



Wyświetlacze ciekłokrystaliczne

W ciągu ostatnich kilku lat kolorowe wyświetlacze ciekłokrystaliczne (LCD) zdobyły szturmem rynek elektronicznych urządzeń użytkowych. Są obecne w zegarkach, telefonach komórkowych, aparatach cyfrowych po monitory i telewizory, o najrozmaitszych kształtach i wielkościach. Są wciąż znacznie tańsze i prostsze w produkcji niż wyświetlacze plazmowe i znacznie mniejsze niż kineskopowe.

Kolorowy wyświetlacz to nic innego jak matryca złożona z ogromnej liczby małych, różnokolorowych lampek. Niby proste, lecz projektanci każdego wyświetlacza muszą rozwiązać kilka problemów: pojedynczy świecący element (piksel) musi być bardzo mały, ale jednocześnie musi mieć możliwość wysyłania światła w trzech podstawowych barwach (np. czerwonej, zielonej i niebieskiej), o bardzo różnej intensywności (aby uzyskać dobry kontrast), i wreszcie świecące elementy muszą szybko reagować na żądanie zmiany jasności (aby na obrazie nie powstawały smugi podczas wyświetlania czegoś w ruchu). Pożądane jest też, by urządzenie było jak najmniejsze i zużywało możliwie mało energii.

Widać, że sprawa nie jest prosta. Zanim wyjaśnimy, jak poradzili sobie twórcy LCD, proponuję mały eksperyment. Proszę spojrzeć na włączony wyświetlacz LCD przez polaryzator. Jeśli ktoś nie ma go w domu, można w zastępstwie użyć np. kawałka szkła, folii lub plastiku i obserwować odbicie obrazu przy niewielkim kącie padania. Gdy kręcimy polaryzatorem lub plastikiem, łatwo dostrzec, że widoczna jasność wyświetlacza zmienia się, co wskazuje, że światło z wyświetlacza jest całkowicie spolaryzowane liniowo (zdjęcia).

Zjawisko polaryzacji światła służy w matrycy LCD do kontrolowania jasności piksela. Zasada działania jest prosta: światło wysyłane np. przez diodę lub dowolne źródło dające białe światło o dużej, stałej jasności przechodzi przez cienką folię polaryzującą je liniowo. Dalej znajduje się „magiczna substancja” skręcająca płaszczyznę polaryzacji przechodzącego światła o kąt

regulowany przyłożonym do niej napięciem. Wreszcie drugi stały polaryzator liniowy, skrzyżowany z pierwszym, wygasza światło w mniejszym lub większym stopniu w zależności od kąta skręcenia. Na koniec kolorowy filtr zabarwia światło na któryś z podstawowych kolorów.

Wspomnianą „magiczną substancją” jest tzw. ciekły kryształ. Jest to substancja, której cząsteczki mają postać długich, raczej sztywnych łańcuchów. W odpowiedniej temperaturze i ciśnieniu cząsteczki mają tendencję do ustawiania się mniej więcej w jednym kierunku. W kryształcie użytym w LCD kierunek uporządkowania skręca o 90 stopni wzdłuż drogi światła. Dzięki temu kryształ skręca płaszczyznę polaryzacji przechodzącego przezeń światła. Jeśli jednak włączymy pole elektryczne, siły elektrostatyczne będą starały się ustawić wszystkie cząsteczki wzdłuż linii sił pola i skręcenie zmniejszy się. Przy odpowiednio dużym napięciu skręcenie zniknie i światło będzie całkiem wygaszane przez drugi polaryzator.

Ciekłe kryształy reagują szybko na zmiany przyłożonego napięcia, a użycie polaryzatorów pozwala regulować jasność piksela w bardzo szerokim zakresie: układ wygasza niemal całe światło, gdy światło ma płaszczyznę polaryzacji prostopadłą do drugiego polaryzatora, a przepuszcza większość, gdy równoległą.

Stare, czarno-białe wyświetlacze ciekłokrystaliczne znane z kalkulatorów, działają według podobnych zasad, ale zamiast własnego podświetlenia od tyłu korzystają z odbitego od wewnętrznej części wyświetlacza światła zewnętrznego.

