Interfejsy w Systemach Komputerowych - ULTIMATE

SonMati
Ervelan
Doxus

31 grudnia 2014

Pytania i odpowiedzi

1 RS-232

Prawda/Fałsz

- RS-232 jest portem przeznaczonym do synchronicznej transmisji znakowej. Generator taktu odpowiedzialny za wyprowadzanie znaków typowo ustawiany jest na: 1200bd, 2400bd, 4800bd, 9600bd, 19200bd.
  RS-232 jest portem przeznaczonym do asynchronicznej transmisji znakowej. Da się sztucznie stworzyć synchroniczną transmisję.
- Linie kontrolne w interfejsie RS-232 to: DTR, DSR, RTS, CTS, RI, DCD. Pary DTR/DSR i RTS/CTS wykorzystywane są do realizacji handshake'u w połączeniach bezmodemowych.
  Tak, te pary linii mogą być wykorzystywane do handshake podczas gdy RxD i TxD zajmują się przesyłem danych.
- Transakcja w systemie MODBUS składa się z zapytania (query) wysyłanego przez stację Slave i odpowiedzi odsyłanej przez stację Master.
  Jest odwrotnie - zapytanie wysyła Master, a odpowiedź odsyła Slave.
- W trybie transmisji ASCII znacznikiem początku ramki jest znak ':', a kooca ramki para znaków CR LF. W trybie transmisji RTU znacznikiem początku ramki jest znak 'Ctrl-A', a kooca para znaków CTRL-Y CTRL-Z.
  Zdanie jest poprawne dla ASCII. Dla RTU, znacznikiem początku i końca ramki jest przerwa o długości minimum 4T, gdzie T jest czasem trwania jednego znaku.
- Standard RS-232 transmituje znaki synchronicznie, bity w znakach [asynchronicznie]
  Ostatnie słowo ucięte, więc spekuluję że tak właśnie było napisane. To nieprawda, jest odwrotnie.
- Standard RS-422 pozwala na osiągnięcie szybkości 10MBodów na odległości 100m.
  IMO pozwala, na slajdzie 12 jest napisane że 10 Mbd przy zasięgu DO 100m - czyli 100m chyba też.
- Liniami kontrolnymi w RS-232 nie są linie TxD, RxD, SG.
  Owszem, TxD i RxD są liniami danych, a SG to po prostu masa.
- System MODBUS składa się z faz zapytania i odpowiedzi.
  Tak właśnie jest.
- W systemie MODBUS
  - Obowiązuje master/slave.
    Pewnie, a w dodatku Slave'ów może być wielu.
  - Prędkości transmisji wynoszą od 1200 do 19200bd.
    Jak najbardziej.
  - Ramka w ASCII może mieć format 7N2 (lub np. 7E1, 7O1).
    Tak, patrz warstwa fizyczna MODBUS.
  - Ramka w RTU może mieć format 8N2 *(lub np. 8E1, 8O1).
    Tak, patrz warstwa fizyczna MODBUS.
- W trybie transmisji RTU jest kontrola błędów CRC.
  Tak, jest elementem budowy ramki RTU.
- Bit kontrolny w RS-232 zależy od bitu danych i bitu stopu.
  Bit kontrolny słuzy do kontroli parzystości/nieparzystości, nie ma związku z bitem stopu.

- Za pomocą RS-232 możemy połączyć ze sobą 2 stacje DCE
  Połączyć możemy dwie stacje DTE, lub DTE z DCE. Dwie stacje DCE łączą się za pomocą łącza telefonicznego.

- W MODBUS kontrola błędów jest realizowana za pomocą LRC lub CRC.
  Tak, LRC wykorzystywane jest w trybie ASCII, CRC w trybie RTU.

- Do portu RS 485 można podłączyć tylko jedno urządzenie, ale za to obsługiwać go z dużo większą szybkością i na większą odległość niż jest to możliwe w przypadku interfejsu RS 232.
  Można podłączyć do 32 stacji.

- Format ramki w protokole Modbus jest następujący: znacznik początku ramki, adres urządzenia slave, adres mastera, pole danych, znacznik końca ramki.
  Opis nie pasuje ani do trybu ASCII, ani RTU

- RS 232 jest portem przeznaczonym dla asynchronicznej transmisji znakowej, realizowanej zazwyczaj w trybie dupleksowym, czyli dwukierunkowej transmisji niejednoczenej (naprzemiennej)
  Tryb dupleksowy jest równoczesny, to półdupleksowy jest niejednoczesny.

- W interfejsie RS 232 linie TxD i RxD służą do transmisji znaków, natomiast DTR, RTS to wyjścia kontrolne, a DSR, CTS, RI i DCD to wejścia kontrolne.
  Indeed

- Multipleksowanie urządzeń ze znakowym portem asynchronicznym pozwala na ich kontrolę poprzez jeden port RS-232.
  Żeby kontrolować kilka urządzeń z jednego portu potrzebny jest koncentrator. Jeśli "używanie koncentratora" równa się "multipleksowanie", to PRAWDA.

- Węzeł podrzędny w systemie MODBUS po wykryciu błędu w komunikacie wysyła potwierdzenie negatywne do węzła nadrzędnego.
  W odpowiedzi pole to jest wykorzystywane do pozytywnego lub negatywnego potwierdzenia wykonania polecenia.

- Czy w trybie ASCII systemu MODBUS każdy bajt wysyłany jest jako znak z przedziału 0x00, 0xFF?
  Bajt dzielimy na 2 części i wysyłamy jako 2 znaki z przedziału 0-9 i Ah-Fh

2 USB

Prawda/Fałsz

- Kontrola urządzenia USB odbywa się poprzez zapisy komunikatów do bufora o numerze 0 i odczycie informacji statusowych z bufora o numerze 0.
  Zgadza się.

- W przypadku błędu transmisji każda transakcja USB jest powtarzana, ponieważ niedopuszczalne jest przekazywanie danych przekłamanych.
  Transakcje izochroniczne nie są powtarzane w przypadku błędu transmisji.

- Hub nie dopuszcza ruchu full speed do portów, do których są podłączone urządzenia low speed.
  Tak, urządzenie lowspeed blokuje możliwość włączenia fullspeed na całym porcie.

- Reset portu USB polega na rekonfiguracji hosta, po której host zapisuje tablicę deskryptorów do urządzenia podłączonego do tego portu.
  Reset portu USB polega na rekonfiguracji urządzenia. W następującej procedurze enumeracji między innymi dochodzi do odczytu tablicy deskryptorów z urządzenia przez host.

- Typowa transakcja USB składa się z pakietów żądania i odpowiedzi, z których każdy potwierdzany jest osobnym potwierdzeniem.
  Typowa transakcja USB składa sie z pakietów token, data i handshake. Transakcje izochroniczne nie są potwierdzane.

- W systemie USB urządzenia zgłaszają żądania do hosta, który je kolejkuje i następnie obsługuje w kolejności pojawiania się zgłoszenia.
  Urządzenia nie zgłaszają żądania, tylko są odpytywane przez hosta. Host nie tworzy jednej kolejki, tylko w miarę możliwości stara się obsługiwać wszystkie urządzenia jednocześnie, równomiernie, zapobiegając zawłaszczeniu.

- W USB można połączyd kaskadowo do 5 hubów, korzystających z zasilania magistralowego
  Podłączyć je można tylko korzystając z zasilania zewnętrznego lub hybrydowego. Przy zasilaniu magistralowym zabraknie zasilania już na drugim hubie. Co więcej, należy mieć na uwadze maksymalne dopuszczalne opóźnienie sygnału, które przy przejściu przez 5 hubów jest osiągane - 350ns. Urządzenia podpięte do 5'tego huba mogą nie działać poprawnie.

- Mechanizm data toggle w USB służy do przywracania synchronizacji pomiędzy hostem i urządzeniem, utraconej na skutek wystąpienia błędów w pakietach danych.
  Mechanizm data toggle zabezpiecza przed utratą synchronizacji pomiędzy hostem i urządzeniem na skutek błędu w potwierdzeniu odsyłanym przez odbiorcę.

- Host kontroler USB komunikuje się z interfejsem magistrali USB urządzenia peryferyjnego za pomocą fizycznego kanału komunikacyjnego.
  Tak, używamy kabelka.

- Kamera internetowa może przesyłać obraz do komputera za pomocą transferu izochronicznego z szybkością LowSpeed w interfejsie USB.
  Z tabelki można wyczytać, że dla transferu izochronicznego nie można wykorzystać szybkości LowSpeed.

- Pakiety USB przesyłane z szybkością LowSpeed muszą byd poprzedzone pakietem preambuły
  Tak, jest on charakterystyczny dla pakietów przesyłanych z szybkością LowSpeed

- Urządzenie peryferyjne USB 2.0 może być podłączone do host kontrolera za pośrednictwem maksymalnie sześciu hubów.
  Aby spełnić normę (ograniczenie czasowe oczekiwania na odpowiedź), można podłączyd za pośrednictwem maksymalnie 5 hubów.

- Pole PID w pakiecie USB zabezpieczone jest 16-bitową sumą kontrolną CRC.
  Pole PID zabezpieczone jest 4-bitowym polem kontroli, będącym prostą negacją bitów pola PID.

- Do portu dolnego huba podłączane mogą byd tylko wtyki USB typu B.
  Tylko wtyki typu A.

- Transakcja dzielona w USB 1.1 składa sie z dwóch części: SSPLIT i CSPLIT.
  Takie czary dopiero w USB 2.0

- W przypadku połączenia USB HighSpeed wykonywane jest podparcie linii D- do Vcc za pośrednictwem rezystora 1,5k.
  Po podłączeniu urządzenia High Speed wpierw jest ono identyfikowane jako Full Speed, więc wykonywane jest podparcie linii D+ do Vcc za pośrednictwem rezystora 1,5k. Następnie, poprzez chirp ("dwierkanie") host i urządzenie ustalają, czy możliwa jest komunikacja w trybie High Speed. Jeśli tak, usuwane jest podparcie przez rezystor, a obwód zamykany jest terminatorami.

- W kodowaniu NRZI co sześć jedynek jest wstawiany bit synchronizacji "0".
  Pomieszane pojęcia. W kodowaniu NRZI nie występuje dodawanie bitu synchronizacji. Proces ten nazywa się bit stuffing. Zdanie było by poprawne, gdyby brzmiało np. W kodowaniu NRZI z bit stuffingiem co sześć.

- Transakcje kontrolna i przerwaniowa w USB 1.1 są transakcjami aperiodycznymi z gwarantowanym pasmem w ramach jednej mikroramki.
  Transakcja kontrola jest transakcją aperiodyczną. Transakcja przerwaniowa jest transakcją periodyczną.

- W kontrolerze OHC transakcje izochroniczne są porządkowane/kolejkowane w drzewo/strukturę drzewiastą.
  Tak, OHC wykorzystuje strukturę drzewa, a UHC tablicę wskaźników (listę podwieszaną).

- Standard USB 2.0 wymaga skręconych, ekranowanych kabli.
  Well, High speed all the way, więc wymaga
- Transfer kontrolny i przerwaniowy są transferami aperiodycznymi.
  Było podobne pytanie. Transfer kontrolny jest aperiodyczny, transfer przerwaniowy jest periodyczny.
- Wielowarstwowa architektura USB 2.0 składa się z 3 warstw.
  Tak - warstwa interfejsu magistrali USB, warstwa urządzenia USB, warstwa funkcji urządzenia
- W porcie USB dane są dzielone na transakcje.
  Dane w ramce są dzielone na transakcje, więc tak
- Hub podłączony do portu USB ma obciążalność 100uA.
  Hub podłączony do portu USB bez własnego zasilania (zasilanie magistralowe) ma obciążalnośd dla portów dolnych do 100mA na port (maksymalną 400mA na cały hub). Hub z zasilaniem zewnętrznym lub hybrydowym ma obciążalnośd do 500mA na port.
- W systemie USB do mechanizmów kontroli danych należą:
  - Przełączanie pakietów danych
    Tzw. Data Toggle
  - Wykrywanie braku aktywności na linii danych;
  - Zabezpieczenie znacznika SOF lub EOF
    Reakcją jest natomiast objęte wystąpienie fałszywego znacznika kooca pakietu (false EOP)
  - kodowanie LRC
    Pakiety zabezpieczone są kodowaniem CRC.
- Wydajnośd dolnego portu (USB 2.0) wynosi 500mA.
  Nie wiadomo. Zasilany Hub może wystawić te 500mA, ale niezasilany już tylko 100mA
- USB 2.0 ma parę przewodów ekranowanych.
  Taki upgrade.
- W kodowaniu NZR wstawia się dodatkowe bity synchroniczne.
  Dodatkowe bity synchroniczne wstawia się w kodowaniu NRZI
- Urządzenie USB 2.0 może zasygnalizować swoją niegotowość do zapisu danych z szybkością High-Speed wysyłając pakiet PING-NYET.
  Wychodzi na to, że niegotowość zgłasza samym NYET? Pyta – PING, odpowiada (niegotowość) NYET. I Tak cały czas, chyba że dostanie ACK. ACK – wykonanie transakcji OUT. NYRT – host kontynuuje wysyłanie zapytań PING
- W systemie deskryptorów urządzenia USB może wystąpić kilka deskryptorów urządzenia, konfiguracji, interfejsów I punktów końcowych.
  Deskryptor urządzenia może być jeden. Innych – konfiguracji, interfejsu, końcowych może być więcej.
- Hub USB ma przerwaniowy punkt końcowy, który wykorzystuje do powiadamiania hosta o podłączeniu urządzenia USB do któregoś z jego portów dolnych.
  Chyba.
- Na wierzchołku wielopoziomowego, hierarchicznego układu deskryptorów USB znajduje się deskryptor konfiguracji. *Na szczycie znajduje się pojedynczy deskryptor urządzenia.*
- Transfer masowy I izochroniczny USB 1.1 są przykładami transferów aperiodycznych z zagwarantowanym pasmem w ramach jednej mikroramki.
  Izochroniczny jest periodyczny, masowy nie ma zagwarantowanego pasma (wg tabelki z prędkościami)
- W deskryptorze konfiguracji USB jest jakiś pole statusowe, które mówi o maksymalnym poborze prądu. Dla wartości 50 urządzenie pobiera 50mA.
  Pole to jest tak skonstruowane, żeby wartość zmieściła się w jednym bajcie, ze skokiem co 2mA. Dlatego urządzenie, które zgłasza, że 50 może zasysać maksymalnie 100mA.

- Uszeregowanie transakcji w USB nie zależy od implementacji kontrolera.
  W OHC przerwaniowe są w strukturze drzewa, a w UCH listy podwieszanej, co ma wpływ na uszeregowanie (do sprawdzenia).

- Host może zasygnalizować chęć zapisu danych do urządzenia wysyłając pakiet NYET do urządzenia USB 2.0, które z kolei odpowiada pakietem PING jeśli jest gotowe do zapisu.
  To host posyła PING - zapytanie, czy urządzenie jest gotowe do zapisu. Te odsyła ACK - gotowe, lub NYET - jeszcze nie.

3 IEEE 1394 Firewire

Prawda/Fałsz

- Po resecie w systemie FireWire (IEEE1394) wykonywane są procedury TREEID i SELFID .
  Po resecie następuje „TREEID" odpowiedzialne za ustalenie węzła głównego a później „SELFID" odpowiedzialne za rozesłanie adresów do poszczególnych portów.

- Transakcja dzielona IEEE1394 umożliwia wykorzystanie magistrali przez inne węzły po zakooczeniu subakcji żądania (request), a przed wysłaniem odpowiedzi (response).
  Tak, pomiędzy żądaniem a odpowiedzą magistrala jest wolna i można ją wykorzystać

- Transakcje asynchroniczne IEEE1394 są uprzywilejowane w stosunku do transakcji izochronicznych i w związku z tym zawsze wykonywane są na początku cyklu.
  Jest odwrotnie. To izochroniczne są uprzywilejowane nad asynchronicznymi.

- Urządzenie IEEE 1394 będące konsumentem zasilania może posiadad co najwyżej jedno 6-kontaktowe gniazdo IEEE 1394.
  Tak po prostu jest.

- Numery węzłów IEEE 1394 nadawane są podczas procedury samoidentyfikacji na podstawie wartości wewnętrznych liczników odebranych pakietów SelfID.
  Tak, SELFID przypisuje każdemu węzłowi unikatowy identyfikator pełniący rolę adresu, a następnie rozsyła je w formie pakietów selfid z każdego portu do wszystkich pozostałych węzłów.

- Pakiet potwierdzenia odbioru asynchronicznego pakietu żądania zapisu bloku danych w pierwszej fazie transakcji asynchronicznej IEEE 1394 zawiera sumę kontrolną w formie parzystości.
  Tak, zawiera kod potwierdzenia i parzystość - patrz budowa pakietów

- W IEEE 1394 pakiet nowego cyklu (SCP) jest wysyłany ZAWSZE co 125us.
  Izochroniczne owszem, ale asynchroniczne w ramach interwału równych szans, którego długość zależy od liczby węzłów asynchronicznych jednocześnie żądających dostępu do łącza.

- IEEE 1394 posiada osobne pary ekranowanych przewodów (dla) TPA i TPB.
  Tak wynika z przekroju budowy

- Pole adresowe w IEEE1394 składa się z numeru magistrali (10b), numeru węzła (6b) i adresu w węźle (48b).
  Wszystko się zgadza.

- W systemie IEEE1394 węzeł A o szybkości S100 połączono z węzłem B o szybkości S200 za pośrednictwem węzła C o szybkości S400, co zwiększyło szybkość transmisji pomiędzy węzłami A i B w stosunku do ich połączenia bezpośredniego.
  Nie, węzeł A wciąż nadaje z szybkością S100, a teraz dodatkowo musi przejść przez węzeł C

- W interfejsie IEEE1394 przerwa pomiędzy subakcjami transakcji asynchronicznych jest mniejsza od przerwy pomiędzy transakcjami izochronicznymi, co powoduje ich uprzywilejowanie podczas arbitrażu.
  Izochroniczne mają pierwszeństwo, to raz. Dodatkowo przerwa pomiędzy izochronicznymi zazwyczaj jest krótsza od tej pomiędzy asynchronicznymi.

- Biorący udział w arbitrażu asynchronicznym węzeł A (dotyczy interfejsu IEEE 1394) nie może uzyskać dostępu do łącza, bo zdominował je asynchroniczny węzeł B, który ciągle wygrywa arbitraż.
  Kolejność przydziału zależy od położenia węzła w drzewie systemu. Węzły położone bliżej korzenia uzyskają dostęp przed węzłami bardziej oddalonymi. Łączny czas wykonania subakcji przez wszystkie węzły nazywa się fairness interval. W tym czasie każdy węzeł uzyska dostęp do magistrali, aby wykonać subakcję. Dostęp do magistrali węzeł zarządzający przekazuje "rotacyjnie". Następna subakcja będzie mogła być wykonana w kolejnym interwale równych szans.

- Odbiorca transakcji asynchronicznej wygrał arbitraż I odesłał pakiet odpowiedzi. Inicjator transakcji odebrał odpowiedź I oczekuje na wygranie arbitrażu w celu odesłania pakietu potwierdzenia.
  Nie, istnieje coś takiego jak dostęp natychmiastowy - potwierdzenie wysyła się za pośrednictwem warstwy PHY, która nie rywalizuje o dostęp do magistrali.

- W przypadku transakcji dołączanych (interfejs IEEE 1394) nie trzeba rywalizować o dostęp do magistrali w celu odesłania odpowiedzi.
  Transakcja dołączana dostarcza dane przy potwierdzeniu, a ono nie wymaga arbitrażu.

- W interfejsie IEEE 1394 szansa wygrania arbitrażu wzrasta wraz ze wzrostem odległości (mierzone liczbą węzłów pośredniczących) węzła ubiegającego się o dostęp do magistrali od korzenia.
  Jest na odwrót – bliżej korzenia, większe szanse.

- Wartość przerw i ograniczeń czasowych w interfejsie IEE 1394 są "na sztywno" określone przez standard i nie mogą być korygowane.
  Przerwa pomiędzy subakcjami transakcji asynchronicznej może być regulowana.

- W przykładowym interfejsie IEEE 1394 występują tylko transakcje asynchroniczne. Jeżeli uczestnikiem (inicjatorem lub odbiorcą) transakcji asynchronicznej jest korzeń, to zawsze wygra on arbitraż jako pierwszy.
  Zgodnie z zasadą "Bliżej korzenia, większe szanse" korzeń wygrywa wszystko. Jednak występują transakcje izochroniczne i asynchroniczne.

- Kontroler cyklu musi być korzeniem w topologii IEE1394, bo musi wysyłać sygnał CSP.
  Chyba.

- Węzeł w IEE1394, który zainicjalizował transakcje asynchroniczną może być odbiorcą transakcji zainicjalizowanej przez inny węzeł w tym samym Interwale Równych Szans.
  Raczej tak, węzły asynchroniczne do wykonania transakcji nie wymagają alokacji pasma (subakcja). Also - zarządzanie magistralą stara się umożliwić jednoczesne jej wykorzystanie przez różne transfery.

4 IEEE-488 i SCPI

Prawda/Fałsz

- GPIB (IEEE-488) jest interfejsem równoległym, opartym na 8-bitowej, 2 kierunkowej magistrali danych i 8 sygnałach sterujących: REN, IFC, ATN, SRQ, EOI, NRFD, NDAC, DAV
  Tak, bity wysyła się ósemkami, stąd m. in. podaje się prędkość w bajtach na sekundę

- SCPI to język programowania na bazie języka C wyposażony w biblioteki funkcji sterujących urządzeniami pomiarowo-kontrolnymi.
  SCPI jest językiem kontroli urządzeo (i nie bazuje na C).

- Znak ':' w rozkazach SCPI reprezentuje przejście pomiędzy poziomami w rozgałęzionej strukturze subsystemu, natomiast prefiks '*' oznacza rozkaz wspólny.
  Tak, dwukropek służy do precyzowania zapytania, gwiazdka jako nagłówek komunikatu wspólnego.

- System statusowy urządzenia SCPI składa się tylko z jednego, 8-bitowego rejestru, w którym bit B6 jest zgłoszeniem żądania obsługi.
  Składa się z minimum dwóch rejestrów, których układ jest wielopoziomowy (hierarchiczny).

- Kontrola szeregowa I kontrola równoległa to mechanizmy automatycznego wykrywania urządzeń podłączonych do systemu IEEE 488.
  Kontrola szeregowa I równoległa służą do identyfikacji urządzeń zgłaszających żadanie obsługi.

- Maska związana z bajtem statusowym SCPI służy do blokowania ustawiania wybranych bitów bajtu statusowego.
  maską związaną z bitem statusowym jest rejestr maski żądania obsługi, który odpowiada za selekcję bitów powodujących zgłoszenie żądania, ale nie ma on wpływu na stan samych bitów w bajcie statusowym. Bajt statusowy jest rejestrem zbiorczym swoich rejestrów nadrzędnych, więc jego wartość zależy do wartości tamtych rejestrów i ich masek.

5 Inne

Prawda/Fałsz

- Interfejsy USB, IEEE1394 oraz RS-232 udostępniają zasilanie systemowe i mają mechanizmy zarządzania zasilaniem.
  USB i IEEE-1394 owszem, ale nie RS-232.

Opracowanie materiałów

1 RS-232 – szeregowy port znakowy

1.1 Co to jest?

Standard RS-232 został wprowadzony w 1962 r. w celu normalizacji interfejsu pomiędzy *urządzeniem końcowym dla danych* (DTE - Data Terminal Equipment), a *urządzeniem komunikacyjnym* (DCE - Data Communication Equipment). Na zajęciach zajmujemy się tak naprawdę zrewindowaną wersją standardu: RS-232C, wprowadzoną w 1969 roku.
RS-232C umożliwia przesył danych na niewielkie odległości - do 15 metrów - oraz niewielką szybkość - do 20 kb/s - przez niesymetryczne łącze.

1.2 Charakterystyka interfejsu RS-232

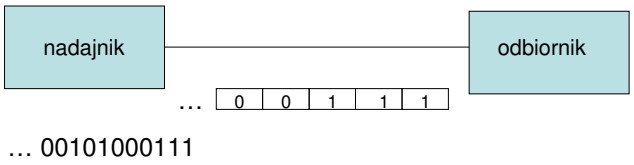
Łącze szeregowe przeznaczone do asynchronicznej transmisji znakowej realizowanej zazwyczaj w trybie półdupleksowym.

1.2.1 Transmisja danych

Szeregowa asynchroniczna transmisja znakowa w trybie półdupleksowym (praktycznie tylko w tym trybie, ale mogą być inne). CIEKAWOSTKA: ma budowę dupleksową.

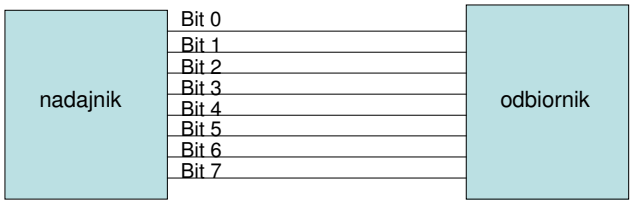
1.2.2 Rodzaje transmisji

- Szeregowa - sekwencyjne przesyłanie bitów w ustalonej kolejności (od LSD lub MSB) po jednej linii transmisyjnej.



... 00101000111

- Równoległa - przesyłanie bitów słowa po przyporządkowanej każdemu bitowi linii transmisyjnej (bity przesyłane równolegle, słowa przesyłane szeregowo).



01000111
11010000

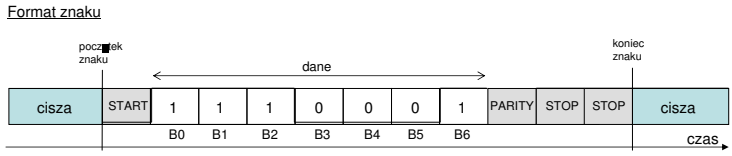
1.2.3 Definicje danych

- ”0” - 0V
- ”1” - 12V

- Czas transmisji jednego bitu T - stały, nie większy niż czas propagacji.
- $\frac{1}{T}$ - liczba bitów przesyłana w jednostce czasu. Standardowe wartości 110, 150, 300, 600, 1200, 2400 ... [b/s]
- Impulsy rozeznające - sprawdzają stan bitów odebranych (następują co T, które narzuca nadawca).

1.2.4 Jednostka informacyjna - znak

Jednostka informacji o ściśle określonym formacie. Odbiorca dysponuje impulsami próbkującymi, które rozpoznają stan sygnału (odpytują).



1.2.5 Przekazywanie konfiguracji

Aby nadawca i odbiorca mogli się porozumieć i interpretować znaki w ten sam sposób, muszą zostać tak samo skonfigurowane. Innymi słowy, muszą posiadać ten sam takt nadawania.
Metody:

- dodatkowe łącze
- jako element konfiguracji (wykorzystanie generatorów kwarcowych, synchronizm częstotliwościowy)

Nominalne położenie impulsu = ok. $\frac{1}{2} \times T$ - pośrodku, największe bezpieczeństwo próbkowania. Służą do tego układy korekcji fazy impulsu - liczniki, zliczają liczbę impulsów na wejściu i dają 1 na wyjściu.

1.2.6 Definicja znaku

- **START** - bit kontrolny, znacznik początku (SOF - Start Of Frame) - jałowy z punktu widzenia przesyłanej informacji i służący jedynie w celu synchronizacji. START zapewnia $\frac{n}{2}$ jako stan licznika (fazy impulsu).
- **DANE** - 7-8 bitów (kiedyś też 5-6, obecnie już nieużywane), które są treścią znaku, począwszy od bitu najmniej znaczącego (LSB - least significant bit). Tym bitem jest B0.
- **PARITY** – bit kontroli poprawności znaku, służy jako zabezpieczenie informacji. Może, ale nie musi występować. Jednak decyzja o jego występowaniu ma charakter globalny - dotyczy każdego znaku w danej transmisji. Jego stan określa zasada:
  - Kontrola parzystości (Even parity) - polega na sprawdzeniu liczby jedynek na polu danych i ustawieniu bitu kontrolnego na "1" w przypadku nieparzystej liczby jedynek lub na "0" w przypadku parzystej (uzupełnienie do parzystości).
  - Kontrola nieparzystości (Odd parity) - polega na sprawdzeniu liczby zer na polu danych i ustawieniu bitu kontrolnego na "1" w przypadku nieparzystej liczby zer lub na "0" w przeciwnym przypadku.
  - Brak kontroli (None)

  Ten bit kontroli pozwala wykryć przekłamanie w transmisji danych pod warunkiem, ze liczba przekłamań jest nieparzysta.
- **STOP** – 1 lub 2 bity kontrolne, znacznik końca znaku.

1.2.7 Konwencja nazewnicza rodzajów transmisji

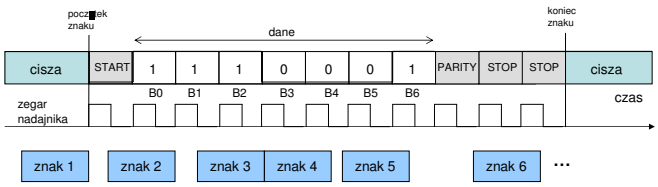
[Ilość bitów danych][Rodzaj kontroli][Liczba bitów stopu]
Przykłady:

- 7E2 - 7 bitów danych, kontrola parzystości, 2 bity stopu (10 bitów + START = 11 bitów)
- 8O1 - 8 bitów danych, kontrola nieparzystości, 1 bit stopu (11 bitów)
- 8N2 - 8 bitów danych, brak kontroli, 2 bity stopu (11 bitów)

1.2.8 Rodzaje transmisji

- **Synchroniczna** - elementy informacji wysyłane w takt zegara nadajnika. W ten sposób przesyłane są bity w ramach pojedynczej jednostki informacyjnej.
- **Asynchroniczna** - wysyłanie elementów informacji niesynchronizowane zegarem nadajnika. W ten sposób są wysyłane poszczególne jednostki - ich wprowadzanie nie jest sygnalizowany żadnym sygnałem, więc odstęp między nimi jest dowolny.
  Czas trwania bitu nazywa się *odstępem jednostkowym* i oznaczamy go t_b. Jego odwrotność ($f = \frac{1}{t_b}$) określa szybkość transmisji w bodach, gdzie 1 [bd] = 1 [bit/s].

1.2.9 Transmisja w RS-232



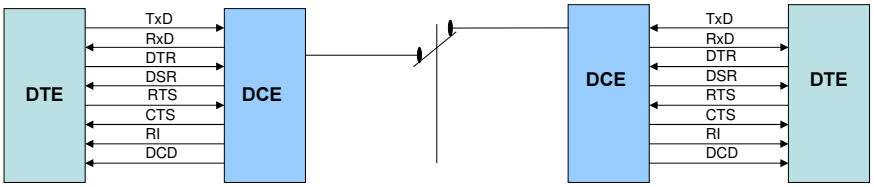
- Synchroniczne wysyłanie bitów
- Asynchroniczne wysyłanie znaków
  - Polega na wysyłaniu pojedynczych znaków, które mają ścisłe określony format.
  - Brak sygnału zegarowego określającego momenty wysyłania znaków.
  - Odstępy między znakami nieokreślone.

1.2.10 Tryby transmisji

- **Simpleksowa** - jednokierunkowa, z nadajnika do odbiornika.
- **Półdupleksowa** (HDX) - dwukierunkowa, niejednoczesna (w danej chwili czasu jedno urządzenia jest nadajnikiem, a drugie odbiornikiem). Zakłada istnienie tylko jednej linii transmisyjnej. Wymaga konfiguracji (informacja, kto kiedy nadaje).
- **Dupleksowa** (FDX) - dwukierunkowa, jednoczesna (w danej chwili czasu oba urządzenia mogą spełniać rolę nadajnika lub odbiornika). Brak konieczności sprawdzania czy łącze jest wolne oraz mechanizmu rezerwacji łącza.

1.3 Komunikacja DTE-DCE - sygnały w porcie RS-232

Komunikacja dwóch stacji DTE przez komutowane łącze telefoniczne.



Urządzenia				
DTE	Data Terminal Equipment		Komputer	
DCE	Data Communication Equipment		Modem	
Linie (sygnały)				
Skrót	**Nazwa**	**Znaczenie**	**Przeznaczenie**	**Kierunek**
TxD	Transmitted Data	Dane nadawane	Linia danych	Wyjście
RxD	Received Data	Dane odbierane	Linia danych	Wejście
DTR	Data Terminal Ready	Gotowość DTE	Linia kontrolna	Wyjście
DSR	Data Set Ready	Gotowość DCE	Linia kontrolna	Wejście
RTS	Request to Send	Żądanie nadawania	Linia kontrolna	Wyjście
CTS	Clear To Send	Zgoda na nadawanie	Linia kontrolna	Wejście
RI	Ring Indicator	Wskaźnik wywołania	Linia kontrolna	Wejście
DCD	Data Carrier Detected	Wykrycie nośnej	Linia kontrolna	Wejście
SG	Signal Ground	Masa sygnałowa	Masa	——

1.3.1 Fazy pracy układu

- Tryb nawiązywania połączenia

- Tryb transmisji danych (wtedy nas interesują dupleksy i inne)

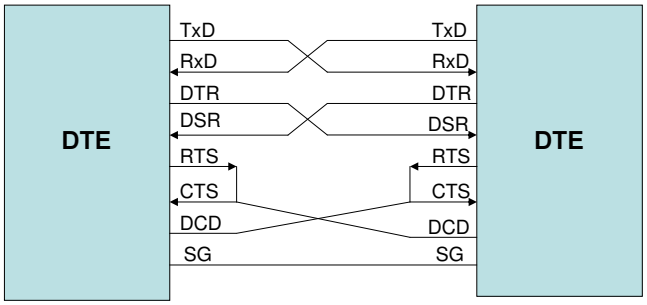
1.3.2 Linie w złączu RS-232

- Linie danych: TxD, RxD

- Linie kontrolne: DTR, DSR, RTS, CTS, RI, DCD

1.4 Połączenie bezmodemowe DTE-DTE

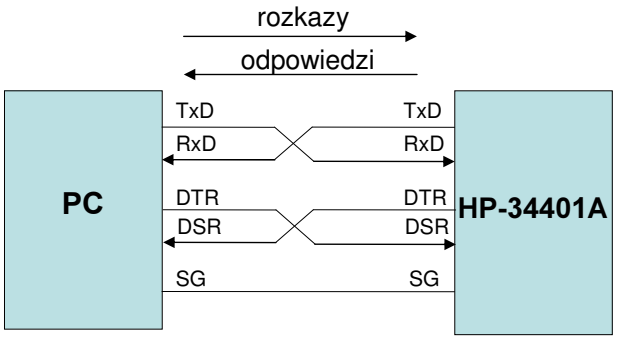
Przykład połączenia dla transmisji dupleksowej.



- PG, SG - masa
- TxD, RxD - dane
- RTS, CTS, DCD, DSR, DTR - sterowanie

1.5 Kontrola transmisji: handshake i protokół XON/XOFF

1.5.1 Handshake

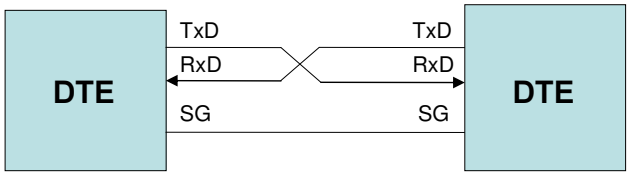


- DTR = 1 - zgoda na nadawanie
- DTR = 0 - brak zgody na nadawanie
- DTR informuje, czy bufor jest zapełniony. DSR sprawdza go u partnera przed wysłaniem dalszych danych.
- Analogiczna sytuacja, kiedy podłączone są RTS i CTS zamiast DTR i DSR. RTS wystawia informację, CTS sprawdza.

1.5.2 Protokół XON/XOFF

Występuje przy wymianie informacji w trybie dupleksowym. Umożliwia blokowanie i odblokowywanie transmisji danych. Np. drukarka - gdy skończy się papier w trakcie drukowania, przesył jest blokowany, Gdy użytkownik uzupełni papier, transmisja jest wznawiana. Taki protokół XON/OFF nazywany jest programowym (software XON/OFF). Rozwiązanie hardware to transmisja półdupleksowa za pośrednictwem

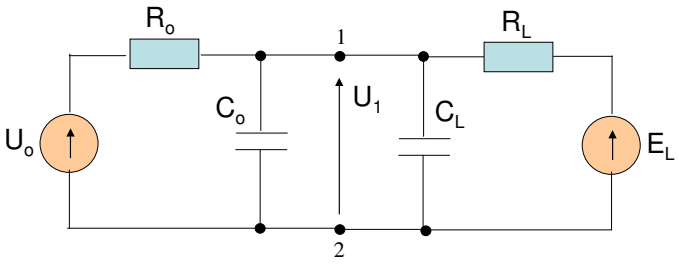
sygnałów w kanale wtórnym.



- XON – ASCII 19 (CTRL-S)
- XOFF – ASCII 17 (CTRL-Q)

1.6 Parametry elektryczne sygnałów

Poniżej przestawiono schemat "obwodu stykowego" złożonego ze źródła sygnału, toru transmisyjnego i odbiornika. Parametry zdefiniowano przy założeniu, że szybkość transmisji nie przekracza 20 kbd.



Model obwodu transmisyjnego

$|U_o| < 25$ V
$3\ k\Omega < U_o < 7\ k\Omega$
$I_{zwarcia} < 0{,}5$ A
$|E_L| < 2$ V
$C_o + C_L < 2500$ pF
Zmiana $U_1 < 30$ V/μs
1 nadajnik – 1 odbiornik

Poziomy sygnałów

1. Sygnał danych:

-15 V < U1 < -3 V 1 logiczna
+3 V < U1 < +15 V 0 logiczne

2. Sygnały kontrolne:

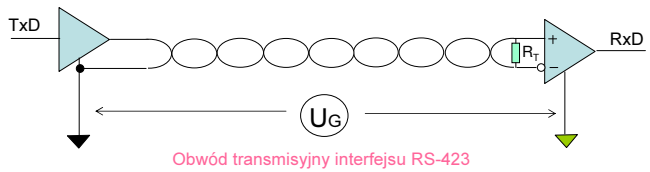
-15 V < U1 < -3 V 0 logiczne
+3 V < U1 < +15 V 1 logiczna

Na rysunku powyżej: kiloomy oraz mikrosekundy.
Wada: jest to obwód represyjny, da się go silnie zakłócić poprzez różnicę potencjałów pomiędzy masami.

1.7 Standardy RS-423, RS-422, RS-485

Niesymetryczna przesyłanie danych w RS-232C ogranicza szybkość i odległość transmisji, a ponadto nie jest zabezpieczone przed zakłóceniami zewnętrznymi. Aby to polepszyć wymyślono inne standardy.

1.7.1 RS-423A

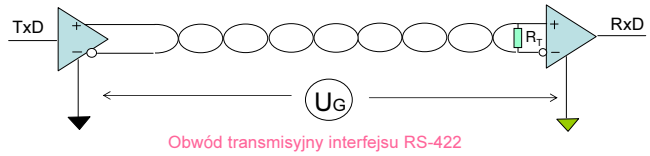


Obwód transmisyjny interfejsu RS-423

- szybkość do 100 kbd (przy zasięgu do 30 m)
- zasięg do 1200 m (przy szybkosci do 3 kbd)

Standard RS-423A określa elektryczną charakterystykę napięciowego obwodu transmisyjnego złożonego z niesymetrycznego nadajnika oraz symetrycznego (różnicowego) odbiornika. Takie obwody stosuje się do przesyłania sygnałów binarnych pomiędzy DTE i DCE, które reprezentują dane lub funkcje sterujące. Zastosowanie różnicowego obciążenia pozwala na znaczne zmniejszenie wpływu napięcia wspólnego U_G powstałego na wskutek różnicy potencjałów masy nadajnika i odbiornika, jak również przesłuchów między nimi.
Standard wymaga aby dla każdego kierunku transmisji istniał przynajmniej jeden niezależny przewód powrotny.
Typowa prędkość wynosi 100 kb/s przy odległości do 30 m.

1.7.2 RS-422A



Obwód transmisyjny interfejsu RS-422

- szybkość do 10 Mbd (przy zasięgu do 100 m)
- zasięg do 1200 m (przy szybkości 100 kbd)

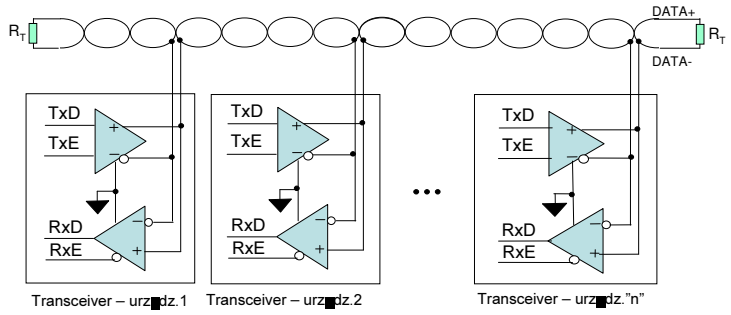
Wykorzystuje pełną symetryzację łącza, zapewnia szybka transmisję w obecności zakłóceń. Standardy RS-423 oraz RS-485 określają symetryczny, zrównoważony system transmisji danych złożony z:

- różnicowego nadajnika
- dwuprzewodowego zrównoważonego toru przesyłowego
- odbiornika o różnicowym obwodzie wejściowym.

Standard RS-422A nie wprowadza ograniczeń na minimalną i maksymalną częstotliwość, a jedynie na zależność między szybkością zmian sygnału, a czasem trwania bitu.

1.7.3 RS-485A

Standard RS-485A jest rozwinięciem RS-422. Łącze RS-485A jest również zrównoważone i symetryczne, przy czym dopuszcza się nie tylko wiele odbiorników, ale i wiele nadajników podłączonych do jednej linii. Nadajniki muszą być trójstanowe.

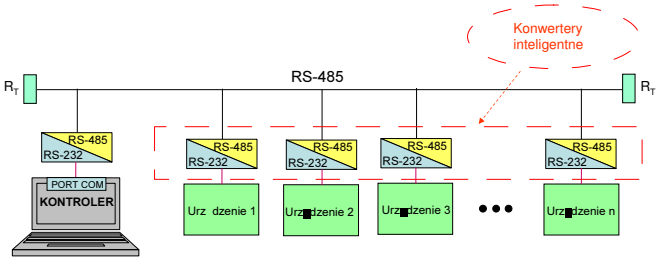


Magistrala interfejsu RS-485

1.8 Systemy komunikacyjne oparte na łączu znakowym

1.8.1 System oparty na szeregowym łączu znakowym

Podłączenie urządzenia RS-232 do portu COM z pom. int. RS-485



Podł czenie urz dze RS-232 do portu COM
za pomoc interfejsu RS-485

R_T- Rezystory zabezpieczające przed niekorzystnym odbiciem fali (tzw. Terminatory).
Problem: dostęp do magistrali kontrolera i urządzeń systemu
Rozwiązanie: Implementacja protokołu komunikacyjnego (warstwa łącza danych). Komputer zarządza innymi urządzeniami w całym systemie. Do zbudowania tego wystarczają proste przejściówki do zmian sygnałów.
Komunikacja:

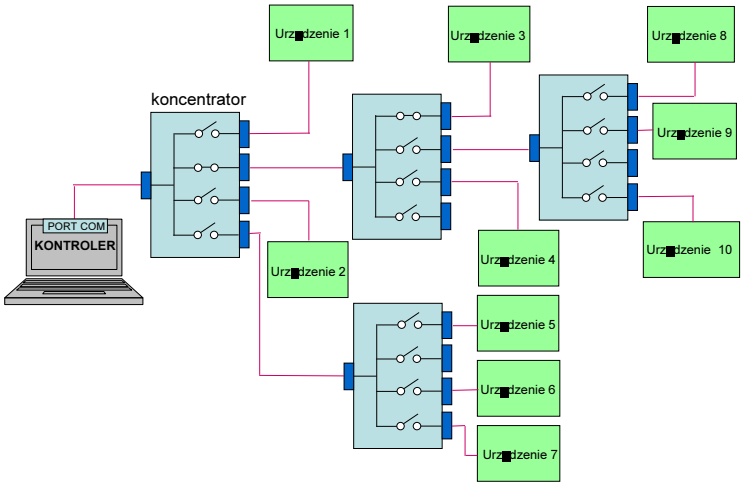
- Selekcja urządzenia kontrolującego (master) - generuje on rozgłoszenie (broadcast) do wszystkich urządzeń i zbiera dane.

- Selekcja urządzenia odbierającego - konieczna gdy wiele urządzeń chce przesłać odpowiedź do mastera, co może powodować konflikt.

  – nadanie identyfikatorów (adresacja urządzeń)

  – zastosowanie przejściówek - są inteligentne i odpowiadają za dostęp do urządzenia.

1.8.2 System oparty na łączu znakowym



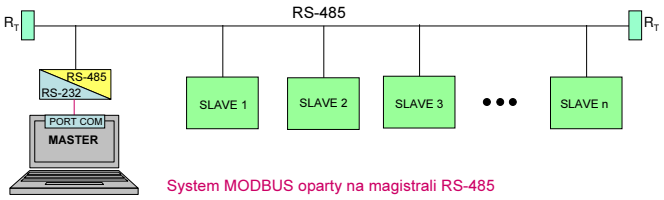
Koncentrator zawiera 4 klucze portu RS. Dostęp jest tylko do jednego wyjścia naraz.
Kaskadowe połączenie - przełącznik podłączony do przełącznika. Pojawia się problem wyboru drogi do urządzenia, która musi być znana. Koncentratory muszą mieć informacje o **mapie urządzeń**.

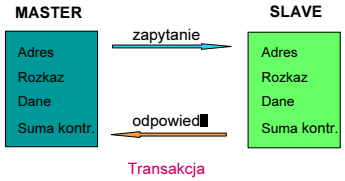
1.9 System MODBUS

Interfejs MODBUS został opracowany w firmie Modicon i jest przyjętym standardem w dla asynchronicznej, znakowej wymiany informacji pomiędzy urządzeniami systemów pomiarowo-kontrolnych.

1.9.1 Charakterystyka

- Reguła dostępu do łącza na zasadzie Master-Slave.
- Zabezpieczenie przesyłanych komunikatów przed błędami
- Potwierdzenie wykonania rozkazów zdalnych i sygnalizacja błędów
- Mechanizmy zabezpieczające przed zawieszeniem systemu
- Wykorzystanie asynchronicznej transmisji znakowej zgodnej z RS-232C





1.9.2 Transakcja

Jedno urządzenie może inicjować transakcje (master), a pozostałe (slave) odpowiadają jedynie na zapytania mastera. Transakcja składa się z polecenia (query) wysyłanego z master do slave oraz z odpowiedzi

(response) przesyłanej ze slave do master. Odpowiedź zawiera dane żądane przez master lub potwierdzenie realizacji jego połączenia. Wykrycie końca kończy fazę w której następuje przekazanie łącza masterowi.

1.9.3 Format wiadomości

Dotyczy zarówno poleceń jednostki nadrzędnej, jak i odpowiedzi podrzędnych.

- Adres
- Kod funkcji reprezentujący rozkaz, pierwszy bit rozkazu oznacza jego rodzaj. 0 - normalny, 1 - szczególny.
- Dane
- Kontrola błędów (dla pracy w warunkach przemysłowych)

W przypadku odpowiedzi odpowiednio w polach znajdują się:

- Adres (swój, slave'a, do kontroli poprawności)
- Pole potwierdzenia realizacji rozkazu
- Dane żądane przez master
- Kontrola błędów

1.9.4 Rodzaje transakcji

- **Adresowana** - przeznaczona dla pojedynczej jednostki slave
- **Rozgłoszeniowa** (broadcast) - wysyłana do wszystkich jednostek podrzędnych. Na ten rodzaj polecenia jednostki nie przesyłają odpowiedzi.

1.9.5 Rodzaje odpowiedzi

- **Normalna** - w przypadku poprawnego wykonania polecenia.
- **Szczególna** - jeżeli slave wykryje błąd przy odbiorze wiadomości lub nie jest w stanie wykonać polecenia, to przygotowuje specjalny komunikat o wystąpieniu błędu i przesyła jako odpowiedź. W przypadku tej wiadomości jest ona **powiększona** o 128 - miejsce na kod błędu.

1.9.6 Parametry protokołu

- Reguła dostępu do łącza: Master-Slave
- Zakres adresów: 1 - 247 (identyfikatory slave'ów)
- Adres rozgłoszeniowy: 0, rozpoznawany przez wszystkie slave'y
- Kontrola błędów: LRC/CRC, ograniczenie czasowe odpowiedzi
- Wymagana ciągłość przesyłania znaków w ramce

1.9.7 Ramka w systemie MODBUS

W systemie MODBUS wiadomości są zorganizowane w ramki o określonym początku i końcu. Umożliwia do odbiornikowi odrzucenie ramek niekompletnych i sygnalizację błędów.

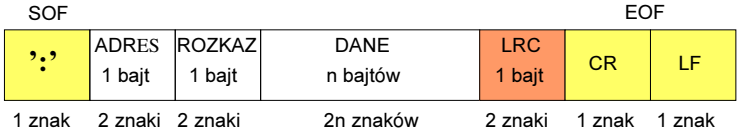
1.9.8 Rodzaje transmisji ramek

- ASCII
- RTU

1.9.9 Ramka w trybie ASCII

Każdy bajt wiadomości przesyłany jest w postaci dwóch znaków ASCII. Zaletą tego rozwiązania jest to, że pozwala na długie odstępy między znakami (1 s) bez powodowania błędów.

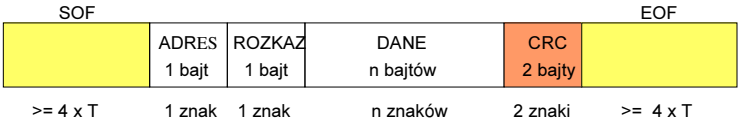
Format znaku



- System kodowania: heksadecymalny, znaki ASCII 0-9, A-F. Jeden znak heksadecymalny zawarty jest w każdym znaku ASCII wiadomości.
- Jednostka informacyjna: ograniczona znakami start (na początku) i stop (na końcu), 10-bitowa.
- Znacznikiem początku ramki jest znak dwukropka (":" - ASCII 3Ah).
- Dopuszczalne znaki dla pozostałych pól (poza znacznikiem końca ramki) to 0-9, A-F.
- Pole funkcji: dwa znaki w trybie ASCII
- Podsumowując: wykorzystujemy 2 znaki heksadecymalne do przesyłu 1go znaku ASCII. Dzielimy ten na dwie części i przesyłamy w dwóch pakietach po 10 bitów.
- Urządzenie po wykryciu znacznika początku sprawdza czy pole adresowe zawiera jego własny adres. Jeżeli tak, to odczytuje zawartość pola funkcji i pola danych.
- Pole kontrolne LRC (1-bitowe) zabezpiecza część informacyjną. Sumuje cześć informacyjną bajtu i uzupełnia do 2.
- Ramka kończy się przesłaniem dwóch znaków: CR i LF.
- Ramkę kończy przerwa czasowa trwająca co najmniej 3.5×(długości znaku)
- Ramki muszą być przesyłane w postaci ciągłej, tzn. odstęp między kolejnymi znakami tworzącymi ramkę nie może być większy niż 1.5×(długości znaku).

Stosowane jest zabezpieczenie części informacyjnej ramki kodem LRC (Longitudinal Redundancy Check).

1.9.10 Ramka w trybie RTU



W trybie RTU wiadomości zaczynają się odstępem czasowym trwającym minimum 3.5×(*czas trwania pojedynczego znaku*), w którym panuje cisza na łączu (można to zrealizować np. przez odmierzanie czasu trwania znaku przy zadanej na łączu szybkości bodowej).

- Pierwszym polem informacyjnym jest adres urządzenia
- Dopuszczalne znaki w ramach pól ramki: 0-9, A-F
- Zakres kodów operacji: 1 - 255
- Urządzenia stale monitorują magistralę. Jak adres odebrany w wiadomości zgadza się z ich własnym, to lecą dalej.
- Ramkę kończy przerwa czasowa trwająca co najmniej 3.5×(długości znaku)

- W przypadku gdy nowa wiadomość pojawia się przed upływem niezbędnej przerwy to będzie ona potraktowana jako kontynuacja poprzedniej wiadomości. Doprowadzi to do błędu sumy kontrolnej.
- Ramki muszą być przesyłane w postaci ciągłej, tzn. odstęp między kolejnymi znakami tworzącymi ramkę nie może być większy niż 1.5×(długości znaku).
- Przekroczenie odstępu powoduje uznanie ramki za niekompletną i błędną.
- Kontrola danych typu CRC - 2-bajtowe, silniejsze niż LRC.

1.9.11 Warstwa fizyczna

- Asynchroniczna transmisja znakowa
- Formaty znaków
  - Tryb ASCII: 7E1, 7O1, 7N2
  - Tryb RTU: 8E1, 8O1, 8N2
- Szybkość: od 1200 bd do 19200 bd
- Rodzaj łącza:
  - Magistrala RS-485
  - Multipleksowany RS-232
- Rodzaj transmisji (zależny od łącza):
  - różnicowa dla RS-485
  - odniesiona do masy dla RS-232

1.10 Kontroler RS-232 w komputerze PC

2 USB – Uniwersalny interfejs szeregowy

2.1 Zalety

- Podłączenie dużej liczby różnorodnych urządzeń
- Automatyczne wykrywanie włączenia urządzenia do systemu oraz jego odłączenia
- Przeprowadzanie wszystkich operacji konfiguracyjnych, w tym instalacji sterownika, bez udziału użytkownika
- Szybka transmisja
- Zasilanie urządzenia bezposrednio z portu

2.2 Parametry

Dla USB 1.1 oraz 2.0

- Szybkość transmisji: 12 Mb/s (1.1), 480 Mb/s (2.0)
- Złożoność kontrolera w stacji host: 10000 bramek
- Złożoność kontrolera w urządzeniu: 1500 do 2000 bramek

2.3 Charakterystyka systemu USB

2.3.1 Podstawowe właściwości interfejsu USB

- **Gorące podłączenie** - włączanie/wyłączanie urządzeń bez wyłączania systemu oraz konfiguracja bez udziału użytkownika.

- **Jeden typ złącza** - złącze typu A w koncentratorze i B w urządzeniu (dwa kontakty linii danych oraz dwa zasilania).

- **Duża liczba podłączanych urządzeń** - moduły komunikacyjne, jak hub czy koncentrator, posiadają kilka portów USB oraz umożliwiają łączenie kaskadowe w celu rozszerzenia liczby portów do podłączanie urządzeń. W ten sposób można uzyskać wielopoziomową gwieździstą strukturę. Ostatecznie do USB można podłączyć maksymalnie **127** urządzeń.

- **Różne szybkości transmisji**

  - Mała (*low speed*): 1,5 Mb/s
  - Pełna (*full speed*): 12 Mb/s
  - Wysoka (*high speed*): 480 Mb/s

- **Zasilanie** - USB posiada własny system dystrybucji zasilania: minilanie dostarcza 4.7 V/100 mA, maksymalnie 500 mA. Przy braku aktywnosci na magistrali przez 3s urządzenia przechodzą w tryb zmniejszonego poboru prądu (SUSPEND), gdzie moga pobierać maksymalnie 500 μA. Wyjscie z tego trybu jest możliwe poprzez inicjatywę hosta bądź urządzenia (*remote wake-up*)

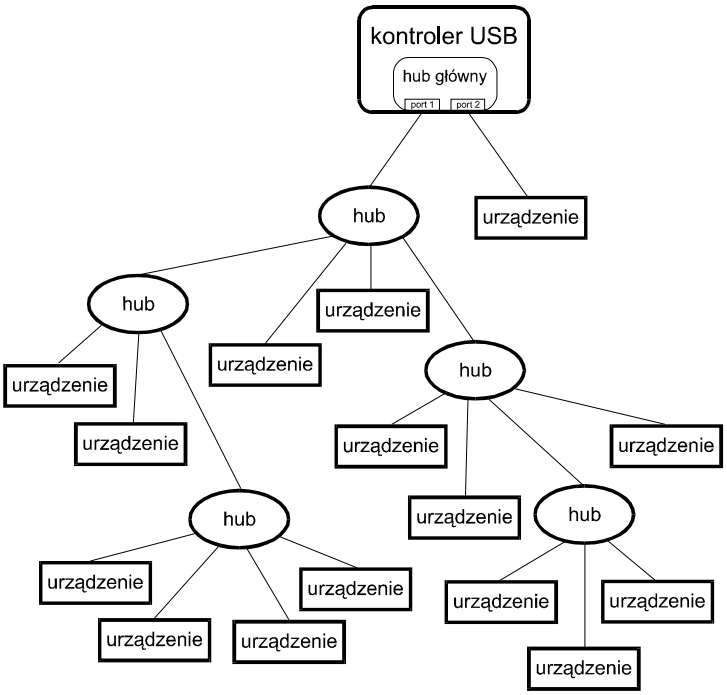
- **Protokół komunikacyjny, detekcja błędów** - obowiązuje złożony, pakietowy protokół k. z kontrolą poprawności przesyłu. Żądania przesłania danych (*transfer*) dzielone są na transakcje , które z kolei złożone są z pakietów: kontrolnego, danych i potwierdzenia. Pakiety są zabezpieczone sumą kontrolną. W przypadku wykrycia błędu jest możliwe powtórzenie transakcji.

- **Transfery USB** - 4 typy transferów:

  - Kontrolny (control transfer)
  - Masowy (interrupt transfer)
  - Przerwaniowy (bulk transfer)
  - Izochroniczny (isochronous transfer)

- **Niski koszt** - nieduża złożoność układów interfejsowych

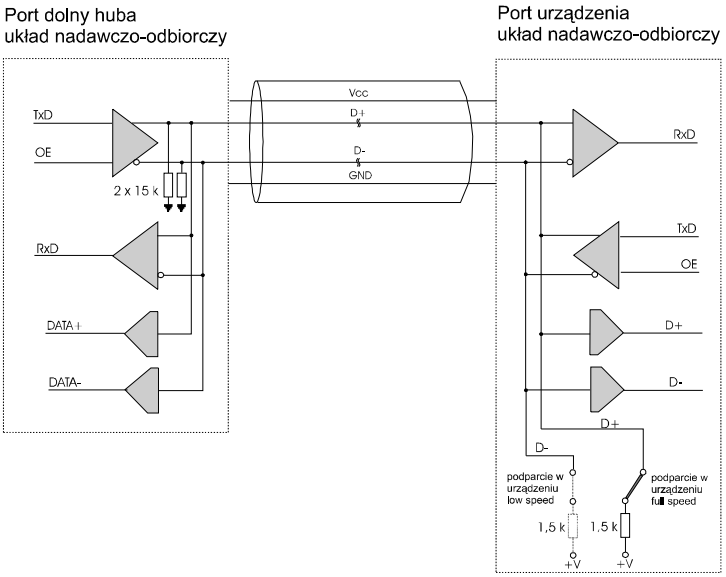
- **Schemat blokowy systemu USB**



2.3.2 Środowisko sygnałowe

Łącze transmisyjne oparte jest na obwodzie różnicowym. Różnicowy nadajnik jest połączony z różnicowym odbiornikiem przez parę przewodów.
W przypadku transmisji wolnej wystarcza para nieskręcana i nieekranowana, natomiast transmisja pełna lub wysoka wymaga pary skręcanej i ekranowanej.
Zasilanie jest przekazywane przewodami $V_{cc}(+5V)$ oraz GND (masa).
Trójstanowy nadajnik można zablokować sygnałem OE, co oznacza blokadę portu. Wówczas wyjście nieodwracające (D+) i odwracające (D-) przy zablokowanym nadajniku zostają na potencjale masy (patrz rezystory 15k).
Wzmacniacze odniesione do masy monitorują napięcie na liniach D+ i D-.

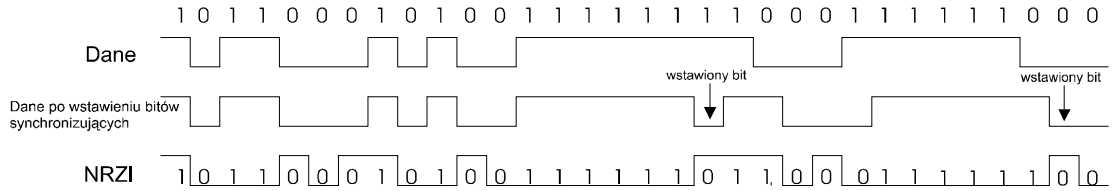
Obwód transmisyjny w standardzie USB



Stany magistrali USB

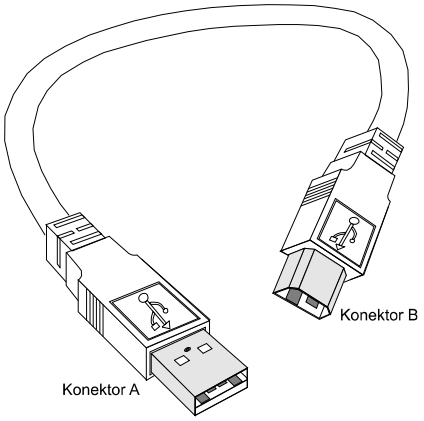
- Logiczne „1” w obwodzie różnicowym (D+) - (D-) > 200 mV
- Logiczne „0” w obwodzie różnicowym (D+) - (D-) < -200 mV
- Plus 9 innych stanów

Kodowanie bitów w systemie USB
W systemie USB przyjęto kodowanie NRZI (*Non Return to Zero Inteverted*) ze wstawianiem bitu synchronizującego (*bit stuffing*). Na początku każdego bitu o wartości logicznej zero następuje zmiana sygnału, natomiast po każdych 6 kolejnych bitach o wartości jeden wstawiany jest bit o wartości zero. Umożliwia to prawidłowe poznawanie bitów w sygnale odebranym bez potrzeby przesyłania sygnału zegarowego nadajnika. Bity wstawione są usuwane po rozpoznaniu stanu bitów w odebranym sygnale.



2.3.3 Srodowisko fizyczne

Podstawowy kabel do podłączenia urządzenia USB



W standardzie USB wyróżnia się dwa rodzaje złączy

- Konektor A – strona portu dolnego (hub), ”od strony urządzenia”
- Konektor B – strona portu górnego (urządzenie), ”od strony hosta”

Złącza USB posiadają 4 zaciski: po dwa dla magistrali danych i zasilania. W samym złączu kontakty zasilania są nieco wysunięte w przód przed kontakty danych, a więc po włożeniu najpierw jest podłączone zasilanie, a potem dane. **Rodzaje kabli**

Nr kontaktu	Nazwa sygnału	Kolor przewodu w kablu
1	Vcc	Czerwony
2	+DATA	Biały
3	-DATA	Zielony
4	GND	Czarny

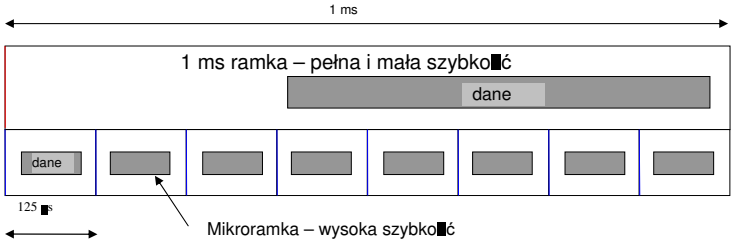
- Kabel przeznaczony dla urządzeń „low speed”
  - Nieekranowany
  - Zawiera dwie, nieskręcane pary przewodów: dla danych (28 AWG) i zasilania (20-28 AWG)

- Kabel przeznaczony dla urządzeń „full speed i high speed”
  - Zawiera ekranowaną parę skręcaną (28 AWG) dla danych
  - I nieekranowaną parę (20-28 AWG) dla zasilania
- Czas propagacji sygnału w kablu: < 30 ns przy przesyle z częstotliwością 1-16 MHz. Wymagany dla urządzeń małej i pełnej szybkości. Czas propagacji wpływa na długosc kabla:
  - 5 m dla 6ns/m
  - 3 m dla 10ns/m

2.3.4 Ramki i mikro ramki

W systemie USB dane są przekazywane:

- W ramkach o czasie trwania 1 ms dla małej i pełnej szybkości transmisji.
- W mikroramkach o czasie trwania 125 μs dla wysokiej szybkości transmisji.



Ramka 1 ms

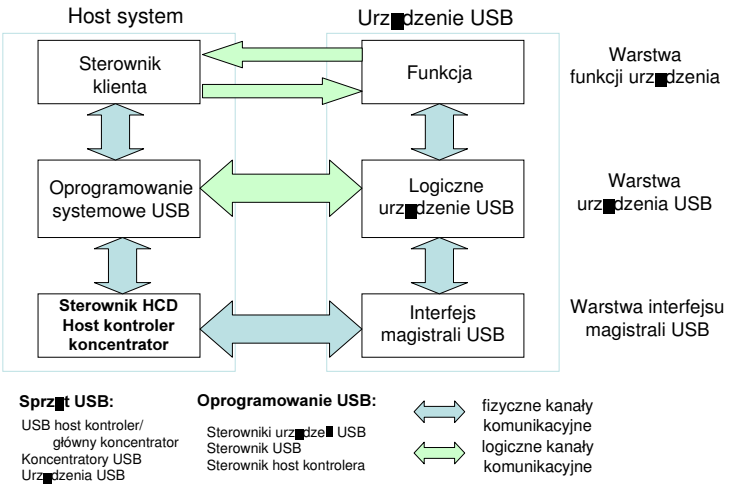
- Czas pomiędzy dwoma kolejnymi pakietami SOF ($StartOfFrame$) nazywany jest ramką. Początek ramki wyznacza pakiet SOF zawierający 11 bitów danych i 5 bitów CRC. Dane w pakiecie SOF reprezentują kolejny numer ramki. Licznik ramek przepełnia się co 2048 ms.
- Pełna szybkość transmisji
  - Maksymalny teoretyczny rozmiar ramki w bitach: 1 ms x 1/12 Mhz = 12000 bitów
  - Powyższy rozmiar ramki w bajtach: 12000 : 8 = 1500.
  - Pakiety kontrolne zajmują ok. 300 bajtów.
  - Praktyczna górna granica liczby transmitowanych w ramce: 1200 bajtów.
- Mała szybkość transmisji
  - Max rozmiar ramki w bitach: 1 ms x 1/1,5 Mhz = 1500 bitów
  - Max rozmiar ramki w bajtach: 1500 : 8 = 187

Mikroramka 125 μs

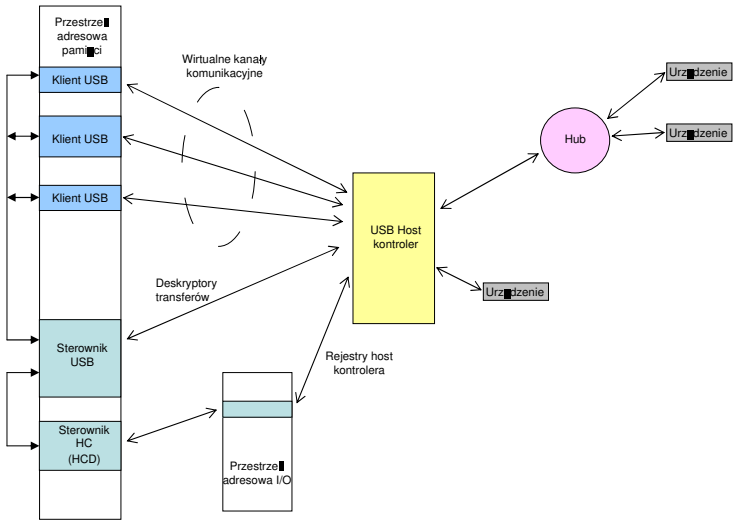
- Czas pomiędzy dwoma kolejnymi pakietami SOF wysyłanymi przez high speed huba nazywa się mikroramką.
- Mikroramka trwa 125 μs
- Na 1 ramkę przypada 8 mikroramek
- Wysoka prędkość transmisji - szybkość transmisji w mikroramce wynosi 480 Mhz.

2.3.5 Model komunikacyjny

Warstwowy model komunikacyjny przedstawiający odpowiadające sobie elementy sprzętowo-programowe



po stronie hosta i urządzenia.



2.3.6 Transfery USB

Wyróżniono 4 typy transferów przeznaczone dla rożnych urządzeń z różnymi wymaganiami komunikacyjnymi. Każdy wymaga innego kanału komunikacyjnego (*pipe*).

- **Masowy** (*bulk transfer*) - time delivery accuracy + quality delivery accuracy ("jak najlepiej w miarę możliwości").
  Przeznaczony do komunikacji z urządzeniami, do których zapisuje się lub z których odczytuje duże ilości danych, jednak czas przekazywania danych oraz regularność ich dostarczania nie są krytyczne. Ważna jest kontrola przekazywanych danych, błędy transmisji muszą zostać wykryte i skorygowane poprzez żadanie ponownego przesłania błędnego bloku danych.
  Nie ma zagwarantowanego pasma, transmisja ta jest realizowana, jeżeli inne transfery nie wykorzystają przydzielonych im zasobów.
  Może być realizowany tylko z pełną lub wysoką szybkością.
  Wymagane jest, aby pakiet danych miał stałą wartość (*MaxPacketSize*): 8, 16, 32 lub 64. Wszystkie kolejne pakiety danych muszą mieć tę stałą wartość z wyjątkiem ostatniego, który sygnalizuje koniec transferu. Przykłady: drukarka, skaner.

- **Przerwaniowy** (*interrupt transfer*) - quality delivery accuracy.
  Do komunikacji z urządzeniami, do których zapisuje się lub z których odczytuje się niewielkie bloki danych, jednak trzeba robić to regularnie, w ustalonych odstępach czasowych.
  Parametry transferu zawarte są w deskryptorze pobieranym na etapie konfiguracji urządzenia.
  Ma zagwarantowane pasmo, może być wykorzystany do obsługi urządzeń low speed i full speed.
  Rozmiar pakietu danych zależy od wybranej szybkości: dla low speed jest to 8, dla full speed to maksymalnie 64. Wszystkie kolejne pakiety danych muszą mieć tę stałą wartość z wyjątkiem ostatniego, który sygnalizuje koniec transferu.
  Przykłady: mysz, klawiatura.

- **Izochroniczny** (*isochronous transfer*) - time delivery accuracy.
  Przeznaczony do komunikacji z urządzeniami, do których zapisuje się lub z których odczytuje duże ilości danych, przy czym krytyczna jest regularność dostarczania danych.
  Nie jest ważna kontrola przekazywania danych, nie jest dopuszczalne ponowne wysłanie bloku danych.
  Dla komunikacji w pełnej lub wysokiej szybkości. Parametry transferu USB odczytuje z deskryptora urządzenia.
  Graniczna wartość parametru *MaxPacketSize* to 1023 bajty na ramkę.
  Przykład: odtwarzanie muzyki w aparaturze audio.

- **Kontrolny** (*control transfer*) - time delivery accuracy + quality delivery accuracy.
  Musi być obsługiwany przez każde urządzenie USB, ponieważ jest przeznaczony do jego konfiguracji i nadzoru. W ramce zarezerwowano stosowane pasmo dla realizacji transferów kontrolnych (10% czasu trwania ramki).
  Obsługuje wszystkie 3 rodzaje prędkości transferu.
  Dzieli się na 3 etapy:

  – Przekazanie rozkazu - 8-bitowe pole danych udostępnia informację o liczbie bajtów danych przesyłanych w etapie przekazani danych, o ile ten występuje.
  – Przekazanie danych - pakiety danych mogą mieć rozmiar nie większy niż 64 bajty (parametr *MaxPacketSize*).
  – Przekazanie statusu.

Podział transferów

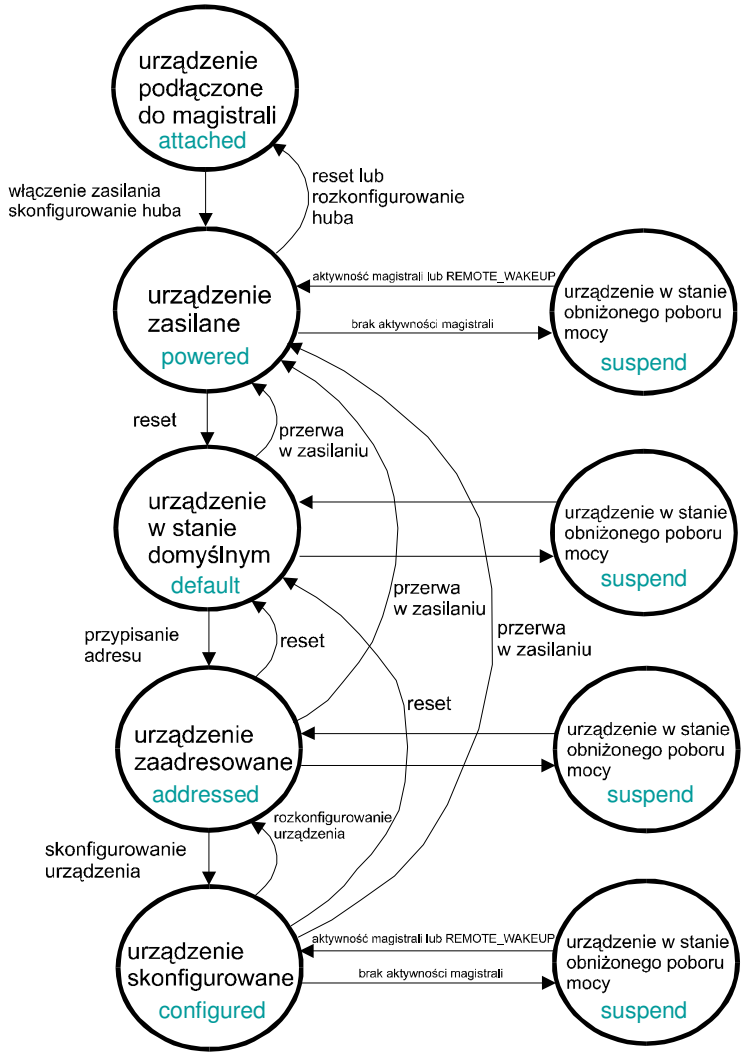
- Transfery aperiodyczne: kontrolny i masowy
- Transfery periodyczne: przerwaniowy i izochroniczny
- Transfery strumieniowe (*stream transfer*), przekazywanie danych bajt po bajcie: przerwaniowy, masowy i izochroniczny
- Transfery komunikatowe (*message transfer*), struktura komunikatów i ich znaczenie określa standard: kontrolny

2.3.7 Zarządzenie magistralą USB

Wszystkie transfery USB są inicjowane i odbywają się pod kontrolą hosta. Host usiłuje jednocześnie realizować transfery wielu urządzeń, tak, aby jedno urządzenie nie blokowało dostępu.
Niektóre transfery mają priorytety. Transferom izochronicznym i przerwaniowym nadano 90% pasma, a kontrolnym 10%. Oznacza to, że transfer masowy nie jest gwarantowany - jeżeli pozostałe 3 rodzaje rezerwują maksymalny możliwy czas, to transfer masowy się nie odbędzie.
W praktyce jednak rzadko to się zdarza i 3 transfery nie wykorzystują pełnego pasma, co pozwala kontrolerowi USB na przydzielenie niewykorzystanego miejsca transferom masowym.
Kontroler dąży do jak najlepszego wykorzystania miejsca w ramce, w które może wstawić nawet wiele transakcji danego transferu masowego.
Działanie kontrolera oparte jest na zasadzie "usilnych starań" (*best efforts*), aby jak najsprawniej (w jak najkrótszym czasie) zrealizować wszystkie żądane transfery. Jednak jeżeli w ramce 1 ms brakuje miejsca na transferu masowego to musi on czekać.

2.3.8 Stany urządzenia USB

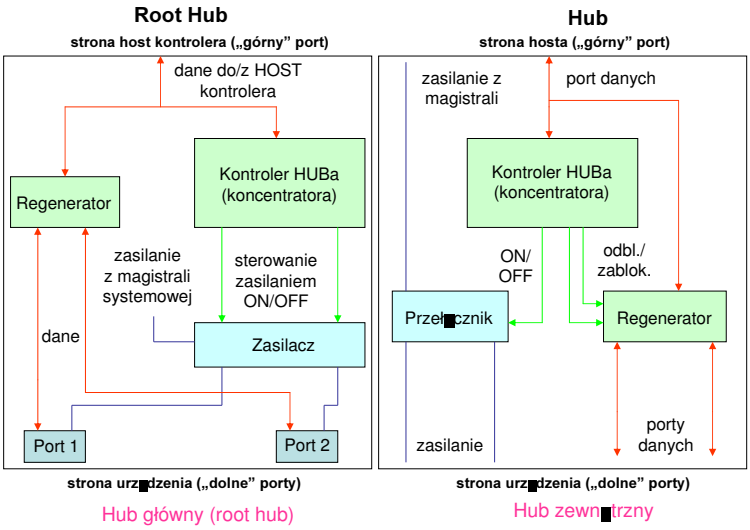
Zanim urządzenie USB zostanie skonfigurowane i udostępnione aplikacjom musi przejść przez kilka stanów przestawionych na rysunku



2.3.9 Hub w systemie USB

Huby to urządzenia pośredniczące w komunikacji z urządzeniami końcowymi.

- Zwiększają liczbę portów dostępnych dla urządzeń oraz możliwe jest ich kaskadowe łączenie.
- Port huba od strony hosta nazywa się górnym (*uper stream port*), natomiast porty od strony urządzeń dolnym (*down stream port*).
- Hub przeważnie posiada 4 porty dolne, rzadko kiedy inną liczbę jak np. 7.
- Hub nie tylko przekazuje dane, ale pośredniczy również w dystrybucji zasilania do urządzeń.
- Huby zgodne ze standardem 1.x są zdolne do komunikacji z małą lub pełną szybkością. Obowiązuje zasada, że do urządzeń low speed nie wolno kierować ruchu full speed. Hub potrafi wykryć jakie urządzenie jest podłączone do danego portu dolnego i wie, kiedy należy go zablokować.
- Transfery low speed są poprzedzone specjalną preambułą, których zadaniem jest odblokowanie portów dolnych do których podłączone są urządzenia low speed.



2.4 Protokół komunikacyjny

Transakcje USB zbudowane sa z pakietów, przy czym typowa transakcja zawiera:

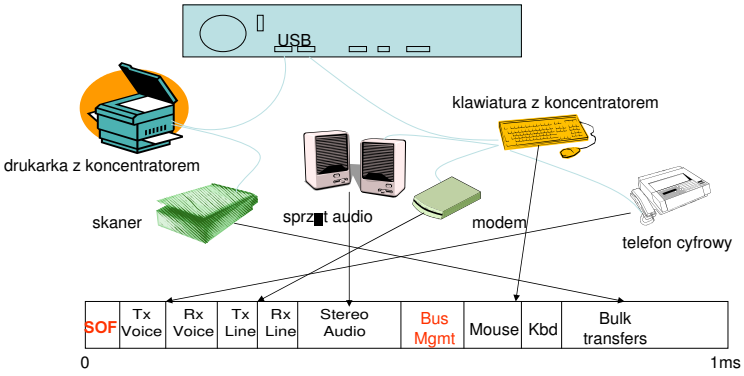
- Pakiet tokena (*token packet*) - jest elementem kontrolnym transakcji i informuje o jej rodzaju: kontrolna lub przeznaczona do zapisywania danych.

- Pakiet danych (*data packet*) - pole przeznaczone dla danych zapisywanych do urządzenia lub odczytywanych z urządzenia.

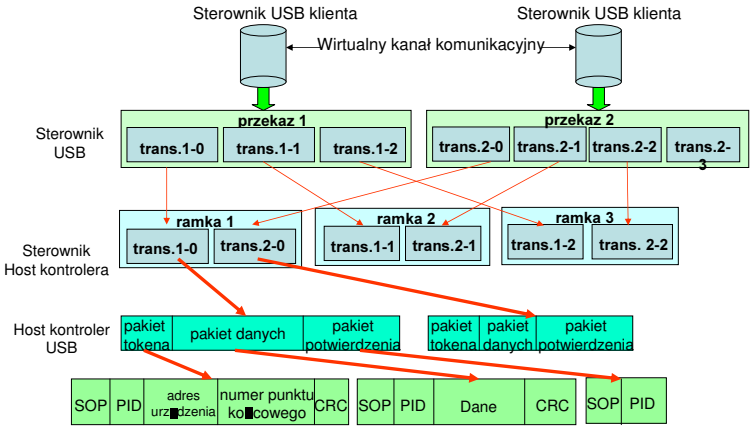
- Pakiet potwierdzenia (*handshake packet*) - informuje jednostkę nadającą o odebraniu danych lub instrukcji sterującej przez odbiorcę.

2.4.1 Właściwości

- Komunikacja z urządzeniami USB za pomocą ramek o długości maksymalnie 1 ms.

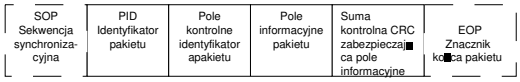


- Pakietowa struktura komunikatów



Struktura bloków komunikacyjnych w USB

2.4.2 Format i typy pakietów USB

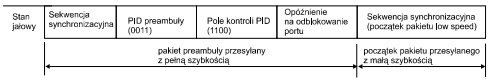


Format pakietu

Typ pakietu	PID
Token In	1001b
Token Out	0001b
Token Setup	1101b
Token SOF	0101b
Data 0	0011b
Data 1	1011b
Handshake ACK	0010b
Handshake NAK	1010b
Handshake STALL	1110b
Preamble	1100b

Kody PID (USB 1.1)

Pakiety szczególne:



Pakiet preambuły poprzedzaj cy pakiet przesyłany z mał szybko ci

2.4.3 Reakcja na błędy

Wykrywanie błędów i kontrola transmisji

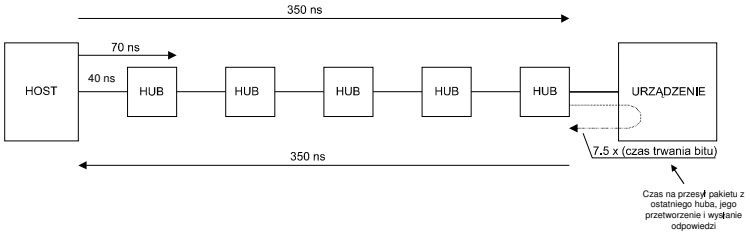
- Kontrola poprawności pakietów (zabezpieczenie pola PID sumą CRC)
  - W przypadku pakietu Token - 5-bitowa suma
  - W przypadku pakietu Data - 16-bitowa suma

  Wykrycie błędu powoduje odrzucenie pakietu.
- Reakcja na fałszywy znacznik końca pakietu (*false EOP*)
- Ograniczenie czasowe oczekiwania na odpowiedź
- Przełączanie kolejnych pakietów danych (mechanizm *data toogle*)
- Wykrywanie transakcji występujących po zakończeniu ramki (tzw. „paplanie” – *babble*)
- Wykrywanie braku aktywności magistrali (LOA – *Loss Of Activity*)

Transfery kontrolny, przerwaniowy i masowy wysyłają pakiet ponownie, jeżeli jest on błędu, nie informując odbiorcy o tym. Transfer izochroniczny nie.

2.4.4 Czas obiegu (*round trip delay*)

Ograniczenie czasowe oczekiwania na odpowiedź. To podstawowy mechanizm informowania nadawcy o niepowodzeniu w poprawnym przekazaniu pakietu. Ograniczenie czasowe nie może być mniejsze od 16*(*czas trwania bitu*), ani większe od 18*(*czas trwania bitu*).
Poniżej połączenie urządzenia z hostem przez 5 hubów – najgorszy przypadek.



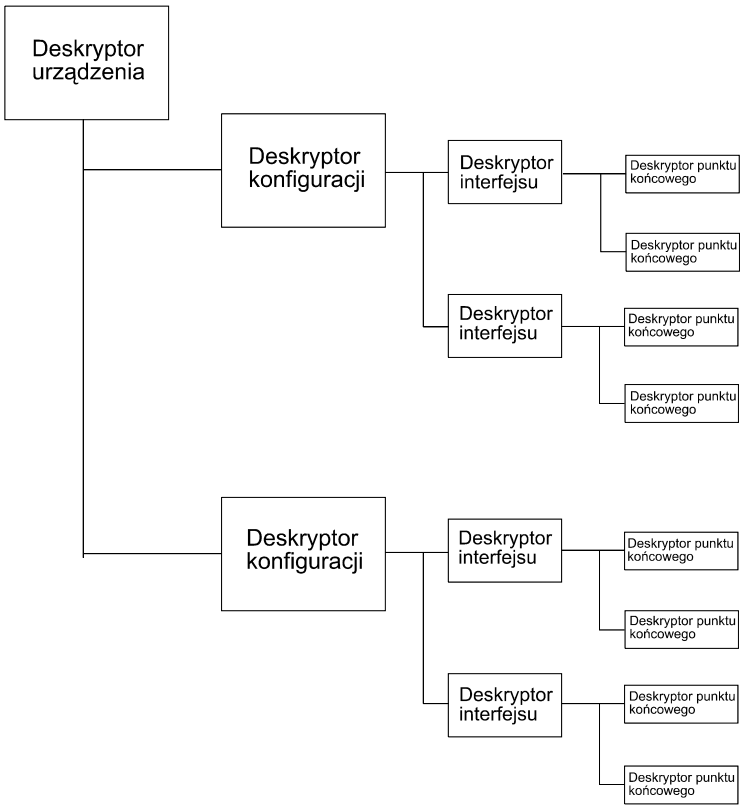
Jest on podstawa do rozważań na temat ograniczeń tego czasu.

- Round trip delay: 2 x 350 ns = 700 ns
- Czas trwania 1 bitu full speed: 1/12 MHz = 83 ns
- Round trip delay w bitach dla full speed: 700 ns/83 ns = 8,5 bitu
- Timeout oczekiwania na odpowiedź: 7,5 bitu (specyfikacja) + 8,5 bitu = 16 bitów

2.5 Deskryptory w urządzeniach USB

W każdym urządzeniu USB znajduje się pełna informacja o sposobie komunikacji z urządzaniem, udostępniana podczas procesu enumeracji.
Informacja ta jest przechowywana w deskryptorach - tablicach o ściśle określonej strukturze.

2.5.1 Hierarchiczna struktura deskryptorów w urządzeniu USB



2.5.2 Rodzaje deskryptorów

- Deskryptor urządzenia - m.in. liczba konfiguracji dostępnych w urządzeniu.
- Deskryptor konfiguracji - opisuje każdą konfigurację z osobna. Zawiera informację o liczbie interfejsów przypisanych danej konfiguracji.
- Deskryptor interfejsu - posiada go każdy interfejs, który określa m.in. liczbę punktów końcowych z nim związanych.
- Deskryptor punktu końcowego - charakteryzuje każdy punkt końcowy.
- Deskryptor łańcuchowy - zawiera kod określający język tekstu lub sam właściwy tekst.

2.6 Wykrywanie i konfiguracja urządzeń

Cechą USB jest automatyczne wykrywanie urządzeń po włączeniu zasilania w systemie lub włączeniu urządzenia do systemu. Procedura enumeracji zajmuje się rozpoznaniem urządzenia, sprawdzeniem czy komunikacja jest możliwa, przydzieleniem adresu, konfiguracją i instalacją sterownika.

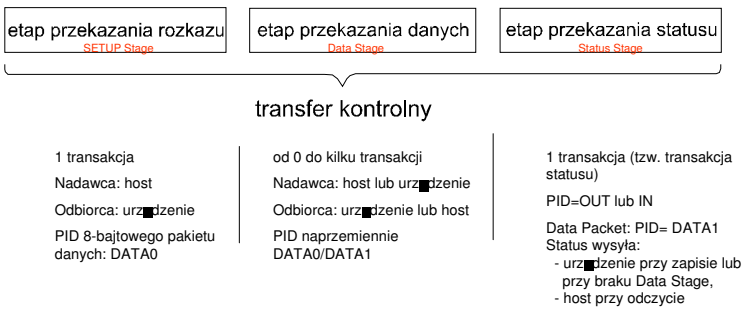
2.6.1 Procedura enumeracji urządzenia

1. Automatyczne wykrycie urządzenia - powoduje ustawienie bitu w rejestrze statusu huba, który odpowiada temu portowi.
2. Odblokowanie portu i generacja RESETU - przejście do stanu domyślnego.
3. Odczyt deskryptora urządzenia - skierowanie stosownego rozkazu do punktu końcowego 0 o adresie 0. Jest tylko jedno takie urządzenie w systemie - te, które właśnie podlega procesowi enumeracji.
4. Przypisanie adresu - unikalny adres dla urządzenia
5. Odczyt pozostałych deskryptorów - jeżeli istnieją
6. Konfiguracja urządzenia
7. Instalacja sterownika klienta
8. Urządzenie jest dostępne dla aplikacji

2.7 Kontrola urządzenia – transfer kontrolny

Transfer kontrolny służy do sterowania urządzeniem. Urządzenie USB otwiera kontrolny kanał komunikacyjny pomiędzy hostem, a punktem końcowym 0 w urządzeniu.

2.7.1 Etapy transferu kontrolnego



1. Przekazanie rozkazu (*Setup Stage*) - jak w każdym pakiecie Token, następne pola zawierają adres urządzenia oraz punktu końcowego. Kolejnym elementem jest 8-bajtowy pakiet danych typu Data 0, który specyfikuje rozkaz.

2. Przekazanie danych (*Data Stage*) - jeżeli 8 bajtów z powyższego nie wystarcza, wtedy jest ten etap. Liczbę bajtów do przekazania określa słowo Length w polu transakcji Setup. Jeżeli ta liczba nie przekracza wartości *MaxPacketSize* to do przekazania danych wystarcza jedno transakcja, w przeciwnym razie odpowiednio dzieli się na więcej transakcji (sufit(Length MPC)).

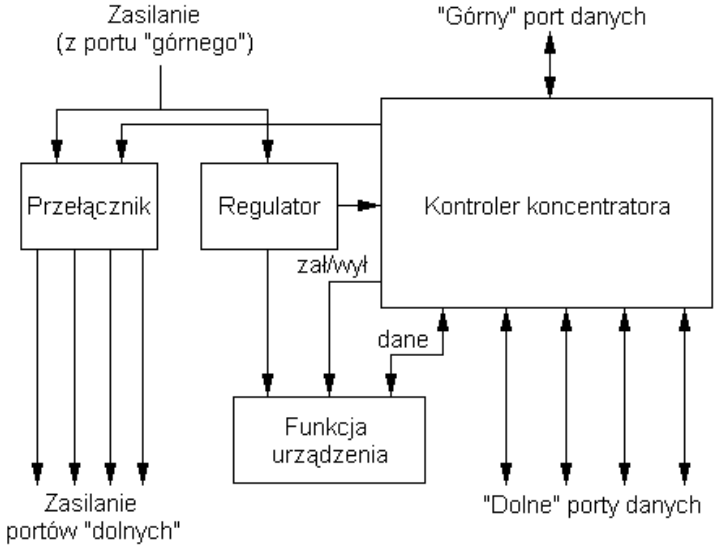
3. Przekazanie statusu (*Status Stage*) - potwierdzenie wykonania transferu lub poinformowanie o niepowodzeniu w realizacji. Normalnie występuje do zakończeniu transakcji, ale host może rozpocząć ją wcześniej, w Data Stage (wtedy DS jest przerywane).

2.8 Hub USB

2.8.1 Co to jest?

Standard USB definiuje oddzielną klasę urządzeń: klasa HUB. Jest to tak ważna część tego systemu, że została zdefiniowana w standardzie USB, a nie we własnej oddzielnej specyfikacji.
Typowy hub posiada jeden deskryptor.

2.8.2 HUB zasilany z magistrali



2.8.3 Proces konfiguracyjny huba

- Odczyt standardowych deskryptorów urządzenia
- Przypisanie hubowi adresu
- Załączenie zasilania na porty, co jest niezbędne do detekcji podłączonych do portu urządzeń
- Odczyt punktu końcowego, "zmiany w hubie", w celu wykrycia urządzeń podłączonych do portów
- Odblokowanie portu w celu umożliwienia dostępu do urządzenia

2.8.4 Punkt końcowy huba "zmiany w hubie"

- Cyklicznie odczytywany, umożliwia monitorowanie zmian na portach dolnych huba, co z kolei umożliwia wykrywanie dołączania i usuwania urządzeń.
- Odpytywanie odbywa się przez wykorzystanie kanału przerwaniowego.
- *Hub change point*: informuje o wystąpieniu:

– Zmiany w zasilaniu lub nadmiernym obciążeniu prądowym huba

– Zmiany na jednym lub kilku portach dolnych spowodowanej dołączeniem lub odłączeniem urządzenia.

- Odczyt *Hub change point* zwraca bajt statusowy huba. Jeżeli hub posiada więcej niż 7 portów dolnych - zwracane są dwa bajty.

- Jeżeli wszystkie bity w punkcie końcowym sa ustawione na 0 (brak zmian), hub nie odsyła bajtu statusowego.

- Nie mylić z punktem końcowym 0 przez który wykonywana jest konfiguracja i kontrola.

2.8.5 Działanie

Numer bitu	Znaczenie dla wartości 1
0	Wykrycie zmiany zasilania lub przeciążenie huba
1	Wykrycie zmiany na porcie dolnym 1
2	Wykrycie zmiany na porcie dolnym 2
3	Wykrycie zmiany na porcie dolnym 3
4	Wykrycie zmiany na porcie dolnym 4
5	Wykrycie zmiany na porcie dolnym 5
6	Wykrycie zmiany na porcie dolnym 6
7	Wykrycie zmiany na porcie dolnym 7

Bajt statusowy huba

Jeżeli w bajcie statusowym który z bitów o numerach od 1 do 7 jest ustawiony na 1, to host rozkazem **GET_PORT_STATUS z argumentem wskazującym numer portu** odczytuje dwa 16 bitowe rejestry stanu portu:
• status portu (port *status*),
• zmiana statusu portu (*port status change*)

Numer bitu	Znaczenie
0	Podłączenie urządzenia do portu: 0 – urządzenie nie jest podłączone 1 – urządzenie jest podłączone
1	Odblokowanie lub zablokowanie portu: 0 – port zablokowany 1 – port odblokowany
2	Urządzenie w stanie suspend 0 – stan normalny 1 – stan suspend
3	Sygnalizacja przeciążenia prądowego portu: 0 – port pracuje normalnie, 1 – przeciążenie prądowe portu
4	Reset urządzenia: 0 – praca normalna, 1 – inicjacja resetu
7-5	Zarezerwowane, ustawione na 0
8	Zasilanie portu 0 – odłączone zasilanie 1 – port zasilany
9	Szybkość urządzenia: 0 – urządzenie full speed 1 – urządzenie low speed
15-10	Bity zarezerwowane, ustawione na 0

Status portu

Jeżeli w bajcie statusowym bit0= 1, to host rozkazem GET_HUB_STATUS odczytuje dwa 16 bitowe rejestry stanu:
• status huba (*hub status*),
• zmiana statusu huba (*hub status change*)

Numer bitu	Znaczenie
0	Stan zasilania lokalnego: 0 – zasilanie lokalne jest poprawne 1 – zanik lokalnego napięcia zasilania
1	Sygnalizacja przeciążenia prądowego: 0 – działanie huba normalne 1 – przeciążenie prądowe huba
15 – 2	Bity zarezerwowane, ustawione na 0

Status huba

Numer bitu	Znaczenie
0	Zmiana zasilania lokalnego: 0 – nie wystąpiła zmiana zasilania lokalnego 1 – wystąpiła zmiana zasilania lokalnego
1	Zmiana przeciążenia prądowego: 0 – układ kontroli nie sygnalizował wystąpienia przeciążenia 1 – układ kontroli sygnalizował wystąpienie przeciążenia
15 – 2	Bity zarezerwowane, ustawione na 0

Rejestr zmian statusu huba

2.9 Zasilanie urządzeń w systemie USB

USB jest również systemem dystrybucji i zarządzania zasilaniem urządzeń.

2.9.1 Możliwe zasilania urządzeń USB

- Urządzenie zasilane z magistrali

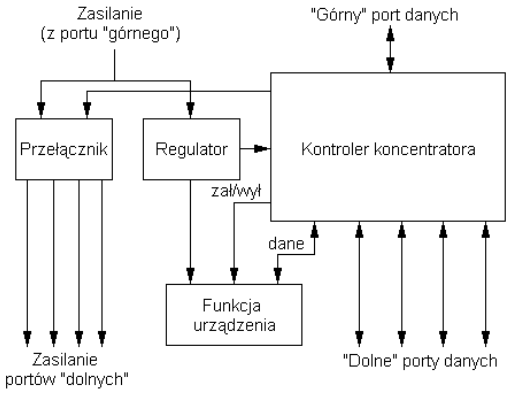
- Urządzenie zasilane z własnego źródła

- Urządzenie zasilane częściowo z magistrali i własnego źródła

2.9.2 Zasilanie hubów i pozostałych urządzeń

Dopuszczalne spadki napięcia zasilania.

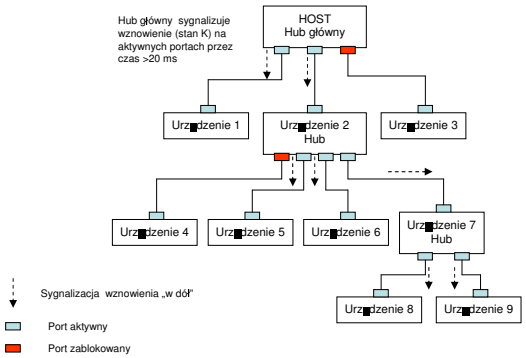
2.9.3 Urządzenie zasilane z magistrali



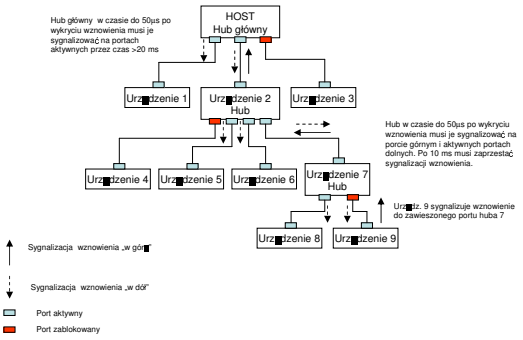
Koncentrator zasilany z magistrali

2.9.4 Zarządzanie zasilaniem

- Zawieszenie pracy systemu – *SUSPEND*
  - **Globalne** - rozkaz SetPortFeature (PORT_SUSPEND) adresowany do huba głównego
  - **Częściowe** - rozkaz SetPortFeature (PORT_SUSPEND) adresowany do huba zewnętrznego, w którym wybrany port ma zostać zawieszony.
  - Zawieszone porty nie propaguj ruchu „w dół" oraz nie przekazuj „w gór " żadnych sygnałów od urządzeń do nich podłączonych.
  - Urządzenia w stanie zawieszenia zachowuj swój stan, co umożliwia wznowienie ich pracy bez ponownej konfiguracji.
  - Hub w stanie zawieszenia dodatkowo blokuje wszystkie nadajniki, zatrzymuje wewnętrzne zegary i zachowuje stan wszystkich portów dolnych.
- Wznowienie pracy systemu - *RESUME* - po zawieszeniu
  - Globalne
  - Wake-up
  - Wznowienie pracy urządzenia można nastąpić
    - Z inicjatywy kontrolera, jako wznowienie po zawieszeniu globalnym lub częściowym



    - Z inicjatywy urządzenia, po wystąpieniu zdarzenia wymagającego obsługi („budzenie" - *Wakeup*)



– Wznowienie po zawieszeniu globalnym - rozpoczyna hub główny wykonując rozkaz wznowienia pracy systemu

– Wznowienie po częściowym zawieszeniu - może wykonać:

∗ Host rozkazem *ClearPortFeature* (PORT SUSPEND) adresowanym do huba w którym znajduje się zawieszony port

∗ Urządzenie podłączone do zawieszonego portu poprzez *Wakeup*

- Urządzenie pełnej szybkości (*full speed*) automatycznie przechodzi do stanu *SUSPEND* po wykryciu braku aktywności magistrali przez 3 ms.
- Urządzenie w stanie zawieszenie pobiera prąd $< 500[\mu A]$

2.10 Rozwiązania host kontrolerów

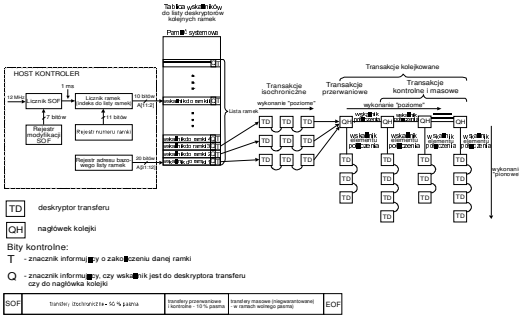
2.10.1 Co to jest?

Opracowano dwa rozwiązania host kontrolera:

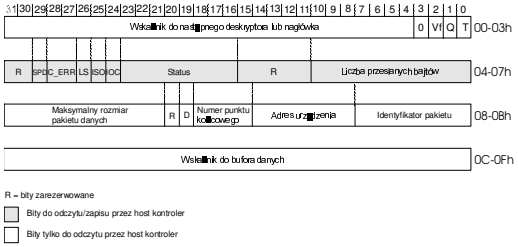
- Uniwersalny host kontroler - *Universal Host Controler* (Intel)
- Otwarty host kontroler – *Open Host Controler* (Compaq, Microsoft, National Semiconductor)

2.10.2 Uniwersalny host kontroler (UHC)

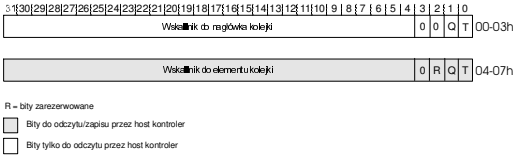
Zasada działania kontrolera UHC



Ogólna postać deskryptora transferu (TD)

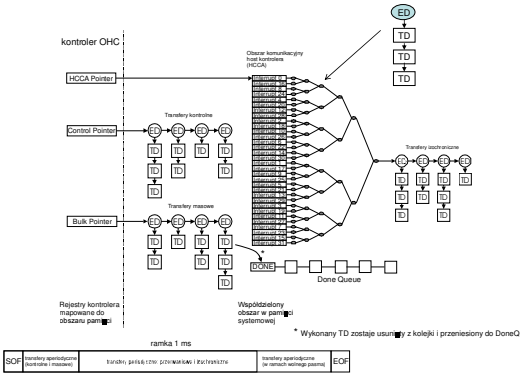


Ogólna postać nagłówka kolejki (QH)

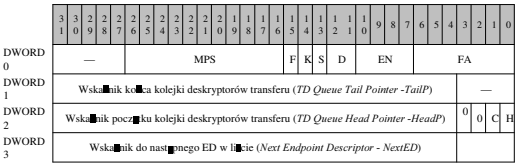


2.10.3 Otwarty host kontroler (OHC)

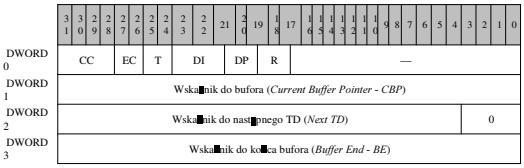
Zasada działania kontrolera OHC



Format deskryptora punktu końcowego (ED)



Ogólna postać deskryptora transferu (TD)



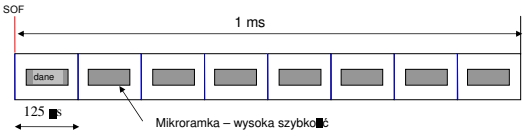
2.11 USB 2.0 - rozszerzenie standardu

2.11.1 Ważniejsze elementy wprowadzone w USB 2.0

- Wysoka szybkość transmisji (high speed) - 480 Mb/s
- Protokół PING-NYET
- Transakcja SPLIT
- Komunikacja z szerokopasmowym punktem izochronicznym
- Nowe typy pakietów

2.11.2 Wysoka szybkość transmisji

Podział ramki na 8 mikroramek wysokiej szybkości



- Mikroramka trwa 125 μs
- Na 1 ramkę przypada 8 mikroramek
- Wysoka szybkość transmisji - w mikroramce wynosi 480 Mhz.

2.11.3 Protokół PING-NYET

Potwierdzenie NYET (*NOT YET*) dla urządzeń *high speed*.
Problem: przy zapisie do urządzenia, jeżeli nie jest ono „gotowe na dane" potwierdzenie negatywne przychodzi dopiero po pakiecie danych – strata czasu.
Rozwiązanie:
TOKEN PING – zapytanie urządzenia, czy jest gotowe do przyjścia danych.
Możliwe odpowiedzi i reakcja hosta:

- ACK – wykonanie transakcji OUT
- NYRT – host kontynuuje wysyłanie zapyta PING

Korzyści: lepsze wykorzystanie magistrali (PING jest krótki).

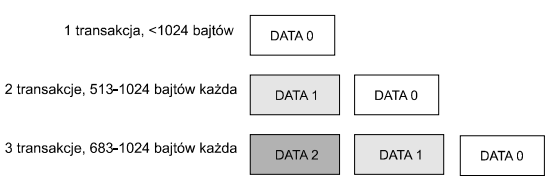
2.11.4 Transakcja SPLIT

Problem: Host i hub wysokiej szybkości komunikują się z urządzeniem małej lub pełnej szybkości. Szybkie przesyłanie danych pomiędzy hostem i hubem oraz wolne pomiędzy hubem i urządzeniem – konieczność buforowania danych w hubie.
Rozwiązanie:
Transakcja dzielona, złożona z dwóch części:

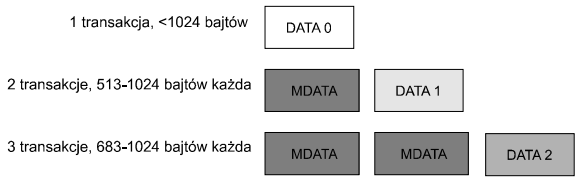
- SSPLIT (*Start Split* - rozpoczęcie transakcji dzielonej)
- CSPLIT (*Complete Split* – zakończenie transakcji dzielonej).

2.11.5 Komunikacja z szerokopasmowym punktem izochronicznym

Komunikacja z „normalnym" izochronicznym punktem końcowym zakłada jedną transakcję na ramę lub mikroramkę.
W przypadku punktów szerokopasmowych, obsługiwanych tylko przez kanały *high speed*, istnieje możliwość przekazania w jednej mikroramce większej ilości danych wykonując bezpośrednio po sobie od jednej do trzech transakcji.
Dane w takiej sekwencji transakcji muszą być oznaczone, przy czym nie wystarczą już „znaczniki" Data 0 i Data 1, dlatego wprowadzono dwa kolejne typy pakietów danych: **Data 2** i **MData**.
Pakiet **Data 2** wykorzystywany jest przy odczycie danych z urządzenia, natomiast **MData** i **Data 2** przy zapisie do urządzenia.



Dozwolone sekwencje pakietów danych przy odczycie szerokopasmowym



Dozwolone sekwencje pakietów danych przy zapisie szerokopasmowym

2.11.6 Specjalne pakiety TOKEN wprowadzone w USB 2.0

Kody pakietów specjalnych zgodnie z USB 2.0

Typ pakietu	PID
Pakiety danych	
Data 2	0111b
MData	1111b
Pakiety potwierdzenia	
NYET	0110b
Pakiety specjalne	
PRE	1100b
ERR	1100b
SPLIT	1000b
PING	0100b
Reserved	0000b

3 IEEE-488 and SCPI standards

4 IEEE-1394 (FireWire)

5 Tłumienie zakłóceń w rozproszonych systemach komputerowych