

# Nowe protokoły komunikacyjne wyświetlaczy przemysłowych

Z biegiem lat technologia wyświetlaczy ulega wielkim zmianom. Początkowo były to moduły monochromatyczne sterowane za pomocą interfejsu równoległego. Następnie, producenci zaczęli płynnie przechodzić na kolorowe wyświetlacze TFT, które w dzisiejszej dobie smartfonów są warunkiem koniecznym, aby produkt był atrakcyjny dla klienta. Rozwój technologii spowodował, że zaczęto oferować wyświetlacze o większych wymiarach, poprawiono odwzorowanie kolorów oraz wdrożono nowe metody komunikacji.

Przez ostatnią dekadę RGB oraz LVDS były najbardziej popularnymi interfejsami w wyświetlaczach TFT. Nadal są one masowo stosowane: dla mniejszych rozdzielczości (VGA – 640×480 i mniej) jest to najczęściej RGB, natomiast dla większych (WVGA – 800×480 i więcej) LVDS. Większość współczesnych mikroprocesorów, a nawet już mikrokontrolery, ma wbudowany sterownik RGB lub/i LVDS, dzięki czemu zastosowanie nowoczesnego wyświetlacza w aplikacjach jest bardzo ułatwione.

LVDS (Low Voltage Differential Signaling) sprawdza się do dzisiaj jako rozwiązanie przemysłowe. Większość matryc/telewizorów/monitorów nadal ma zastosowany wewnątrz konstrukcji interfejs LVDS służący do komunikacji z zewnętrznymi urządzeniami. Niemniej w dobie miniaturyzacji urządzeń mobilnych zawierających wyświetlacze o coraz większej rozdzielczości, zaczęły się pojawiać nowe standardy komunikacyjne, mogące zachwiać pozycję jedyne do tej pory rozwiązania przemysłowe.

## Embedded DisplayPort (eDP)

Przewiduje się, że w przeciągu kilku najbliższych lat na rynku komputerów osobistych PC interfejsy VGA i DVI zostaną zastąpione innymi, bardziej wydajnymi rozwiązaniami. Ograniczona funkcjonalność, obsługa małych rozdzielczości (np. VGA) oraz stara technologia nie sprawdzają się przy dzisiejszych wymaganiach klientów. Jedną z propozycji zastąpienia tych interfejsów jest nowy protokół zaprezentowany przez VESA (Video Electronics Standards Association) – interfejs eDP (Embedded DisplayPort).

Zalety eDP:

- Obsługa rozdzielczości do 4 k×2 k przy 60 FPS i 24 bpp.
- Do 240 FPS (klatek na sekundę) przy FHD i 24 bpp.
- Głębina kolorów na poziomie 48 bpp przy 2560×1600 przy 60 FPS.
- Dokładność odwzorowania kolorów (profil kolorystyczny zawarty w paśmie przesyłania).
- Jednoczesna obsługa wielu monitorów (do 63 różnych strumieni A/V).
- Mały pobór mocy, dłuższy czas pracy na baterii.
- Nieskomplikowana budowa sterownika umożliwiająca tańsze metody implementacji.

eDP podczas transmisji obrazu korzysta z kompresowanych paczek, podobnie jak Ethernet, USB czy SATA. Dzięki takiemu rozwiązaniu interfejs eDP jest skalowalny i może być w przyszłości stosowany w nowych aplikacjach lub w innych topologiach systemowych.

Podobnie jak w LVDS, warstwa fizyczna eDP składa się z różnicowych par sygnałowych. Jedna para służy jako zegar synchronizujący dane, a pozostałe są wykorzystywane do transferu informacji. Liczba zastosowanych par do przesyłania informacji jest zależna od wyświetlacza oraz jego parametrów (rozdzielczość, głębina kolorów, częstotliwość odświeżania). Poza przewodami związanymi z zegarem i danymi, standardowo znajdują się dodatkowo dwukierunkowe przewody kanału AUX oraz detekcji Hot Plug. Konstrukcja interfejsu eDP została przedstawiona na **rysunku 1**.

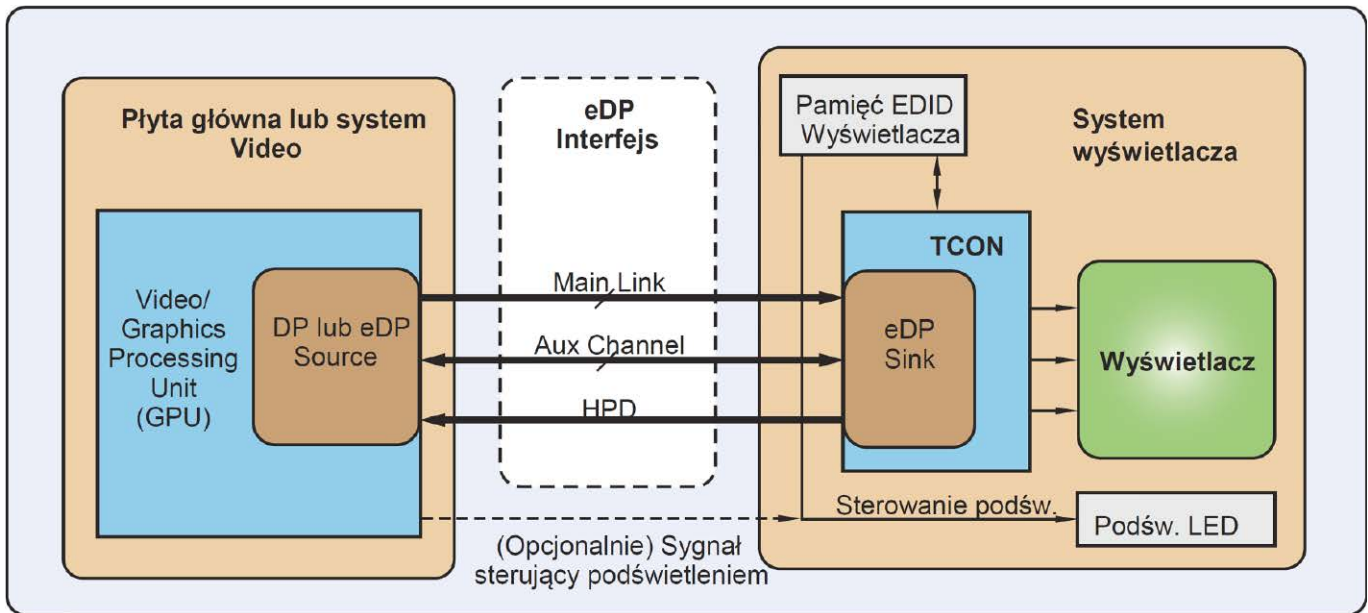
## Display Serial Interface (DSI)

W urządzeniach mobilnych konieczne było zastosowanie nowego interfejsu do obsługi wyświetlaczy o dużej rozdzielczości. Firmy takie, jak Qualcomm, Texas Instruments oraz inne z przemysłu telefonii mobilnej należące do konsorcjum MIPI, wspierają w swoich produktach nowy interfejs, jakim jest MIPI DSI. Został on zaprojektowany w celu ułatwienia projektowania oraz redukcji kosztów podczas integracji urządzeń z wyświetlaczami.

Podobnie jak w LVDS czy eDP, MIPI DSI korzysta z podobnych par różnicowych do przesyłania informacji. Jedna para przewodów służy do przesyłania sygnału zegarowego, a pozostałe do przesyłania danych.

MIPI DSI ma dwa tryby działania: Low Power (LP) oraz High-Speed (HS). W trybie Low Power zegar jest wstrzymywany, a informacje o sygnale zegarowym są przesyłane za pomocą pary przewodów związanych z danymi. Ten tryb jest wykorzystywany przede wszystkim do wysyłania informacji/inicjalizacji do wyświetlacza. Natomiast w trybie High Speed, służącym do przesyłania obrazu, sygnał zegarowy jest przesyłany przez oddzielną, przeznaczoną do tego parę przewodów zegarowych – na podobnej zasadzie jak w LVDS.

Cały protokół komunikacyjny składa się z dwóch zestawów instrukcji. Display Command Set (DCS) jest zestawem uniwersalnych komend do obsługi wyświetlacza, których



Rysunek 1. Opis połączenia komputera z wyświetlaczem za pomocą eDP

Tabela 1. Liczba par przewodów Vx1 w zależności od typu matrycy

Rozdzielczość	Częstotliwość odświeżania (pixel clock)	Głębokość koloru	Liczba linii
HD: 1280×720	60 Hz (74.25 MHz)	do 36-bit	1
	120 Hz (148.5 MHz)	do 36-bit	2
	240 Hz (297 MHz)	do 36-bit	4
Full HD: 1920×1080	60 Hz (148.5 MHz)	do 36-bit	2
	120 Hz (297 MHz)	do 36-bit	4
	240 Hz (594 MHz)	do 36-bit	8
Cinema – Full HD: 2560×1080	480 Hz (1188 MHz)	do 36-bit	16
	60 Hz (185 MHz)	do 30-bit	2
	120 Hz (370 MHz)	do 30-bit	4
4 k×2 k: 3840×2160	240 Hz (740 MHz)	do 30-bit	8
	60 Hz (594 MHz)	do 36-bit	8
	120 Hz (1188 MHz)	do 36-bit	16
	240 Hz (2376 MHz)	do 36-bit	32

format jest zdefiniowany przez standard DSI. W tym zestawie można odnaleźć komendy takie, jak Sleep, Enable i Invert Display.

Drugi zestaw komend to Manufacturer Command Set (MCS). Zestaw ten nie jest zdefiniowany przez standard DSI, a same komendy są charakterystyczne dla danego producenta wyświetlacza. Można odnaleźć w nich komendy odpowiedzialne za wpisywanie danych do pamięci nieulotnej sterownika ekranu lub korekcji gammy monitora.

### Interfejs Vx1

Przyjętym standardem dla wyświetlaczy o rozdzielczości VGA i wyżej jest interfejs LVDS. Jednak od kiedy rozdzielczość ekranów zaczęła zwiększać się z HD do FHD, a nawet do UHD, pojawiła się potrzeba zaprojektowania nowego, bardziej odpornego na zaburzenia sposobu komunikacji z wyświetlaczem. W odpowiedzi na taki wymóg, przedstawiony został zaprojektowany w 2007 roku przez firmę Thine

Electronics interfejs Vx1. Standard przesyłania informacji jest podobny do tego, który występuje w LVDS, jednakże nowy interfejs umożliwia osiąganie większych prędkości przy zachowaniu niskich kosztów produkcji. Prędkości te osiągają nawet do 840 Mb/s dla każdej pary różnicowej przewodów. Dzięki większym prędkościom i lepszym zabezpieczeniom przed zakłóceniami zewnętrznymi, możliwe jest zastosowanie dłuższych przewodów – nawet do 10 metrów.

W przeciwieństwie do LVDS, Vx1 nie posiada pary przewodów z sygnałem zegarowym. Sygnał ten jest zintegrowany w parach przewodów związanych z danymi. Dzięki mniejszej ilości par przewodów, osiągnięto lepsze zabezpieczenie przed zakłóceniami.

Dla porównania, do wysterowania ekranu o rozdzielczości Cinema-FHD (2560×1080) z 30-bitową głębią kolorów i częstotliwością odświeżania obrazu 120 Hz potrzebne są 24 pary przewodów LVDS. Natomiast w Vx1 do obsługi tego samego wyświetlacza wystarczą tylko 4 pary. Liczba zastosowanych par przewodów Vx1 w zależności od rozdzielczości, głębi kolorów oraz częstotliwości odświeżania jest opisana w tabeli 1.

### Niechronne zmiany

Zważając na fakt, że większość urządzeń związanych z rynkiem wyświetlaczy nadal pracuje na niekompatybilnym z nowymi standardami interfejsie LVDS, wprowadzenie zmian w krótkim czasie będzie utrudnione. Niemniej eksperci przewidują, że nowe architektury i SoC (System-on-a-chip), która obsługują nowe generacje interfejsów, przyjmą się w najbliższej przyszłości nie tylko na rynku komputerów PC oraz urządzeń mobilnych. Producenci wyświetlaczy tacy jak AUO, Litemax oraz LG w swoich nowych modelach już dzisiaj wykorzystują nowe interfejsy, a w przyszłości ich liczba z pewnością się powiększy.

**PIOTR RYŻYŃSKI**  
**INŻYNIER PROJEKTU, UNISYSTEM**  
**PIOTR@UNISYSTEM.PL**