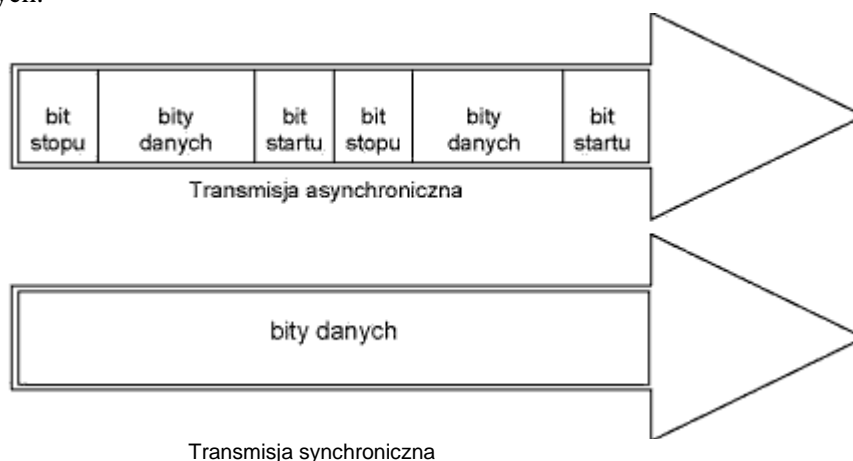


## Modemy asynchroniczne

**Modem** (*MODulator/DEModulator*) jest urządzeniem zamieniającym cyfrowe dane używane w komputerze na sygnały analogowe umożliwiające komunikację poprzez linię telefoniczną oraz zamieniające sygnały analogowe z powrotem na dane cyfrowe w miejscu przeznaczenia. Typowy modem w komputerze osobistym jest **urządzeniem asynchronicznym**, tj. przesyła dane w postaci ciągu małych pakietów. System na drugim końcu linii odbiera te pakiety i składa je w dane, które może potem wykorzystać.

Modemy asynchroniczne transmitują każdy bajt w postaci osobnego pakietu. Jeden bajt odpowiada ośmiu bitom, co przy użyciu standardowego kodu ASCII w zupełności wystarcza do przesłania pojedynczego znaku alfanumerycznego. Aby modem mógł przysyłać dane asynchronicznie, musi w jakiś sposób poinformować modem odbierające o początku i końcu pakietu. W tym celu na początku każdego pakietu jest umieszczany tzw. **bit startu**, zaś na końcu pakietu - **bit stopu**, czyli do przesłania pojedynczego bajta używa się dziesięciu bitów. Z tego też powodu czasami komunikację asynchroniczną nazywa się **komunikacją start-stop**. Taka komunikacja jest przeciwieństwem komunikacji synchronicznej, w której ze stałą szybkością jest przesyłany ciągły strumień danych.



Użycie bitu startu jest wymagane we wszystkich formach komunikacji asynchronicznej, jednak niektóre protokoły używają więcej niż jednego bitu stopu. Aby umożliwić dostosowanie do różnych protokołów, oprogramowanie zwykle umożliwia modyfikowanie ramki używanej do przekazywania poszczególnych bajtów.

Standardowy format używany do opisu ramki komunikacji asynchronicznej to **bity parzystości, bity danych, bity stopu**. Obecnie właściwie wszystkie połączenia asynchroniczne używają formatu *N-8-1* (bez parzystości, osiem bitów danych, 1 bit stopu).

- **Parzystość** - zanim standardowym wyposażeniem modemów stały się protokoły korekcji błędów, w celu zapewnienia prostego mechanizmu korekcji błędów, na poziomie oprogramowania używano kontroli parzystości. Obecnie już się prawie tego mechanizmu nie używa, więc wartość parametru jest prawie zawsze ustawiona na **none** (brak). Inne możliwe wartości, na jakie można się natknąć to **odd** (nieparzyste), **even** (parzyste), **mark** lub **space**.
- **Bit danych** - ten parametr wskazuje, ile bitów danych występuje w części pakietu zawierającego dane (czyli po odrzuceniu bitów startu i stopu). W komputerach PC zwykle stosuje się 8 bitów danych, jednak w niektórych rozwiązaniach można się natknąć np. na 7-bitowe "bajty". Oprogramowanie komunikacyjne pozostawia tę opcję w celu zabezpieczenia systemu przed myleniem bitu stopu z bitami danych.

- **Bity stopu** - ten parametr określa, ile bitów stopu jest dodawanych do każdego przesłanego bajta. W komputerach PC typowo stosuje się jeden bit stopu, jednak inne protokoły komunikacyjne mogą wymagać np. 2 bitów stopu.

Terminu modem używa się także potocznie w odniesieniu do urządzeń, które z definicji nie są modemami - modem ISDN, modem kablowy. Urządzenia te nie konwertują informacji cyfrowej na sygnały analogowe, więc tak naprawdę modemami nie są.

## **Standardy modemów**

Aby dwa modemy mogły się ze sobą porozumieć muszą korzystać z tego samego protokołu.

**Protokół** to inaczej specyfikacja określająca sposób komunikowania się ze sobą dwóch jednostek. W przypadku modemów protokół wyznacza naturę sygnałów analogowych, na jakie urządzenie zamienia dane cyfrowe stosowane w komputerze.

Istnieje wiele standardów komunikacji modemowej. Podstawowe standardy zostały opracowane przez firmy *Bell Labs* i *CCITT (Consultative Committee on International Telephone and Telegraph)*. Na początku lat dziewięćdziesiątych CCITT zmieniła nazwę na ITU (*International Telecommunication Union*).

Wszystkie standardy możemy podzielić na trzy grupy:

- standardy modulacji
  - o Bell 103
  - o Bell 212A
  - o CCITT V.21
  - o CCITT V.22bis
  - o CCITT V. 29
  - o CCITT V. 32
  - o CCITT V. 32 bis
  - o CCITT V. 34
  - o ITU V.90
- standardy korekcji błędów
  - o CCITT V.42
- standardy kompresji danych
  - o V.42bis

Również inne firmy utworzyły swoje standardy. Pod spodem przedstawiono kilka z nich:

- standardy modulacji
  - o HST
  - o PEP
  - o DIS
  - o X2
  - o K56flex
- standardy korekcji błędów
  - o MNP 1-4
  - o Hayes V-series
- standardy danych
  - o MNP 5
  - o CSP

Prawie wszystkie współczesne modemy są kompatybilne ze standardem **Hayesa (Hayes-compatible)**. Sam termin nic nam nie mówi (to tak ja pojęcie „komputer kompatybilny z IBM”). Nie odnosi się to żadnego protokołu komunikacyjnego, lecz do komend niezbędnych do sterowania modemem. Cechą tych komend jest to, że wszystkie zaczynają się od ciągu AT.

### **Body a bity na sekundę**

Prędkości transmisji wyrażane są w bodach lub bitach na sekundach i są bardzo często ze sobą mylone. Prędkość w bodach na sekundę odnosi się do ilości zmian sygnału pomiędzy dwoma urządzeniami w ciągu jednej sekundy, np. jeżeli sygnał między dwoma modemami zmienia częstotliwość lub fazę 300 razy na sekundę, to komunikują się one z prędkością 300 bodów. Czasami pojedyncza zmiana modulacji służy do przeniesienia jednego bitu informacji. Wtedy 300 bodów równa się 300 bitom na sekundę (b/s). Jeżeli modem potrafi przekazać dwa bity w jednej zmianie sygnału, to komunikacja odbywa się z prędkością 600 b/s i 300 bodów. Zdecydowana większość modemów przenosi po kilka bitów na jeden bod, tak więc prędkość wyrażona w bodach jest znacznie mniejsza niż w bitach na sekundę. W sumie określenie prędkości w bodach niewiele nam mówi, stąd najczęściej używa się jednostki bit/sekundę.

### **Standardy modulacji**

**Modulacja** to metoda przesyłania sygnałów elektronicznych wykorzystywana przez modemy. Muszą one korzystać z tej samej metody, aby się porozumieć. Najczęściej każda prędkość transmisji używa innej metody modulacji. Trzy najbardziej popularne metody modulacji:

- **Modulacja częstotliwości (*Frequency Modulation*, zwana także *FSK - Frequency-shift keying*)** - wykorzystanie zmiany częstotliwości do przesyłania informacji.
- **Modulacja fazy (*PSK - Phase-shift keying*)** - zmiana fazy sygnału przy stałej częstotliwości.
- **Modulacja kwadraturowa (*QAM - Quadrature-amplitude modulation*)** - metoda łącząca zmiany fazy i amplitudy sygnału, cechują ją zdolność do przeniesienia znacznie większej ilości informacji niż pozostałe metody.

W tabeli przedstawiono najpopularniejsze standardy transmisji modemowej. **Pełen duplex** oznacza możliwość transmisji danych w obie strony z tą samą - pełną - prędkością. **Półduplex** oznacza możliwość transmisji w obu kierunkach, jednak nie w tej samej chwili - najpierw jedna strona przekazuje swoje informacje, potem druga.

<b>standard</b>	<b>maksymalna prędkość transmisji (bity na sekundę)</b>	<b>tryb duplex</b>
Bell 103	300	pełny
CCITT V.21	300	pełny
Bell 212A	1200	pełny
ITU V.22	1200	pół
ITU V.22bis	2400	pełny
ITU V.23	1200/75	pseudopółny
ITU V.29	9600	pół
ITU V.32	9600	pełny
ITU V.32bis	14400	pełny
ITU V.32fast	28800	pełny
ITU V.34	28800	pełny
ITU V.90	56000	pełny

### **Standardy korekcji błędów**

**Korekcja błędów** dotyczy zdolności modemów do identyfikowania błędów podczas transmisji i powtórzonego automatycznego przesyłania tych samych danych. Aby korekcja błędów działała, oba modemy muszą pracować w tym samym standardzie korekcji. Tak się dzieje w większości modemów.

### **Standardy kompresji danych**

Kompresja danych odnosi się do wbudowanej w modem zdolności do kompresowania danych przed ich wysłaniem, co ma duży wpływ na czas trwania transmisji i jej koszt. W zależności od

rodzaju danych, mogą one być skompresowane nawet czterokrotnie, tyleż samo razy zwiększając efektywną prędkość modemu. Np. dla modemu 14.4 dałoby to prędkość transmisji 57,6 kb/s, a dla modemu 28,8-115,2 kb/s.

### *Standardy firmowe*

Oprócz standardów zatwierdzonych znanych producentów tworzone są standardy poszczególnych producentów, które nierzadko mimo, że nie zostały zatwierdzone przez żadne oficjalne instytucje standaryzujące, to są bardzo popularne i stały się tzw. pseudostandardami. Najbardziej znanymi standardami niezależnymi są protokoły MNP stworzone przez Microcom.

### *Standardy faksmodemów*

Fakсы to odrębna technologia, chociaż posiada ona wiele wspólnego z przesyłaniem danych. To podobieństwo doprowadziło do połączenia faksu i modemu w jedno urządzenie. Międzynarodowe standardy transmisji faksów zostały stworzone przez CCITT. Możemy je podzielić na cztery grupy, z których każda używa innej technologii i innych standardów przesyłania i odbioru faksu.

### *Modemy 56 kb*

Modemy 56 kb umożliwiają uzyskanie prędkości przesyłu danych od hosta do klienta na poziomie 56 kb/s. Jest to dwukrotnie większa prędkość niż 28800, ale nie podwaja prędkość ostatniego standardu - 33,6 kb/s.

Aby zrozumieć, w jaki sposób udało się osiągnąć tę prędkość, musimy najpierw wyjaśnić kilka zasad technologii modemowej. W tradycyjnym modemie informacja jest przetwarzana z cyfrowej na analogową, tak aby mogła być przesyłana liniami telefonicznymi, i na końcu jest z powrotem zamieniana na cyfrową. Ta zmiana z postaci cyfrowej na analogową powoduje pewne obniżenie prędkości i nawet jeżeli linia telefoniczna jest w stanie przesłać dane z prędkością 56 kb/s, to i tak maksymalna efektywna prędkość wyniesie ok. 33,6 kb/s, właśnie ze względu na konwersję. Według prawa Shannona maksymalna prędkość osiągalna w analogowych liniach telefonicznych wynosi właśnie 33,6 kb/s. Jednak prawo Shannona zakłada, że całość sieci telefonicznej jest analogowa. W rzeczywistości tylko część linii jest analogowa. Biorąc to pod uwagę, można w pewnych przypadkach pominąć początkową konwersję cyfrowo-analogową i wysłać poprzez linię bezpośrednio dane cyfrowe. Wtedy zamiast dwóch lub więcej konwersji trzeba wykonać tylko jedną. W rezultacie teoretycznie można zwiększyć szybkość transmisji danych tylko w jednym kierunku, powyżej 35 kb/s określonych przez **prawo Shannona**, do szybkości prawie 56 kb/s, obsługiwanej przez sieć telefoniczną. Jednak transmisja w drugim kierunku jest wciąż ograniczona do maksymalnej szybkości 33,6 kb/s protokołu V.34. Modemy 56 kb są bardzo podatne na spowalnianie transmisji wywoływane szumem linii. Linia telefoniczna może doskonale nadawać się do rozmów, a nawet komunikacji modemowej o niższej szybkości, ale niesłyszalne szumy mogą łatwo spowodować, że transmisja z szybkością 56 kb/s zostanie w efekcie zwolniona do poziomu transmisji 33,6 kb/s lub nawet mniejszej.