

AKw09 Interfejsy urządzeń zewnętrznych.

Interfejs można zdefiniować jako połączenie między danym systemem (urządzeniem) a innym systemem lub częściami jakiegoś systemu, przez które przepływa informacja. System interfejsu definiowany jest jako zbiór niezależnych od urządzeń elementów mechanicznych, elektrycznych i funkcjonalnych, koniecznych w procesie wymiany informacji między urządzeniami.

Interfejs może być sprzętowy lub programowy, a najczęściej obejmuje obie te warstwy. Magistrala zawsze jest sprzętowa. Magistrala i interfejs sprzętowy, to rzeczywiście trochę podobne pojęcia. Ale: magistrala to zespół fizycznych linii (i układów przełączających), które służą do łączenia ze sobą układów w systemach mikroprocesorowych (składa się z szyny sterującej, adresowej i danych) - głównie w odniesieniu do łączenia wszystkiego we wnętrzu komputera. Natomiast interfejs służy do łączenia ze sobą i umożliwienia komunikacji urządzeń jako takich (np. myszka - PC; pendrive - PC) - stąd interfejs jest szerszym pojęciem, poza tym poprzez interfejs sprzętowy można rozumieć gniazda, wtyczki, rodzaj kabla, itd. Wymiana danych pomiędzy komputerem a urządzeniami (lub pomiędzy dwoma urządzeniami) realizowana jest dzięki wcześniejszemu ustaleniu protokołu transmisji, czyli specyficznego zbioru reguł, procedur lub różnego rodzaju konwencji dotyczących formatu i czasu trwania przesyłania danych.

Interfejs - jest to zespół środków zapewniających dopasowanie mechaniczne, elektryczne i informacyjne, oraz ustalających funkcjonalne relacje pomiędzy fizycznie odrębnymi częściami systemu, zgromadzonym w celu wymiany informacji między nimi.

Interfejs – specyfikacja

Specyfikacja interfejsu określa:

- sposób wymiany informacji
- standardy elektryczne sygnałów
- standardy mechaniczne (np. wtyczki i gniazda)
- media transmisyjne

Zadania i funkcje interfejsu:

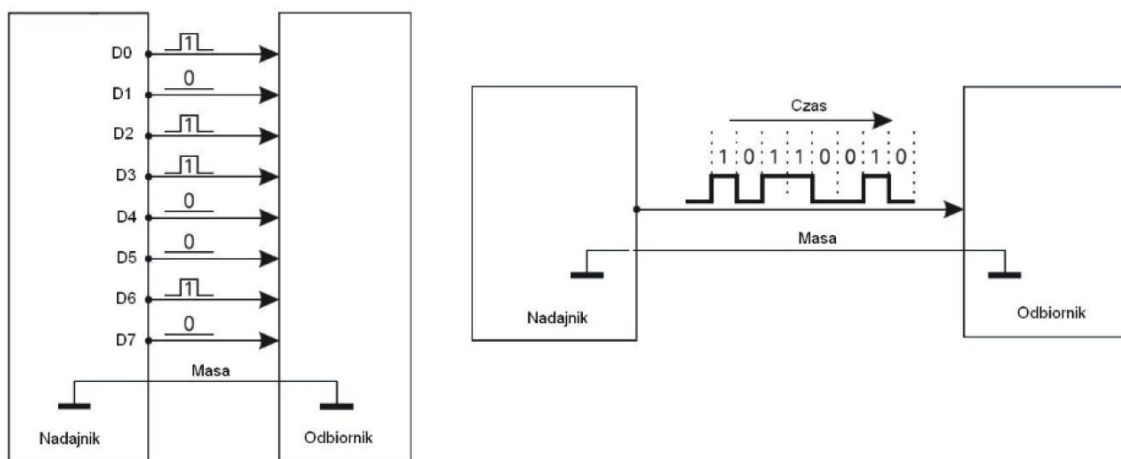
- konwersja
- synchronizacja
- przerwania
- buforowania
- zarządzanie
- korekcja błędów

Klasyfikacja

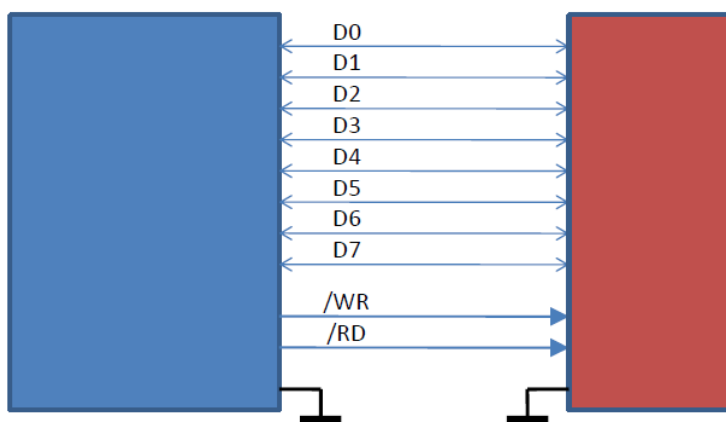
- Ze względu na sposób przesyłania bitów:
 - szeregowo
 - równoległe

Interfejsy szeregowe	Interfejsy równoległe
● RS-232C ● IrDA (<i>Infrared Data Association</i>) ● Bluetooth ● PS/2 (<i>Personal System</i>) ● I2C (<i>Inter-Integrated Circuit</i>) ● USB (<i>Universal Serial Bus</i>) ● IEEE 1394 (FireWire, i.Link) ● IEEE 1149.1 (JTAG) ● SATA (<i>Serial ATA</i>)	● IEEE 1284 (Centronics) ● ATA/ATAPI (<i>Advanced Technology Attachment Packet Interface</i>) ● ISA, EISA (<i>Industry Standard Architecture, Extended ISA</i>) ● PCI, PCI-X, PCI-Express (<i>Peripheral Component Interconnect</i>) ● AGP (<i>Accelerated Graphics Port</i>) ● PCMCIA (<i>Personal Computer Memory Card International Association</i>)

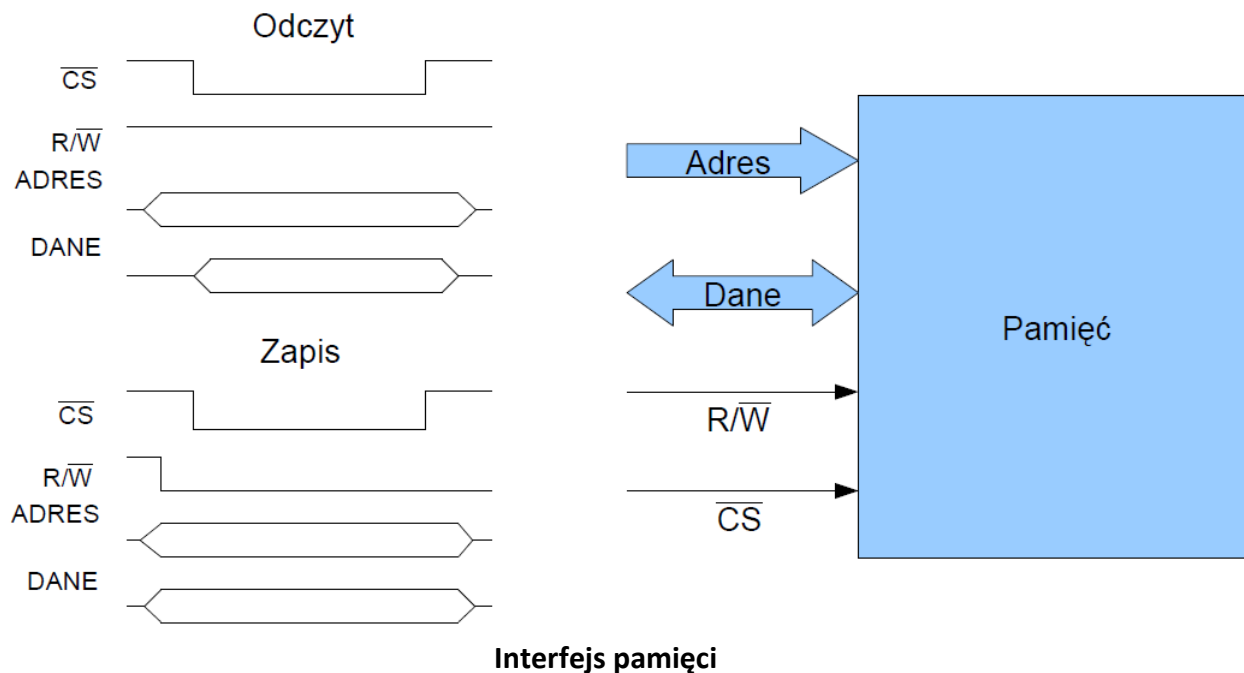
- Ze względu na sposób przesyłania w czasie:
 - synchroniczne
 - asynchroniczne



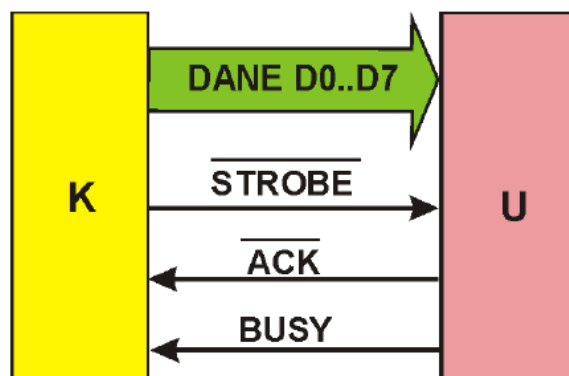
Porównanie transmisji równoległej i szeregowej



Przykład transmisji równoległej, dwukierunkowej



Transmisja asynchroniczna z synchronizacją sprzętową



Zalety i wady transmisji szeregowej

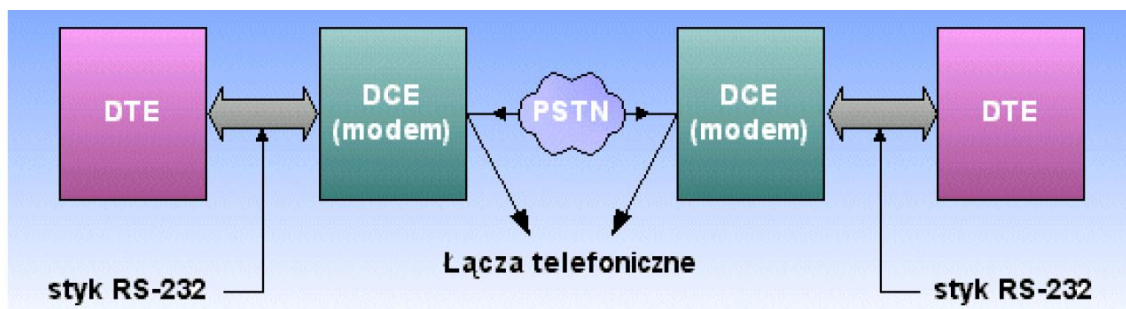
Zalety:

- mała liczba przewodów,
- mniejsze wtyczki, złącza, gniazdka, itp.,
- możliwość transmisji wielobitowej,
- wiele odbiorników/nadajników podłączonych do tych samych przewodów
- większa odporność na zakłócenia, (transmisja różnicowa),
- możliwa transmisja na większe odległości,
- możliwa transmisja bezprzewodowa

Wady:

- ograniczona prędkość transmisji,
- duża częstotliwość taktowania dla osiągnięcia odpowiedniej szybkości transmisji,
- wymagany układ do zamiany na postać równoległą i szeregową, (serializacja danych)
- dodatkowe dane do korekcji błędów,

Standard RS-232 został opracowany na początku lat sześćdziesiątych w celu normalizacji interfejsu pomiędzy urządzeniami wymieniającymi dane. Szczególnie nacisk położono na zdefiniowanie interfejsu pomiędzy terminalem (DTE - Data Terminal Equipment) a modemem (DCE - Data Communication Equipment). Standard ten jest obecnie bardzo często stosowany przy szeregowej transmisji danych pomiędzy różnymi typami urządzeń DTE. Obecnie najbardziej rozpowszechnioną wersją jest wersja oznaczona symbolem RS-232C, która jest powszechnie używana do transmisji danych na nieduże odległości (do 15 m). Interfejs RS-232C występuje w dwu wersjach: 9 linii – wtyk DB-9, 25 linii wtyk DB-25.



Wykorzystanie łącza RS232

Poniżej podano zestawienie sygnałów interfejsu RS-232C używanych w komputerach PC:

Wtyk DB-25	Wtyk DB-9	Sygnał	Kierunek transmisji
1	-	-	-
2	3	TxD	Terminal -> Modem
3	2	RxD	Modem -> Terminal
4	7	RTS	Terminal -> Modem
5	8	CTS	Modem -> Terminal
6	6	DSR	Modem -> Terminal
7	5	-	Mass
8	1	DCD	Modem -> Terminal
20	4	DTR	Terminal -> Modem
22	9	RI	Modem -> Terminal
23	-	DSRD	Modem <-> Terminal

- 1) **TxD** - Transmitted Data - dane nadawane
- 2) **RxD** - Received Data - dane odbierane
- 3) **RTS** - Request To Send - urządzenie sygnalizuje tą linią zamiar przekazywania danych
- 4) **CTS** - Clear To Send - linią tą przesyłane jest potwierdzenie przyjęcia sygnału RTS i stwierdzenie gotowości do odbioru danych. Para sygnałów sterujących RTS/CTS może przy półduplexowym trybie pracy łącza sterować kierunkiem transmisji
- 5) **DSR** - Data Set Ready - specyfikacja RS-232C określa ten sygnał jako meldunek urządzenia (modemu), że zostało nawiązane połączenie i układ jest gotów do przyjęcia danych (w praktyce nie używane i oznacza tylko włączenie urządzenia, modemu)

6) **DTR** - Data Terminal Ready - sygnał ten wskazuje w ogólności na gotowość urządzenia nadającego. Musi on pozostawać aktywny przez cały czas trwania połączenia. Para sygnałów DTR i DSR odpowiada za utrzymanie połączenia

7) **DCD** - Data Carrier Detect - modem sygnalizuje tą linią odbiór fali nośnej, co oznacza, że druga strona jest w trakcie nawiązywania połączenia. Sygnał DCD pozostaje aktywny przez cały czas trwania transmisji

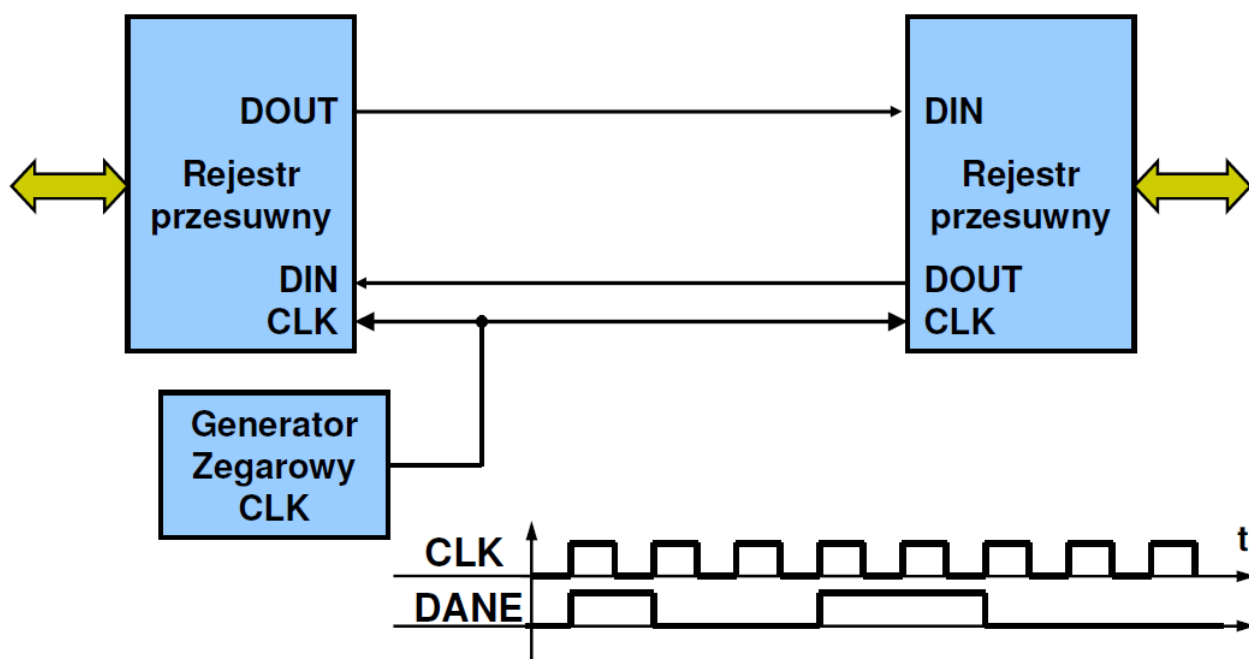
8) **RI** - Ring Indicator - w przypadku połączenia modemów przez sieć telefoniczną urządzenie nadające informowane jest o odebraniu sygnału odpowiadającego wywołaniu abonenta (dzwonek)

9) **DSRD** - Data Signal Rate Detector - linia ta występuje tylko w 25-końcówkowej wersji łącza. Umożliwia dostosowanie się korespondentów do jednej z dwóch możliwych prędkości transmisji. Z sygnału tego mogą korzystać obie strony.

Linie TxD i RxD są właściwymi liniami służącymi wymianie danych, pozostałe przewody są wykorzystywane do sterowania transmisją.

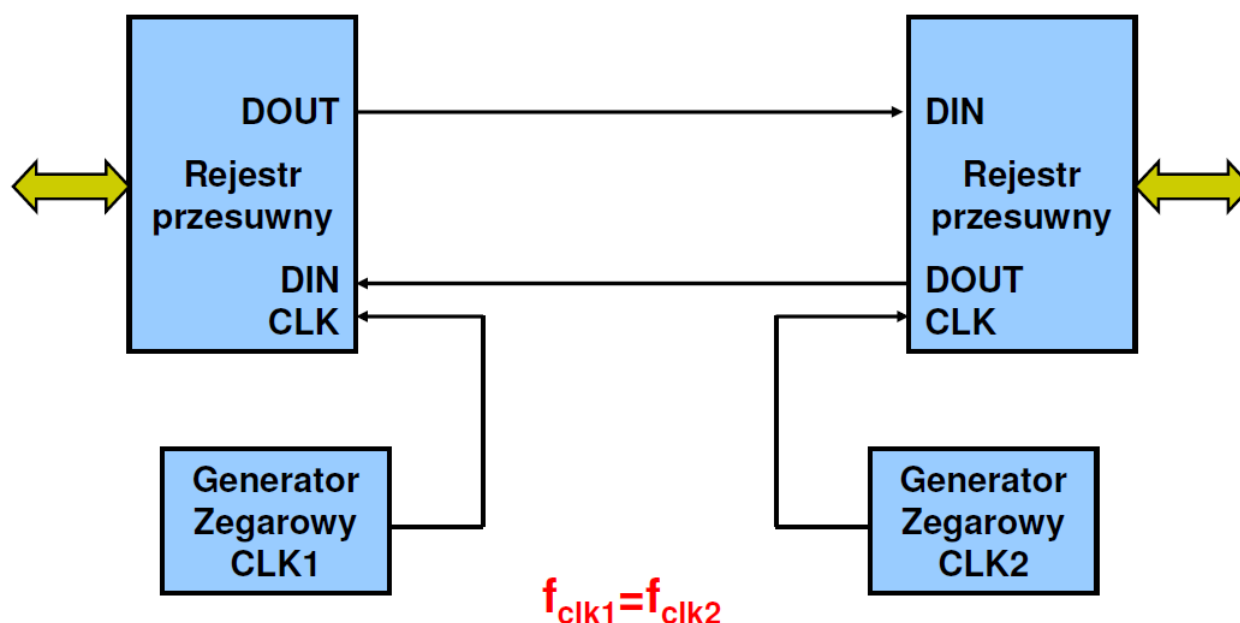
W standardzie RS-232C transmisja danych odbywa się szeregowo bit po bicie, przy czym definiuje się dwa rodzaje transmisji: synchroniczna i asynchroniczna (znakowa).

Idea transmisji szeregowej synchronicznej

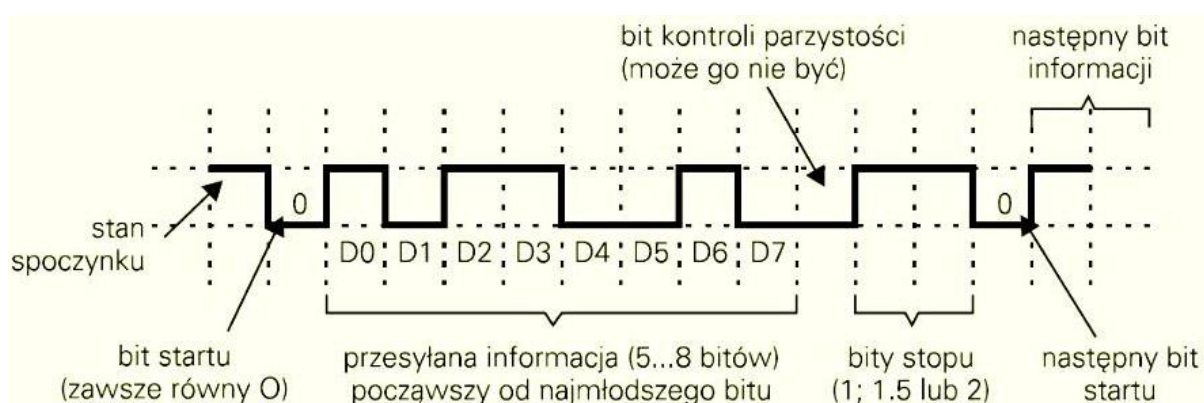


Podczas transmisji synchronicznej, dzięki określonemu impulsowi taktującemu, utrzymywane jest stałe tempo przekazywania informacji. Nie występują tutaj przerwy spowodowane koniecznością synchronizacji pojedynczych porcji informacji, a więc uzyskuje się lepsze wykorzystanie linii łączących. Dane mają strukturę określającą ich przeznaczenie (np. dane do wyświetlenia, dane do drukowania, sterowanie terminalem itp.). Zwykle dla kontroli poprawności transmisji pakiet zawiera dodatkowe dane pozwalające zweryfikować poprawność transmisji. W transmisji synchronicznej ilość bitów pomiędzy pakietami nie musi być wielokrotnością bajtu.

Idea transmisji szeregowej asynchronicznej



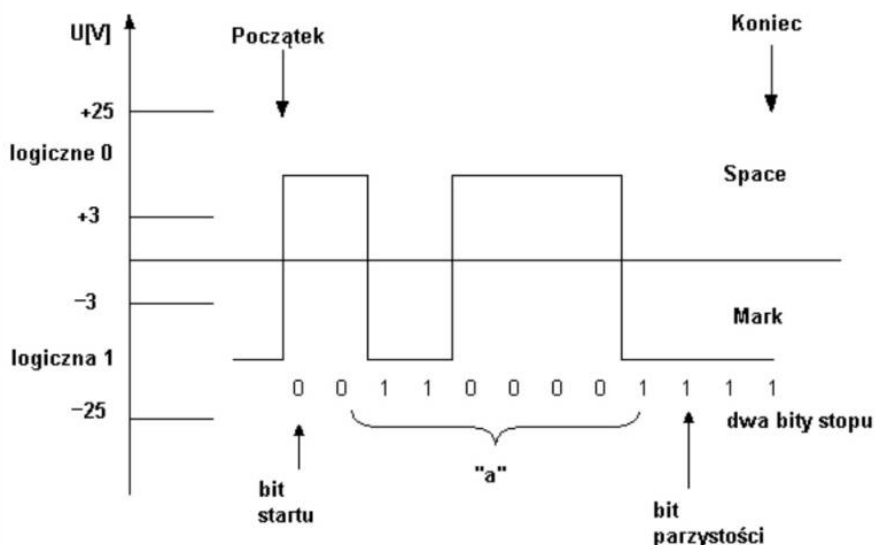
Asynchroniczna transmisja znakowa polega na przesyłaniu pojedynczych znaków, które posiadają ściśle określony format. Początek znaku stanowi bit startu, jałowy z punktu widzenia przesyłanej informacji i służący jedynie celom synchronizacyjnym. Dalej następuje pole danych, na które wprowadza się kolejne bity stanowiące treść znaku. Bezpośrednio za polem danych przewidziano bit kontrolny, służący zabezpieczeniu informacji znajdującej się na polu danych. Transmitowany znak kończy jeden lub dwa bity stopu. Powyższa definicja pozwala na przesłanie jednego znaku. W ramach znaku bity przesyłane są synchronicznie, to znaczy zgodnie z taktem nadajnika. Natomiast kolejne znaki są przesyłane asynchronicznie - ich wyprowadzanie nie jest synchronizowane żadnym sygnałem, a więc odstęp pomiędzy nimi jest dowolny.



Struktura przesyłu pojedynczego znaku (asynchronicznie)

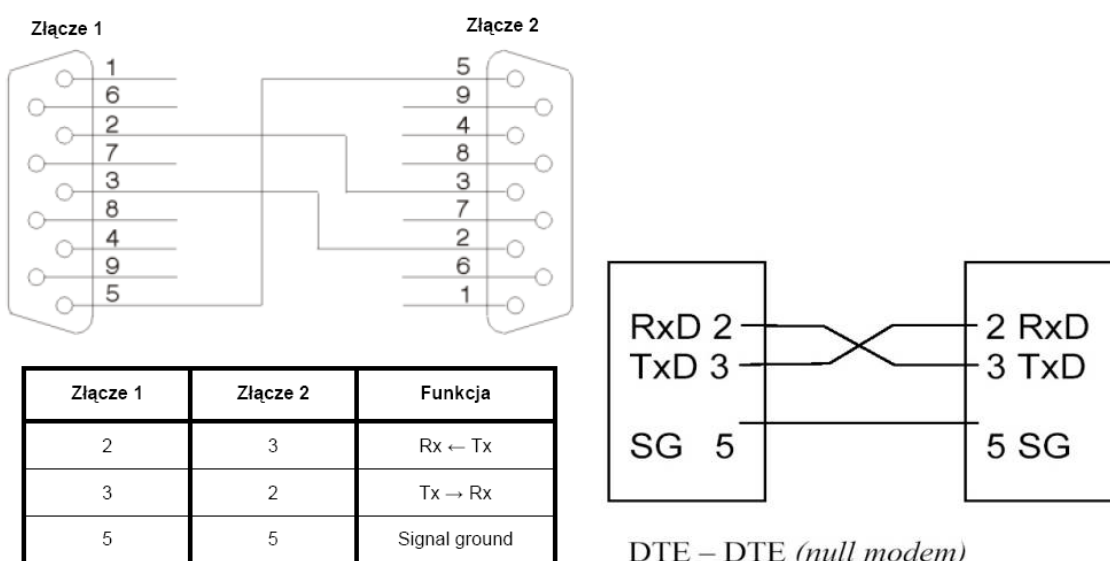
stan spoczynku, bit startu zawsze równy 0, przesyłana informacja (5...8 bitów) począwszy od najmłodszego bitu, bit kontroli parzystości (może go nie być), bit stopu (1; 1.5 lub 2), następny bit startu, następny bit informacji

Standard elektryczny interfejsu RS232C

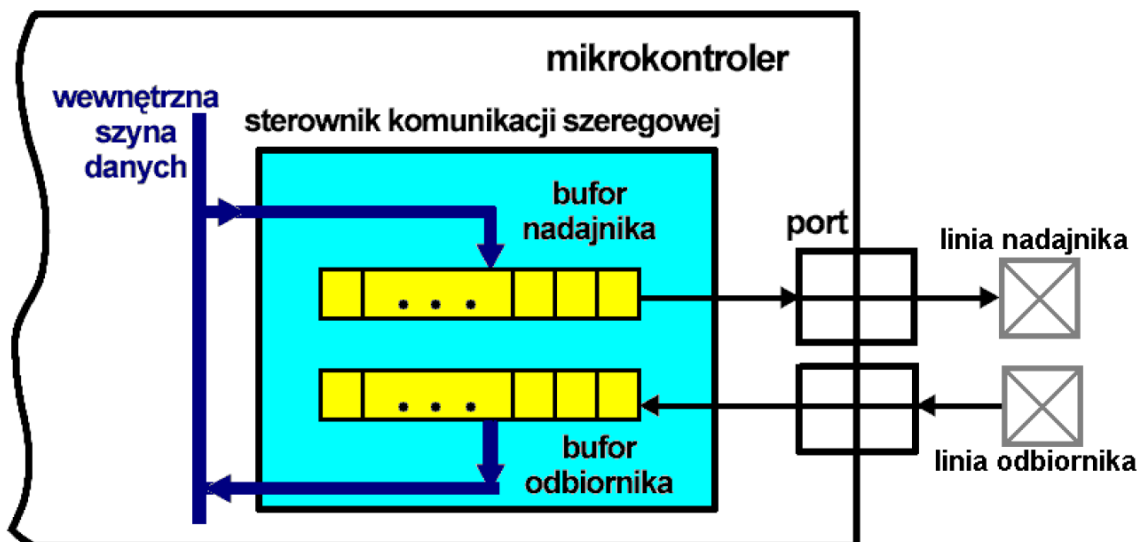


Specyfikacja napięcia definiuje "1" logiczną jako napięcie -3V do -15V, zaś "0" to napięcie +3V do +15V. Poziom napięcia wyjściowego natomiast może przyjmować wartości -12V, -10V, +10V, +12V, zaś napięcie na dowolnym styku nie może być większe niż +25V i mniejsze niż -25V. Aby połączyć dwa komputery przy użyciu łącza szeregowego RS-232 wykorzystuje się tzw. kabel zerowy (null modem cable). Można wyróżnić aż cztery typy takiego połączenia: proste połączenie bez potwierdzenia, połączenie z potwierdzeniem zwrotnym, połączenie z potwierdzeniem częściowym oraz połączenie z pełnym potwierdzeniem. Najczęściej używane jest połączenie poprzez tzw. „kabel zerowy”

Połączenie modem zerowy



Sterowniki komunikacji szeregowej służą do wymiany informacji między mikrokontrolerem, a jego otoczeniem. Przesyłanie danych odbywa się w sposób szeregowy.



Urządzenie to umożliwia wysyłanie zawartości określonego rejestru, tzw. **bufora nadajnika**, w postaci szeregowy poprzez określone wyprowadzenie portu. Oznacza to, że na wyjściu linii portu pojawia się ciąg binarny odpowiadający zawartości wysyłanego rejestru (funkcja nadajnika - **transmitter**). W funkcji odbiornika (**reciver**) sterownik komunikacji szeregowej potrafi przetworzyć ciąg binarny doprowadzony do wejścia określonej linii portu na zawartość rejestru, zwanego **buforem odbiornika**. Bufory nadajnika i odbiornika są dostępne z poziomu programu użytkownika.

Wyróżnia się dwa rodzaje transmisji szeregowej:

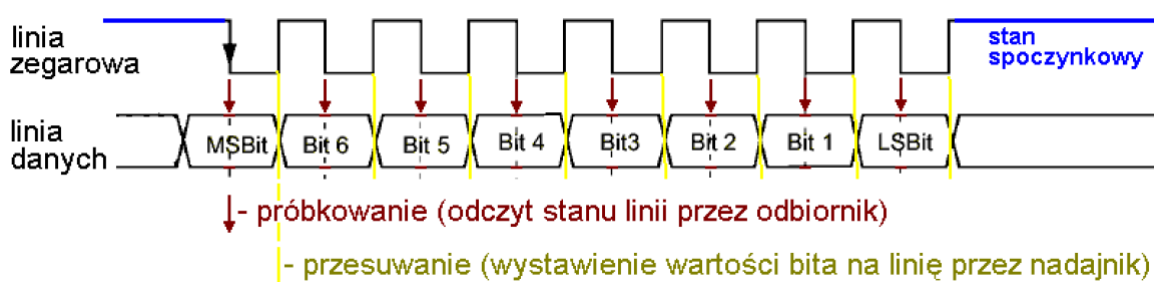
- **asynchroniczną,**
- **synchroniczną.**

Dane przesyłane asynchronicznie nie są związane z żadnym sygnałem synchronizującym, w szczególności nie towarzyszy im sygnał zegara. Transmisja przebiega zwykle bajtami przesyłanymi w postaci ciągu bitów. Oprócz ośmiu bitów danych przesyła się dodatkowo bit startu oraz opcjonalnie bit parzystości do detekcji błędów i bit stopu. Pomiedzy nadajnikiem a odbiornikiem musi być ustalona częstotliwość przesyłania danych. Odbiornik z ustaloną częstotliwością próbuje swoją linię wejściową danych. Po wykryciu bitu startu (najczęściej stan niski) odczytuje ustaloną liczbę bitów. Transmisja kończy się bitem stopu ustawiającym linię danych w stan nieaktywny.



Przebiegi czasowe transmisji asynchronicznej na linii danych

Przy transmisji synchronicznej równoległe z ciągiem bitów danych przesyła się sygnał synchronizujący (zegarowy), który określa chwile, w których stan linii danych odpowiada ważnym wartościom kolejnych bitów. Po każdym bajcie może być dodatkowo przesyłany bit parzystości.



Przebiegi czasowe transmisji synchronicznej na linii danych i sygnału synchronizującego

Simpleks, half-duplex i full-duplex

W przypadku transmisji szeregowej istnieją pojęcia:

- simpleks
- half-duplex (półduplex)
- full-duplex (pełny duplex).

Transmisja w trybie Simpleks występuje wówczas, gdy dane wędrują tylko w jednym kierunku, często bez możliwości odpowiedzi. Typowym przykładem tego typu transmisji jest przekaz sygnału radiowego lub telewizyjnego. Nadajnik nadaje sygnał np. cyfrowy telewizji DVBT, który jest odbierany przez odbiornik, dekodowany i wyświetlany na ekranach telewizora.

Transmisja w trybie Półduplex (Half-Duplex) odbywa się wówczas, gdy komunikujące się ze sobą urządzenia są zarówno nadajnikami jak i odbiornikami. Wymieniają one dane, ale nie robią tego w jednym czasie. Kiedy urządzenie A przesyła dane, urządzenie B może je tylko odbierać i nie może w tym samym czasie odpowiedzieć. Musi zaczekać, aż urządzenie A zakończy nadawanie i dopiero wówczas może odpowiedzieć i przesłać swoją porcję danych. Taki sposób przesyłu danych jest mało efektywny szczególnie, gdy zachodzi konieczność przerywania transmisji, a odbiornik nie może o tym poinformować nadajnika, gdyż musi czekać na zakończenie transmisji. Efektywny transfer danych w tym trybie jest niższy.

Transmisja w trybie Pełny Dupleks (Full-Duplex) odbywa się wówczas, gdy oba urządzenia w jednym czasie mogą dane nadawać jak i odbierać. Dzięki temu istnieje pełna komunikacja pomiędzy urządzeniami zarówno w warstwie przesyłu danych jak i sterowania ich przepływem. Taki sposób również zwiększa efektywny transfer danych.

Symetrycznie i niesymetrycznie

Kolejnym określeniem, które występuje w dziedzinie transmisji danych, szczególnie łącz internetowych to pojęcie transmisji symetrycznej i niesymetrycznej. Jeżeli istnieje możliwość transmisji symetrycznej oznacza to, że zarówno odbieranie jak i wysyłanie danych może odbywać się z tą samą prędkością. W przypadku kiedy transmisja jest niesymetryczna wówczas odbieranie danych odbywa się z inną prędkością niż ich nadawanie. Typowym przykładem są łącza internetowe w różnych odmianach technologii DSL, które zazwyczaj umożliwiają szybsze odbieranie danych niż wysyłanie np. 10/1 Mb/s co oznacza, że maksymalna prędkość odbioru danych wynosi 10 Mb/s, zaś prędkość wysyłania danych 1 Mb/s.

W jaki sposób odbywa się komunikacja oraz przesył danych pomiędzy urządzeniami jest określone **protokołem komunikacji**.

Obecnie w nowoczesnych systemach komputerowych oraz dalekiego przesyłu danych wykorzystuje się szeregową transmisję ze względu na niższy koszt łączy. Nowoczesne technologie pozwalają na bardzo szybki przesył danych w technologii szeregowej, np. poprzez światłowody. Równoległy sposób przesyłu danych zanika i występuje w coraz mniejszej ilości rozwiązań, zazwyczaj tam, gdzie konieczna jest bardzo szybka wymiana dużej ilości danych na niewielkie odległości np. pomiędzy procesorem a pamięcią RAM.

Standard RS-232 został zaprojektowany w 1962r w wersji 25-pinowej (DB-25). Obecnie wykorzystuje się mniejszą, 9-pinową wersję złącza (DB-9). Za obsługę portu COM odpowiedzialny jest układ UART (ang. Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), układ Super I/O lub chipset, w którym zintegrowano układy UART.



gniazdo męskie COM



wtyk żeński COM

Wersja 9-pinowa (DB-9)

Przykłady zastosowania portu COM

- podłączenie modemu, myszki
- łączenie dwóch komputerów kablem null modem
- starsze drukarki
- urządzenia diagnostyki samochodowej
- tunery satelitarne
- małe cyfrowe centrale telefoniczne
- przyrządy pomiarowe

Właściwości interfejsu COM

- szybkość 20 kb/s (w najbardziej popularnej wersji, bo np. w trybie synchronicznym transfer dochodzi do nawet 1 Mb/s)
- Długość kabla do 15 m
- Liczba urządzeń do podłączenia: jedno na każdy port
- Zasilanie przez interfejs: nie
- Hot plugging: nie

Modyfikacje RS-232

- Pętla prądowa 20mA
- RS-422
- RS-423
- RS-449
- RS-485

Interfejs LPT

Pierwotnie służył do jednokierunkowej komunikacji z drukarkami (tzw. port Centronics - 1970), z czasem rozbudowany do interfejsu dwukierunkowego (zapewniającego jednak wsteczną kompatybilność z portem Centronics nadal stosowanym w drukarkach).

Port równoległy LPT (IEEE 1284, Centronics)

(ang. Parallel Port, Line Print Terminal) 25-pinowe złącze w komputerach osobistych wykorzystywane w głównej mierze do podłączenia urządzeń peryferyjnych: drukarek, skanerów, ploterów.



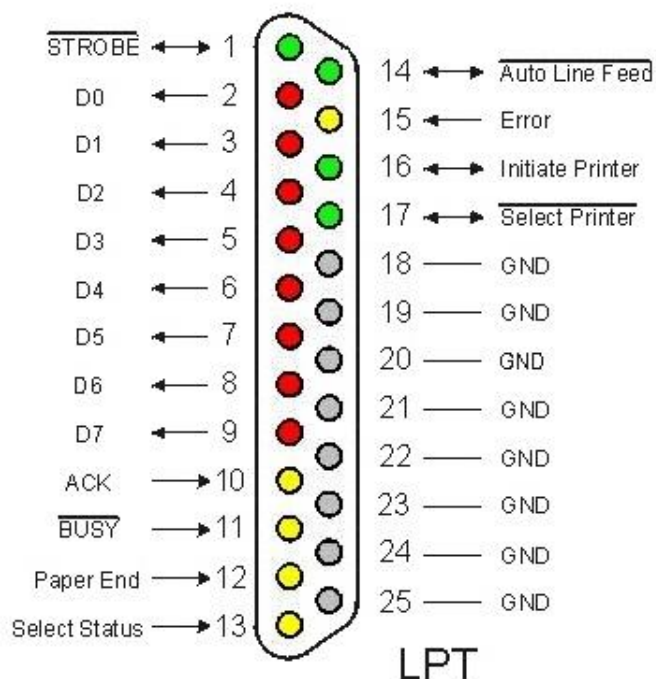
port LPT w komputerze



port Centronics w drukarce



Kabel do podłączenia drukarki - z jednej strony wtyk męski LPT, a z drugiej wtyk Centronics



Przykłady zastosowania portu LPT

- podłączenie drukarek, ploterów
- przesyłanie danych pomiędzy dwoma komputerami
- podłączenie skanerów
- podłączenie zewnętrznych napędów CD-ROM
- podłączenie pamięci masowych, np. napędów ZIP

Właściwości interfejsu LPT

- Szybkość transferu do 2Mb/s
- Długość kabla do 2m, a jeśli przewody sygnałowe są skręcane z przewodami masy to do 5m
- Liczba urządzeń do podłączenia: 64
- Zasilanie przez interfejs: nie
- Hot plugging: nie

Tryby pracy interfejsu LPT

Zmiany trybu pracy portu równoległego dokonujemy z poziomu programu Setup zawartego w BIOSie komputera (opcja Parallel Port Mode). Wyróżniamy następujące tryby pracy interfejsu LPT wg specyfikacji IEEE 1284:

- SPP (ang. Standard Parallel Port) – tryb umożliwiający dwustronną transmisję danych, zwany również trybem zgodności (ang. Compatibility Mode), bo zapewnia kompatybilność ze złączem Centronics. SPP zapewnia transfer do 50 kB/s
- Bi-Directional (dwukierunkowy) – wykorzystano nieużywane piny złącza LPT i wprowadzono dodatkowy bit sygnalizacji kierunku. Dzięki temu standard umożliwia transfer danych z maksymalną przepustowością 150 kB/s
- EPP (ang. Enhanced Parallel Port) – opracowany w 1991r. przez firmę Intel, umożliwiał obsługę pamięci masowych, skanerów i zapewniał transfer do 3 MB/s
- ECP (ang. Extended Capability Port) – opracowany w 1992r. przez firmę HP i Microsoft oferuje prędkości przesyłu również do 3 MB/s

Interfejs USB

USB

(ang. Universal Serial Bus - uniwersalna magistrala szeregową) – obecnie najpopularniejszy interfejs szeregowy służący do przyłączania urządzeń peryferyjnych, obsługuje technologie: PnP, Hot swapping, Hot plugging.

Plug and Play

Plug and Play

(od ang. podłącz i używaj) to termin używany na określenie zdolności komputera do pracy z urządzeniami peryferyjnymi zaraz po ich zainstalowaniu. Mechanizm wdrożony przez firmę Microsoft po raz pierwszy w systemie operacyjnym Windows 95. Obsługa PnP musi być zaimplementowana w BIOSie płyty głównej, urządzeniach i obsługiwana przez system operacyjny.

Główne zadania PnP:

- wykrycie typu urządzenia
- automatyczna alokacja zasobów dla urządzenia
- instalowanie sterowników potrzebnych do pracy z urządzeniem
- współpraca z mechanizmami zarządzania energią w celu bezpiecznego podłączania i odłączania urządzenia

Hot swapping, Hot plugging

Hot swapping, Hot plugging

technologie zapewniające możliwość podłączania lub odłączania urządzeń peryferyjnych do komputera bez potrzeby wyłączenia zasilania czy restartowania komputera. Możliwość tę zapewniają m.in. porty USB, FireWire, dyski twarde pracujące w standardzie SATA-2 oraz karty pamięci typu Flash. W komputerach przenośnych oprócz hotpluggingu portów znanych ze standardowych komputerów (np. USB, Firewire), zwykle jest też możliwość łatwego hot pluggingu kart PCMCIA i napędów optycznych (np. CD-ROM, DVD-ROM).

USB - uniwersalna magistrala szeregową

Port komunikacyjny komputerów, zastępujący stare porty szeregowy i porty równoległe. Opracowany przez firmy Microsoft, Intel, Compaq, IBM i DEC.

USB – charakterystyka

Port USB jest uniwersalny, pozwala na podłączanie do komputera wielu urządzeń, na przykład: kamery wideo, aparatu fotograficznego, telefonu komórkowego, modemu, skanera lub drukarki.

Urządzenia są automatycznie wykrywane i rozpoznawane przez system, co umożliwia ich podłączanie i odłączanie bez konieczności wyłączenia czy ponownego uruchamiania komputera (hot-plug).

USB – warianty

- USB 1.1 Low Speed – 1.5 Mb/s (0.1875 MB/s) lub Full Speed – 12 Mbit/s (1.5 MB/s)
- USB 2.0 (Hi-Speed) – 480 Mb/s (60 MB/s).

Urządzenia w standardzie USB 2.0 są w pełni kompatybilne ze starszymi urządzeniami.

- USB 3.0 (SuperSpeed) – 4.8 Gb/s (600 MB/s).

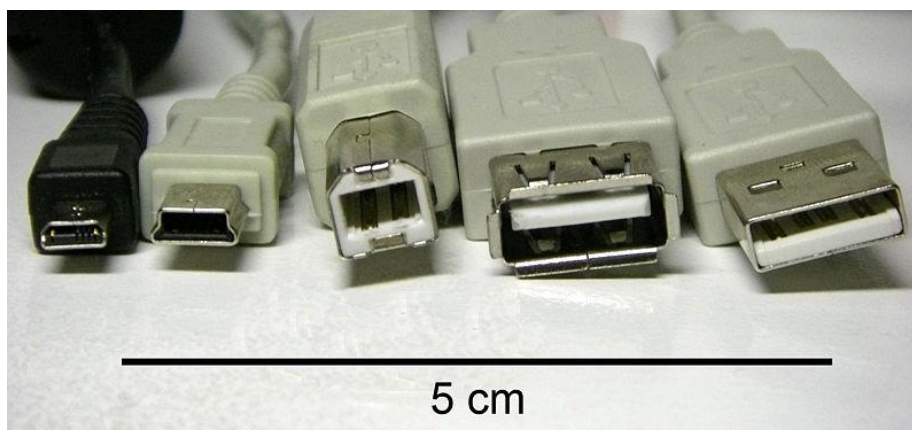
USB – standardy elektryczne

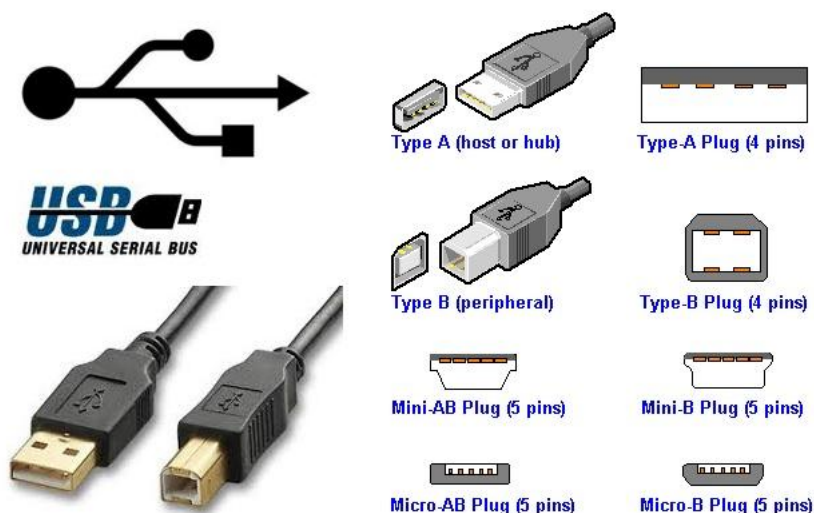
- Szeregową transmisją danych
- Medium transmisyjne – skrętka
- Transmisja różnicowa
- Kodowanie NRZ-I (jedynek powoduje zmianę poziomu na przeciwny)
- Zasilanie: 5V, 500mA max.
- Maksymalna długość kabla: 5m

USB – topologia

- Architektura asymetryczna (urządzenie nadrzędne oraz klienci)
- Topologia rozszerzonej gwiazdy (max. 5 poziomów)
- Maksymalnie do 127 urządzeń w sieci
- Transmisja poprzez jednokierunkowe potoki (do 16 w każdą stronę)
- Transmisja odbywa się wyłącznie na żądanie urządzenia nadrzędnego

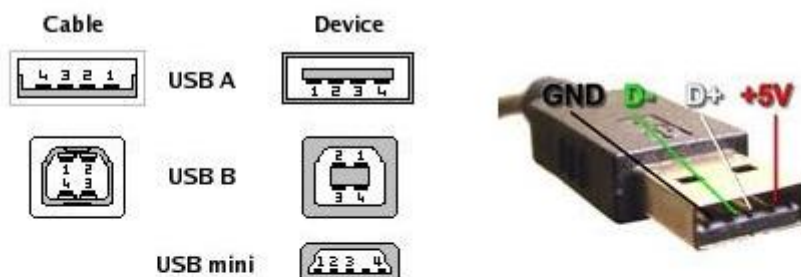
USB – wtyki





Port USB jest uniwersalny w tym sensie, że można go wykorzystać do podłączenia do komputera każdego urządzenia zdolnego do współpracy z komputerem, zgodnego ze standardem USB. Urządzenia USB są podłączane czterożyłowym kablem zakończonym odpowiednim wtykiem.

Transmisja odbywa się przy wykorzystaniu dwóch przewodów (zielonego Data+ oraz białego Data-). Magistrala zawiera również linię zasilającą (czerwony (+5V DC) i czarny (masa). W starszych płytach głównych występuje zamiast czterech pięć styków dla każdego gniazda USB; piąty styk (shield) należy wówczas połączyć z czarnym przewodem GND płytki z gniazdem. Czasem można też spotkać się z następującymi kolorami przewodów: niebieski, pomarańczowy, zielony, biały.



Pin	Signal	Color	Description
1	VCC	Red	+5V
2	D-	White	Data -
3	D+	Green	Data +
4	GND	Black	Ground

Ewolucja standardu

- USB 1.1 - specyfikacja USB 1.1 z roku 1998 umożliwia transfer danych w dwóch trybach: Low Speed (0,19MB/s = 1,5 Mb/s) oraz Full Speed (1,5 MB/s = 12 Mb/s). Urządzenia w standardzie USB 1.1 nie współpracują ze sobą bez pośrednictwa komputera, to znaczy np. że nie istnieje możliwość bezpośredniego połączenia drukarki USB 1.1 z cyfrowym aparatem fotograficznym.
- USB 2.0 Hi-Speed - specyfikacja USB 2.0 z roku 2000 umożliwia transfer danych z maksymalną szybkością 60 MB/s = 480 Mb/s. W 2001 roku dodano nową funkcję On-The-Go umożliwiającą łączenie urządzeń USB 2.0 bez pośrednictwa komputera. Urządzenia w standardzie USB 2.0 są w pełni kompatybilne ze starszymi urządzeniami w standardzie 1.1.
- USB 3.0 SuperSpeed - ogłoszona w roku 2008 specyfikacja 3.0 umożliwia transfer danych z szybkością 600 MB/s = 4,6 Gb/s przy zachowaniu kompatybilności z USB 2.0 i 1.1. Nowy standard oprócz standardowych przewodów do szybkich transferów wykorzystuje dwie światłowody. Dodano także kilka rozwiązań zapewniających lepszą energooszczędność pracy

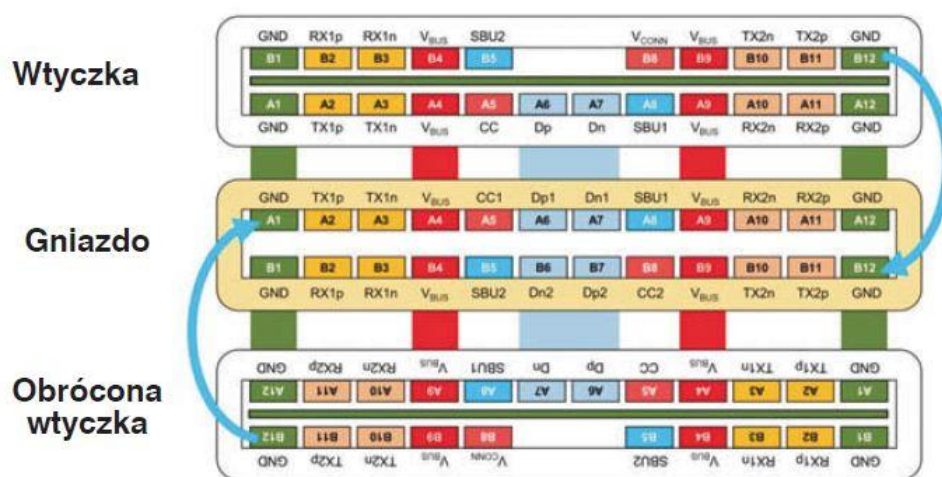
Koncentratory USB

Aby zwiększyć liczbę portów USB dostępnych w komputerze, należy użyć koncentratora USB (ang. USB hub). Wyróżniamy dwie odmiany tych urządzeń:

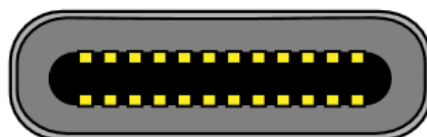
- koncentratory pasywne - nie posiadają własnego źródła zasilania, czerpią prąd z głównego koncentratora USB w komputerze, stąd znajdują zastosowanie dla urządzeń o małym poborze mocy: myszy, klawiatur, kamer internetowych
- koncentratory aktywne - mają własne źródło zasilania, dzięki czemu istnieje możliwość podłączania urządzeń o większym poborze mocy, na przykład skanera pasywnego



Universal Serial Bus	
Typ interfejsu	szeregowy
Transfer	USB 1.0: do 1,5 MB/s USB 1.1: do 1,5 MB/s USB 2.0: do 60 MB/s USB 3.0: do 625 MB/s USB 3.1: do 1,25 GB/s USB 3.2 do 2,5 GB/s
Długość magistrali	2–5 m (wtórnik USB umożliwia przedłużenie kabla o swoją długość)
Liczba portów	USB 1.1: od 2 do 6 USB 2.0: od 2 do 8 (dla chipsetów VIA) USB 3.1 gen. 1: od 2 do 10
Liczba urządzeń	do 127 na magistrali utworzonej przy użyciu hubów
Rodzaj złącza	USB typu A lub B lub C
Zasilanie przez interfejs	USB 1.1, 2.0: 5 V i 500 mA USB 3.x: 5 V i 900 mA USB BC (<i>battery charging</i>): 5 V i 0,5–1,5 A USB PD (<i>power delivery</i>): 5–20 V i 2,5–5 A
Hot plugging	tak
Zastosowanie	
klawiatury, myszy, dżojstiki, gamepady, kamery internetowe, skanery, drukarki, modemy, pamięci masowe, aparaty cyfrowe, telefony komórkowe, urządzenia audio-wideo, łączenie dwóch komputerów za pomocą kabla PC–USB–PC	



Odwracalna wtyczka USB 3

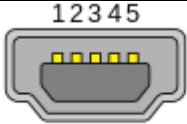
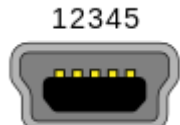
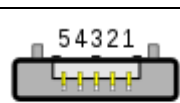
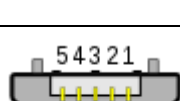
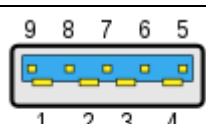
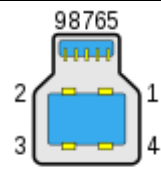


USB Type-C Port

Typy złączy USB

- USB 1.1: typ A, typ B
- USB 2.0: typ A, typ B, mini A, mini B, mini AB, micro A, micro B, micro AB

Wtyczka USB typu A	
Wtyczka USB typu B	
Gniazdo USB typu A i typu B (do montażu na płytce)	
Piny USB typu A	1 2 3 4 Type-A
Piny USB typu B	2 1 3 4 Type-B

Piny USB mini A	 Mini-A
Piny USB mini B	 Mini-B
Piny USB mini AB	 Mini-AB
Piny USB micro A	 Micro-A
Piny USB micro B	 Micro-B
Piny USB micro AB	 Micro-AB
• USB 3.0: typ A SuperSpeed, typ B SuperSpeed, micro B SuperSpeed • USB 3.1: typ A SuperSpeed, typ B SuperSpeed, micro B SuperSpeed, typ C • USB 3.2: typ C	
Piny USB typu A SuperSpeed	 Type-A SuperSpeed
Piny USB typu B SuperSpeed	 Type-B SuperSpeed
Piny USB micro B SuperSpeed	 Micro-B SuperSpeed
Piny USB typu C	

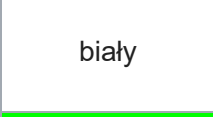
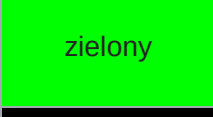
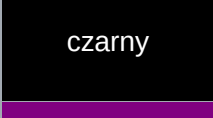
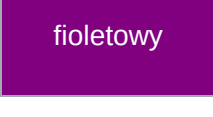
USB 1.0 / 2.0:

	Kolor	Sygnał
Zasilanie +5V		Vbus
Transmisja danych -		D-
Transmisja danych +		D+
Masa		GND

USB 3.0:

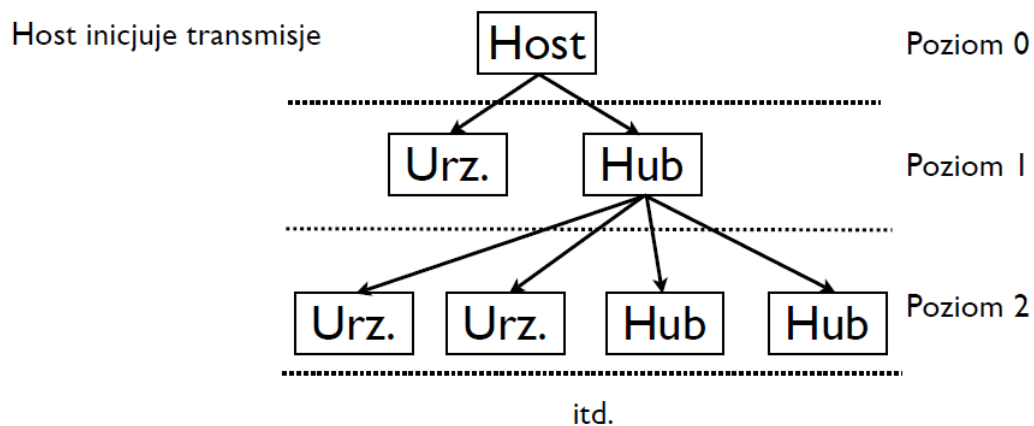
	Kolor	Sygnał
Transmisja danych - (odbiór)		SSRX-
Transmisja danych + (odbiór)		SSRX+
Masa		GND DRAIM
Transmisja danych - (nadawanie)		SSTX-
Transmisja danych + (nadawanie)		SSTX+

Transmisja elektryczna

Przewód	Numer	Sygnał	Opis
	1	V _{BUS}	zasilanie +5 V (maks. 0,9 A)
	2	D-	transmisja danych Data-
	3	D+	transmisja danych Data+
	4 (5 w mikro- i mini-USB)	GND	masa
	5	SSRX-	odbiór danych USB 3.0

pomarańczowy	6	SSRX+	odbiór danych USB 3.0
czarny	7	GND DRAIN	masa USB 3.0
żółty	8	SSTX-	nadawanie danych USB 3.0
niebieski	9	SSTX+	nadawanie danych USB 3.0

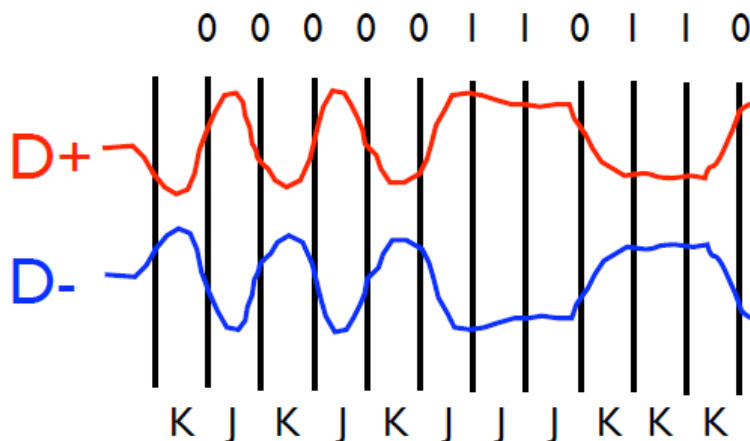
Topologia sieci USB



Max. 6 poziomów (plus zerowy), max. 127 urządzeń

Po każdej zmianie w sieci następuje ustalenie trybu komunikacji z największą możliwą dla danego urządzenia szybkością.

W razie występowania urządzeń LS/FS i HS w tej samej sieci, pierwszy hub (licząc od dołu) działający w szybszym standardzie przekształca pakiety LS/FS w pakiety HS



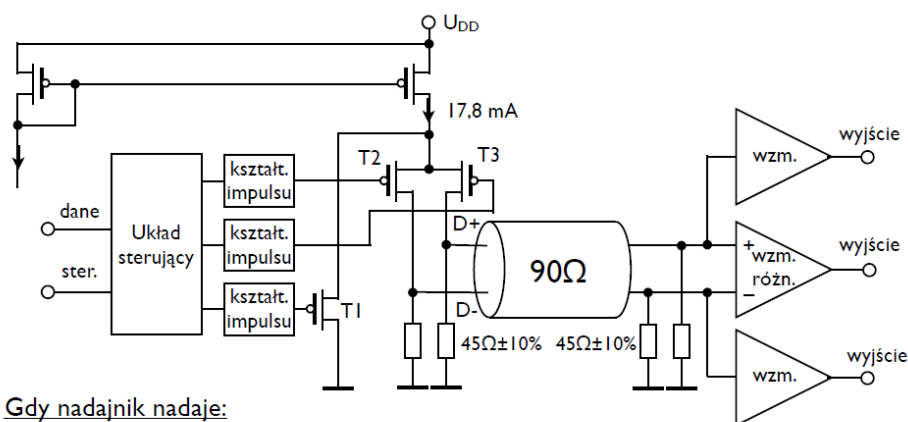
Transmisja różnicowa w interfejsie USB

- Zero: zmiana "K" → "J" lub "J" → "K"
- Jedynka: brak zmiany

Metoda kodowania: NRZI

Po każdym sześciu bitach dodawane jest 0 ("bit stuffing"); pojawienie się siedmiu kolejnych jedynek oznacza błąd.

Nadajnik i odbiornik USB 2.0



Gdy nadajnik nadaje:

T1 włączony: zero (SE"0") na obu liniach

T2 włączony: różnicowe "0"

T3 włączony: różnicowa "1"

Gdy nadajnik nie nadaje, wszystkie tranzystory wyłączone dla zmniejszenia poboru prądu; zero (SE"0") na obu liniach

Poziomy napięcie dla USB 2.0:

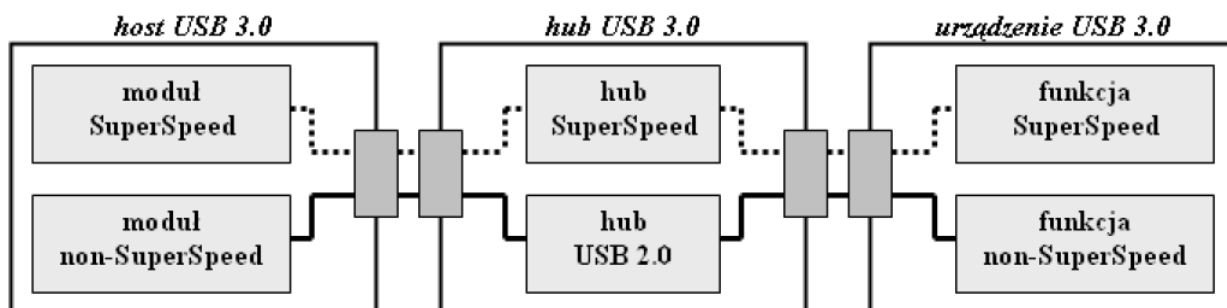
H: 360 ... 440 mV

L: 0 ... 10 mV

Dopasowanie impedancji na obu końcach kabla

Transmisja odbywa się przy wykorzystaniu dwóch przewodów (zielonego Data+ i białego Data-). Magistrala zawiera również linię zasilającą (czerwony +5 V DC i czarny przewód – masa) o napięciu 5 V i maksymalnym poborze prądu 0,5 A dla USB 2.0 i USB 1.1 w trybie *charging ports* (standardowo 0,5 A dla USB 1.1/2.0). W starszych płytach głównych występuje zamiast czterech pięć styków dla każdego gniazda USB. Piąty styk należy połączyć z czarnym przewodem GND płytki z gniazdem (ustawienie hosta). W przypadku wtyczek USB mini i micro (jak na powyższym zdjęciu wtyczki zawierające 5 styków) schemat połączeń wygląda nieco

inaczej niż zawarty w tabeli poniżej. W mini i micro USB styk oznaczony jako 4 pozostaje normalnie niepodłączony (NC - Not Connected), jest to styk opisywany jako ID, dzięki niemu możemy przełączyć nasz port z slave na host i na odwrót. Podłączając pin 4 (ID) z 5 (GND) możemy uruchomić w urządzeniach przenośnych OTG (ang. On The Go), co umożliwi nam korzystanie z urządzeń jako host. Styk o numerze 5 stanowi GND (przewód czarny).



Architektura podwójnej magistrali

Zasilanie

Standardy zasilania USB			
Typ	Natężenie	Napięcie	Moc
USB 1.x i 2.x	500 mA	5 V	2.5 W
USB 3.x	900 mA	5 V	4.5 W
USB Battery Charging (BC 1.2)	0.5–1.5 A	5 V	2.5–7.5 W
USB-C	500/900 mA	5 V	2.5/4.5 W
	1.5 A	5 V	7.5 W
	3 A	5 V	15 W
USB Power Delivery	2 A	5 V	10 W
	1.5 A	12 V	18 W
	3 A	12 V	36 W
	5 A	12 V	60 W
	3 A	20 V	60 W
	5 A	20 V	100 W

Standardowym napięciem zasilania dla pojedynczego urządzenia podłączonego do portu USB 1.1/2.0 jest 5 V przy czym specyfikacja określa, że powinno być ono między 4,75 V a 5,25 V. Dla portu USB 3.0 podstawowe napięcie jest takie samo, lecz dopuszczalny zakres jest szerszy i wynosi 4,45 – 5,25 V. Dla portu USB 2.0 podstawową jednostką zasilania jest 100 mA, a dla USB 3.0 – 150 mA i są to minimalne wartości prądu jakie może podać port. Otrzymuje się je odpowiednio przy napięciach 4.0 V i 4,4 V. Przy standardowym napięciu zasilania prąd płynący w obwodzie jest 5 razy większy dla standardu USB 2.0 (wynosi on 500 mA) i 6 razy większy dla USB 3.0 (czyli 900 mA). Są to wartości maksymalne dla tych specyfikacji. Jeśli urządzenie podłączone do odpowiedniego portu jest wysokoprądowe, to domyślnie jest zasilane maksymalnym prądem. Natomiast urządzenie niskoprądowe inicjowane jest minimalną wartością prądu, ale może ono zażądać wartości maksymalnej i otrzyma ją, tylko gdy magistrala ma taką możliwość^[18]. Jeśli urządzenie wymaga więcej prądu niż maksymalny, jakim jest w

stanie zasilić go port, wtedy nie może być ono zasilane z pojedynczego portu. Takie urządzenia zwykle pozwalają na podłączenie dodatkowego portu USB i zasilanie go jednocześnie z obu^[19]. Przy podłączeniu koncentratora portów USB do portu bazowego, przydziela on sobie 1 jednostkę zasilania (odpowiednio 100/150 mA), a pozostałe 4 rezerwuje dla później przyłączanych urządzeń. Jeśli zostanie podłączone jedno urządzenie to koncentrator przydzieli mu tylko 1 jednostkę zasilania, a pozostałe rezerwuje. Inaczej jest, gdy koncentrator ma własne zasilanie. W takim przypadku może on podawać maksymalną wartość prądu dla każdego urządzenia.

W specyfikacji USB w 2007 roku zdefiniowano nowy typ portów służący do ładowania akumulatorów urządzeń – są to tak zwane *charging ports*. Pozwalają one na uzyskanie prądu zasilającego powyżej 500 mA bez jakiegokolwiek negocjacji z kontrolerem. Jeśli jednak podłączone urządzenie będzie przeciążać port, zostanie automatycznie na nim odcięte zasilanie. Rozróżnia się dwie odmiany ładujących portów USB. Należą do nich *downstream charging ports*, pozwalające na przesyłanie danych, i *dedicated charging ports*, w których piny D- i D+ są zmostkowane (nie pozwalają na transmisję danych). W pierwszej odmianie portów zbyt duży prąd zasilania mógłby interferować z przewodami sygnałowymi służącymi do przesyłania danych, dlatego maksymalny prąd zasilający został ograniczony do 900 mA. W przypadku portów dedykowanych nie ma takiej obawy, więc wartość maksymalnego prądu jaki może podać port wynosi 1,5 A w przypadku USB 2.0 i 1,8 A dla USB 3.0^[20].

Innym rodzajem portów USB są porty zasilane (*powered USB*), które potrafią dostarczyć prąd o natężeniu 6 A i napięciu 5 V, 12 V lub 24 V. Pozwala to uzyskać do 144 W zasilania na port.

Kontroler USB

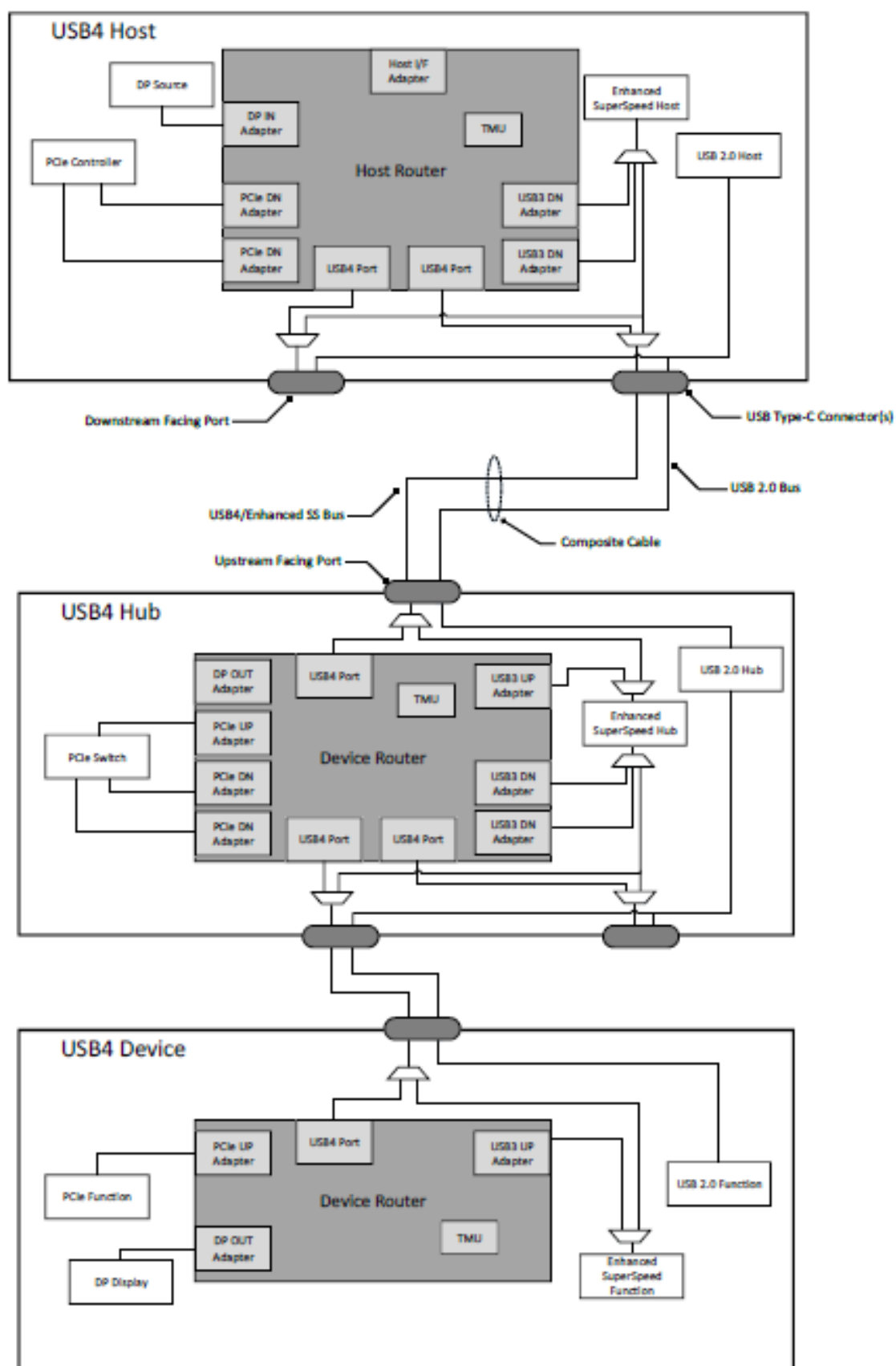


Kontroler USB marki ASUS na złączu PCI

Kontroler USB jest kartą rozszerzeń umożliwiającą podłączanie urządzeń korzystających z interfejsu USB do komputerów go nieposiadających. Karty takie występują w różnych wersjach w zależności od liczby portów i ich rodzaju (USB 1.1, USB 2.0 lub USB 3.0).

Nowością w standardzie **USB 3.1** jest wprowadzenie złącza **typu C**. O ile poprzednie wersje były wstecznie kompatybilne z poprzednimi standardami, o tyle nowa odsłona tego złącza wyłamuje się z tego schematu. Poza różnicami w wymiarach (typ C jest dużo mniejszy) zastosowano pewną innowację. Wtyczkę można włożyć do gniazda dowolną stroną, a nie tak jak w poprzednich wersjach – tylko jedną. Co więcej, za pośrednictwem tego interfejsu będzie można zasilać urządzenia pobierające moc nawet do 100 W. Ogromna przepustowość i szerokie spektrum zastosowań sprawia, że być może niebawem jednym kablem będzie można przesyłać w ogromnych rozdzielczościach sygnał do monitora i jednocześnie tym samym kablem go zasilać, co może się okazać poważną konkurencją dla standardu HDMI.

Figure 2-1. USB4/USB3.2 Dual Bus System Architecture



Porty



Optical Audio
"Toslink"



USB A
1.0/1.1/2.0



Firewire
4 pin
iLink



Firewire
400
1394a



Firewire
800/3200
1394b/c



Ethernet
8P8C
common:RJ-45



Modem
RJ-11



Apple
Desktop
Bus - ADB



Mac
Serial



PS/2



USB A
3.0



DE-9F



DB-25 Serial/Com Port



DE-9 Serial
RS232



e-SATA



Centronics Parallel 36pin



Centronics SCSI 50pin



AT Keyboard



50 pin SCSI 2



Surround sound



stereo/
Headphones



Digital Audio
RCA plug style



AAUI



Composite Audio/Video



S-Video



Component Video



F-Connector
RF/COAX



Parallel Port/SCSI 1/DB-25F



Mac Video/MIDI
/gameport/AUI/DA-15



Mini
DisplayPort



Mini-DVI



Mini-VGA



Apple Hi-Density Video
HDI-45



Apple Display Connector - ADC



LFH60 (dual DVI-D)



DMS59 (dual DVI-D)



HDMI



Micro-DVI



DisplayPort



DVI Video



DE-15/HD-15
VGA/SVGA