Trochę historii modemów telefonicznych

- 300 b/s – od lat 1960-tych do 1983,
- 1200 b/s – zdobył popularność w latach 1983–1985,
- 2400 b/s – powstał na początku 1985,
- 9600 b/s – zaprezentowany przez US Robotics na targach Comdex, 1986,
- 14.4 Kb/s, 19.2K b/s – do 1994
- 28.8K b/s – 1995,
- 33.6 Kb/s – druga połowa lat 90.,
- 56 Kb/s – standard w 1998 r.

Standardy telekomunikacyjne modemów

- **V.32** – szybkość: 9.6 kbps, rok wprowadzenia: 1984,
- **V.32bis** – szybkość: 14.4 kbps, rok wprowadzenia: 1991,
- **V.34** – szybkość: 28.8 kbps, rok wprowadzenia: 1995,
- **V.90** – szybkość: 56 kbps (33.6 kb/s w górę), rok wprowadzenia: 1997-1998,
- **V.92** – szybkość: 56 kbps (48 kb/s w górę), rok wprowadzenia: 2000-2001.
- **V.44** – nowy standard kompresji danych.

Struktura łączy telefonicznych

- Główne linie telefoniczne są obecnie cyfrowe.
- Podczas rozmowy korzysta się z dwóch kanałów cyfrowych – po jednym w każdym kierunku.
- Niestety do domów dociągnięte są linie analogowe (1 linia analogowa).

Jak sygnał analogowy zamieniany jest na cyfrowy?

- Gdy człowiek mówi, większość energii głosu skupiona jest około 1000 Hz.
- W związku z tym w standardach telekomunikacyjnych przyjęto, że łączami cyfrowymi przenoszone będą sygnały do 4000 Hz.
- Z twierdzenia Shanona wynika, że taki sygnał musi być próbkowany z częstotliwością 8000 Hz.
- Przyjeto więc standard PCM (Pulse Code Modulation), w którym co 125 μs wykonywana jest próbka sygnału o możliwych 256 wartościach.
- Daje to szybkość generacji danych: 64 000 b/s.
- Takie próbkowanie jest wykonywane w firmie telekomunikacyjnej i tak skonstruowane dane wędrują łączami cyfrowymi.

- Dane po dotarciu do ostatniej centrali po drugiej stronie są odtwarzane na podstawie otrzymanych danych.
- Wszystko to jest robione za pomocą tzw. przetworników C-A i A-C.

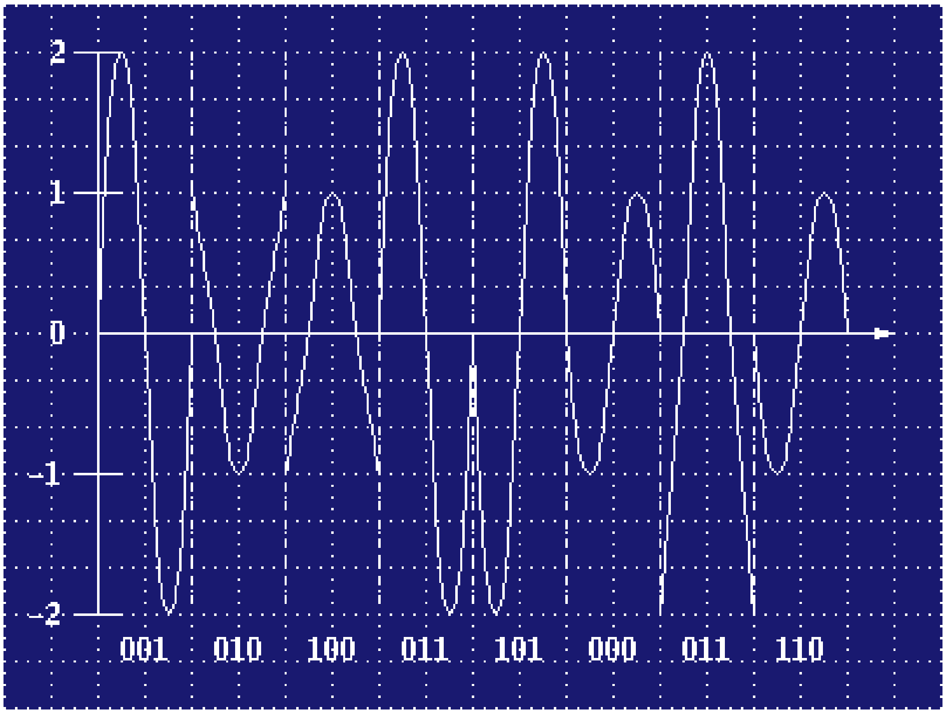
Jak dane cyfrowe z komputera wędrują analogową linią?

- Przy przesyłaniu danych cyfrowych stosowane jest połączenie modulacji amplitudy i modulacji fazy.
- Technika ta nosi nazwę QAM – Quadrature Amplitude Modulation.
- Używane w modemach 14.4k, 28.8k, i 33.6k, w modemach 56k do transmisji wychodzącej.
- Zasada:

Bity	Amplituda	Przesunięcie fazy
000	1	Brak
001	2	Brak
010	1	1/4
011	2	1/4
100	1	1/2
101	2	1/2
110	1	3/4
111	2	3/4

Przykład QAM

Weźmy bity: 001-010-100-011-101-000-011-110



Dlaczego 56 kb/s?

- Kodowanie amplitudy za pomocą PCM nie jest liniowe.
- Przy niskich amplitudach zwiększenie o 1 bajtu PCM oznacza znacznie mniejszą różnicę w sygnale analogowym.
- Przy niskich wartościach trudno odróżnić różne bajty.
- W związku z tym nie używa się kodów PCM o niskich wartościach.
- W V.90, V.92 każdy symbol korzysta z 7 bitów a nie z 8.
- Stąd mamy 56 kb/s zamiast 64 kb/s.
- Istnieje specjalna tablica kodowa przekształcająca 8-bitowe kody na kody 7-bitowe.

Trochę o V.92

- V.90 przesyłał 56 kb/s tylko w kierunku „do domu”. „Z domu” można było wysyłać do 33.6 kb/s.
- V.92 teoretycznie może przesyłać 48 kb/s „z domu”.
- Łącze analogowe z domu do centrali było zawsze jednokierunkowe.
- Używa się specjalnych technik usuwania echa.