

Budowa i działanie monitora LCD

W monitorze LCD najważniejszym elementem jest filtr polaryzacyjny, który przepuszcza fale świetlne o określonej fazie. Źródło światła to najczęściej cienka lampa jarzeniowa (świelówka) lub diody LED. Światło jest przepuszczane przez filtr z poziomymi szczelinami, co powoduje tworzenie się poziomych wiązek światła. Następnie przechodzi przez warstwę polikrzemową zwaną ciekłymi kryształami i trafia na kolejny filtr, w którym szczeliny są ułożone pionowo. Jeżeli strumień światła nie zostanie

odpowiednio zakrzywiony przez cząstki ciekłego kryształu, światło zostanie zatrzymane na powierzchni drugiego filtra — piksel jest wówczas nieaktywny. W celu uaktywnienia piksela strumień światła zostaje załamany o 90 stopni przez odpowiednio skręcone molekuly ciekłego kryształu i na powierzchni ekranu pojawia się świecący punkt — piksel aktywny. Położeniem cząstek polikrzemu steruje się za pomocą tranzystorów włączających napięcie.

Piksel składa się z trzech komórek (subpikseli) odpowiedzialnych za wyświetlanie kolorów za pomocą filtrów RGB. Każdy subpiksel jest sterowany niezależnie oddzielnym tranzystorem. Piksele są ułożone blisko siebie i tworzą matrycę LCD, która ma formę idealnego prostokąta.

Czasami na powierzchni ekranu LCD pojawiają się subpiksele, które nie zmieniają swojej barwy lub się nie przełączają. Potocznie są one nazywane martwymi pikselami (ang. *dead pixel*). W najlepszym razie jest to tylko przybłokowany subpiksel, który po lekkim puknięciu lub samoczynnie wraca do normy. Gorzej, jeśli uszkodzeniu uległ tranzystor sterujący subpikselem odpowiedzialnym za wyświetlanie kolorów RGB.

UWAGA

Gdy zobaczymy na powierzchni wyświetlacza lub telewizora LCD martwe piksele, powinniśmy zareklamować produkt (jeśli jest jeszcze na gwarancji). W celu upewnienia się, czy liczba martwych pikseli kwalifikuje produkt do reklamacji, można samemu przeprowadzić wstępną diagnozę. Większość producentów deklaruje zgodność z normą ISO 13406-2 wyróżniającą następujące odmiany uszkodzonych pikseli:

Świecący cały piksel. W celu sprawdzenia, ile tego typu uszkodzonych pikseli przewiduje norma, należy użyć wzoru: $\text{liczba_pikseli_matrycy} \times 2 / 1\ 000\ 000$.

Martwy cały piksel. Obliczenia jak wyżej.

Martwy lub świecący subpiksel. W celu sprawdzenia, ile tego typu uszkodzonych pikseli przewiduje norma, należy użyć wzoru: $\text{liczba_pikseli_matrycy} \times 5 / 1\ 000\ 000$.

Matryce ciekłokrystaliczne

Pierwszą odmianą matryc ciekłokrystalicznych były tzw. **matryce pasywne**, w których pojedyncze tranzystory sterowały całymi wierszami i kolumnami pikseli. Brak kontroli pojedynczych pikseli objawiał się rozmytym obrazem i długim czasem przełączania, co powodowało efekt smug i cieni.

Współczesne wyświetlacze LCD dla komputerów PC są wyposażone w **matryce aktywne**, w których wszystkie piksele są sterowane oddzielnymi tranzystorami cienkowarstwowymi (ang. *Thin Film Transistor*, TFT). Powstało kilka odmian matryc aktywnych:

- TN (ang. *Twisted Nematic*). Stosowane w tańszych monitorach LCD. Doskonale nadają się do domowych multimediów z racji krótkiego czasu reakcji (poniżej 8 ms). Znaczną wadą są małe kąty widzenia w granicach 120 – 140 stopni w obydwu kierunkach i słabe odwzorowanie kolorów. Matryce TN rzadko są stosowane w monitorach do zastosowań profesjonalnych.

- **MVA** (ang. *Multidomain Vertical Alignment* — wielodomenowe wyrównywanie pionowe). Matryce MVA bardzo dobrze odwzorowują barwy dzięki niezależnym ułożeniom kątów kryształów. Nie są najtańsze, jednak charakteryzują się szerokim kątem widzenia (ponad 170 stopni) i niezłym czasem reakcji, co powoduje, że obecnie są często montowane w monitorach LCD.
- **PVA** (ang. *Patterned Vertical Alignment* — wzorzyste wyrównanie pionowe). Technologia opracowana przez firmę Samsung, podobna do MVA. Matryce PVA charakteryzują się niezłym kątem widzenia, szybkim czasem reakcji, dobrym kontrastem.
- **IPS/S-IPS** (ang. *In-Plane Switching/Super-In-Plane Switching* — przełączanie wewnątrzpłytkowe). Matryce o przekątnej powyżej 17 cali, bardzo dobrym odwzorowaniu i rozłożeniu kolorów oraz niezłym kącie widzenia. Molekuły są ułożone w zygzaki (wcześniej wiersze i kolumny), co jeszcze bardziej ogranicza przesunięcia kolorów. S-IPS łączy zalety matryc TN i MVA, często są stosowane w monitorach do profesjonalnych zastosowań graficznych.

Komunikacja z monitorem LCD (D-Sub, DVI)

Monitory ciekłokrystaliczne są typowymi urządzeniami cyfrowymi, w przeciwieństwie do monitorów CRT. Niestety, tańsze wersje wyświetlaczy LCD wykorzystują do transmisji sygnału wideo analogowe 15-pinowe złącze D-Sub, co wymusza podwójną konwersję (rysunek 2.71). Zamiana sygnału cyfrowego na analogowy wewnątrz karty graficznej w układzie DAC i ponowna konwersja na postać cyfrową w monitorze powoduje straty jakości i podatność na zakłócenia.



Rysunek 2.71.
Analogowe 15-pinowe złącze D-Sub

UWAGA

Jeżeli karta graficzna ma wyłącznie wyjście DVI-I lub DVI-A, możemy zastosować specjalną przejściówkę w celu podłączenia gniazda D-Sub w monitorze do interfejsu analogowego.

W celu maksymalnego wykorzystania możliwości nowoczesnych wyświetlaczy LCD należy użyć **interfejsów cyfrowych**, o ile karta graficzna i monitor mają takie złącze. Do dyspozycji mamy:

- **DVI** (ang. *Digital Video Interface* — cyfrowy interfejs wideo). Cyfrowy standard przesyłania sygnału wideo, w niektórych odmianach również analogowego, choć sygnał cyfrowy umożliwia uzyskanie większej ostrości obrazu i intensywności kolorów (rysunek 2.72). Standard przewiduje okablowanie nie dłuższe niż 5 m. Wyróżnia się kilka odmian złącza DVI:
 - **DVI-I** — umożliwia przesyłanie sygnału cyfrowego i analogowego,
 - **DVI-D** — umożliwia przesyłanie wyłącznie sygnału cyfrowego,
 - **DVI-A** — umożliwia przesyłanie wyłącznie sygnału analogowego.

- **HDMI** (ang. *High Definition Multimedia Interface* — multimedialny interfejs wysokiej rozdzielczości). Cyfrowy standard przesyłania sygnału audio/wideo umożliwiający transmisję obrazu wysokiej rozdzielczości (HD) i dźwięku wielokanałowego. Standard jest przeznaczony do urządzeń typu odtwarzacze DVD, Blu-ray, telewizory LCD i plazmowe, konsole do gier. W przypadku sprzętu komputerowego HDMI coraz częściej zastępuje cyfrowe złącze DVI (rysunek 2.73). Standard umożliwia zastosowanie 15-metrowego okablowania. W przypadku większych odległości zalecane jest stosowanie urządzeń wzmacniających.
- **Display Port (DP)**. Najnowszy standard przesyłania obrazu i dźwięku cyfrowego z wykorzystaniem jednego kabla (rysunek 2.74). DP nie jest kompatybilny sygnałowo z innymi standardami cyfrowymi, np. DVI i HDMI. Okablowanie umożliwia przesył obrazu wideo do czterech kanałów oraz sygnału audio do ośmiu kanałów i może mieć długość do 15 m. W odróżnieniu od HDMI standard DP może być stosowany bez licencji, dzięki czemu producenci mogą tworzyć tańsze urządzenia lub czerpać większe zyski. Najnowsza wersja umożliwia m.in.:
 - obsługę czterech monitorów w rozdzielczości 1920×1600 pikseli,
 - obsługę dwóch monitorów w rozdzielczości 2560×1600 pikseli,
 - obsługę jednego monitora w rozdzielczości 3840×2160 pikseli,
 - obsługę sygnału 3D dla maksymalnie dwóch odbiorników w rozdzielczości 1920×1080 pikseli,
 - przesył dźwięku ośmiokanałowego 7.1,

- transfer na poziomie USB 2.0 dzięki dodatkowemu kanałowi,
- obsługę sieci Ethernet,
- możliwość stosowania złącza Mini DP.

UWAGA

Sygnał przesyłany za pomocą DP, HDMI oraz DVI może być chroniony technologią Digital Rights Management (DRM — cyfrowe zarządzanie prawami) uniemożliwiająca kopiowanie sygnału ze złącza.