



DODATEK

Standard interfejsu RS 232C (V.24).

Spis treści

1. Szeregowa transmisja danych cyfrowych	2
1.1. Pojęcia podstawowe	2
1.2. Szybkość transmisji	2
1.3. Struktura znaku	2
1.4. Transmisja asynchroniczna i synchroniczna	2
2. Charakterystyka	3
3. Opis standardu	3
4. Parametry elektryczne sygnałów	4
5. Opis funkcjonalny linii interfejsu V.24	4
6. Uwagi praktyczne	5
7. Bezpośrednie połączenie terminali	6
8. Niestandardowe złącza interfejsu V.24 (RS 232C)	7
9. Połączenie poprzez modemy	7
10. V.24 (RS 232C) w IBM PC	8
11. Inne interfejsy szeregowo	9

1. Szeregowa transmisja danych cyfrowych

1.1. Pojęcia podstawowe

Transmisja szeregowo danych cyfrowych polega na przesyłaniu poszczególnych bitów bloku informacji (znaku, bajtu, słowa i.t.d.) po kolei, w oddzielnych odcinkach czasu. W urządzeniu nadającym blok informacji rozbijany jest na poszczególne bity, dodawane są niezbędne bity techniczne służące do organizacji transmisji, a w urządzeniu odbiorczym następuje proces odwrotny, polegający na odtworzeniu całego bloku informacji.

Istotną cechą transmisji szeregowo jest użycie do przesyłania danych jednej linii transmisyjnej. W konkretnych rozwiązaniach linią tą może być pojedynczy lub podwójny przewód elektryczny, światłowód, wydzielony kanał telekomunikacyjny i.t.d. Ta właściwość szeregowo transmisji zdecydowała o jej powszechnym stosowaniu.

Poniżej omówione są skrótoowo wybrane problemy szeregowo transmisji danych cyfrowych, przy czym są one zawężone do zakresu techniki przesyłania danych stosowanej w obrębie standardu RS 232C (V.24).

1.2. Szybkość transmisji

Szybkość transmisji szeregowo określona jest ilością bitów przesyłanych w jednostce czasu. Jednostką szybkości transmisji jest Bod:

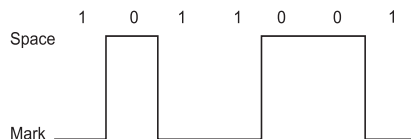
$$1 \text{ Bod} = 1 \text{ Bit/s}$$

Używane są różne szybkości transmisji w zależności od sposobu realizacji transmisji, typu urządzeń i rodzaju linii transmisyjnej. Najczęściej stosowane są szybkości transmisji: 50, 75, 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 Bodów i.t.d aż do kilkuset MBodów. W komputerach kompatybilnych z IBM PC stosowane są także nietypowe prędkości transmisji : 57600 i 115200 bodów, a w interfejsie muzycznym MIDI szybkość : 31250 bodów.

1.3. Struktura znaku

Najczęściej stosowaną jednostkową porcją informacji przesyłanej szeregowo jest **znak**. W zależności od typu urządzeń końcowych znak może zawierać 5, 6, 7 lub 8 bitów. Znaki najczęściej stosowanego kodu ASCII zawierają 7 bitów, a często stosowane różne rozszerzenia tego kodu posiadają znaki ośmiobitowe.

Bity znaku przesyłane są w kolejności od najmniej znaczącego do najbardziej znaczącego, przy czym wartość binarna 0 (zero) oznaczana jest symbolem „Space”, a wartość 1 „Mark”. W standardzie RS 232C stanowi Space odpowiada dodatnie napięcie, natomiast stanowi Mark napięcie ujemne. Przykładowo transmisja litery „M” o kodzie 4DH powoduje wystąpienie na linii danych interfejsu RS 232C następującego przebiegu napięcia:



Często przy transmisji każdego znaku przesyłany jest dodatkowy bit kontroli parzystości. Przesyłany on jest za ostatnim bitem informacji i może mieć wartość 0 lub 1, w zależności od ilości jedynek w znaku oraz rodzaju kontroli parzystości:

ilość przesyłanych jedynek może być uzupełniana do liczby parzystej lub nieparzystej. W niektórych przypadkach ten dodatkowy bit przesyłany jest stale jako 0 lub 1 niezależnie od ilości jedynek w znaku, co też może być wykorzystane do kontroli poprawności transmisji.

Przy transmisji asynchronicznej przesyłane są w każdym znaku dodatkowe bity techniczne: bit startu i jeden lub dwa bity stopu. Szczegóły dotyczące transmisji asynchronicznej podane są poniżej. Dodatkowe bity techniczne nie wchodzi w zakres kontroli parzystości.

W urządzeniach końcowych istnieje na ogół możliwość wyboru struktury znaku tzn. określenia ilości bitów danych w znaku, występowania bitu kontroli parzystości oraz rodzaju tej kontroli. Przykładowo znak o strukturze: 7 bitów danych plus bit kontroli parzystości będzie przesyłany jako 8 bitów (oraz dodatkowo przy transmisji asynchronicznej bity techniczne startu i stopu).

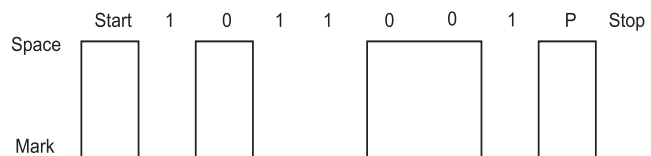
Aby mogła nastąpić poprawna transmisja danych, w obu urządzeniach końcowych musi być wybrana taka sama struktura znaków i szybkość transmisji.

1.4. Transmisja asynchroniczna i synchroniczna

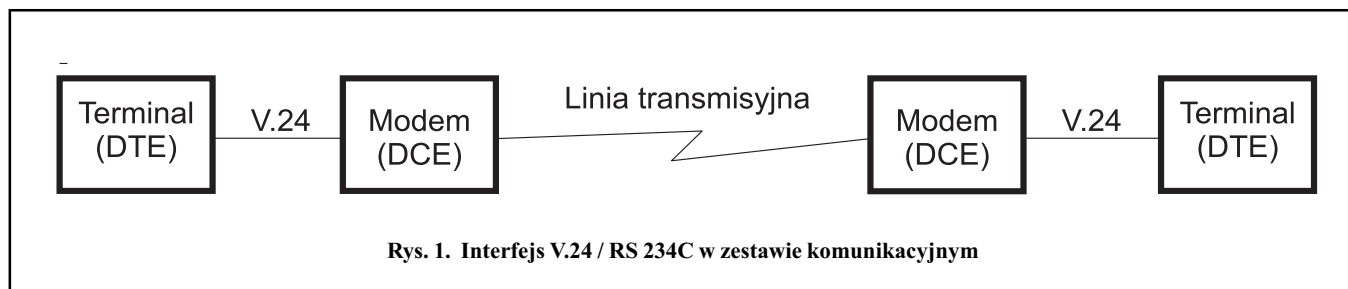
Najważniejszym problemem występującym podczas szeregowo transmisji danych jest synchronizacja nadajnika i odbiornika. Chodzi mianowicie o określenie momentów czasu, w którym odbiornik powinien interpretować stan linii danych jako reprezentujący wartości kolejnych bitów przesyłanej informacji. Aby nastąpiła prawidłowa synchronizacja obu urządzeń w ciąg bitów przesyłanej informacji włączone są dodatkowe sekwencje umożliwiające synchronizację.

W zależności od sposobu realizacji synchronizacji nadajnika i odbiornika rozróżnia się dwie metody transmisji szeregowo: **asynchroniczną** i **synchroniczną**.

Transmisja asynchroniczna służy do przesyłania pojedynczych znaków. Pomiędzy transmisją kolejnych znaków występują przerwy o czasie nie mniejszym niż czas transmisji jednego bitu (lub dwóch, w zależności od przyjętego standardu). W stanie spoczynku, kiedy znaki nie są transmitowane, linia przyjmuje stan Mark. Proces przesyłania kolejnych bitów znaku rozpoczyna się stanem Space linii transmisyjnej utrzymywanym przez czas trwania jednego bitu. Jest to tak zwany bit startu. W tym czasie następuje proces synchronizacji układów odbiornika tzn. generacja lokalnego sygnału zegarowego umożliwiającego próbkowanie stanu linii w odpowiednich momentach. Po zakończeniu przesyłania wszystkich bitów znaku, łącznie z ewentualnym bitem parzystości, przesyłane są 1 lub 2 tzw. bity stopu, kiedy linia przyjmuje stan Mark, czyli stan spoczynkowy. Po tym czasie może nastąpić transmisja kolejnego znaku.



Tak więc każdy znak jest wydłużony o conajmniej dwa bity techniczne niezbędne do synchronizacji nadajnika i odbiornika. Na rysunku powyżej przedstawiony jest przebieg napięcia na linii danych podczas transmisji asynchronicznej znaku „M” w siedmiobitowym kodzie ASCII z bitem parzystości.



Proces synchronizacji powtarzany jest dla każdego znaku. Czas trwania przerwy pomiędzy znakami nie musi być całkowitą wielokrotnością czasu transmisji pojedynczego bitu.

Transmisja synchroniczna charakteryzuje się tym, że poza sygnałami danych, pomiędzy urządzeniami końcowymi przesyłane są dodatkowo dwa sygnały zegarowe określające w nadajniku odcinki czasu, w których przesyłane są poszczególne bity bloku informacji, a w odbiorniku momenty, których należy próbować linię danych w celu odtworzenia wartości tych bitów. Dla transmisji synchronicznej problem synchronizacji urządzeń końcowych polega na określeniu początku bloku informacji tzn. pierwszego „ważnego” bitu lub znaku tego bloku. Stosuje się tutaj przesłanie na początku bloku wybranej sekwencji bitów, która odebrana w nadajniku sygnalizuje początek bloku. Sekwencja synchronizująca często nazywana jest znakiem synchronizacji, i np. dla siedmiobitowego kodu ASCII ma postać znaku SYN o kodzie 16H. Znak synchronizacji spełnia podobną funkcję jak bit startu w transmisji asynchronicznej. Źródłem sygnałów zegarowych są modemy, gdyż transmisja synchroniczna stosowana jest w zasadzie tylko na łączach wyposażonych w te urządzenia. Tak więc szybkość transmisji narzucana jest przez modemy. Należy zwrócić uwagę, że sygnały zegarowe przesyłane są oddzielnymi liniami tylko pomiędzy modemem a terminalem, natomiast pomiędzy modemami sygnały zegarowe przesyłane są zakodowanej formie w ciągu przesyłanej informacji.

Transmisja asynchroniczna jest prostsza w realizacji i stosowana najczęściej do komunikacji pomiędzy urządzeniami tzw. znakowymi, typu dalekopis. Urządzeniem takim jest np. terminal, w którym znaki wysyłane są z klawiatury w takt pisanego przez operatora.

Transmisja synchroniczna używana jest do przesyłania bloków informacji. Wymaga stosowania bardziej złożonych urządzeń i protokołów komunikacyjnych. W porównaniu z transmisją asynchroniczną, dla tych samych parametrów linii możliwe jest osiągnięcie wyższych szybkości transmisji. Jednakże, ze względu na koszty oraz prostotę rozwiązań, transmisja asynchroniczna jest znacznie częściej stosowana. Szczególnie istotną cechą transmisji asynchronicznej jest możliwość stosowania połączeń bezpośrednich, tzn. bez modemów, co jest aktualnie najprostszym i najczęściej stosowanym sposobem połączenia najróżniejszych urządzeń.

2. Charakterystyka

Zalecany przez CCITT standard o nazwie **V.24**, który definiuje interfejs pomiędzy terminalem a modemem jest niewątpliwie jednym z najbardziej rozpowszechnionych standardów na świecie. Akceptowany jest przez wszystkich wytwórców sprzętu komputerowego i telekomunikacyjnego. Dzięki temu łatwo można łączyć ze sobą sprzęt pochodzący z różnych źródeł. Niestety zdarzają się również niezrozumiałe przypadki niezbyt ścisłego przestrzegania zaleceń standardu przez niektórych producentów co powoduje niepotrzebne komplikacje.

Amerykańskim odpowiednikiem standardu **V.24** jest opracowana przez EIA norma o nazwie **RS 232C**. Poza różnicami w symbolach sygnałów i stosowanych nazwach oba te standardy pokrywają się. W dalszych fragmentach tekstu będzie używana nazwa europejska V.24, ale należy rozumieć, że opis dotyczy obu tych standardów.

Przedmiotem standardu V.24 jest definicja interfejsu pomiędzy **terminalem** a **modemem**. W treści normy urządzenia te nazywane są odpowiednio **DTE** (Data Terminal Equipment) i **DCE** (Data Communication Equipment). Standard obejmuje definicję linii interfejsu oraz ich rozmieszczenie na złączu. Umieszczenie interfejsu V.24 w typowym zestawie komunikacyjnym prezentuje rysunek 1.

Należy zwrócić uwagę, że z punktu widzenia standardu V.24 funkcjonalne właściwości terminali są nieistotne. W zestawie jak na rysunku 1, każdy z terminali może być zarówno prostym monitorem ekranowym, jak i np. komputerem. Wynika to z faktu, że norma nie określa w żaden sposób stosowanego protokołu komunikacyjnego, a definiuje jedynie funkcje poszczególnych linii interfejsu. W dalszym ciągu, przy omawianiu standardu V.24, terminalem będzie nazywane dowolne urządzenie końcowe wyposażone w ten interfejs.

Pomimo, że zamierzeniem autorów normy była standaryzacja połączenia terminali z modemami, interfejs V.24 najczęściej chyba jest używany do **połączenia bezpośredniego** (tzn. bez modemów) dwóch terminali. Odpowiednio skonstruowany kabel interfejsu lub proste urządzenie pozwalają na wyeliminowanie modemów w przypadku, gdy odległość pomiędzy terminalami jest niewielka (do ok. kilkuset metrów).

Ten fakt zadecydował niewątpliwie o tak szerokim rozpowszechnieniu standardu V.24. Z kolei jego popularność oraz zalety szeregowej transmisji danych powodują, że interfejs V.24 jest stosowany w najróżniejszych urządzeniach, które trudno nazwać terminalami jak np. plottery, manipulatory typu „mysz” i inne. Bezpośrednie połączenie za pomocą interfejsu V.24 omówione jest szczegółowo w dalszej części tego opisu.

3. Opis standardu

Pełny opis standardu V.24 zawiera definicję ponad czterdziestu linii interfejsu. W praktyce wykorzystuje się tylko niektóre z nich. W tabeli 1 (na str. 3) zestawiono najczęściej używane.

W kolumnie „**Symbol**” podano symbole linii używane odpowiednio w definicji V.24 i RS 232C. Kolumna „**Nr styku**” podaje rozmieszczenie standardowe linii interfejsu na złączu 25-cio stykowym, oraz przyjęte w mikrokomputerze IBM AT rozmieszczenie używanych tam linii na złączu 9-cio stykowym. Kierunek przepływu sygnału podano w kolumnie „**źródło**”, gdzie znakiem „**x**” zaznaczono, w którym z urządzeń sygnał jest generowany. Ostatnie kolumny tabeli podają nazwy linii, oraz często stosowane skróty tych nazw.

Standard zaleca, aby w terminalu zainstalowane było złącze męskie (wtyk), 25-cio stykowe typu D-sub, którego krajowym odpowiednikiem jest złącze szufladowe Eltra 871 025, natomiast w modemie powinno być użyte odpowiednie złącze żeńskie (gniazdo) typu Eltra 881 025. Kabel łączący terminal z modemem jest zakończony z jednej strony wtykiem, z drugiej gniazdem, a styki obu złączy tego kabla o tych samych numerach są połączone ze sobą. Niestety, czasem producenci terminali i komputerów stosują w swych wyrobach złącze żeńskie, co utrudnia zestawienie połączenia. Dodatkowo sprawę komplikuje stosowanie w niektórych urządzeniach niestandardowego złącza 9-cio stykowego. Doraźnym rozwiązaniem jest wtedy stosowanie odpowiednich adapterów tzn. złącz odpowiednio połączonych ze sobą.

Norma zaleca, by długość kabla łączącego terminal z modemem nie przekraczała 50 stóp (ok. 18 m).

4. Parametry elektryczne sygnałów

W opisie standardu używane są pojęcia stanów logicznych sygnałów sterujących interfejsu : „ON” i „OFF” oraz linii danych: „Mark” i „Space”. ON oznacza stan aktywny, OFF nieaktywny sygnału sterującego, Mark odpowiada stanowi „Logiczne 1”, a Space stanowi „Logiczne 0” przesyłanych danych.

Przyjęto następujące parametry elektryczne poszczególnych stanów linii interfejsu V.24 :

ON : +3V..+25V

OFF : -3V..-25V

Mark : -3V..-25V

Space : +3V..+25V

Z powyższego wynika, że w zakresie -3V..+3V stan logiczny linii jest nieokreślony, co można również interpretować, że odbiorniki sygnałów powinny posiadać w tym zakresie charakterystyki wejściowej histerezę.

W praktyce stosuje się bardzo często układy nadajników zasilane napięciem +12V,-12V, co daje amplitudę sygnałów ok. +8V,-8V, oraz układy odbiorników z progami przełączania ok. +1V i histerezą ok. 0.5V.

Taką charakterystykę posiadają najczęściej stosowane układy nadajników i odbiorników interfejsu V.24 / RS 232C typu MC 1488 i MC 1489.

5. Opis funkcjonalny linii interfejsu V.24

W tabeli 1 zestawiono najważniejsze linie interfejsu V.24/RS 232C. Podane są ich symbole używane w standardzie V.24 i RS 232C, rozmieszczenie na standardowym 25-cio stykowym złączu interfejsu oraz na stosowanym w komputerach IBM PC złączu 9-cio stykowym.

101Protective Ground, Ziemia ochronna. Jest to linia połączona z obudową urządzenia. Na ogół nie jest ona używana. Może być stosowana do połączenia z ekranem kabla interfejsu.

102Signal Ground, Potencjał odniesienia. Elektryczny punkt odniesienia dla wszystkich innych sygnałów interfejsu (masa sygnałowa).

103Transmitted Data, Dane nadawane. Szeregowe dane nadawane z terminala.

104Received Data, Dane odbierane. Szeregowe dane odbierane przez terminal.

105Request To Send, Żądanie nadawania. Aktywny stan linii służy do przełączenia modemu w stan nadawania danych z terminala na linię teletransmisyjną.

106Clear To Send, Gotowość do nadawania. Aktywny stan linii informuje o gotowości modemu do nadawania danych z terminala na linię. Standardowo linia 105 przechodzi do stanu ON w odpowiedzi na stan ON linii 106, z ewentualnym opóźnieniem występującym przy transmisji typu Half Duplex potrzebnym na przełączenie układów modemu.

Symbol		Nr styku		Źródło		Opis	Skrót
V.24	RS232C	DB 25	DB 9	DCE	DTE		
101	AA	1				Protective Ground (Ziemia ochronna, ekran)	PG
102	AB	7	5			Signal Ground (Potencjał odniesienia, masa sygnałowa)	GND
103	BA	2	3		X	Transmitted Data (Dane nadawane z DTE)	TxD
104	BB	3	2	X		Received Data (Dane odbierane przez DTE)	RxD
105	CA	4	7		X	Request To Send (Żądanie nadawania)	RTS
106	CB	5	8	X		Clear To Send (Gotowość do nadawania)	CTS
107	CC	6	6	X		Data Set Ready (Gotowość modemu)	DSR
108	CD	20	4		X	Data Terminal Ready (Gotowość terminala)	DTR
109	CF	8	1	X		Data Carrier Detect (Obecność sygnału nośnego)	DCD
111	CH	23			X	Rate Select (Wybór szybkości transmisji)	RS
113	DA	24			X	Transmit Clock from DTE (Zegar danych nadawanych)	TxC
114	DB	15		X		Transmit Clock (Zegar danych nadawanych)	TxC
115	DD	17		X		Receive Clock (Zegar danych odbieranych)	RxC
125	CE	22	9	X		Ring Indicator (Sygnał dzwonienia)	RI

Tabela 1. Najważniejsze linie interfejsu V.24 / RS232C

107Data Set Ready, Gotowość modemu. Aktywny stan linii oznacza, że modem jest załączony i gotowy do pracy.

108Data Terminal Ready, Gotowość terminala. Stan aktywny tej linii oznacza, że terminal jest załączony i gotowy do pracy. Takie znaczenie tej linii jest też czasem oznaczane symbolem 108.2, w odróżnieniu od znaczenia: „Podłącz modem do linii” stosowanego niekiedy przy pracy na łączach komutowanych i oznaczanego symbolem 108.1.

109Data Carrier Detect, Wskaźnik sygnału nośnego. Stan aktywny oznacza, że modem wykrył obecność sygnału nośnego generowanego przez odległy modem, co może oznaczać, że połączenie zostało nawiązane, i dane odbierane z linii i przesyłane do terminala są poprawne.

111Rate Selector, Wybór szybkości transmisji. Niektóre modemy mogą pracować w dwóch zakresach szybkości transmisji znaków. W takich modemach stan ON oznacza wybór większej szybkości.

113Transmitter Clock (From DTE), Zegar danych nadawanych generowany w terminalu. Linia stosowana niekiedy przy transmisji synchronicznej do taktowania danych nadawanych z terminala.

114Transmitter Clock, Zegar danych nadawanych generowany w synchronicznej do taktowania danych nadawanych z terminala. Kolejne bity danych są wysyłane z terminala w momentach przejścia sygnału 114 ze stanu Off do On.

115Receiver Clock, Zegar danych odbieranych. Linia stosowana przy transmisji synchronicznej do taktowania danych przesyłanych do terminala. Stan linii danych odbieranych jest próbkowany w momentach przejścia sygnału 115 ze stanu On do Off.

125Ring Indicator, wskaźnik dzwonienia. Stan On na tej linii występuje w momencie wykrycia przez modem sygnału dzwonienia na linii. Używany przy pracy na łączach komutowanych do automatycznej realizacji połączenia.

Poniżej opisana jest standardowa sekwencja stanów linii interfejsu V.24 (RS 232C).

Terminal po załączeniu i przejściu w stan ON LINE (gotowości) ustawia linię 108 (DTR) do stanu On. W odpowiedzi modem ustawia linię 107 (DSR) do stanu On sygnalizując gotowość do pracy. Przed rozpoczęciem transmisji danych terminal przełącza linię 105 (RTS) do stanu On. Po przełączeniu przez modem linii 106 (CTS) do stanu ON, co oznacza gotowość modemu do transmisji, terminal wysyła dane linią 103 (TxD). Po zakończeniu transmisji linia 105 (RTS) jest przełączana do stanu Off, na co modem odpowiada przełączeniem 106 (CTS) do stanu Off.

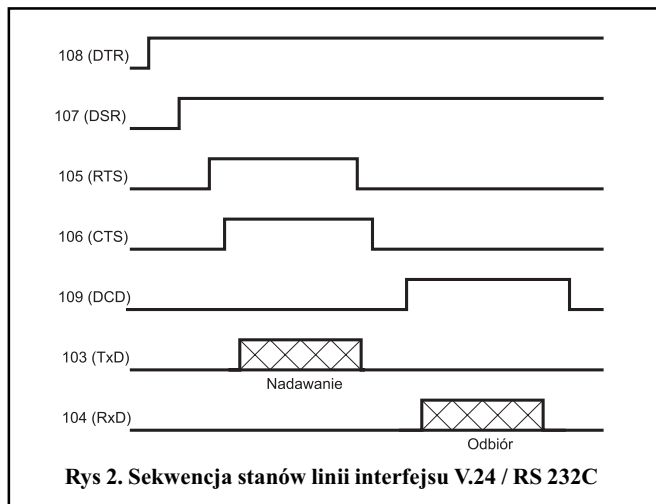
Terminal będzie wysyłał dane na linii 103(TxD) tylko gdy sygnały 106 (CTS) i 107 (DSR) są w stanie On tzn. gdy modem sygnalizuje gotowość do pracy i gotowość do nadawania.

Modem nie powinien przełączać sygnału 106 (CTS) do stanu Off w stanie On linii 105 (RTS) tzn. przed zakończeniem przesłania bloku danych.

Dane przesyłane do terminala linią 104 (RxD) będą akceptowane tylko w stanie On linii 107 (DSR) i 109 (DCD) tzn. w warunkach, gdy modem sygnalizuje gotowość do pracy i obecność sygnału nośnego generowanego przez odległy modem.

Opisane sekwencje przedstawione są na rys. 2.

Powyżej omówione zostały najbardziej ogólne zasady transmisji danych w interfejsie V.24 w trybie transmisji dwukierunkowej naprzemiennnej (**Half Duplex**) z zastosowaniem modemów. Ten sposób transmisji ma tą właściwość, że jeden kanał tele-



Rys 2. Sekwencja stanów linii interfejsu V.24 / RS 232C

transmisyjny używany jest naprzemiennie do transmisji w obu kierunkach. Dzięki temu można przy niższych kosztach osiągnąć większe szybkości transmisji. Wymaga to jednak stosowania specjalnych protokołów komunikacyjnych. W praktyce częściej stosowany jest tryb transmisji dwukierunkowej równoczesnej (**Full Duplex**). W takim przypadku nie ma potrzeby przełączania kierunku transmisji i linie 105, 106 i 109 są stale w stanie On. Transmisja w trybie Full Duplex wymaga użycia dwóch niezależnych kanałów telekomunikacyjnych do równoczesnej transmisji w obu kierunkach. Realizuje się to poprzez użycie linii dwutorowej (czteroprzewodowej), co jest możliwe tylko w przypadku stosowania specjalnie do tego celu przeznaczonych linii. Dla typowych linii telefonicznych (tzn. jednotorowych) używanych do transmisji w trybie Full Duplex stosowane są modemy umożliwiające wydzielenie dwóch kanałów na jednej linii.

6. Uwagi praktyczne

Praktycznie stosowane rozwiązania interfejsu V.24 niekiedy znacznie odbiegają od zaleceń normy. Przede wszystkim nie używa się wszystkich linii interfejsu opisanych w standardzie. Niekiedy ilość ta jest ograniczona jedynie do trzech : 102, 103 i 104 tzn. masy sygnałowej, danych nadawanych i danych odbieranych.

Czasami jedna z linii 106 (CTS), 107 (DSR), lub 108 (DTR) jest używana niezgodnie ze standardem do sygnalizacji żądania chwilowego wstrzymania nadawania strumienia danych (np. w sytuacji przepełnienia bufora drukarki). Rozwiązanie to nie zawsze daje oczekiwane efekty, gdyż urządzenie nadające może ignorować zmiany stanu tych linii w czasie nadawania bloku danych lub np. przerwać nadawanie natychmiast, w trakcie transmisji znaku.

Większość terminali przystosowana jest do pracy w trybie transmisji **Full Duplex** (dwukierunkowej równoczesnej). Wynika to z faktu, że transmisja typu **Half Duplex** (dwukierunkowa naprzemienna) może być stosowana tylko w przypadku transmisji blokowych z zastosowaniem specjalnych protokołów komunikacyjnych. Wymaga to również stosowania przystosowanych do tego „inteligentnych” terminali. Transmisja typu Half Duplex najczęściej jest realizowana jako synchroniczna.

W terminalach pracujących w trybie Full Duplex są często ograniczone funkcje linii sterujących interfejsu V.24. Na ogół sygnał 108 (DTR) jest stale w stanie On, lub jest sterowany przełącznikiem LOCAL/ONLINE terminala, a linia 105 (RTS) jest stale w stanie On. Nie zawsze też w takich terminalach

uwzględniany jest stan wejściowych linii 106 (CTS) i 109 (DCD). W wielu urządzeniach występuje przełącznik (sprzętowy lub programowy) pozwalający określić funkcje i stany poszczególnych linii interfejsu.

Występujący w wielu terminalach przełącznik **Full Duplex / Half Duplex** faktycznie nie służy do zmiany trybu transmisji a jedynie sposobu wyprowadzania znaków na ekran. W stanie Half Duplex tego przełącznika znaki z klawiatury terminala są wysyłane w linię i równocześnie pojawiają się na ekranie, a w stanie Full Duplex na ekran wyprowadzane są jedynie znaki odbierane na linii 104 (RxD). W tym drugim przypadku urządzenie połączone z terminalem powinno zwrotnie przesyłać dane odbierane z terminala, aby znaki z klawiatury pojawiły się na ekranie. Jest to tzw. **ECHO**.

Czasami można spotkać terminale (lub komputery) wyposażone w złącze interfejsu V.24 skonfigurowane tak jak w modemie. Ideą takiego rozwiązania jest możliwość bezpośredniego połączenia tego urządzenia ze zwykłym terminalem za pomocą kabla takiego, w jaki wyposażone są modemy. Problemy pojawiają się jednakże w momencie, gdy zachodzi konieczność połączenia z sobą dwóch urządzeń z takim niestandardowym interfejsem.

Warunkiem poprawnej transmisji jest zgodność struktury znaków tzn. ilości bitów w znaku, rodzaju parzystości, ilości bitów stopu oraz szybkości transmisji w obu współpracujących urządzeniach

7. Bezpośrednie połączenie terminali

Jak wcześniej wspomniano, interfejs V.24, wbrew intencjom jego autorów, jest najczęściej stosowany do bezpośredniego połączenia dwóch terminali (z których jeden jest na ogół komputerem). Zalety takiego rozwiązania to stosunkowo duży zasięg połączenia i niewielka ilość przewodów. Jednakże występuje tutaj jedno poważne niebezpieczeństwo:

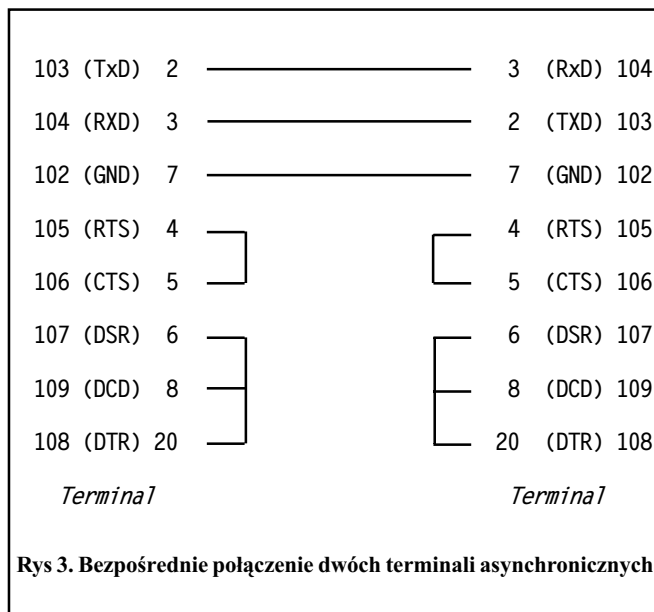
Pomiędzy odległymi punktami połączenia często występuje duża różnica potencjałów zera energetycznego (do kilkuset woltów). W przypadku, gdy linie 102 (masa sygnałowa) nie są w obu urządzeniach separowane galwanicznie od potencjału zera energetycznego (ziemi), istnieje możliwość uszkodzenia układów interfejsu, lub nawet porażenia osób obsługujących te urządzenia.

Tak więc, przed użyciem połączenia bezpośredniego należy sprawdzić warunki pracy urządzeń, np. przez pomiar napięcia pomiędzy stykami 7 złącza interfejsu łączonych urządzeń, a w koniecznych przypadkach zastosować modemy, lub urządzenia spełniające ich funkcje.

Podstawowa wersja bezpośredniego połączenia dwóch terminali z interfejsem V.24 (RS 232) przedstawiona jest na rys3.

Jak widać na rysunku, w kablu łączącym nastąpiło skrzyżowanie przewodów danych, co umożliwia prawidłową transmisję pomiędzy terminalami. Dodatkowe połączenia na złączach interfejsu symulują obecność sygnałów z modemu. Połączenia te nie zawsze są potrzebne, gdyż w wielu przypadkach terminale ignorują stan tych linii.

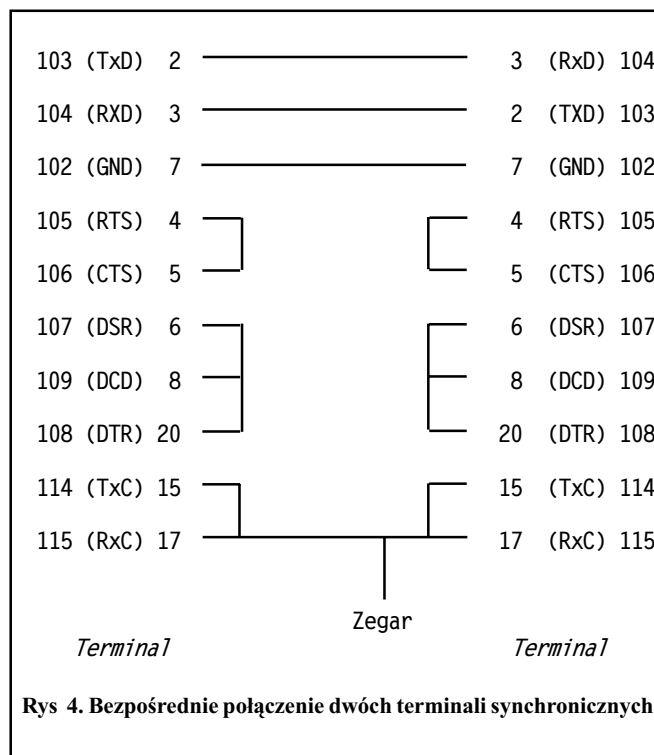
Do takiego połączenia najlepiej zastosować dwuprzewodowy kabel ekranowany, przy czym ekran wykorzystać jako linię 102 (masę sygnałową). Zasięg takiego połączenia uzależniony jest od szybkości transmisji i warunków zewnętrznych i wynosi ok. kilkuset metrów.



Rys 3. Bezpośrednie połączenie dwóch terminali asynchronicznych

Przedstawione powyżej rozwiązanie połączenia bezpośredniego może występować w różnych wariantach. Przykładowo, dodatkowe przewody łączące linię 108 (DTR) z jednym terminalem z linią 107 (DSR) drugiego, mogą służyć do wzajemnej sygnalizacji operatywności urządzeń. Podobnie można wykorzystać sygnały 105 (RTS) i 106 (CTS). W większości przypadków jednakże nie ma potrzeby prowadzenia dodatkowych przewodów, gdyż własności funkcjonalne łączonych urządzeń, oraz stosowane protokoły komunikacyjne zapewniają na ogół poprawną pracę przy zastosowaniu połączenia jak na rys 3.

Połączenie bezpośrednie można również stosować dla urządzeń pracujących w trybie transmisji synchronicznej, pod warunkiem, że dostępny jest sygnał, który może spełniać rolę zegara synchronizującego transmisję. Jednakże zasięg takiego połączenia jest ograniczony do kilkunastu metrów, gdyż zbyt długa linia zniekształca impulsy zegarowe.



Rys 4. Bezpośrednie połączenie dwóch terminali synchronicznych

Połączenie jak na rys. 4 jest identyczne z podanym dla transmisji asynchronicznej lecz uzupełnione o linię przesyłającą wspólny sygnał zegarowy dla obu terminali. Zegar powinien być sygnałem o przebiegu prostokątnym, parametrach elektrycznych zgodnych z wymaganiami standardu V.24 i częstotliwości równej wymaganej szybkości transmisji. Jego źródłem może być urządzenie zewnętrzne lub jeden z terminali. Najczęściej w urządzeniach pracujących w trybie transmisji synchronicznej na złącze wyprowadzony jest odpowiedni sygnał zegarowy. Wykorzystane są do tego nie używane styki złącza interfejsu V.24 np. 9 lub 10, a czasem dostępny jest sygnał 113 (zegar nadawania z terminala) na styku 24.

Należy zwrócić uwagę, że przedstawiony sposób połączenia terminali synchronicznych może być stosowany na niewielkie odległości (do kilkunastu metrów) i używany jest w zasadzie tylko w wyjątkowych przypadkach np. do testowania.

8. Niestandardowe złącza interfejsu V.24 (RS 232C)

Jak wcześniej podano standard V.24 podaje rozmieszczenie linii interfejsu na złączu 25-cio stykowym typu D-SUB (p. Tabela 1). Jednakże takie złącze zajmuje wiele miejsca, a większość jego styków pozostaje niewykorzystana. Z tego powodu producenci sprzętu komunikacyjnego coraz częściej stosują inne typy złącz w tym interfejsie. Przykładem może być użycie złącza 9-cio stykowego w komputerach typu IBM PC. Rozmieszczenie linii interfejsu na takim złączu stało się już pewnym standardem. Niektórzy producenci sprzętu stosują złącza modułarnej typu RJ-45. Charakteryzują się one niewielkimi rozmiarami oraz łatwością montażu przewodów na wtyczkach. Niestety aktualnie nie przyjęła się żaden standard rozmieszczenia linii interfejsu na stykach złącz tego typu. Na rysunku 5 przedstawione zostały rozwiązania przyjęte przez niektórych producentów.

9. Połączenie poprzez modemy

Modemy spełniają dwie zasadnicze funkcje: separują galwanicznie łączone urządzenia, oraz dopasowują parametry sygnałów do właściwości stosowanych łączy teletransmisyjnych. Przy zastosowaniu odpowiednich modemów i wykorzystaniu standardowej sieci telefonicznej możliwa jest teoretycznie łączność pomiędzy dwoma dowolnie odległymi punktami.

Standardowo, terminal jest połączony z modemem za pomocą kabla zakończonych z jednej strony wtykiem, a z drugiej gniazdem złącza 25-cio stykowego. Odpowiednie styki złącz są ze sobą połączone „na wprost”.

Parametry modemów są objęte standaryzacją, przy czym powszechnie stosuje się dwa różne rodzaje standardów: europejskiej serii V zdefiniowanej przez CCITT oraz amerykańskiego standardu Bell. Większość współcześnie produkowanych modemów może pracować w kilku różnych standardach. Poniżej podano nazwy kilku najczęściej używanych standardów oraz zakres ich stosowania.

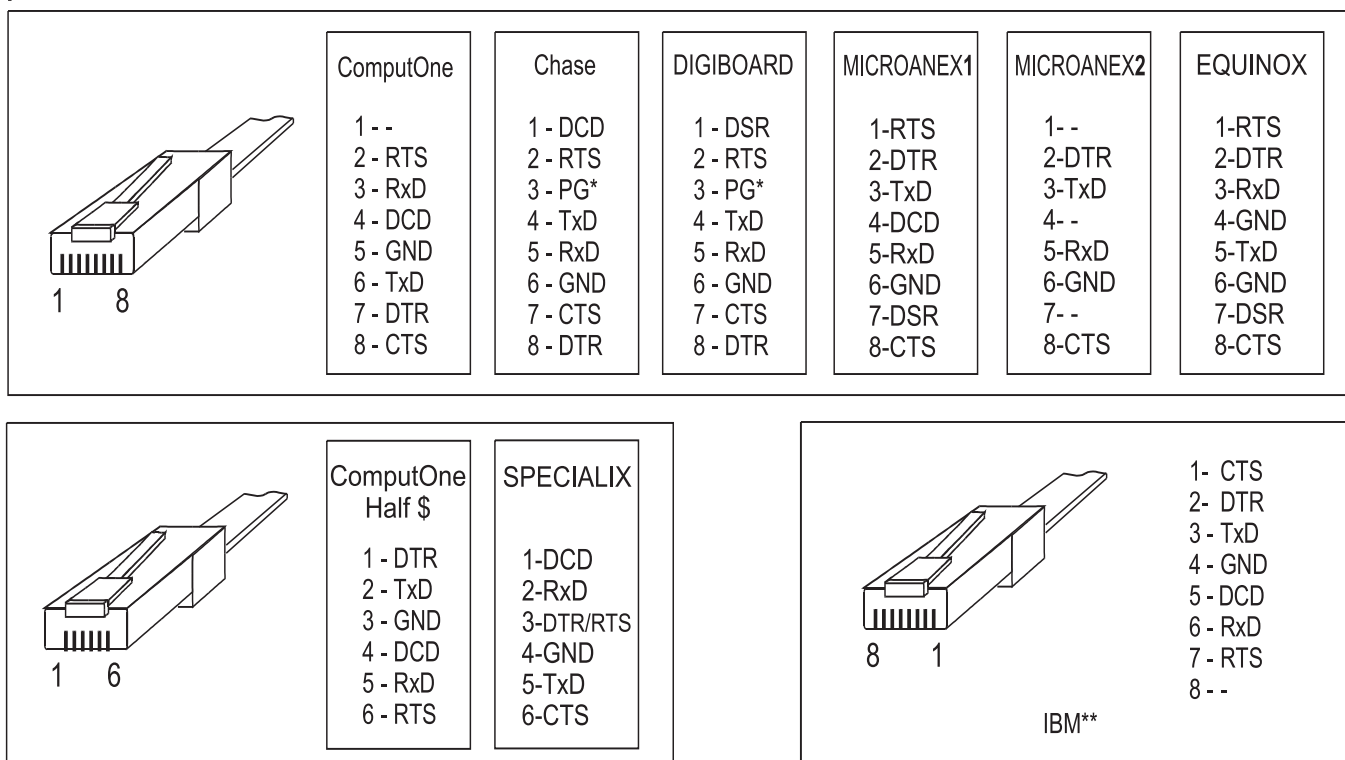
Standardy definiujące komunikację pomiędzy modemami

V.21 Definicja modemu do transmisji asynchronicznej z szybkością 300 Bodów na łączach komutowanych lub trwałych.

V.22/22bis Definicja modemu do transmisji asynchronicznej lub synchronicznej na łączach komutowanych z szybkością 1200/2400 Bodów

V.23 Definicja modemu do transmisji asynchronicznej lub synchronicznej na łączach trwałych lub komutowanych z szybkością 600/1200 Bodów

V.32/32bis Definicja modemu do transmisji asynchronicznej lub synchronicznej na łączach komutowanych z szybkością 9600/14400 Bodów



* Linia PG (Protective Ground) jest połączona z obudową urządzenia. Jako potencjał odniesienia powinna być użyta linia GND.
 ** Rozkład sygnałów w standardzie IBM jest identyczny jak dla ComputOne, odwrócona jest tylko numeracja styków

Rys 5. Rozkład sygnałów na złączu RJ45 przyjęty przez niektórych producentów

Standard transmisji	Szybkość transmisji pomiędzy modemami	Maksymalna efektywna szybkość transmisji [bps]	
		MNP-5	V.42bis
V.22bis	2 400	4 800	9 600
V.32	9 600	19 200	38 400
V.32bis	14400	28 800	57 600

Wymienione standardy CCITT mają swoje odpowiedniki amerykańskie, ale nie są z nimi w pełni zgodne. Przykładowo standard Bell 103 jest odpowiednikiem V.21, a Bell 212A V.22bis. Producenci modemów często rozszerzają standardy, oraz konstruują modemy wielostandardowe. Na ogół modemy wykonane zgodnie z nowszymi standardami mogą również pracować w standardach starszych, przy czym przełączanie następuje automatycznie, w fazie uzgadniania parametrów transmisji pomiędzy modemami.

Standardy komunikacji pomiędzy modemem a komputerem

Przy połączeniu modemu z komputerem często zachodzi konieczność sterowania działaniem modemu oraz przesyłania innych niż odbierane z linii danych do komputera. Przykładem może być stosowane często automatyczne (sterowane przez program) wybieranie numeru telefonicznego przez modem. Przyjęte są dwa standardy przewidziane do komunikacji pomiędzy modemem a komputerem:

V.25bis Standard opisujący sposób sterowania modemem przy automatycznym wybieraniu numerów telefonicznych.

AT Najbardziej rozpowszechniony standard do sterowania modemem i automatycznego nawiązywania łączności. Komunikacja pomiędzy komputerem a modemem polega na przesyłaniu ciągu znaków ASCII (komend) do modemu i interpretacji otrzymanych w tej samej formie odpowiedzi.

Korekcja błędów transmisji i kompresja danych

V.42, MNP-2, MNP-3 i MNP-4. Standardy te opisują sposoby przeprowadzania korekcji błędów transmisji. Standard V.42 jest aktualnie najbardziej efektywnym. Korekcja przeprowadzana jest w modemach, tak, że w większości przypadków dane wyjściowe z modemów są bezbłędne, a proces korekcji niezauważalny dla użytkownika. W obrębie procedur V.42 realizowane są również standardy MNP-2..MNP-4.

V.42bis i MNP-5. W celu zwiększenia efektywnej szybkości transmisji danych opracowane zostały standardy opisujące sposób realizacji w modemie kompresji danych. Idea jest tu taka sama jak w powszechnie stosowanych programach pakujących (np. ZIP, ARC). Ponieważ kompresja i dekompresja jest realizowana przez parę współpracujących ze sobą modemów w sposób niezauważalny dla urządzeń końcowych, efekt jest taki sam jak zwiększenie szybkości transmisji. Najczęściej stosowane standardy to V.42bis i MNP-5.

V.42bis umożliwia teoretycznie kompresję danych w stosunku 4:1, a MNP-5: 2:1. Należy zauważyć, że nie wszystkie dane mogą być poddane kompresji, np. pliki już przetworzone programem pakującym. Procedury opisane standardem V.42bis wykrywają takie przypadki i wyłączają wtedy proces kompresji. Standardy MNP-5 i V.42bis nie są kompatybilne, ale najczęściej modemy mogą pracować w obu tych standardach.

Modemy wyposażone w procedury kompresji (a jest to aktualnie standard) pozwalają na osiągnięcie większych efektywnych szybkości transmisji niż by to wynikało z fizycznego sposobu transmisji. W poniższej tabeli podano maksymalną efektywną prędkość transmisji dla modemów z zastosowaniem

poszczególnych standardów kompresji. Należy zauważyć, że są to szybkości maksymalne, możliwe do osiągnięcia w idealnych warunkach. Zarówno błędy transmisji jak i treść przesyłanych danych mogą zmniejszyć efektywną szybkość transmisji.

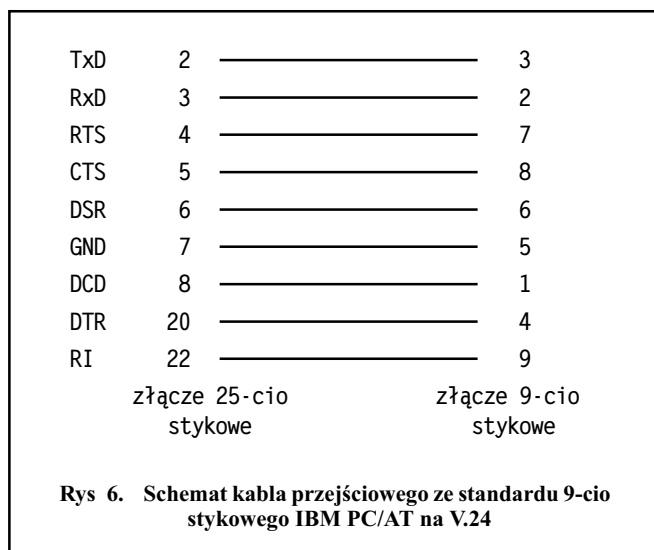
Modemy są urządzeniami kosztownymi. W wielu przypadkach można je zastąpić specjalnymi urządzeniami spełniającymi ich funkcje w ograniczonym zakresie. Są to tzw. modemy krótkiego zasięgu (short haul modem) lub konwertery. Urządzenia te pozwalają na transmisję na liniach trwałych (tzn. specjalnie do tego celu wydzielonych), najczęściej czteroprzewodowych, na ograniczony dystans. Zasięg transmisji wynosi od kilkuset metrów do kilkudziesięciu kilometrów i jest zależny od szybkości transmisji i jakości linii. Najważniejszą funkcją jaką spełniają te urządzenia jest separacja galwaniczna. Małe wymiary, niski koszt, brak konieczności zewnętrznego zasilania powodują, że urządzenia te są powszechnie stosowane.

10. V.24 (RS 232C) w IBM PC

Prawdopodobnie najczęściej aktualnie używanymi komputerami, w których wykorzystuje się interfejs V.24 są różnego rodzaju odmiany mikrokomputerów IBM PC. Poniżej kilka uwag dotyczących specyficznych właściwości interfejsu V.24 w tym komputerze.

W IBM PC przewidziano standardowo dwa asynchroniczne porty szeregowo o nazwach **COM1** i **COM2**. Port COM1 jest na ogół dostarczany z komputerem. COM2 jest opcjonalny. Porty te mogą być wykorzystane do przyłączania najróżniejszych urządzeń, z czego najczęściej są używane jako interfejs do myszy, plottera, dodatkowych drukarek, oraz do typowych zastosowań komunikacyjnych. W interfejsie V.24 komputera IBM PC zaimplementowane zostały następujące linie:

- 102 GND - masa sygnałowa,
- 103 TxD - dane nadawane,
- 104 RxD - dane odbierane,
- 105 RTS - żądanie nadawania,
- 106 CTS - gotowość do nadawania,
- 107 DSR - gotowość modemu,
- 108 DTR - gotowość terminala,
- 109 DCD - wskaźnik sygnału nośnego,
- 125 RI - wskaźnik dzwonienia.



W komputerach IBM PC sygnały te są na ogół wyprowadzone na standardowe złącze 25-cio stykowe, lub złącze 9-cio stykowe. Rozmieszczenie sygnałów na tych złączach podane jest w tabeli linii interfejsu V.24 (tabela 1). W związku z zastosowaniem dwóch standardów złączy, często zachodzi konieczność stosowania odpowiedniego kabla przejściowego. Jego schemat przedstawiono na rysunku 6.

Porty COM1 i COM2 są skonstruowane w identyczny sposób. Różnią się pomiędzy sobą przyporządkowanym obszarem w przestrzeni adresowej komputera, oraz używanymi poziomami przerwań:

COM1 : Adresy 3F8..3FF poziom przerwania: 4 (IRQ 4),

COM2 : Adresy 2F8..2FF poziom przerwania: 3 (IRQ 3).

Elementem sterującym pracą portów szeregowych jest układ typu 8250A lub jego odpowiednik. Umożliwia on transmisję asynchroniczną znaków o dowolnej strukturze z szybkością określaną programowo. Standardowo określa się maksymalną prędkość transmisji na 9600 Bodów, ale istnieje możliwość (często używana) transmisji znaków z szybkością 38.4 kBodów a nawet 115.2 Kbodów.

W obszarze zmiennych BIOS'a przechowywane są adresy bazowe czterech portów szeregowych:

0:0400 : COM1

0:0402 : COM2

0:0404 : COM3

0:0406 : COM4

Adresami bazowymi portów COM1 i COM2 są odpowiednio 3F8 i 2F8. Jeżeli któryś z tych portów nie został wykryty, w odpowiedniej komórce pamięci tego obszaru zostanie umieszczona wartość 0. Dwa dodatkowe porty o nazwach COM3 i COM4 nie mają przyporządkowanych standardowych adresów i użytkownik może wpisać dowolne wartości do odpowiadających im komórek pamięci. Wartości te muszą być zgodne z fizycznymi adresami we/wy zainstalowanych portów.

Podczas konfiguracji sprzętu komputera należy sprawdzić adresy i poziomy przerwań wykorzystywane we wszystkich używanych portach szeregowych. W przypadku, gdyby adresy lub poziomy przerwań dwóch lub większej ilości portów szeregowych pokrywałyby się, całość nie będzie działała poprawnie.

Obsługa programowa portów szeregowych została zaimplementowana w przerwaniami INT 14H BIOS,a. Jednakże praktycznie pełna obsługa transmisji szeregowych wymaga używania przerwań, co nie jest zrealizowane w/w procedurach BIOS'a.

Istnieje wiele programów użytkowych pozwalających efektywnie wykorzystać układy transmisji szeregowych komputera IBM PC. Umożliwiają one emulację typowych terminali (np.

VT52, VT100) jak również transmisję plików pomiędzy dwoma komputerami. Najczęściej używane programy tego typu to: CROSSTALK, PROCOM i BITCOM.

Oprogramowanie systemowe portów szeregowych jest zaimplementowane w wersji szcztkowej. Podczas fazy testowania komputera po załączeniu zasilania (POST) procedury BIOS'a sprawdzają obecność i poprawność działania (w ograniczonym zakresie) portów COM1 i COM2.

Poza standardowymi układami transmisji szeregowych często używane są różnego rodzaju wieloportowe układy interfejsu V.24. Konstruowane są one jako proste układy będące powieleniem standardowych portów COM, lub jako specjalizowane procesory komunikacyjne. W tym drugim przypadku używany jest oddzielny procesor sterujący pracą układów interfejsu oraz dwudostępna pamięć umożliwiająca szybką, blokową wymianę danych pomiędzy procesorami.

Transmisja synchroniczna w komputerach IBM PC może być również stosowana, ale wymagany jest wtedy specjalny układ (w postaci oddzielnej płytki montowanej w komputerze) o nazwie **BSC** (Binary Synchronous Communication Adapter). Adapter BSC jest wykorzystywany przez programy emulatorów terminali synchronicznych np. IBM 3720 lub ICL 7181/2.

11. Inne interfejsy szeregowo

Standard interfejsu V.24/RS 232C pomimo szerokiego rozpowszechnienia posiada kilka wad, które uniemożliwiają jego wykorzystanie w niektórych zastosowaniach. Szczególnie niekorzystne w tym interfejsie jest przyjęcie niesymetrycznej linii transmisyjnej, co spowodowało ograniczenie szybkości transmisji i zasięgu oraz brak odporności na zakłócenia.

Opracowane przez EIA standardy RS-422A, RS-432A i RS-485 służą podobnie jak V.24/RS 232C do transmisji szeregowych danych cyfrowych. Dzięki zastosowaniu w tych standardach symetrycznej linii transmisyjnej (RS-422 i RS-485) oraz odpowiednich parametrów elektrycznych transmitowanych sygnałów możliwe było zwiększenie szybkości transmisji oraz zasięgu. Dodatkowo w tych standardach przewidziano możliwość połączeń wielopunktowych tzn. przyłączenia do jednej linii większej ilości odbiorników i nadajników. Omawiane standardy interfejsu przewidziane są do połączeń bezpośrednich i nie przewidują współpracy z modemami. W interfejsach tych nie ma separacji galwanicznej pomiędzy łączonymi urządzeniami, ale dzięki odpowiedniej konstrukcji układów nadajników i odbiorników zwiększona jest odporność na uszkodzenia tych układów spowodowane różnicą napięć pomiędzy masami łączonych urządzeń.

W poniższej tabeli zestawiono niektóre właściwości i parametry interfejsów V.24/RS 232C, RS-422A, RS-432A i RS-485.

Parametr	RS-232C	RS-423A	RS-422A	RS-485
Typ linii	Niesymetryczna	Niesymetryczna	Symetryczna	Symetryczna
Maksymalna ilość nadajników/odbiorników	1/1	1/10	1/10	32/32
Maksymalna długość linii	15 m	1200 m	1200 m	1200 m
Maksymalna szybkość transmisji	20 kBod	100 kBod	10 MBod	10 MBod
Czułość odbiornika	+ - 3V	+ - 200 mV	+ - 200 mV	+ - 200 mV

Źródło: W. Mielczarek "Szeregowo interfejsy cyfrowe"