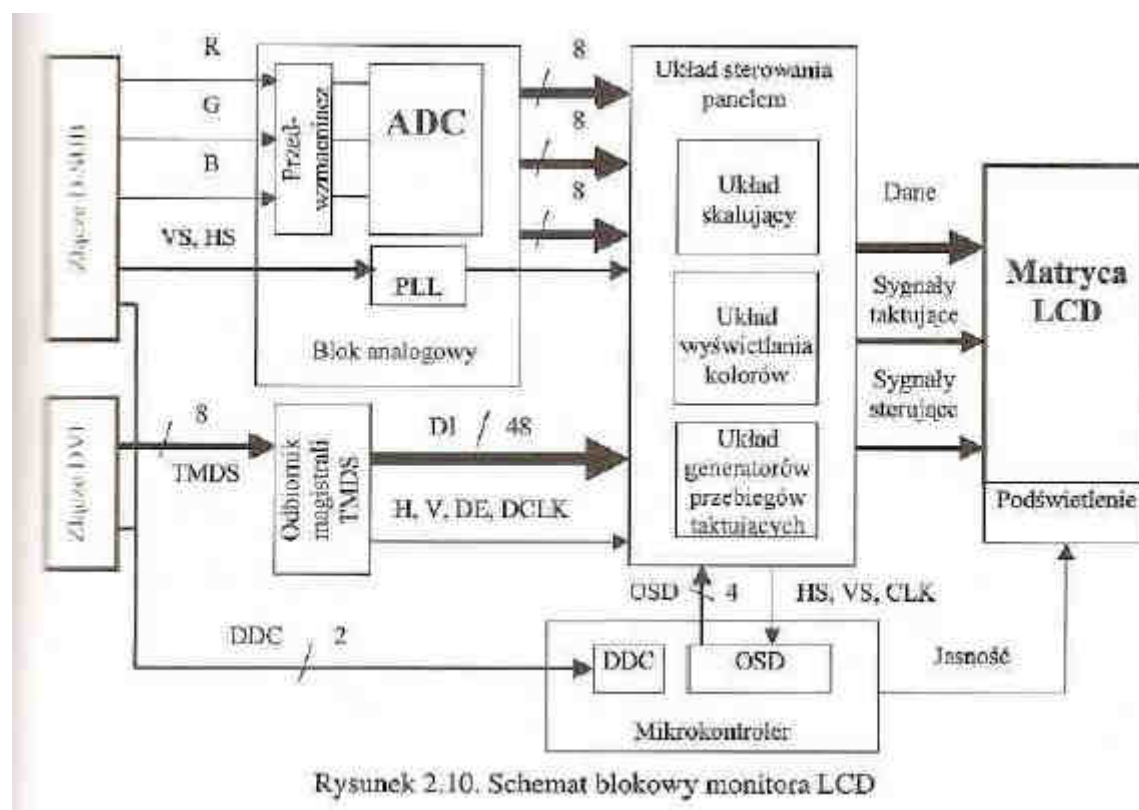


Rysunek 2.9. Zasada działania wyświetlacza LCD

Matryca składa się z dwóch filtrów polaryzacyjnych oraz krzyżującej się siatki przewodników. Na skrzyżowaniach przewodników tworzone są piksele matrycy. Filtry polaryzacyjne górny i dolny mają płaszczyzny polaryzacji przesunięte względem siebie o 90° . Umieszczony pomiędzy nimi ciekły kryształ powoduje zmianę płaszczyzny polaryzacji światła, przy czym kąt skręcenia tej płaszczyzny zależy od przyłożonego do niego napięcia. W wyświetlaczu ciekłokrystalicznym w taki sposób wybrano ciekły kryształ, aby bez napięcia polaryzującego powodował skręcenie płaszczyzny polaryzacji światła o 90° . Dzięki temu światło może przedostawać się przez wyświetlacz. Przyłożenie napięcia pomiędzy dwa punkty siatki przewodników, podłużnej i poprzecznej, powoduje zmianę kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła i przepuszczanie mniejszej ilości światła. W konsekwencji powstaje na wyświetlaczu punkt (piksel) tym ciemniejszy, im większa jest wartość przyłożonego napięcia. Jeżeli wykorzystujemy cyfrowy sposób wyświetlania obrazu, piksel jest sterowany dwustanowo:

jasny (włączony) lub ciemny (wyłączony). W przypadku wyświetlaczy kolorowych w odpowiednich punktach umieszczone są filtry o kolorach: czerwonym, zielonym i niebieskim (RGB), co pozwala uzyskać subpiksele o różnych kolorach.

Odmianą ekranu LCD jest wyświetlacz LCD z aktywną matrycą. W tego typu wyświetlaczu każdemu (sub)pikselowi odpowiada osobny tranzystor wykonany w tak zwanej technologii TFT (tranzystor cienkowarstwowy, ang. *Thin Film Transistor*) i połączony z nim kondensator. Podczas przemiatania poszczególnych pikseli matrycy kondensator znajdujący się na skrzyżowaniu dwóch aktywnych przewodników jest poprzez włączony tranzystor ładowany i przechowuje nagromadzony ładunek do następnego cyklu odświeżania.



Rysunek 2.10. Schemat blokowy monitora LCD

Monitory z kineskopem (monitory CRT) wymagają analogowych sygnałów sterujących R, G, B określających jasność świecenia odpowiedniego subpiksela. Sygnały te wytwarzane są przez przetworniki analogowo-cyfrowe będące elementem karty graficznej (patrz podrozdział 2.3) na podstawie informacji o treści obrazu, która jest przechowywana w pamięci wideo w postaci cyfrowej. Ponieważ matryce LCD są sterowane cyfrowo, nie ma konieczności przechodzenia z cyfrowej postaci obrazu na analogową, jak to miało miejsce w przypadku monitorów CRT. Dlatego nowsze karty graficzne mają złącze interfejsu oznaczanego jako DVI (Digital Video Interface). W monitorach LCD mogą więc występować dwa rodzaje złączy: DVI oraz, dla zachowania zgodności ze starszymi kartami graficznymi, złącze VGA – oznaczane też jako D-SUB (zdjęcia złączy patrz część I podręcznika, rozdział 1, str. 18).

Złącze DVI wykorzystuje do przesyłania informacji o obrazie magistralę TMDS (Transition Minimized Differential Signaling) opracowaną przez firmę Silicon Images. Pojedyncza magistrala TMDS przesyła trzema kanałami szeregowo informację o kolorach R, G, B w postaci cyfrowej (8 bitów/kolor) oraz czwartym kanałem sygnał zegarowy. Sygnały przesyłane są różnicowo, co zapewnia dużą pewność transmisji i odporność na zakłócenia (patrz podrozdział 5.4). Pojedyncza magistrala TMDS wymaga więc ośmiu linii.

Informacja przesłana z karty graficznej magistralą TMDS jest przetwarzana przez odbiornik magistrali sterującej oraz przekazywana w postaci informacji o kolorze (24 bity) i sygnałów taktujących do układu sterowania panelem.

Podobne sygnały wytwarza blok analogowy. Sygnały wejściowe tego bloku są sygnałami analogowymi pochodzącymi ze złącza D-SUB (VGA). Po przetworzeniu przez przetworniki analogowo-cyfrowe uzyskuje się 24 bity opisujące kolor kolejnych pikseli oraz sygnały taktujące. Sygnały te są także przesyłane do układu sterowania panelem LCD.

Zadaniem układu sterowania panelem LCD jest wytworzenie sygnałów zapalających lub gaszących określone subpiksele matrycy LCD. Jedną z cech takiej matrycy jest to, że obraz najwyższej jakości uzyskuje się dla określonej rozdzielczości, zwanej nominalną, znamionową albo natywną (ang. *native resolution*), związanej z liczbą pikseli w pionie i w poziomie w matrycy. Inne rozdzielczości uzyskuje się przez przeskalowanie obrazu wykonywane właśnie w układzie sterowania panelem LCD, jednak jakość obrazu ulega pogorszeniu.

Sposób sterowania matrycą LCD, a więc i sygnały wychodzące z układu sterowania panelem LCD, są specyficzne dla określonego typu matrycy i producenta.

W schemacie monitora występuje też mikrokontroler, którego zadaniem jest zapewnienie komunikacji monitora z kartą graficzną przez sygnały DDC (Data Display Channel) oraz wyświetlanie nastaw monitora na jego ekranie, określane jako OSD (On-Screen Display). Obie możliwości występują także w monitorach CRT. DDC jest szeregowym kanałem komunikacyjnym używającym dwóch linii: SDA – dane i SDC – zegar. Umożliwia on komunikację monitora z kartą graficzną. Pozwala to przykładowo na przekazanie parametrów monitora do karty graficznej. Parametry te przekazywane są w formacie struktury określanej skrótem EDID (Extended Display Identification Data), zawierającej między innymi informacje o producencie, wspieranych trybach pracy itp. Pozwala to zarówno dobrać przez komputer optymalne parametry pracy, jak i sterować określonymi operacjami wykonywanymi przez monitor.

Funkcja OSD polega na wyświetlaniu na ekranie monitora wartości jego nastaw, takich jak jasność, kontrast, korekcja geometrii obrazu (monitory CRT), oraz zmian tych nastaw w trakcie regulacji.

Rodzaje matryc:

Matryce TN/TFT (ang. *Twisted Nematic*) charakteryzują się znakomitym czasem reakcji (nawet do 2 ms) i bardzo dobrym obrazem. Monitory z matrycą TN w technologii TFT są przeznaczone przede wszystkim dla osób korzystających z aplikacji biurowych. Nie są polecane do zastosowań profesjonalnych (grafika, wideo), natomiast bardzo dobrze radzą sobie w przypadku każdego rodzaju multimedialnych (gry, filmy itp.). W technologii TFT za każdy piksel jest odpowiedzialny określony tranzystor cienkowarstwowy. Technologia ta pozwala na uzyskanie lepszych parametrów obrazu, szczególnie poprawia kąt widzenia oraz czytelność obrazu. Matryce TN/TFT w porównaniu z matrycami MVA lub PVA mają jednak słabsze odwzorowanie kolorów oraz kąty widzenia.

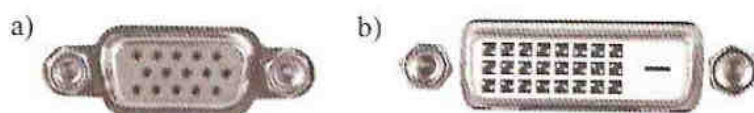
Matryce MVA (ang. *Multidomain Vertical Alignment*) mają szeroki kąt widzenia zarówno w pionie, jak i w poziomie, osiągając minimum 170° . Mają znakomite odwzorowanie kolorów. Inne ułożenie pikseli w porównaniu do matrycy TN sprawia, że nie są one zauważalne w przypadku wystąpienia jakiegokolwiek błędnego piksela bądź subpiksela. Jedynym słabszym parametrem jest stosunkowo długi czas reakcji. Obecnie najkrótszy czas wynosi 8 ms, a większość modeli ma czas reakcji na poziomie 16–25 ms. Znakomite odwzorowanie kolorów oraz szeroki kąt widzenia sprawia jednak, że panele LCD mające ten typ matrycy są obecnie coraz bardziej popularne, mimo wyższej ceny.

Matryce PVA (ang. *Patterned Vertical Alignment*) charakteryzują się, tak jak matryce MVA, bardzo dużym kątem widzenia oraz świetnym kontrastem, co gwarantuje znacznie lepsze odwzorowanie czerni. Podobnie również nie są zauważalne piksele, dzięki czemu matryce te są coraz częściej montowane w panelach LCD. Tak więc różnice z matrycą MVA są bardzo małe z punktu widzenia użytkownika, a wynikają one tylko z powodów formalnych, czyli uzyskania oddzielnych praw patentowych.

Matryce IPS (ang. *In-Plane Switching*) mają bardzo dobrze odwzorowane kolory (choć nie tak doskonałe, jak w obu matrycach VA, ale dużo lepsze niż w przypadku matrycy TN) oraz szeroki kąt widzenia. Ponadto obecnie ich czas reakcji jest niższy i zbliżony bardziej do czasu matrycy TN. Bardzo dobrze nadają się do profesjonalnych zastosowań. Tak więc mają one zalety zarówno matrycy VA, jak i TN, stąd technologia ta zdobywa coraz większą popularność, pomimo wysokiej ceny.

Parametry monitorów LCD:

- przekątna wyrażona w calach, np. 19", jest rzeczywistą przekątną w przeciwieństwie do monitora CRT;
- rozdzielczość, np. 1280×1024;
- typ matrycy, np. TN/TFT lub PVA;
- rozmiar plamki, np. 0,285 mm;
- format obrazu, np. 4:3 standard lub 16:10 panorama;
- jasność, np. 300 cd/m² (kandele na metr kwadratowy);
- kontrast, np. od 1000:1;
- kąt widzenia w pionie i poziomie, np. 160/160°;
- czas reakcji plamki, np. 12 ms;
- Pivot – możliwość obrócenia panela o kąt 90° (np. do pracy w edytorze tekstu);
- możliwość zawieszenia na ścianie;
- normy, np. Energy Star[®], RoHS, Windows Vista WHQL;
- złącza sygnałowe, np. D-SUB, DVI (rys. 7.7).



Rys. 7.7. Złącza sygnałowe:
a) D-SUB, b) DVI

Monitor plazmowy

Wyświetlacz PDP (ang. *Plasma Display Panel*) jest wyświetlaczem, który do tworzenia obrazu wykorzystuje plazmę i luminofor. Jest stosowany m.in. jako panel w monitorach komputerowych. Panele plazmowe mają następujące cechy:

- płaski ekran;
- możliwość budowy ekranów dużych rozmiarów (37", 42", 46", 50", 61", 63", 65", 103");
- trudności technologiczne przy budowie ekranów małych rozmiarów (mniejszych niż 30");
- ekran jest stosunkowo cienki w porównaniu do swoich rozmiarów (4" przy przekątnej ekranu 50");
- szeroki kąt widzenia (standardowo 170°, bez spadku jasności i czystości obrazu);
- wysoka jakość tworzonego obrazu;
- mała podatność na zniekształcenia obrazu spowodowane polem magnetycznym.

Zalety ekranów plazmowych:

- wąski, łatwy do zamontowania na ścianie;
- szerszy kąt widzenia oraz lepsze odwzorowanie kolorów niż paneli LCD;
- lepszy współczynnik kontrastu od wyświetlaczy LCD;
- ma większą głębię czerni niż wyświetlacze LCD;
- żywotność ekranu ok. 27 lat (przy 6 godzinach pracy dziennie).

Wady ekranów plazmowych:

- większa masa niż paneli LCD;
- ekran plazmowy zużywa średnio 2 razy więcej energii niż ekran LCD;
- są kruche i podatne na stłuczenie, co sprawia, że trudniej jest je transportować i instalować;
- występuje tendencja do nierównomiernego wypalania luminoforu;
- wyświetlacz jest jaśniejszy przez pierwsze 2000 godzin;
- przy wyświetlaniu obrazu o bardzo wysokim kontraście pojawia się czasami „efekt tęczy”;
- przy dłuższym oglądaniu męczy się wzrok.

Monitor OLED

Wyświetlacz OLED (ang. *Organic Light Emitting Diode*, czyli organiczna dioda emitująca światło) to dioda elektroluminescencyjna (LED) wytwarzana ze związków organicznych. OLED oznacza także klasę wyświetlaczy graficznych, opartych na tej technologii. Wyświetlacze tego typu charakteryzują się dość prostą metodą produkcji – warstwa organiczna, składająca się z pikseli–diod w trzech kolorach (lub czterech – dodatkowy kolor biały), jest nakładana na płytę bazową w procesie podobnym do drukowania stosowanego przez drukarki atramentowe. Dodatkowe wprowadzenie warstwy pośredniej pomiędzy płytą a emiternem podnosi sprawność i jasność ekranu. Technologia ta jest cały czas rozwijana ze względu na jej możliwości. Obecnie coraz częściej wyświetlacze OLED są stosowane m.in. w monitorach komputerowych.

Zalety ekranów OLED:

- ma większą skalę barw i jasność niż wyświetlacze LCD;
- nie wymaga podświetlenia – kontrast może wynosić nawet 1 000 000 : 1;
- kąt widzenia dochodzi do 180°;
- ma krótki czas reakcji – około 0,01 ms;
- produkcja jest mniej szkodliwa dla środowiska naturalnego;
- występuje możliwość produkcji zwijanych wyświetlaczy, np. składanych monitorów.

Wady ekranów OLED:

- ograniczona żywotność materiałów organicznych;
- w przypadku rozszechnienia matrycy wyświetlacza, wilgoć może zniszczyć materiał organiczny;
- rozwój technologii jest ograniczony patentami uzyskanymi przez firmę Eastman Kodak Company.

Więcej na temat wyświetlaczy plazmowych i OLED znajdziesz tutaj: <http://pclab.pl/art41370-2.html>