

**Pytania do egzaminu „Podstawy transmisji danych”
(Studia stacjonarne I stopnia)
Egzaminator - prof. Aleksandr Cariow**

**Zagadnienia wrzucił sam ON,
więc może dobrze byłoby coś opracować przed exam**

1. Historia rozwoju technik transmisyjnych.

Prymitywne metody przekazywania informacji.

Transmisja danych to proces przekazywania informacji pomiędzy dwoma punktami w postaci umożliwiającej jej przetwarzanie w urządzeniach komunikacyjnych. TD nie zajmuje się procesem powstawania informacji. Metody pradawne: bębny, sygnalizacja dymem, flagami, gwizdkiem, ogniska na wieżach). Pradawne metody zastąpiły formy pisane: tabliczki gliniane, kora, papirus - gołębie pocztowe, symbole na ścianach (różne hieroglify). Następnie: gazety, książki, listy - za pomocą posłańców pieszych lub konnych, pociągi, statki, auta i samoloty. (MKS, znaki sędziego kolejowego, znaki umowne(drogowe), kier. śmigłakiem).

Pierwsze przekazy wiadomości na odległość z wykorzystaniem zjawiska przewodnictwa elektrycznego i elektromagnetyzmu.

Telegraf elektryczny Cooke'a i Wheatsone'a.

1830-1840 - pierwsze przekazy wiadomości na odległość z wykorzystaniem zjawiska przewodnictwa elektrycznego i elektromagnetyzmu. Początkowo wykorzystywano oddziaływanie prądu na igłę magnetyczną (Szyling 1832r. a ulepszoną wersję telegrafu zaproponowali Anglicy (Cooke i Wheatstone) w 1836 r na trasie 21 km.

Telegraf optyczny Claude'a Chappego - telegraf semaforowy (optyczny) - Claude Chappe 18+74, w ciągu następnych 50 lat telegrafia semaforowa objęła wszystkie większe miasta Francji, tory komunikacyjne przekroczyły 5 tys. km, średni czas przekazu krótkich wiadomości - kilka minut, całkowita liczba stacji pośredniczących w tych przekazach ~500.

Alfabet i aparat Morse'a.

Era komunikacji telegraficznej rozpoczęła się od aparatu Morse'a w którym jednym przewodem za pomocą odpowiedniej kombinacji kropek i kresek można było przesłać konkretne litery alfabetu lub cyfry. 24.05.1844 - pierwsza linia telegraficzna, Waszyngton - Baltimore (60km)(“co stworzył Bóg?”). Odbiorca musiał przekodować wiadomość powtórnie żeby odczytać. Przesyłanie krótkich i długich impulsów tonowych, które mogły być przesyłane przewodami telegraficznymi przez zastosowanie kluczowania prądu elektrycznego po stronie nadawczej, i odbierane na drugim końcu toru jako impulsy dźwiękowe w zakresie słyszalnym.

Telefon Bella - Aleksander Bell w 1876 wynalazł telefon, 1877 patent na membranę (mało)

Wynalezienie radia - koniec XIXw. odkrycie i przebadani zakresu niewidzialnych fal elektromagnetycznych (fale radiowe). Radio (łac. - radiatio -> radiacja())promieniowanie)

Światowi wynalazcy w dziedzinie telekomunikacji: **Michał Faraday**(1791-1867, wyniki prac doświadczalnych uogólnione i matematycznie opracowane przez Maxwella stanowią naukową podstawę transmisji danych), **James Clerk Maxwell** (1831-1879, na początku drugiej połowy XIX wieku uogólnił wyniki badań uzyskane przez badaczy przyrody i stworzył teorię pola elektromagnetycznego, 1865 wniosek że światło jest falą elektromagnetyczną - jedno z uogólnień fizyki), **Heinrich Rudolf Hertz** (1857-1894, potwierdził teoretyczne przewidywania Maxwella doświadczeniami w latach 1887-1888, wytworzył nadzwyczaj szybkie drgania elektryczne i wykazał że wywołują fale elektromagnetyczne o dł. ~1m.(rozchodzą się, odbijają, załamują), podstawa rozwoju radia), **Samuel Morse**

(1791-1872, w latach 1837-1840 skonstruował telegraf elektromagnetyczny i opracował dlań specjalny alfabet telegraficzny złożony z kombinacji kropek i kresek. **Aleksandr Popow** (1859-1906, w 1895 badając atmosferyczne wyładowania elektryczne, buduje przyrząd przypominający współczesne układy odbiorcze telegrafu, rok później udało się przekazać sygnał na odległość 2km), **Guglielmo Marconi** (1874-1937, 1896 młody włosz uzyskuje radiotelegraficzne połączenie przez zatokę Bristolska(UK, nie Alaska), a w 1901 między W.Brytanią a A.Północna, wykorzystał wszystkie znane wynalazki i udowodnił ich praktyczne zastosowanie, zwrócił uwagę marynarki, zauważono potencjał i zaniechano metod optycznych na rzecz fal elektromagnetycznych), 1919 Nobel z fizyki. **Aleksander Bell** (1847-1922, profesor uniwersytetu w Bostonie, 1876 wynalazł telefon, 1877 patent na membranę, Pracował nad budową sondy telefonicznej do celów chirurgicznych i urządzenia pozwalającego wykrywać obecność kawałków metalu w ranach. Datę pierwszego przekazu telekomunikacyjnego (10 marca 1876 r.), w którym przesłano historyczne zdanie wypowiedziane przez Alexandra Grahama Bella, traktuje się jako dzień narodzin przewodowej komunikacji telefonicznej „Watson, proszę przyjść tutaj, pilnie pana potrzebuję”), **Jean Baudot** (1845-1903, w 1874 skonstruował ulepszony drukujący aparat telegraficzny ‘bodot’, Od jego nazwiska pochodzi nazwa jednostki szybkości modulacji sygnałów - bod.), **Agner Krarup Erlang** (1878 - 1929, był pierwszą osobą, która zajęła się problemem sieci telefonicznych. Przy studiowaniu wiejskich połączeń telefonicznych opracował on wzór, znany jako wzór Erlanga, do obliczania natężenia ruchu w sieci telefonicznej. Chociaż model Erlanga jest prosty, matematyka leżąca u podstaw obliczania natężenia ruchu w nowoczesnej sieci telefonicznej, nadal oparta jest na pracy tego modelu).

Potęga radiokomunikacji (chyba git, tu można łąć wodę) - Dzięki łącznemu wykorzystaniu wynalazków radia, modulacji i mikrofonu informacje słowne mogły być przekazywane na odległość bezprzewodowo i bez konieczności przetwarzania w kod telegraficzny. 1935-1945 istotny rozwój technik TD w związku z potrzebami wojennymi. Postęp obserwuje się w radiotechnice, telemechanice, telesterowaniu (zdalnym przekazywaniu sygnałów sterujących) i teledetekcji (zdalnym przekazywaniu sygnałów pomiarowych). Po drugiej wojnie światowej zastosowanie technologii TD danych znacznie się rozszerza w związku z rozwojem telewizji i łączności przemysłowej oraz powstaniem nowych dziedzin techniki, ściśle z nią związanych, np. informatyki.

2. Definicje podstawowe.

Sieć teleinformatyczna - sieć rozległa bazująca na połączeniach telefonicznych, może być złożona z komputerów znajdujących się w dużych odległościach od siebie, np. łącząca ze sobą użytkowników poczty elektronicznej na terenie całego kraju; wymagane jest zaangażowanie publicznej sieci telekomunikacyjnej; łączy również sieci lokalne LAN i miejskie MAN. **Zastosowane muszą być rozwiązania zapewniające: szybkość transmisji danych, niezawodność łączy cyfrowych bezpieczeństwo przesyłu danych.** Sieć przewiduje implementację aplikacji telekomunikacyjnych takich, jak - transfer danych komputerowych, - wideokonferencje, - dzielenie plików, - przenoszenie połączeń do komputerów znajdujących się poza LAN, do domu, firmy, samochodu i wielu innych miejsc. **Łańcuch telekomunikacyjny** - urządzenia i środki służące przekazywaniu informacji. **Nadajnik (transmitter)**, nazywany również źródłem sygnału, jest urządzeniem, które generuje pierwotną informację (telefon, telefaks, sys. komputerowy, kamera, aplikacja video-konferencyjna...). **Odbiornik (receiver)**, nazywany urządzeniem spływu danych, oznacza urządzenie odbierające informacje. **Obwód (circuit)**, oznaczający ścieżkę komunikacyjną w ustalonym medium między dwoma punktami, tj. między nadajnikiem i odbiornikiem informacji. Obwody mogą być dwudrutowe albo czterodrutowe, zależnie od specyfikacji i natury sieci. **Łącze pojedyncze (link)** jest fragmentem (segmentem) ścieżki między dwoma punktami, takimi jak terminal-centrala albo centrala-centrala. **Linia (line)** ma szereg definicji, co powoduje wiele nieporozumień, **WTF?!?!?** linia odnosi się do układu przenoszącego sygnał głosowy, związany z pojedynczym numerem telefonicznym, ulokowanym w abonenckiej centrali komutacyjnej. **Łącze wielokrotne (trunk)** jest dostępne jednocześnie wielu użytkownikom, bez określenia rodzaju wykorzystywanego medium (elektryczne, światłowodowe, radiowe). Łącza wielokrotne są zwykle połączeniami międzycentralowymi. **Kanał (channel)** jest formalnym określeniem definiowanym w standardach jako jednokierunkowe połączenie między nadajnikiem i odbiornikiem, zastępującym określenie jednokierunkowego obwodu lub ścieżki. W terminologii komputerowej kanał - wysokosprawne połączenie między serwerem sieciowym i

urządzeniem zewnętrznym. **Przełącznik (switch)** jest urządzeniem sieciowym lub elementem centrali telefonicznej, obecnie wyłącznie elektronicznym, umożliwiającym zestawianie, komutowanie, rozłączanie i zarządzanie połączeniami logicznymi przez układy fizyczne. Tradycyjny sposób przełączania jest oparty na komutacji obwodów lub łączy przeznaczonych do transportu głosu i danych. W zaawansowanych technologicznie systemach komutacji oprócz przełączania obwodów możliwe jest przełączanie pakietów, ramek i komórek oraz tworzenie połączeń wirtualnych.

Rodzaje zastosowań transmisji danych. Ze względu na zastosowanie przekazów: •**transmisja danych porozumiewawcza (1 do 1)**, dotycząca dwukierunkowego przekazywania wiadomości między dwoma lub więcej punktami sieci. •**transmisja danych rozsiewcza (1 do n)** dotycząca jednokierunkowego przekazywania wiadomości z jednego punktu do wielu punktów, przy czym stacja nadawcza nadaje jednocześnie dla wielu bliżej nie określonych odbiorców; •**transmisja danych zbiorcza (n do 1)**, dotycząca jednokierunkowego przekazywania (zbierania) wiadomości z wielu punktów pomiarowych lub badawczych do jednego punktu odbiorczego.

Struktura podziału usług związanych z transmisją danych. - aplikacje telekomunikacyjne -> •telefonia, •telegrafia (teleks i telegram), •faksymile (faks), •teleteks, wideoteks, •wideotelefon, •telekonferencja, •EDI (Electronic data interchange)- poczta elektroniczna, wymiana dokumentów), •transmisja plików, •łączenie sieci LAN orazWAN, •dołączanie stacji roboczych do sieci LAN i WAN, •dołączanie stacji roboczych lub sieci LAN do publicznych sieci komputerowych, •dołączanie kas fiskalnych i bankomatów do sieci, •bazy danych i elektroniczne wiadomości, •transmisja nieruchomych obrazów, •multimedia, •telewizja (włączając wideo na żądanie, czyli Videoon-Demand, i telewizję interaktywną), •edukacja (strona nadająca lub odbierająca), •biuro w domu (telepraca), •telezakupy, •teleusługi socjalne i medyczne, •teleakcje (telenadzór, telealert, telemetria itp.), •inne aplikacje wspomagające.- **usługi przenoszenia (usługi transportowe) ->** •analogowa publiczna sieć telefoniczna PSTN - public switched data network (z komutacją łączy), •cyfrowa publiczna pakietowa sieć transmisji danych PSDN- public switched data network (z komutacją pakietów), •cyfrowa sieć z integracją usług ISDN (Integrated Services Digital Network), •sieć ATM, •linia dzierżawiona (miedziana lub światłowodowa) stała, łączność bezprzewodowa (analogowa lub cyfrowa), łączność satelitarna (VSAT)], •transmisja rozgłoszeniowa (naziemna lub satelitarna).

Infrastruktura telekomunikacyjna. •rozległe cyfrowe sieci komputerowe oparte na strukturach sieciowych typu LAN i MAN (W sieciach komputerowych podstawową strukturę teleinformatyczną dostępu lokalnego tworzą sieci LAN typu Ethernet (10 Mb/s, 100 Mb/s i 1000 Mb/s, nawet 10 Gb/s),Token Ring (4 i 16 Mb/s) i FDDI (100 Mb/s), przeznaczone dla indywidualnych lub grupowych użytkowników z wykorzystaniem zasobów multimedialnych). Sieci łączy się za pomocą mostów (bridge), hubów, routerów, multiplekserów (stosowane w budynkach). Oddaleni indywidualni użytkownicy mają możliwość włączenia się do sieci teleinformatycznej: •komutowaną lub dzierżawioną linią telefoniczną, za pośrednictwem modemów i central telefonicznych PABX (private automatic branch exchange); •kanałami cyfrowymi ISDN, przez centralę lub systemy komutacji cyfrowej; •kanałami telewizji kablowej CATV, z wykorzystaniem kanału zwrotnego i modemów szerokopasmowych zwanych kablowymi; •torami światłowodowymi, przez sieci optyczne lub za pomocą techniki hybrydowej i modemów DSL.

Odrębną grupę stanowią bezprzewodowe sieci radiowe dostępu abonenckiego (RLL, WLL) funkcjonujące w kilku standardach europejskich, specjalizowane sieci teledancyjne, i komórkowe (GSM, CDMA), jak też systemy komunikacji i nawigacji globalnej (VSAT, GPS, Galileo, GLONASS, UMTS, IMT-2000 i inne).

Konwergencja sieci i usług. Zjawisko „konwergencji”, definiowane początkowo jako zbieżność (przenikanie się) pewnych trendów rozwojowych, w dziedzinie teleinformatyki jest postrzegane jako zrastanie się funkcji i technologii sieci komunikacyjnych o różnych rodowodach.

Coraz częściej przyjmuje się, że proces konwergencji ma węższy zakres, obejmujący środowisko i technologie związane z przyszłym działaniem globalnej sieci rozszerzonego Internetu.

Zespolenie wszystkich funkcji kanałów do transmisji głosu, obrazu, danych oraz aplikacji w jedną szerokopasmową strukturę opartą na protokole IP (internet Protocol).

- łączny przekaz informacji głosowych i danych (obraz);
- integracja przekazów przez sieci IP (VoIP, VoFR, VoATM);
- współistnienie przełączania obwodów i pakietów;
- współdziałanie telefonu z komputerem (CT1, Call Center);
- integracja sieci lokalnych (LAN) z rozległymi (WAN);
- wzajemna migracja central PABX i routerów w sieciach inteligentnych IN,
- współdziałanie sieci ruchomych i stałych,
- oferta jednolitych usług przez sieci komórkowe i stacjonarne (standard WAP),
- łączenie się rynków telekomunikacyjnych z sieciami i in.

Integracja technologii. Największy wpływ na rozszerzenie jeszcze do niedawna jedynej usługi transmisyjnej, jaką była telefonia stacjonarna, było wprowadzenie do telekomunikacji osiągnięć uzyskanych w:

- mikroelektronice — wielofunkcyjne układy scalone o wysokim stopniu integracji VLSI (technologia wytwarzania 0,18 μm); czasem przełączania poniżej 1 ps;
- teletransmisji i komutacji cyfrowej wprowadzającej cyfrowy sposób transmisji na całej trasie przekazów telekomunikacyjnych wraz z konwersją sygnałów analogowych do postaci cyfrowej (64 kb/s, 32 kb/s, 16 kb/s, 8 kb/s, 6,3 kb/s, 5,3 kb/s);
- technice światłowodowej (fotonice) - umożliwiającej emisję zmodulowanych fal optycznych przez światłowody o prawie nieograniczonych przepływności (podstawowa szybkość 2,5 Gb/s lub 10 Gb/s, ze zwielokrotnieniem falowym DWDM do przepływności 1 Tb/s), coraz częściej zastępujących łącza satelitarne i długodystansowe przekazy radiowe;
- inżynierii oprogramowania - zorientowanej na optymalizację wykorzystania zasobów infrastruktury teletransmisyjnej, tworzenie zintegrowanych systemów informacyjnych i oferującej abonentom coraz bardziej wyrafinowane usługi.

Krajowy rynek telekomunikacji.

3. Prezentacja informacji.

Informacja analogowa i cyfrowa. Informacja może być przesyłana za pomocą sygnałów wytwarzanych przez elektryczność, fale radiowe lub światło. Stosuje się dwie techniki transmisji sygnałów przez medium.

Pierwsza z nich wykorzystuje **analogową** reprezentację sygnałów, druga - reprezentację **cyfrową**.

Transmisja **analogowa** jest formą rozchodzenia się sinusoidalnej fali o określonej częstotliwości, amplitudzie i fazie. Głos, obraz, dane, a także inne rodzaje informacji mogą być bardziej efektywnie przesyłane przez przedstawienie ich w formie zbioru wartości binarnych i transmitowanie tych wartości w postaci impulsów elektrycznych.

Proces zamiany przebiegów ciągłych (analogowych) na informacje cyfrowe (dyskretnie), które mogą być przetwarzane komputerowo, **nazywa się konwersją analogowo-cyfrową**. W procesie konwersji sygnał analogowy jest próbkowany w regularnych odstępach czasu, a zmierzone wartości próbek zakodowane w postaci binarnej odpowiadają amplitudzie sygnału analogowego. Transmisja danych przez linie analogowe napotyka na trudności ograniczające ich użyteczność. Sygnał analogowy przesyłany na dalszą odległość musi być okresowo wzmacniany (wzmacniaki telekomunikacyjne), łącznie z występującymi w torze zniekształceniami.

Transmisje cyfrowe cechują się większym stopniem niezawodności niż analogowe, zwłaszcza na dłuższych dystansach. Jeśli zachodzi potrzeba wzmocnienia sygnału, sygnał jest regenerowany cyfrowo bez wzmacniania zniekształceń, co jest zasadniczą zaletą przekazów cyfrowych używanych w telekomunikacji.

Sygnały analogowe oraz cyfrowe.

Sygnał **analogowy** - wielkość reprezentująca wiadomość może przyjmować dowolne wartości ze zbioru nieskończenie wielu wartości.

Sygnał dyskretny - wielkość może przyjmować tylko określone wartości ze skończonego zbioru.

Informacja cyfrowa.

Formaty liczbowe to chyba to - dwójkowy (binarny), ósemkowy (oktalny), dziesiętny (operujący dziesięcioma symbolami), szesnastkowy (heksadecymalny) oraz dwójkowy z kodowaniem dziesiętnym BCD (Binary Coded Decimal).

Dwójkowy czyli 0 i 1, **ósemkowy** (8) od 0-7,

szesnastkowy (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F,), **BCD** to taki binarny ale kolejne 10 to kolejne 0001.

| | | | | |
|----|------|----|---|-----------|
| 12 | 1100 | 14 | C | 0001 0010 |
| 13 | 1101 | 15 | D | 0001 0011 |
| 14 | 1110 | 16 | E | 0001 0100 |
| 15 | 1111 | 17 | F | 0001 0101 |

Numeryczne obliczanie widma sygnału - to chyba

Dyskretna transformacja Fouriera. DTF (Discrete Fourier Transform). Przekształca skończony ciąg próbek sygnału w ciąg harmoniczny. DFT ustala wzajemny związek międzyczasowej i częstotliwościowej reprezentacji sygnału przy jego rozkładzie na szereg składowych harmonicznych. **MAŁO MAŁO**

Wielorozdzielcza prezentacja danych. ??

Falki. ??

Prezentacja informacji złożonej. ?? Informacja analogowa może być **prosta bądź złożona**. Przebiegi **proste** mają mocno wyróżniona jedną częstotliwość (dźwięk jednego klawisza pianina) i niewielki lub żaden zestaw harmonicznych. Złożone przebiegi analogowe (głos człowieka, dźwięk orkiestry) składa się z wielu częstotliwości o różnym natężeniu.

Fraktale ??

4. Przetwarzanie sygnałów mowy.

???

Techniki przetwarzania głosu - falę głosową moduluje parametr sygnału sinusoidalnego — amplitudę w różnych systemach z modulacją amplitudy AM, fazę - w systemach z modulacją fazy PM lub częstotliwość w przypadku zastosowania modulacji częstotliwości FM. Systemy telekomunikacyjne przesyłają sygnał metodami cyfrowymi, stąd szczególne znaczenie efektywnego sposobu przedstawienia sygnału mowy w postaci ciągu impulsów binarnych.

Cyfryzacja sygnałów mowy.

W celu transmisji sygnału rozmownego przez cyfrowy fragment sieci telefonicznej PSTN sygnał analogowy, pochodzący zwykle od abonenta sieci, jest przetwarzany (konwersja A/C) na postać cyfrową z częstotliwością 8 kHz (PCM 64). Wartość analogowa każdej próbki jest rejestrowana (kwantyzacja) jako jeden z 256 możliwych poziomów i zapisywana w 8-bitowym rejestrze zgodnie z kodem PCM.

Zakres częstotliwości mowy.

Mowa mieści się w zakresie **od 100Hz do 8kHz**, przy czym największa gęstość przypada na okolice **500Hz**.

Ludzkie ucho rejestruje częstotliwości **od 20Hz do 15kHz**, z najlepszą czułością **od 1kHz do 3kHz**.

Do dobrego zrozumienia mowy wystarczy pasmo od 300Hz do 3,4kHz, dlatego w systemach telekomunikacyjnych stosuje się pasmo o szerokości 3,1kHz od 200Hz do 3,5kHz.

Kodery i dekodery sygnału mowy.

Najstarszą metodą kodowania sygnałów mowy jest kodowanie **PCM (Pulse Code Modulation)**. Składa się z: filtru ograniczającego pasmo kodowanego sygnału do co najwyżej połowy częstotliwości próbkowania (ogranicza pasmo sygnału do 4kHz), układu próbkowania z częstotliwością (fs), układu nieliniowego o w przybliżeniu logarytmicznej charakterystyce, kwantyzatora równomiernego. Dla kwantyzatora przy częstotliwości próbkowania 8kHz otrzymujemy strumień binarny o szybkości 64 kb/s.

Slajdy 395-409 cholera wie co stąd wyciągnąć

Kompresja głosu.

Kompresja polega na redukcji liczby bitów potrzebnych do wiernego przesłania, a później odtworzenia sygnału głosowego. Efektywność kompresji określa jak bardzo sygnał zostanie zredukowany, co na ogół wiąże się z pogorszeniem jakości.

Najbardziej znane standardy kompresujące:

- **G.711** - najprostszy domyślny standard akustyczny **PMC** obejmujący konwersję analogowo-cyfrową. Stanowi poziom odniesienia dla innych konwersji. Konwertuje 4kHz (8kHz), przepływność 64kb/s.
- **G.727** - popularny standard adaptacyjno-różnicowy **ADPCM** o przepływności 32kb/s, stosowany w łączności bezprzewodowej.
- **G.729** - kompresuje 8:1, przepływność 8kb/s. Często określany jako głos o opłacalnej jakości. Pracuje na algorytmie **CS-ACELP**.
- **G.729A** - zmniejsza opóźnienie w procesie kompresji
- **G.723** - kompresuje 12:1, przepływność 6,3kb/s z algorytmem **MP-MLQ** lub 5,3kb/s z **ACELP**.

Decybele.

Decybel jest podstawową jednostką używaną do porównywania możliwości technik transmisji danych. Wyraża się on w skali logarytmicznej.

5. Przekaz informacji.

Transmisja cyfrowa i analogowa - Transmisja **cyfrowa** oznacza, że przesyłany jest ciąg impulsów dwustanowych typu tak/nie, podobnie jak w komputerach. Sygnały zwane bitami, mogą być transmitowane w szerokim zakresie szybkości, nawet powyżej kilkadziesiąt Mb/s. Transmisja **analogowa** oznacza, że są przesyłane sygnały o ciągłym widmie częstotliwości, takim jak głos, dźwięk lub światło.

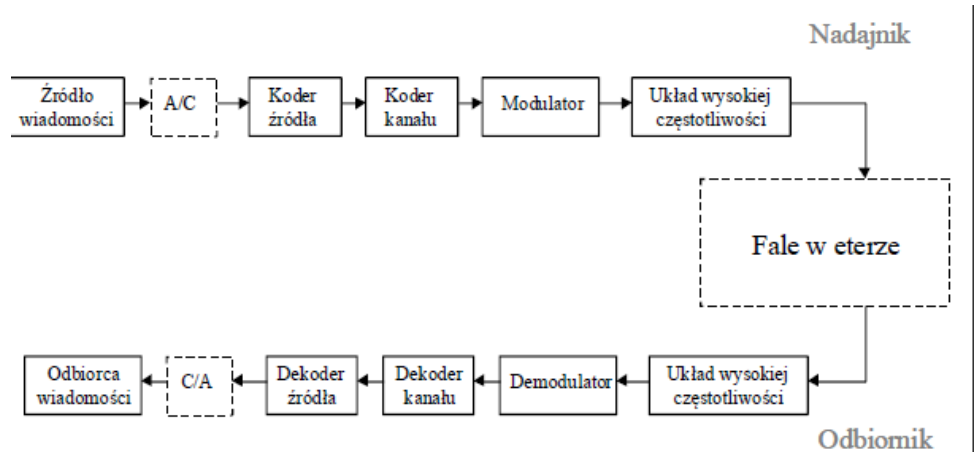
Większość istniejących łączy transmisyjnych, po których przesyłane są dane jest przeznaczona do transmisji analogowej.

Praca systemu transmisyjnego -

źródło generuje wiadomość w postaci ciągłej (np. głos). Następnie sygnał jest próbkowany i konwertowany na postać binarną aby stworzyć postać cyfrową (**A/C**, **koder źródła**). **Koder kanału** wraz z dekoderek spełnia rolę strażnika poprawności przesyłanych danych i wysyła dodatkowe dane do sprawdzania/korekcji błędów.

Modulator, bodaj najważniejszy, umieszcza sygnał w odpowiednim paśmie częstotliwości i właściwie kształtuje widmo. Ważny bo jest ograniczona ilość częstotliwości, których można użyć do TD oraz ze względu na ograniczoną liczbę użytkowników mogących nadać bez zakłóceń w określonym paśmie częstotliwości.

Układ wysokiej częstotliwości wzmacnia sygnał do wymaganego poziomu (zależy od modulatora, typu modulacji oraz zastosowanego systemu). **W eterze** w układzie wysokiej częstotliwości (u odbiorcy) następuje **demodulacja** sygnału zależna min. od pierwotnej modulacji. Wyodrębniony ciąg impulsów trafia do **dekodera kanałowego**, który sprawdza poprawność sygnału tworzy sekwencję kodową. **Dekoder źródła** przetwarza informacje na binarną na pierwotnie wysłaną i przesyła do przetwornika analogowo-cyfrowego (**C/A**). W przypadku sygnałów dyskretnych pomijany jest przetwornik A/C ponieważ sygnał jest już cyfrowy.



Szerokość pasma - różnica między górną a dolną częstotliwością pasma, które kanał jest zdolny przenieść z nierównomiernością nie gorszą niż 3dB. Szerokość może być w Hz, kHz, MHz, GHz, THz. Linia telefoniczna to 3.1kHz.

Przepływność - to zdolność kanału do przenoszenia informacji binarnej, to znaczy ile bitów danych można przesłać w ciągu 1 sekundy przez konkretne medium transmisyjne (b/s, kb/s, Mb/s, GB/s). Prawo **Nyquista**

Prawo Shannona - maksymalna teoretyczna przepływność kanału jest ograniczona prawem Shannona. -> **to niżej**

Modulacja - modulacja stosowana w modemach jest procesem konwersji informacji cyfrowej na postać analogową. Proces ten zachodzi w modemach na zasadzie emisji ciągłej, sinusoidalnej fali nośnej, której parametry są odpowiednio modyfikowane za pomocą jej amplitudy, częstotliwości lub fazy.

Szybkość modulacji a szybkość transmisji -

jednostką miary szybkości modulacji jest bod (baud), określający maksymalną liczbę zmian momentów lub stanów charakterystycznych w czasie 1 sekundy. Dla sygnałów telegraficznych o dyskretnym przebiegu czasowym wyróżniane są tylko dwa stany charakterystyczne i dla takich sygnałów szybkość modulacji jest równoważna z przepływnością binarną (1 bod = 1 b/s). We współczesnych modemach jeden stan charakterystyczny w konstelacji niesie informację o większej liczbie bitów wejściowych (2, 4, a nawet 8 bitów informacji), zatem na 1 bod przypada więcej bitów informacji, co odpowiednio zwiększa przepływność binarną kanału. Możliwość modulowania fali nośnej przebiegiem o liczbie stanów większej niż 2 nazwano modulacją wielowartościową (M-ary). Modulacja przy użyciu trójbity (8 kodów) nosi nazwę modulacji ośmiowartościowej, a przesłanie takich sygnałów wymaga $2^3 = 8$ możliwych stanów charakterystycznych fali nośnej. Przesłanie duobitów (2 bity informacji) wymaga czterech stanów charakterystycznych fali zmodulowanej i określana jest modulacją czterowartościową. Szybkość transmisji kanału jest określana liczbą przesyłanych bitów informacji binarnej w czasie 1 sekundy przez kanał telekomunikacyjny, przy wymaganej i ustalonej stopie błędów (dla różnych nośników informacji przewiduje się różne stopy błędów transmisji). Maksymalna teoretyczna szybkość transmisji (przepływność binarna) przez kanał telekomunikacyjny jest ograniczona szerokością pasma i zgodnie z prawem Shannona nie zależy od typu przyjętej modulacji sygnału. Zaawansowane systemy modulacji, oparte na wielowartościowym kodowaniu M-ary (do 8 bitów na jeden element modulacji), a także na wielowymiarowej interpretacji fali nośnej (do 4 wymiarów), umożliwiają nawet kilkunasto-krotne zwiększenie przepływności binarnej konkretnego kanału.

Skuteczność widmowa - BE (Bandwidth Efficiency) - ile bitów informacji cyfrowej można zakodować (przesłać w określonym paśmie częstotliwości), bity na sekundę na herc (b/s/Hz), Wydajne modulacje umożliwiają nawet kilkakrotne zawężenie pasma, przy zadanej przepływności binarnej kanału, jednak ze względu na określony wymagany stosunek sygnału do szumu S/N w konkretnym medium transmisyjnym skuteczność widmowa nie może rosnąć nieograniczenie.

Pojemność toru transmisyjnego - BL (Bitrate×Length) charakteryzuje przydatność torów światłowodowych do tworzenia gigabajtowych sieci optycznych. Pojemność BL jest wyrażona za pomocą iloczynu dwóch wzajemnie

prawo Nyquista.

Harry Nyquist

7.02.1889 – 4.04.1976

Prawo to w postaci:

$$P = 2B \cdot \log_2 M$$

określa przepływność **P** kanału w zależności od szerokości pasma **B** oraz liczby różnych stanów charakterystycznych sygnału **M** i zależy od przyjętego sposobu modulacji informacji.

$$P = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

określa maksymalną przepływność **P** kanału w zależności od szerokości pasma **B** oraz stosunku mocy sygnału **S** do mocy szumu termicznego **N** i nie zależy od przyjętego sposobu modulacji informacji.

zależnych parametrów światłowodowych: przepływności binarnej B (określanej w Mb/s, Gb/s, Tb/s) i maksymalnej odległości L (w km) między regeneratorami sygnału. Pojemność transmisyjna BL osiąga od 200(Gb/s)km do 360(Tb/s)km w zależności od włókna, wzmacniaczy optycznych i jakości połączeń.

Trafik - określenia intensywności przepływu danych i komunikatów przez urządzenie telekomunikacyjne, złącze lub węzeł sieci. Jednostka natężenia ruchu to **erlang** (Erl). 1 erlang oznacza ruch w którym jedno łącze jest ciągle zajęte (jednogodzinna rozmowa w ciągu godziny, jednodominutowe połączenie w ciągu minuty). 5 erlangów - w ciągu godziny istnieje np. 100 połączeń po 3 minuty (300 minut - 5 godzin) lub 25 rozmów po 4 minuty + 40 rozmów po 5 minut (25*4 + 40 * 5 = 300 = 5h). Max co teraz można to kilkadziesiąt tysięcy erlangów. abonent domowy generuje ruch w zakresie od 50 do 70 mErl, natomiast abonent urzędowy i z tzw. małego biznesu od 100 do 150 mErl.

Wzór na średni ruch generowany przez 1 abonenta, $A = (n * T / 3600)$ - T czas rozmowy w sekundach, n- średnia liczba połączeń na abonenta

Stopa błędów - BER (Bit Error Rate) prawdopodobieństwo wystąpienia przekłamania bitu informacji. W celu poprawy stosuje się korekcję charakterystyki kanału i optymalizację metod modulacji.

6. Łącza komunikacyjne. Wyróżnia się: stałe, dzierżawione, komutowane, wirtualne.

Trasowanie łączy (stałe, dzierżawione, komutowane i wirtualne).

Stale - prowizoryczne lub stałe połączenia miedziane, nie podlegają modyfikacjom (linia telefon., kabel podziemny)

Dzierżawione / (dedykowane) - tor między komunikującymi się stronami, może mieć postać kabla albo funkcjonować logicznie jako łącze trwałe w obrębie komutowanego lub multipleksowego systemu komunikacyjnego. Dzierżawione okresowo w celu uzyskania stałego połączenia dwupunktowego wysokiej przepływności. Dedykowane najlepsze gdy ruch odbywa się w sposób ciągły. **Łącze dedykowane** może również funkcjonować logicznie w obrębie konkretnej sieci pakietowej, takiej jak X.25 lub Frame Relay.

Komutowane - zestawienie przez sygnał komutacyjny wyłącznie na czas trwania rozmowy lub usługi. Kontrolę na całym połączeniem realizuje *centrala telefoniczna* lub *cyfrowy system komutacji*.

Wirtualne - łącze wirtualne między dwiema lub większą liczbą stacji końcowych działających w sieci. Za pomocą łącza ustala się (automatycznie) między punktami sesję tymczasową lub dedykowaną. Możliwa jest zmienna szerokość pasma, co pozwala na dostosowanie transmisji do gwałtownie zmieniającego się natężenia ruchu. Do przekształcania sygnału służą modemy.

Pasma w łączach (łącza wąskopasmowe, średniopasmowe, szerokopasmowe).

Wąskopasmowe - (**narrowband**) zwykle pojedynczy kanał o przepływności nie większej niż 64 kb/s albo kilka kanałów głosowych o łącznej przepływności nie przekraczającej 2 Mb/s (30x64 kb/s) określonej przepływnością E1

Średniopasmowe - (**wideband**) dla torów o przepływności do 2 do 34 Mb/s

Szerokopasmowe - (**broadband**) dla kanałów od 45 Mb/s

Tłumienność toru - jeden z podstawowych parametrów opisujących zdolność łącza (np. kabel, światłowód, łącze bezprzewodowe) do realizacji transmisji. Określa spadek mocy sygnału przepływającego przez łącze transmisyjne. Wartość wyznaczana jest jako logarytm stosunku mocy sygnału na wejściu do mocy sygnału na wyjściu.

$$10 \cdot \log \frac{P}{P_0} - \text{dla mocy,}$$
$$20 \cdot \log \frac{A}{A_0} - \text{dla napięcia i prądu,}$$

Urządzenia transmisji.

Urządzenia końcowe. Urządzenia końcowe znajdujące się po obu stronach łącza, są 2 typy:

DCE (Data Communication Equipment) - modemy - kodeki i inne tego typu,

DTE (Data Terminal Equipment) - komputery, bridge, routery...

Urządzenia DCE funkcjonują między łączami telefonicznymi z/do odległych systemów komutacji a urządzeniami typu DTE, nazywanymi również końcowymi terminalami.

Adapter liniowy - urządzenie do konwersji sygnałów

Modem.

Wąskopasmowy - przekazanie danych cyfrowych na większą odległość przez linie telefoniczne wymaga konwersji sygnału cyfrowego do postaci analogowej, akceptowanej przez istniejące urządzenia transmisyjne w paśmie 3.1kHz

Szerokopasmowy - do przesyłania sygnałów o wysokiej przepływności przez niekomutowane linie telefoniczne.

Model szerokopasmowy DSL (Digital Subscriber Line), stosowany po stronie abonenta, przenosi dwa niesymetryczne pasma o szybkości 8 Mb/s w kierunku abonenta i do 2 Mb/s od użytkownika.

Często ograniczone do 6 Mb/s do abonenta i tylko 64 kb/s od abonenta.

Kodek brzegowy sieci komutowanej (umieszczone w zew. otoczkę systemu komutacji PSTN) - służą do:

- zamiany sygnału analogowego od abonenta na sygnał (A/C) cyfrowy akceptowany przez sys. komutacji
- konwersję (C/A) w kierunku odwrotnym
- rozdzielenie pojedynczej - ale dwukierunkowej - linii analogowej abonenta na dwa jednokierunkowe, lecz o przeciwnym działaniu trakty cyfrowe

Efektywność transmisji - segmentowanie informacji wejściowej przed transmisją na bloki danych wymaga dołączenia dodatkowych informacji sterujących do każdego transmitowanego bloku informacji nie przenoszących treści użytkowej. Im więcej sygnałów sterujących i synchronizacyjnych jest w samodzielnym bloku informacji, tym niższa jest efektywność wykorzystania transmisji określonej jako stosunek liczby bitów informacyjnych do całkowitej liczby bitów. Odwrotnie im dłuższy ciąg transmitowanych informacji tym wyższa efektywność. Najniższą efektywnością (ok. 70%) cechuje się asynchroniczna transmisja znakowa, powszechnie stosowana w modemach. Narzut na sterowanie w protokole pakietowym VoFR (Voice over Frame Relay) wynosi dodatkowo tylko 6 bajtów na każde 64 bajty danych użytkowych (efektywność 91%), natomiast dla sieci internetowych z przekazem VoIP narzut wzrasta już do 28 bajtów (efektywność transmisji ok. 70%).

Kasowanie echa.

Multipleksacja kanałów. Proces multipleksacji kanałów (zwielokrotnienia) polega na transmisji wielu sygnałów analogowych lub cyfrowych o niższej przepływności przez pojedynczy kanał komunikacyjny o dużej przepływności binarnej. Do najczęściej spotykanych metod zwielokrotnienia pojedynczych kanałów informacyjnych (w traktach przewodowych, światłowodowych, radiowych i satelitarnych) należą:

•**czasowe TDM** (Time Division Multiplexing) - sposób przesyłania analogowych lub cyfrowych sygnałów z wykorzystaniem jednego kanału (częstotliwościowego) do transmisji informacji do wielu użytkowników, przez podział kanału na odcinki czasu, zwane szczelinami czasowymi, skojarzone z różnymi użytkownikami. Mamy także tzw. dupleks czasowy TDD (Time Division Duplex), część szczelin czasowych służy do przesyłania danych w jednym kierunku, pozostałe szczeliny w drugim.

•**częstotliwościowe FDM** (Frequency Division Multiplexing)- sposób przesyłania analogowych lub cyfrowych sygnałów z wykorzystaniem oddzielnej częstotliwości nośnej dla każdego kanału użytkownika i każdego kierunku transmisji.

•**kodowe CDM** (Code Division Multiplexing) - sposób polegający na niezależnym kodowaniu każdego z sygnałów kodem (sekwencją) rozpraszającym. Wszystkie tak zakodowane sygnały są przesyłane w tym samym paśmie transmisyjnym. (kod Walsh???)

•**przestrzenne SDM** (Space Division Multiplexing) – zwielokrotnienie z podziałem przestrzennym

•**falowe WDM** (Wave Division Multiplexing) - technika zwielokrotniania z podziałem długości fali – w przeciwieństwie do standardowych sposobów transmisji – wypełnia niemal całą użyteczną część pasma światłowodu. Dzięki wykorzystaniu jednocześnie wielu kanałów optycznych przesyłane są tym samym światłowodem sygnały o różnych długościach fali świetlnej. Powoduje to zwiększenie sumarycznej przepływności informacyjnej światłowodu poprzez lepsze wykorzystanie całego dostępnego dla światłowodu zakresu długości fal.

Zakłócenia transmisji - Zakłócenia fluktuacyjne (stałe??) mają postać chaotycznych ciągów drgań, są procesami przypadkowymi, ciągłymi w czasie, o stosunkowo niskiej amplitudzie **Zakłócenia impulsowe** (chwilowe) mają postać impulsów dowolnego kształtu o dużej amplitudzie o charakterze nagłym i przypadkowym. Może być zniekształcenie jednostkowe (0 na 1 albo odwrotnie), albo wielokrotne (zmiana większej liczby bitów - błędy paczkowe). BER - stopa błędu (elementowa, znakowa, blokowa - stosunek błędnie odebranych elementów do wszystkich nadanych elementów)

7. Kody danych i ich konwersje.

Alfabet Morse'a - tablicą kodowa zaproponowana w 1844 r. przez Samuela Morse'a (pierwsze próby w 1830 r.), zastosowana w telegrafii jednodrutowym (drugim przewodem była ziemia) do nadawania liter, cyfr i znaków przestankowych. Alfabet określający znaki jako kombinację krótkich i długich impulsów (optycznych, elektrycznych lub radiowych).

Kod flagowy - system umownych znaków stosowanych do przekazywania informacji za pomocą flag zgodnych z MKS (międzynarodowy kod sygnałowy).

Kod semaforowy - stosowany głównie w żegludze morskiej zespół sygnałów oznaczający poszczególne litery i cyfry, przekazywany za pomocą chorągiewek.

Kody ASCII, EBCDIC - ASCII (American Standard Code for Information Interchange) informacje 7bitowe ale generalnie kod 8bitowy gdzie ósmy bit kontrolny, 7bitów generuje 128 kombinacji kodowych + 1kontrolny (parzystość/nieparzystość) daje 256 (lecz dalej 128 poprawnych), **EBCDIC** - *Extended Binary-Coded Decimal Interchange Code*, rozszerzony dziesiętny kod wymiany o zapisie dwójkowym, 8-bitowe kodowanie znaków używane do dziś, głównie w systemach IBM mainframe i midrange, a także systemach Fujitsu, Siemens, Bull i Unisys. 256 różnych symboli. Pierwsze 4 bity, nazywane *strefą*, oznaczają grupę do jakiej dany znak należy, podczas gdy ostatnie 4 bity, zwane *cyfrą*, identyfikują konkretny znak. 0x5B -> \$

Zapis kodowy - zbiorem jednoznacznych reguł określających sposób prezentacji danych. Kod - system reguł i konwencji, zgodnie z którymi sygnały reprezentujące dane są formatowane, transmitowane, odbierane i przetwarzane (dwójkowy, ósemkowy, szesnastkowy, decymalny....).

| CCSID 500 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | x0 | x1 | x2 | x3 | x4 | x5 | x6 | x7 | x8 | x9 | xA | xB | xC | xD | xE | xF |
| 4x | | | â | ã | ä | á | ã | å | ç | ñ | [| . | < | (| + | ! |
| 5x | & | é | ê | ë | è | í | î | ï | ì | ß |] | \$ | * |) | ; | ^ |
| 6x | – | / | Â | Ã | Ä | Á | Ã | Å | Ç | Ñ | ! | , | % | _ | > | ? |
| 7x | ø | É | Ê | Ë | È | Í | Î | Ï | Ì | ' | : | # | @ | ' | = | " |
| 8x | Ø | a | b | c | d | e | f | g | h | i | « | » | ø | ý | p | ± |
| 9x | ° | j | k | l | m | n | o | p | q | r | ª | º | æ | ¸ | Æ | ¤ |
| Ax | µ | ~ | s | t | u | v | w | x | y | z | j | ¿ | Ð | Ý | Þ | ® |
| Bx | ¢ | £ | ¥ | · | © | § | ¶ | ¼ | ½ | ¾ | ¬ | | – | - | ' | x |
| Cx | { | A | B | C | D | E | F | G | H | I | | ô | ö | ò | ó | õ |
| Dx | } | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | ¹ | û | ü | ù | ú | ÿ |
| Ex | \ | ÷ | S | T | U | V | W | X | Y | Z | ² | Ô | Ö | Ò | Ó | Õ |
| Fx | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ª | Û | Ü | Ù | Ú | |

Konwersja kodowa.

Kody transparentne.

Przekształcanie sygnałów binarnych.

Cele przekształcania sygnałów - •stworzenie warunków umożliwiających wypromieniowanie energii sygnału w tor transmisyjny, oczywiście pod postacią fal elektromagnetycznych;

•stworzenie warunków umożliwiających wykorzystanie środowiska, w którym rozchodzą się lub posuwają fale elektromagnetyczne, do jednoczesnego i niezależnego przesyłania większej ilości różnych sygnałów;

•stworzenie warunków, w których przesyłanie sygnału byłoby pod jakimkolwiek względem dogodniejsze;

•stworzenie warunków utrudniających odbiór wiadomości przez osoby, dla których nie jest ona przeznaczona.

Kody transmisyjne - stosowane do konwersji kodów sygnałów cyfrowych do innej postaci, bardziej efektywnej przy przesłaniu przez szeregowo łącza cyfrowe.

Jeśli wszystkie elementy sygnału mają ten sam znak algebraiczny (wszystkie są dodatnie lub wszystkie ujemne) mówimy, że sygnał jest **unipolarny**.

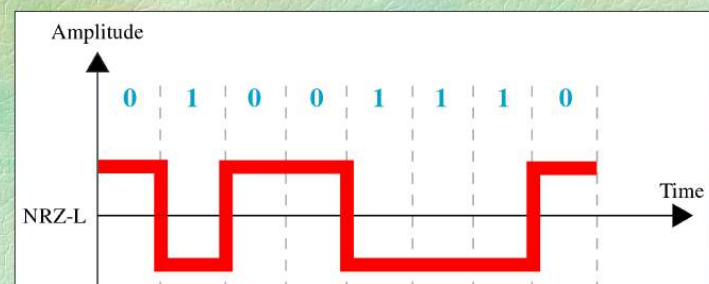
Jeśli mamy do czynienia z sygnałem o różnej biegunowości i jeden stan logiczny jest reprezentowany przez napięcie dodatnie, a drugi przez ujemne, to mówimy, że sygnał jest **bipolarny**.

TU PAMIĘTAM ŻE COŚ MÓWIŁ ŻE BĘDZIEMY RYSOWAĆ TE KODOWANIE NA ZALICZENIU

Kody NRZ-L i NRZ-I.

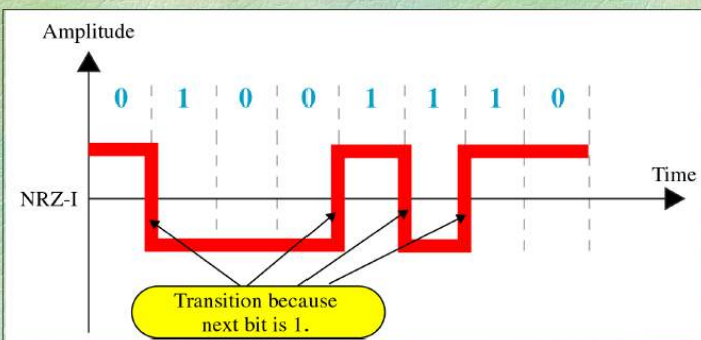
Kod **NRZ-L (Non Return to Zero Level)** jest najbardziej intuicyjnym sposobem prezentacji informacji binarnej, jedyne logiczne odpowiada niski stan logiczny, a zero wysoki.

Poziom ten utrzymuje się przez cały okres cyklu zegarowego.



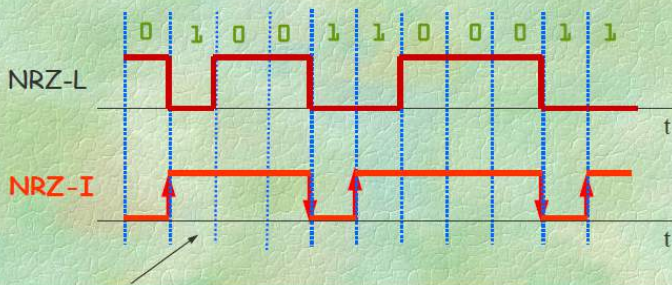
Kod **NRZ-I (Non Return to Zero Level Inverted)** jest to różnicowa modyfikacja kodu NRZ-L.

W kodowaniu różnicowym stosowane są takie same impulsy jak w NRZ-L, ale „1” zmienia w momencie znamionym ich polaryzację na przeciwną, podczas gdy „0” ją zachowuje.



Kod RZ.

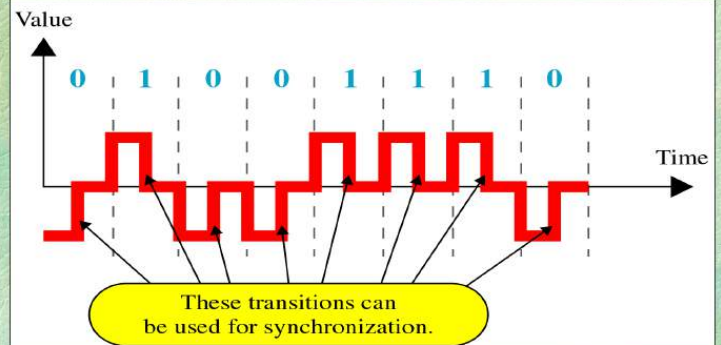
Kody NRZ-L i NRZ-I



Kod ten ma podstawową wadę: dla długich ciągów zer urządzenie odbiorcze nie ma możliwości zsynchronizowania się z odbieranym strumieniem danych.

62

Kod **RZ (Return Zero)** różni się od kodu NRZ tym, że wysoki (niski) stan logiczny utrzymuje się jedynie przez połowę okresu cyklu zegarowego.

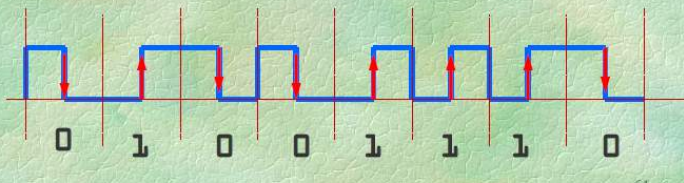


Kody bifazowe: Manchester oraz Manchester Differential.

Kod bifazowy: Manchester

Kod reprezentuje parę impulsów, dodatni i ujemny, obydwa o tej samej amplitudzie i połówkowym czasie trwania, polaryzacje tych impulsów są przeciwne. 1 → ↑↓

0 → ↓↑

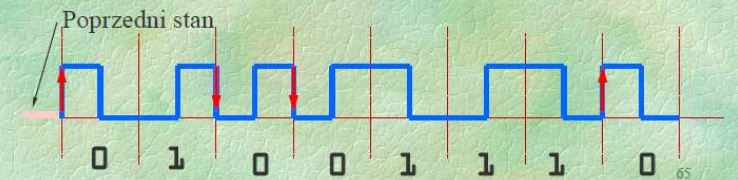


64

Kod bifazowy: Manchester differential czyli Manchester różnicowy.

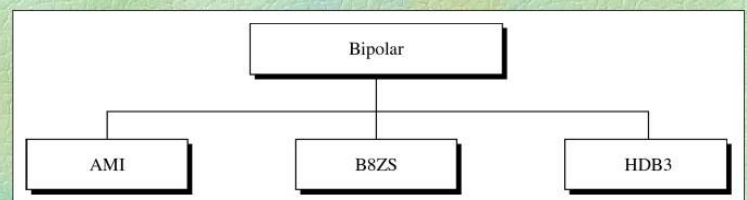
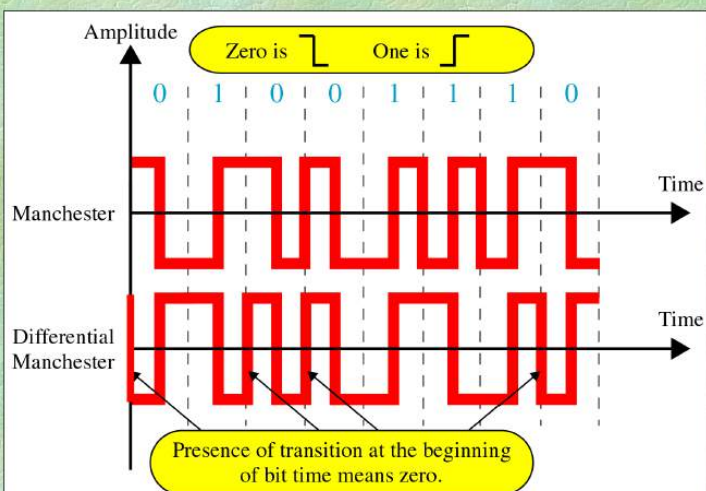
Bity danych o wartości "1" lub "0" zamieniane są na parę impulsów - dodatni i ujemny.

Oba o tej samej amplitudzie i połówkowym czasie trwania. Kolejne zera kodowane są w impulsy o przeciwnej polaryzacji w stosunku do poprzedniej, a jedynki o polaryzacji zgodnej z poprzednim symbolem.



65

Kody Manchester i Differential Manchester



67

Kod AMI.

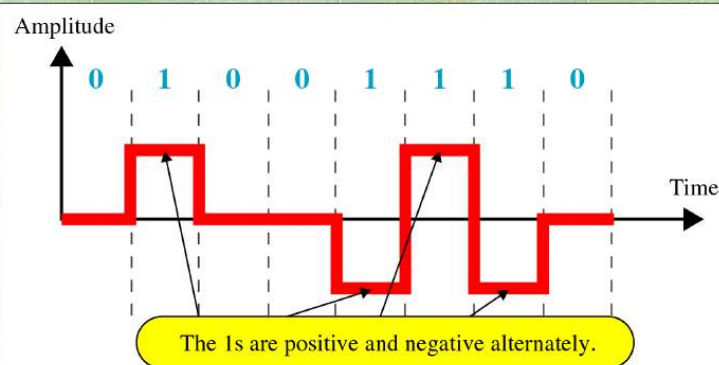
Kod AMI

Dobre właściwości transmisyjne mają również kody pseudoternarne - trójpoziomowe.

W kodach tych można wyróżnić trzy poziomy sygnały: **dodatni, zerowy i ujemny**.

Do tego typu kodów należy kod **AMI** (ang. *Alternate Mark Inversion*).

Zasada kodowania AMI jest bardzo prosta: kolejne jedynki odwzorowywane są w przeciwne kombinacje. Zero pozostaje bez zmian.



Kod B8ZS.

! Kod AMI pozwala także na wykrycie błędów transmisji objawiających się zakłóceniem reguły przemienności polaryzacji kolejnych impulsów.

Właściwości tej nie mają kody binarne, a wynika ona z pewnej nadmiarowości kodowania pseudoternarnego: dwie informacje są odwzorowywane w trzy poziomy sygnały.

Wadą kodu AMI jest możliwość utraty elementowej podstawy czasu przy długich sekwencjach "0".

Można ją wyeliminować, stosując bardziej złożoną regułę kodowania.

Kod B8ZS

Zasada kodowania **B8ZS** jest taka sama jak kodowania **AMI**, jeśli nie występuje sekwencja zawierająca **osiem zer**.

Jeśli w sygnale binarnym występuje **8 zer**, wówczas te zera są zastępowane sekwencją:

00000000 → 000+ -0-+

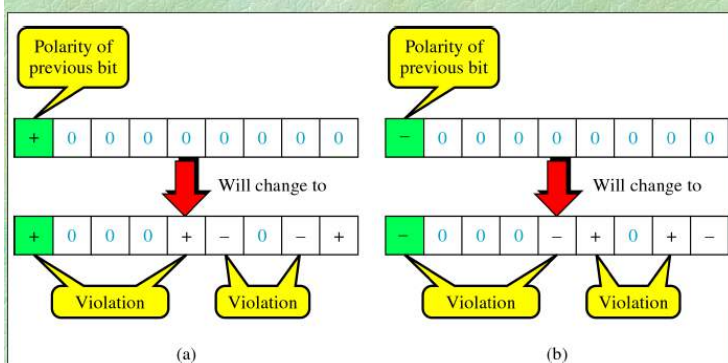
- w przypadku, gdy polarność impulsu poprzedniej oktetu zer jedynki jest pozytywna,

oraz

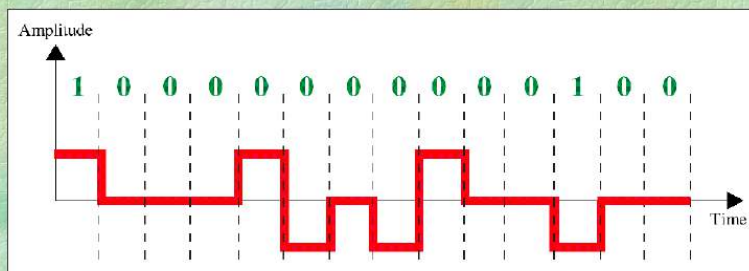
00000000 → 000-+0+-

- w przypadku, gdy polarność impulsu poprzedniej oktetu zer jedynki jest negatywna.

Kod B8ZS (Bipolar 8-Zero Substitution)



Kod B8ZS



Kod HDB3.

Jeśli w sygnale binarnym występuje mniej niż 4 zera, to kodowanie, jak w AMI; jeśli 4 zera i więcej, to każde cztery zera są zastępowane sekwencją **000V** lub **B00V**, gdzie B oznacza +1 lub -1 w sygnale binarnym, poprzedzającym czwórkę. V ma taką samą polaryzację, jak ostatni element B.

000V lub B00V wstawia się tak, aby między elementami V była nieparzysta liczba elementów B.

HDB-3 zapewnia wykrywanie błędów transmisji. Wadą jest niemożność natychmiastowego kodowania (dekodowania), gdyż zarówno w nadajniku jak i odbiorniku, analizowane są każde cztery pozycje ciągu binarnego i dopiero po ich generowaniu jest odpowiedni impuls.

Poprzedni

Kod AMI oraz B8ZS

Bit value

1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0

Bipolar-AMI

B8ZS

74

Kod HDB-3 (High-Density Bipolar 3)

Zasada kodowania HDB-3 jest taka sama jak kodowania AMI, jeśli nie występuje sekwencja zawierająca więcej niż trzy „0”.

W sekwencjach dłuższych każde czwarte zero jest zastępowane przez urządzenie kodujące impulsem zaburzającym regułę przemienności, tzn. o polaryzacji zgodnej z polaryzacją ostatniego impulsu (impulsy V - ang. *Violation*, czyli zaburzenie).

75

Reguła kodu HDB-3

+

0

0

0

0

↓

+

0

0

0

+

-

0

0

0

0

↓

-

0

0

0

-

gdy po ostatnim zaburzeniu występuje nieparzysta liczba jedynek

+

0

0

0

0

↓

+

-

0

0

-

-

0

0

0

0

↓

-

+

0

0

+

gdy po ostatnim zaburzeniu występuje parzysta liczba jedynek

Przebieg sygnału kodowania HDB3

Bit value

1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0

HDB3

79

Kod MLT-3

Kod MLT-3

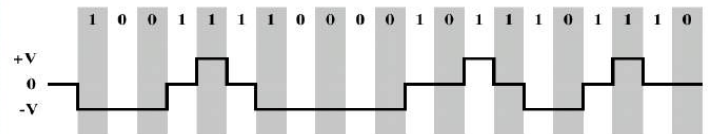
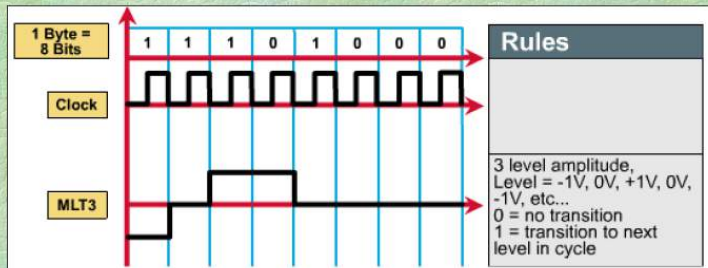
Kod ten jest stosowany w sieciach **FDDI**.

Kod ten ma swój wzór **-1,0,+1,0,...**
W zależności w jakim stanie tego łańcucha ciąg był poprzednio: po nadejściu jedynki przechodzi w następną postać **-1→0→+1→0→-1→0→....** zero nie zmienia poprzedniego stanu.

Kod ten ma podstawową wadę: dla długich ciągów zer urządzenie odbiorcze nie ma możliwości zsynchronizowania się z odbieranym strumieniem danych.

87

Kod MLT-3



Kody 2B1Q oraz 4B3T.

Kody 2B1Q i 4B3T

Kody **2B1Q** i **4B3T** należą do grupy kodów wielopoziomowych, w których wykorzystywane są więcej niż dwa poziomy sygnału.

Kod **2B1Q** nazywany jest często czterowartościową modulacją amplitudy impulsów, ponieważ tworzony jest przez przyporządkowanie parze bitów z ciągu binarnego jednego z czterech możliwych poziomów napięcia w linii.

84

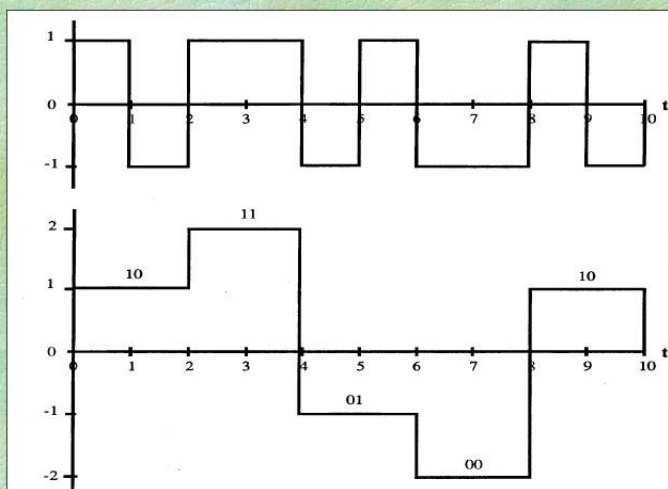
Kodowanie to polega na przypisaniu **dwu** bitów danych **jednemu** z 4 poziomów napięcia.

Najczęściej stosowane jest następujące przypisanie:

Bity. Poziom napięcia.

| | |
|----|-----|
| 00 | +3V |
| 01 | +1V |
| 10 | -1V |
| 11 | -3V |

2B1Q



Kod ternarny **4B3T** tworzony jest przez przyporządkowanie czterobitowemu blokowi trzech symboli ternarnych, tzn. o możliwych trzech poziomach napięcia.

Kod ten ma pewną redundancję (nie wszystkie kombinacje symboli ternarnych są wykorzystywane), w porównaniu z kodem **2B1Q** charakteryzuje się szerszym pasmem.

87

| Ternary | Binary | Hex | Ternary | Binary | Hex | Ternary | Binary | Hex |
|---------|--------|-----|---------|--------|-----|---------|--------|-----|
| 0 0 0 | N/A | N/A | - 0 0 | 0101 | 5 | + - - | 1010 | A |
| + 0 + | 0000 | 0 | - + + | 0110 | 6 | + 0 - | 1011 | B |
| 0 - 0 | 0000 | 0 | - - + | 0110 | 6 | + + + | 1100 | C |
| 0 - + | 0001 | 1 | - 0 + | 0111 | 7 | - + - | 1100 | C |
| + - 0 | 0010 | 2 | + 0 0 | 1000 | 8 | 0 + 0 | 1101 | D |



Sygnalizacja tonowa DTMF - Sygnalizacja tonowa DTMF (Dual Tone Multi Frequency Signaling) jest stosowana w aparatach telefonicznych z klawiaturą przyciskową. W tej metodzie każdemu numerycznemu przyciskowi odpowiadają dwie częstotliwości akustyczne, po jednej z każdej grupy:

- grupa dolna: 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz;
- grupa górna: 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz, 1633 Hz.

8. Technika transmisji.

Detekcja i korekcja błędów - aby możliwa była detekcja błędów o krotności s , najmniejsza odległość Hamminga użytego kodu musi być większa od s co najmniej o jedną $d_{min} \geq s+1$. Detekcja zapewnia wykrywanie ale nie poprawianie. Natomiast korekcja polega na tym że użytkownik nie musi wnikać w to czy w trakcie transmisji został wykryty błąd, gdyż w razie wykrycia błędu współpracujące algorytmy protekcji poprawia go automatycznie.

Komutacja kanałów i łączy.

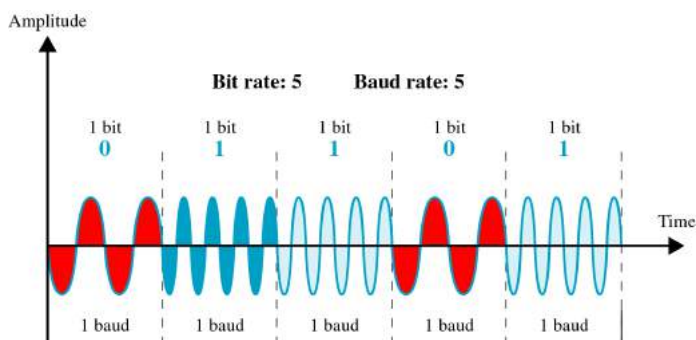
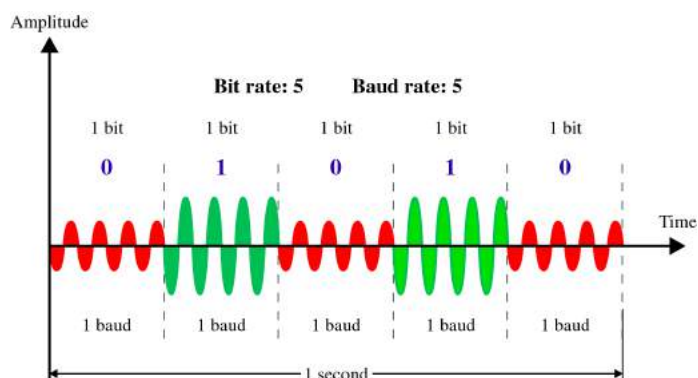
Kompresja sygnałów - ???.

Technika modulacji - W telekomunikacji modulacja jest jedną z metod konwersji prostokątnego sygnału strumienia cyfrowego na sinusoidalną falę nośną transmitowaną w naturalnym paśmie akustycznym linii telefonicznej lub przesyłaną przez dowolnie inne medium komunikacyjne.

Modulacja cyfrowa ASK, PSK, and FSK.

ASK (amplitude shift keying) - modulacja amplitudy - wielkość amplitudy przebiegu nośnej ulega zmianom zgodnie ze stanem sygnału wejściowego. Modulacja ASK nie jest odpowiednia do przesyłania danych, gdyż transmitowany sygnał jest podatny na tłumienie, pogarszając warunki demultipleksacji w modemie odległym po drugiej stronie łączy.

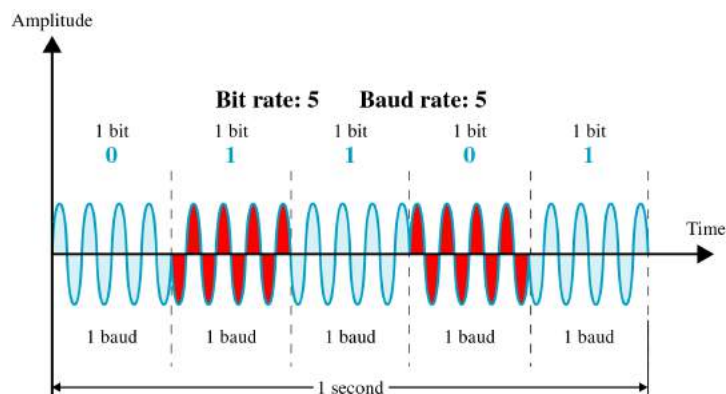
FSK - modulacja częstotliwości - Modulację częstotliwości stosowaną do transmisji cyfrowych nazwano kluczowaniem



częstotliwości FSK (Frequency Shift Keying). W najprostszym przypadku są używane tylko dwie częstotliwości: f_L (Low) - zwykle do przedstawienia stanu logicznej "jedynek" oraz f_H (high) - przy interpretacji stanu "zera" sygnału wejściowego poddawanego modulacji. Przy stosowaniu wyłącznie

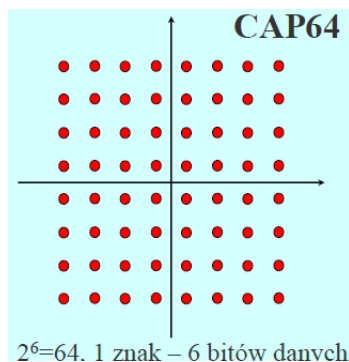
modulacji FSK można uzyskać jedynie niewielkie szybkości transmisji: 300 b/s lub 600 b/s w trybie pracy dwukierunkowej, a 1200 b/s już tylko w pracy naprzemienną (półduplex).

PSK - modulacja fazy - polega na zmianie fazy sygnału nośnej zgodnie z informacją wejściową podlegającą modulacji. Do modulacji przebiegów cyfrowych stosuje się modulację z kluczowaniem fazy PSK (Phase Shift Keying). Modulacja PSK ma kilka wariantowych rozwiązań i jest stosowana powszechnie w modemach o średniej szybkości od 1200 b/s do 4800 b/s, także w połączeniu z innymi rodzajami modulacji. W modulacji PSK stany charakterystyczne nośnej uzyskuje się przez przesunięcie fazy nośnej (np. 0° lub 180° w najprostszym przypadku) w zależności od stanu wejściowego sygnału cyfrowego.

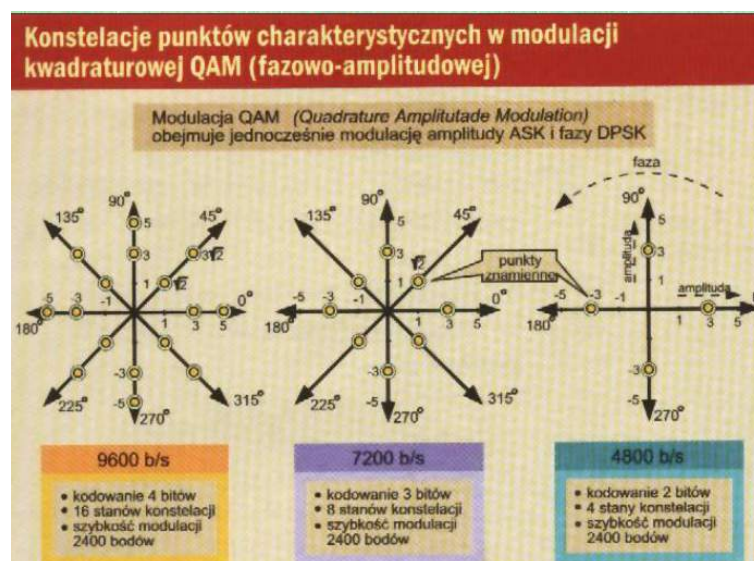


Szybkie techniki modulacji - nowe techniki kodowania w modemach umożliwiają zwiększenie przepływności informacji nawet kilkanaście razy w stosunku do przyjętej szybkości modulacji: 1200, 1600 lub nawet 2400 bitów. Wzrost przepływności (kanał telefoniczny 3.1 kHz) narzuca konieczność budowania coraz większej liczby stanów zmiennych fali nośnej zwanych konstelacją punktów charakterystycznych. Liczba punktów konstelacji nie może rosnąć w nieskończoność, gdyż w miarę powiększania konstelacji pogarsza się rozróżnialność stanów, co przy ograniczonym paśmie, zgodnie z prawem Shannona, wyznacza nieprzekraczalną granicę kanału.

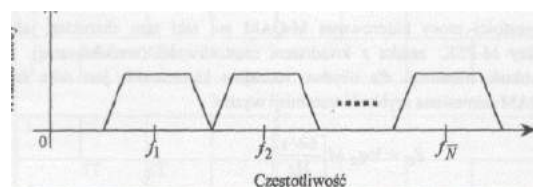
Modulacja kwadraturowa QAM (Quadrature Amplitude Modulation) - każda zmiana sygnału nośnego koduje informacje (quad-bits) wejściową, zatem przy szybkości modulacji 2400 można przesłać 9600 b/s. Połączenie ASK i PSK daje 16 możliwych wartości binarnych przy jednej zmianie sygnału nośnego.



Modulacja CAP - w szybkich szerokopasmowych sieciach transmisyjnych stosuje się popularny dwuwymiarowy kod liniowy CAP64 (Carrierless Amplitude and Phase 64-point). Wykorzystane są dwa ciągi ortogonalne symboli (wzajemnie nie interferujące, rozpoznawalne przy odbiorze) przedstawione w macierzy dwuwymiarowej. CAP64 stosuje 8 symboli więc 8×8 daje 64 punkty zespolone konstelacji. CAP64 daje możliwości do 622 Mb/s przez nieekranowaną skrętkę UTP kat.5 a w przekazach asymetrycznych ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) do 8 Mb/s. Z matematycznego punktu widzenia identyczna jak QAM. Różnica że modulacja odbywa się cyfrowo. CAP uzyskuje wysoką przepływność w modemach DSL. CAP stosowana około 20 lat w modemach wąsko i szerokopasmowych.



Dyskretna modulacja wielotonowa DMT - wykorzystuje kilka zmodulowanych sygnałów, nadawany sygnał jest sumą N niezależnych sygnałów składowych, każdy ma równą szerokość pasma częstotliwości środkowej f_i gdzie $i = 1, 2, 3, \dots, N$. Każdy sygnał tworzy podkanał transmisyjny z modulacją QAM. Wczesne próby nie wypaliły ze względu na trudności z utrzymaniem równych szerokości pasm. Później udało się bo: pojawienie się procesora DSP (Digital



Signal Processor) który dokładnie syntezował sumę modularnych przebiegów. Wprowadzenie FFT która efektywnie oblicza sumę dla dużej N . Dla rozwiązań transmisyjnych w cyfrowej pętli abonenckiej $N=256$ jest optymalna. Powszechnie używany rodzaj modulacji do transmisji wielu częstotliwości nośnych, zaproponowany przez Peleda i Riuza z IBM. Rozwinięta w późniejszym czasie i wykorzystywana w wielotonowych modemach pasma podstawowego i w fonicznych systemach cyfrowych.

Modulacja TCM - stosowana w najnowszych modemach jako kombinacja modulacji QAM z nadmiarowym kodowaniem splotowym **Trellis-Coding Modulation**. Związane ze zmianą amplitudy i fazy sygnału jak w QAM. Standard V.32 bis definiuje 128 pkt. konstelacji przesłanych z szybkością 14200b/s, V.32 turbo 19200b/s daje 256 lub 512 punktów, V.34 28800b/s ma już 768 punktów przy czym nie wszystkie są używane. Dzięki tej metodzie każdy punkt może reprezentować jeden komplety znak 6 lub 7 bitowy. Modem nadawczy aby przesłać jeden znak, przesyła tylko jeden sygnał zawierający w sobie informacje o jednym kompletnym znaku. Modem odbiorczy, deszyfrując odpowiednie wiersze lub kolumny tablicy, identyfikuje znak alfabetu odpowiadający konkretnemu sygnałowi.

9. Media transmisyjne.

Media transmisyjne umożliwiają fizyczne rozchodzenie się fal akustycznych, elektrycznych, radiowych itp.

Najczęściej spotykanymi przewodowymi mediami są przewody kablowe: miedziane, światłowodowe i współosiowe. A bezprzewodowymi: podczerwień, łącza radiowe i satelitarne.

Kabel miedziany.

Kable miedziane składają się z miedzianej żyły i izolacji, kabel może być jedno lub wielożyłowy.

Kable miedziane dzielimy na symetryczne i niesymetryczne.

Kable symetryczne składają się z dwóch przewodów, w których płyną takie same prądy, ale w przeciwnych kierunkach. Służy to eliminowaniu szumów i zakłóceń wewnętrznych. Przykładem jest skrętka.

Kable niesymetryczne to kable, w których prąd płynie przez przewód sygnałowy, a drugi jest uziemieniem. Przykładem jest koncentryk, gdzie uziemieniem jest siatka ekranująca.

Krurupizacja - metoda zmniejszająca tłumienność dzięki zwiększeniu indukcyjności kabla poprzez pokrycie każdego przewodu warstwą materiału magnetycznego.

Pupinizacja - metoda przywracająca stałą oporność falową dzięki włączaniu do toru, w równych odstępach, cewek indukcyjnych.

Na maksymalną długość kabla ma wpływ:

- średnica przewodów miedzi,
- odległość między przewodami,
- rodzaj dielektryka,
- technologia skręcenia przewodów,
- wzajemna symetria przewodów,
- jednorodność wykonania kabla,
- przyjęta asymetria w stosunku do ziemi
- metoda nadawania i odbioru (napięciowa, prądowa, symetryczna, różnicowa, inne)

Linia telefoniczna.

Linia telefoniczna to najprostsze i najstarsze medium transportowe. Składa się z kabli prostych, skrętek i linii napowietrznych.

Rodzaje skrętki dwużyłowej.

Skrętki mają różne rozmiary, począwszy od jednoparowego (dwużyłowego) kabla telefonicznego, aż do 600 parowych (1200 żyłowych) kabli dalekosiężnych.

Mogą również różnić się

Skrętka nieekranowana UTP Unshielded Twisted Pair

Skrętka nie posiadająca żadnych ekranów. Jest powszechnie stosowana w sieciach telefonicznych i komputerowych. Istnieją różne technologie splotu, co często jest tajemnicą handlową. Takie skrętki występują z przepustowością 100Mb/s (kat. 5) lub 1Gb/s (kat. 5e).
Skrętki zwykle występują w kombinacji 4x2x0.5mm².

Skrętka foliowana FTP Foiled Twisted Pair

Skrętka FTP dodatkowo posiada ekran z folii oraz przewód uziemiający.
Występuje z przepustowością 1Gb/s (kat. 5e)

Skrętka ekranowana STP Shielded Twisted Pair

Skrętka STP odmiennie od FTP posiada ekran z siatki ekranującej oraz koszulki ochronnej.
Występuje z przepustowością nawet 100Gb/s (kat. 7e).

Kable telekomunikacyjne.

Trochę powtórka z kabli miedzianych

Wyróżniamy kable miedziane, symetryczne i niesymetryczne.

Łumienność - odporność kabla na wzrost odległości (jakość sygnału w stosunku do długości kabla, określana zwykle na 100m)

Współcześnie izolacja najczęściej jest wykonana z **polichlorku winylu** lub **polietylenu**.

Kable parowe - każda para przewodów powinna mieć takie same parametry.

Kable czwórkowe - skręcane w układzie pęczkowym (po 4 żyły), czwórka musi mieć takie same parametry.

Kategorie kabli miedzianych.

Kable miedziane dzielimy na kategorie wg. standardu **EIA/TIA-668A** wprowadzonego przez **EIA** (Electronic Industries Alliance) oraz **TIA** (Telecommunication Industry Association).

Skrętki dzielimy na **7 kategorii** (potem 8), wg. liczby par oraz częstotliwości pracy.

Kabel współosiowy (koncentryczny).

Kable koncentryczne są współosiowe (przewody mają wspólną oś). Kiedyś używane do małych sieci LAN, teraz **często spotykane w telewizji kablowej**. Powszechnie stosowane są kable o oporności falowej **50Om i 75Om**.

Częstotliwość graniczna współczesnych koncentryków 50 Omowych o przekrojach powyżej 10mm sięga **1000 MHz**, przepływność 2Gb/s.

Kable 75 Omowe o przekrojach 4-6mm mają częstotliwość 200 MHz i przepływność **600 Mb/s**. Te w kablówce!

Koncentryki dzielimy na **RG58U** (cienki koncentryk) oraz **RG-8, RG-11** (gruby koncentryk).

| Kategoria | Typ kabla | Pasmo | Prędkość |
|------------------|----------------|----------------|-----------------|
| CAT1 (klasa A) | UTP | Głos analogowy | |
| CAT2 (klasa B) | UTP | 4 MHz | do 1 Mbit/s |
| CAT3 (klasa C) | UTP, SFTP, STP | 16 MHz | 4 lub 10 Mbit/s |
| CAT4 (klasa C) | UTP, SFTP, STP | 20 MHz | 16 Mbit/s |
| CAT5 (klasa D) | UTP, SFTP, STP | 100 MHz | 100 Mbit/s |
| CAT5e (klasa DA) | UTP, SFTP, STP | 100 MHz | 1 Gbit/s |
| CAT6 (klasa E) | SFTP, STP | 250 MHz | 10 Gbit/s |
| CAT6e (klasa EA) | SFTP, STP | 500 MHz | 10 Gbit/s |
| CAT7 (klasa F) | SFTP, STP | 600 MHz | 100 Gbit/s |
| CAT7e (klasa FA) | SFTP, STP | 1000 MHz | 100 Gbit/s |
| CAT8 | SFTP | 1200 MHz | |

- Kategoria 1 i 2 to kable o 2 parach przewodów
- Kategorie 3 – 8 mają 4 pary przewodów

Jest tu jeszcze sporo suchych danych, nie wiem czy jest sens to zapamiętywać.

Dużo tańszy niż ekranowana skrętka, ale za to bardziej awaryjny.

Światłowód.

Światłowód – przezroczysta zamknięta struktura z włókna szklanego wykorzystywana do propagacji światła jako nośnika informacji.

Łączenia światłowodów dzielimy na trwałe i nietrwałe. Łącza trwałe wykonywane są zazwyczaj na etapie budowy sieci.

Zalety:

- duża szybkość transmisji danych, • większa przepustowość w porównaniu z kablem miedzianym, a więc możliwość sprostania przyszłym wymaganiom co do wydajności transmisji, • nie generują żadnych sygnałów elektrycznych i magnetycznych, dzięki czemu nie powodują zakłóceń, • niewrażliwość na zakłócenia i przesłuchy elektromagnetyczne, • małe straty, a więc zdolność przesyłania informacji na znaczne odległości, • nie można się do nich podłączyć dzięki czemu zapewniają bezpieczeństwo danych, • mała masa i wymiary, • duża niezawodność poprawnie zainstalowanych łączy światłowodowych.

Wady:

- instalację musi przeprowadzać wykwalifikowany personel, • wysoka cena kabla jak i sprzętu do jego łączenia, wysokie koszty instalacji, • wysokie koszty naprawy, • wysoka cena urządzeń służących do naprawy złamanego włókna, • znalezienie miejsca uszkodzenia jest trudne

Budowa włókna światłowodu.

Światłowody zbudowane są ze szkła kwarcowego. Rdzeń jest wykonany z domieszkowanego, szklanego włókna kwarcowego, otoczonego płaszczem, wykonanym z materiału o niższym współczynniku załamania światła. Różnica ta powoduje, że płaszcz działa jak lustro kierując promień z powrotem do rdzenia. Następnie jest powłoka lakierowana, która chroni warstwę płaszcza. Do tego dochodzi wzmocnienie i osłona zewnętrzna do ochrony światłowodu podczas użytkowania i instalacji.



Generacje światłowodów.

Światłowody mają 5 generacji.

1 gen (okno 850 nm) - 1972r - światłowód wielomodowy o tłumienności 4 dB/km i fali długości 850 nm, transmisja 50 Mb/s

2 gen (1300 nm) - 1978r - światłowód jednomodowy o prawie zerowej dyspersji o tłumienności 0,4 dB/km i fali 1300 nm

3 gen (1550 nm) - najmniejsza tłumienność, 0,16-0,2 dB/km, co pozwoliło na zwiększenie odległości między regeneratorami do 200 km. Wysoka dyspersja.

4 gen - wprowadzenie szerokopasmowych wzmacniaczy optycznych EDFA, komutacji i zwielokrotnienia falowego WDM

5 gen - nowości w zakresie transmisji solitonowej, co prowadzi do teoretycznie nieograniczonego wzrostu pojemności transmisyjnej BL.

Rodzaje światłowodów.

Światłowody dzielimy na:

- plastikowe - tani, nie wymaga drogiego sprzętu, ale jego zasięg jest liczony w metrach

- krzemianowy powlekany plastikiem - nieznacznie lepszy od plastikowego
- jednomodowe - najdroższy i najtrudniejszy w obsłudze, wymaga lasera jako źródła, pozwala na największe szybkości transmisji i na największe dystanse
- wielomodowe dzielimy według budowy rdzenia:
 - skokowe - prowadzi wiele wiązek o różnych częstotliwościach, źródłem jest dioda LED, cechuje się dużą średnicą i wysoką dyspersją
 - gradientowe - prowadzi wiele wiązek, rdzeń ma budowę warstwową, dzięki czemu współczynnik załamania światła zmienia się w sposób ciągły, dzięki czemu zwiększa się jego zasięg w stosunku do skokowego

Media bezprzewodowe.

Media bezprzewodowe dzielimy na podczerwień i fale radiowe.

Łączy podczerwone.

Źródłem może być dioda LED lub laser. Stosowanie nie wymaga zezwoleń/licencji.

- szeroki użytkowy zakres widma, co powoduje niemożność penetracji ścian, odbicie energii od ścian na poziomie 40-90%
- wysoka odporność na interferencje elektromagnetyczne, co może być przydatne w budynkach przemysłowych
- wysoka tłumienność jednostkowa
- mały zasięg sygnału, w granicach kilkudziesięciu metrów, a zwykle kilkunastu z przepływnością do 1 Gb/s
- duża wrażliwość na zakłócenia ze źródeł promieniowania widzialnego, co powoduje potrzebę stosowania specjalnych konstrukcji nadawczo-odbiorczych

Fale radiowe.

Jako transmisję na falach radiowych przyjmuje się widma elektromagnetyczne o częstotliwościach **od 3 kHz do 300 GHz**. Typowym zastosowaniem fal radiowych jest radiodyfuzja programów radiowych (z modulacją amplitudy AM i częstotliwości FM) i telewizyjnych oraz radiokomunikacja. Zasięg fal radiowych jest ograniczony linią widnokręgu, ale istnieją zjawiska rozszerzające ten zasięg:

- **propagacja jonosferyczna** - wykorzystywana przy falach krótkich (3-30 MHz), silnie uzależniona od intensywności promieniowania słonecznego
- **propagacja przyziemna** - działa w zakresie 3-10 MHz, obejmuje stacje radiowe pracujące na falach średnich i długich z modulacją amplitudy AM
- **propagacja troposferyczna** - działa w zakresie do 30 MHz, pozwala prowadzić fale w dolnych warstwach atmosfery (troposfera) i choć jest ograniczona krzywizną kuli ziemskiej to zasięg jest większy niż optyczny

Łączność bezprzewodowa WLAN.

Sieć WLAN (bezprzewodowy LAN) pozwala na prawie takie same parametry pracy jak przewodowe sieci LAN, ale jednocześnie pozwalając użytkownikowi na swobodę poruszania się. Najczęściej spotykane sieci WLAN odtwarzają strukturę sieci LAN 10 Mb/s, zapewniając praktycznie taki sam stopień niezawodności, wg specyfikacji **IEEE 802.11 DS**. Jeden punkt dostępowy umieszczony na suficie może obsłużyć kilkudziesięciu użytkowników w zasięgu kilkudziesięciu metrów.

Cechy sieci WLAN:

- współużytkowanie informacji przez ograniczoną liczbę osób, bez konieczności przemieszczania się wewnątrz pomieszczenia;
- swobodny dostęp do informacji w czasie rzeczywistym w dowolnym miejscu objętym zasięgiem radiowym sieci;
- prostotę instalacji bez potrzeby prowadzenia okablowania przez ściany i sufity pomieszczeń, a

więc niewielkie koszty instalacyjne; • skalowaną strukturę, konfigurowaną w zależności od zastosowania (bez dodatkowego rozprowadzania kabli) - zmiana topologii sieci nie wymaga prac instalacyjnych

Transmisje mikrofalowe.

Transmisja mikrofalowa (o częstotliwości 1-30 GHz) może być zrealizowana tylko jeśli anteny nadawcy i odbiorcy widzą się wzajemnie. W przestrzeni pomiędzy antenami nie może znajdować się nic, żadne drzewa, krzewy czy budynki. Transmisja odbywa się w **1 strefie Fresnela**. Maksymalna odległość między węzłami zwykle nie przekracza 60 km, aby to zwiększyć stosuje się stacje przekaźnikowe. Transmisje na najwyższych częstotliwościach stosuje się na krótszych dystansach w celach prywatnych.

Zastosowania transmisji mikrofalowej:

- łączności między dwoma budynkami w mieście; • komunikacji na terenach otwartych, gdzie położenie kabla nie jest opłacalne (pustynie, bagna, obszary wodne); • zapewnienia połączeń naziemnych dublujących inne rodzaje komunikacji publicznej; • zapewnienia łączności satelitarnej ze stacjami naziemnymi

Łącze mikrofalowe.

Rozróżniamy 2 rodzaje łączy mikrofalowych:

- **P-P (Point to Point)** do komunikacji radioliniowej, także stosowane w komórkach
- **P-MP (Point to Multipoint)** do tworzenia dwukierunkowej sieci komunikacyjnej z koncentracją ruchu

Najczęściej stosowane długości fali są w zakresie 1m do 1mm, czyli 0,3-30 GHz. Taki zakres częstotliwości pozwala na uzyskanie szerokiego pasma i tworzenie dużej liczby kanałów, zgrupowanych w trzech kategoriach:

- małej pojemności (wąskopasmowe) - zawierające do 120 analogowych kanałów telefonicznych lub kanały cyfrowe o łącznej przepływności do 10 Mb/s
- średniej pojemności - obejmujące 120-300 kanałów analogowych lub cyfrowych o przepływności 10-100 Mb/s
- dużej pojemności - 300+ kanałów lub przepływność 100+ Mb/s

Dla uzyskania jak najmniejszych mocy nadawczych stosuje się:

- anteny kierunkowe o dużym zysku
- anteny paraboliczne
- falowody

Łącze satelitarne.

Łącza satelitarne, działające w szerokim zakresie częstotliwości radiowych od 0,3 GHz; (pasmo UHF) do ponad 40 GHz; (pasmo V), są wykorzystane zarówno w komunikacji satelitarnej, jak i kosmicznej.

Zastosowania:

- komunikacja z naziemnymi obiektami ruchomymi (lądowa, samochodowa, lotnicza, morska, osobista, specjalna);
- komunikacja satelitarna ISL (Inter Satellite Link) między orbitującymi obiektami; • naziemna komunikacja rozsiewcza (radiowa i telewizyjna); • globalna radiolokacja i radionawigacja; • badanie przestrzeni kosmicznej; • aplikacje przyszłościowe (przesyłanie energii, komunikacja kosmiczna)

10. Ochrona danych transmisyjnych.

Model ochronny danych transmisyjnych.

Uwierzytelnianie.

Integralność danych.

Szyfrowanie wiadomości.

Podstawowe grupy algorytmów kryptograficznych.

Model szyfrowania symetrycznego.
Szyfrowanie asymetryczne.
Podstawowe algorytmy kryptograficzne.
Podpis elektroniczny.
Metody uwierzytelniania i identyfikacji.
Kontrola dostępu do systemu i jego obiektów.
Uwierzytelnianie SYK.
Uwierzytelnianie SYH.
Uwierzytelnianie SYA.
Hasła.
Praktyczne wskazówki wyboru haseł.
Zasady użytkowania haseł.
Niebezpieczeństwa związane z użytkowaniem haseł.
Karty magnetyczne.
Karta elektroniczna.
Karta Identyfikacyjna SIM.
Techniki biometryczne.
Utajnianie faktu przekazu wiadomości.
Steganografia.

Pytania na dziennech

Metody zwielokrotnienia:

- czasowe TDM** (Time Division Multiplexing) - sposób przesyłania analogowych lub cyfrowych sygnałów z wykorzystaniem jednego kanału (częstotliwościowego) do transmisji informacji do wielu użytkowników, przez podział kanału na odcinki czasu, zwane szczelinami czasowymi, skojarzone z różnymi użytkownikami
- częstotliwościowe FDM** (Frequency Division Multiplexing) - sposób przesyłania analogowych lub cyfrowych sygnałów z wykorzystaniem oddzielnej częstotliwości nośnej dla każdego kanału użytkownika i każdego kierunku transmisji.
- kodowe CDM** (Code Division Multiplexing) - sposób polegający na niezależnym kodowaniu każdego z sygnałów kodem (sekwencją) rozpraszającym. Wszystkie tak zakodowane sygnały są przesyłane w tym samym paśmie transmisyjnym.
- przestrzenne SDM** (Space Division Multiplexing) - zwielokrotnienie z podziałem przestrzennym
- falowe WDM** (Wave Division Multiplexing) - Technika zwielokrotniania z podziałem długości fali – zapełnia niemal całą użyteczną część pasma światłowodu. Dzięki wykorzystaniu jednocześnie wielu kanałów optycznych przesyłane są tym samym światłowodem sygnały o różnych długościach fali świetlnej. Powoduje to zwiększenie sumarycznej przepływności informacyjnej światłowodu poprzez lepsze wykorzystanie całego dostępnego dla światłowodu zakresu długości fal.

Szerokość pasma

To różnica między dolną a górną częstotliwością pasma, które kanał jest zdolny przenieść z nierównomiernością nie gorsza niż 3dB. Wyrażona w Hz, kHz, MHz.... dla linii telefonicznej ~3,1kHz

Przepływność

To zdolność kanału do przenoszenia informacji binarnej, tzn. ile bitów danych można przesłać w ciągu 1 sekundy przez

prawo Nyquista.

Harry Nyquist

7.02.1889 – 4.04.1976

Prawo to w postaci:

$$P = 2B \cdot \log_2 M$$

określa przepływność **P** kanału w zależności od szerokości pasma **B** oraz liczby różnych stanów charakterystycznych sygnału **M** i zależy od przyjętego sposobu modulacji informacji.

konkretne medium transmisyjne, b/s, kb/s, Mb/s..... można ją powiększyć dzięki odpowiedniej modulacji sygnału.

prawo Shannona - maksymalna przepływność kanału

Trafik - określa intensywność przepływu danych przez urządzenie komunikacyjne, jednostka to **erlang**. Oznacza ruch w którym jedno łącze jest cały czas zajęte. Wzór

$A = n \cdot T / 3600$ - $n \rightarrow$ średnia liczba połączeń jednego abonenta a $T \rightarrow$ średni czas rozmowy w sekundach

DFT DTF (Discrete Fourier Transform). Pozwala przekształcić sygnał ciągły w dyskretny. W praktyce, ze zrozumiałych względów, czas trwania przetwarzanego sygnału jest ograniczony. W przypadku sygnału cyfrowego przetwarzanie ma charakter pewnych obliczeń numerycznych. Jedną z ważniejszych operacji, która często jest wykonana, jest numeryczne obliczanie widma sygnału. Bezpośrednie obliczanie DFT przeważnie wymaga dużego nakładu obliczeń, z tego powodu istotne znaczenie mają procedury obliczeniowe redukujące liczbę mnożeń i sumowań. Jedną z takich procedur jest algorytm szybkiej transformaty Fouriera (FFT).

DTMF - Sygnalizacja tonowa DTMF (Dual Tone MultiFrequency Signaling) jest stosowana w aparatach telefonicznych z klawiaturą przyciskową. W tej metodzie każdemu numerycznemu przyciskowi odpowiadają dwie częstotliwości akustyczne, po jednej z każdej grupy:

- grupa dolna: 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz;
- grupa górna: 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz, 1633 Hz.

Pojemność toru transmisyjnego - BL (Bitrate×Length)

charakteryzuje przydatność torów światłowodowych do tworzenia gigabajtowych sieci optycznych. Pojemność BL jest wyrażona za pomocą iloczynu dwóch wzajemnie zależnych parametrów światłowodowych: przepływności binarnej B (określanej w Mb/s, Gb/s, Tb/s) i maksymalnej odległości L (w km) między regeneratorami sygnału. Pojemność transmisyjna BL osiąga od 200(Gb/s)km do 360(Tb/s)km w zależności od włókna, wzmacniaczy optycznych i jakości połączeń.

QAM - Modulacja kwadraturowa QAM (Quadrature Amplitude Modulation). Każda zmiana sygnału nośnej koduje czterobitową informację (quad-bits) wejściową, zatem przy maks. szybkości modulacji 2400 bodów można przesłać dane z szybkością 9600 b/s. Sposób kodowania jest określony standardem V.29 i polega na równoczesnej zmianie amplitudy fazy sygnału nośnego o częstotliwości 1700 Hz. Połączenie dwóch technik modulacji: amplitudy ASK i fazy PSK, daje 16 możliwych wartości binarnych sygnału wejściowego, przy jednej zmianie sygnału nośnej. Stosując różne szybkości modulacji nośnej (600, 1200, 1600, 2400 bodów) oraz wielowartościową interpretację bitów sygnału wejściowego, można zaadaptować parametry modemu i szybkości transmisji do fizycznych warunków toru telefonicznego.

mqam - Możliwość modulowania fali nośnej przebiegiem o liczbie stanów większej niż 2 nazwano modulacją wielowartościową (M-ary). Zaawansowane systemy modulacji, oparte na wielowartościowym kodowaniu M-ary (do

Maksymalna teoretyczna przepływność kanału jest ograniczona **prawem Shannona**, które jest fundamentalnym prawem transmisji danych.

Prawo to w postaci:

$$P = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

określa maksymalną przepływność P kanału w zależności od szerokości pasma B oraz stosunku mocy sygnału S do mocy szumu termicznego N i nie zależy od przyjętego sposobu modulacji informacji.

| | Grupa częstotliwości wyższych | | | |
|-----|-------------------------------|------|------|------|
| Hz | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 |
| 697 | 1 | 2 | 3 | A |
| 770 | 4 | 5 | 6 | B |
| 852 | 7 | 8 | 9 | C |
| 941 | . | 0 | # | D |

Grupa częstotliwości niższych

8 bitów na jeden element modulacji), a także na wielowymiarowej interpretacji fali nośnej (do 4 wymiarów), umożliwiając nawet kilkunasto krotne zwiększenie przepływności binarnej konkretnego kanału.

bpsk

mpsk

Rz nrz-l nrz-i,

Efektywność transmisji - segmentowanie informacji wejściowej przed transmisją na bloki danych wymaga dołączenia dodatkowych informacji sterujących do każdego transmitowanego bloku informacji nie przenoszących treści użytkowej. Im więcej sygnałów sterujących i synchronizacyjnych jest w samodzielnym bloku informacji, tym niższa jest efektywność wykorzystania transmisji określonej jako stosunek liczby bitów informacyjnych do całkowitej liczby bitów. Odwrotnie im dłuższy ciąg transmitowanych informacji tym wyższa efektywność. Najniższą efektywnością (ok. 70%) cechuje się asynchroniczna transmisja znakowa, powszechnie stosowana w modemach. Narzut na sterowanie w protokole pakietowym VoFR (Voice over Frame Relay) wynosi dodatkowo tylko 6 bajtów na każde 64 bajty danych użytkowych (efektywność 91%), natomiast dla sieci internetowych z przekazem VoIP narzut wzrasta już do 28 bajtów (efektywność transmisji ok. 70%).

historię transmisji danych

modulacja-kon coś tam-różnica między

Szybkością modulacji a szybkością transmisji - jednostką miary szybkości modulacji jest bod (baud), określający maksymalną liczbę zmian momentów lub stanów charakterystycznych w czasie 1 sekundy. Dla sygnałów telegraficznych o dyskretnym przebiegu czasowym wyróżniane są tylko dwa stany charakterystyczne i dla takich sygnałów szybkość modulacji jest równoważna z przepływnością binarną (1 bod = 1 b/s). We współczesnych modemach jeden stan charakterystyczny w konstelacji niesie informację o większej liczbie bitów wejściowych (2, 4, a nawet 8 bitów informacji), zatem na 1 bod przypada więcej bitów informacji, co odpowiednio zwiększa przepływność binarną kanału. Możliwość modulowania fali nośnej przebiegiem o liczbie stanów większej niż 2 nazwano modulacją wielowartościową (M-ary). Modulacja przy użyciu trójbitych (8 kodów) nosi nazwę modulacji ośmiowartościowej, a przesłanie takich sygnałów wymaga $2^3 = 8$ możliwych stanów charakterystycznych fali nośnej. Przesłanie duobitych (2 bity informacji) wymaga czterech stanów charakterystycznych fali zmodulowanej i określana jest modulacją czterowartościową. **Szybkość transmisji** kanału jest określana liczbą przesyłanych bitów informacji binarnej w czasie 1 sekundy przez kanał telekomunikacyjny, przy wymaganej i ustalonej stopie błędów (dla różnych nośników informacji przewiduje się różne stopy błędów transmisji). Maksymalna teoretyczna szybkość transmisji (przepływność binarna) przez kanał telekomunikacyjny jest ograniczona szerokością pasma i zgodnie z prawem Shannona nie zależy od typu przyjętej modulacji sygnału. Zaawansowane systemy modulacji, oparte na wielowartościowym kodowaniu M-ary (do 8 bitów na jeden element modulacji), a także na wielowymiarowej interpretacji fali nośnej (do 4 wymiarów), umożliwiając nawet kilkunastokrotne zwiększenie przepływności binarnej konkretnego kanału.

decybele - decybel (dB) jest podstawową jednostką używaną przez projektantów systemów telekomunikacyjnych przy porównywaniu możliwości technik transmisji danych. Wyraża się on w skali logarytmicznej.

wielodostęp kodowy

Struktura podziału usług związanych z TD - - aplikacje telekomunikacyjne -> •telefonia, •telegrafia (teleks i telegram), •faksymile (faks), •teleteks, wideoteks, •wideotelefon, •telekonferencja, •EDI (Electronic data interchange)- poczta elektroniczna, wymiana dokumentów), •transmisja plików, •łączenie sieci LAN oraz WAN, •dołączanie stacji roboczych do sieci LAN i WAN, •dołączanie stacji roboczych lub sieci LAN do publicznych sieci komputerowych, •dołączanie kas fiskalnych i bankomatów do sieci, •bazy danych i elektroniczne wiadomości, •transmisja nieruchomych obrazów, •multimedia, •telewizja (włączając wideo na żądanie, czyli Video on Demand, i telewizję interaktywną), •edukacja (strona nadająca lub odbierająca), •biuro w domu (telepraca), •telezakupy, •teleusługi socjalne i medyczne, •teleakcje (telenadzór, telealert, telemetria itp.), •inne aplikacje wspomagające.- **usługi przenoszenia (usługi transportowe)** -> •analogowa publiczna sieć telefoniczna PSTN - public switched data network (z komutacją łączy), •cyfrowa publiczna pakietowa sieć transmisji danych PSDN - public switched data network (z komutacją pakietów), •cyfrowa sieć z integracją usług ISDN (Integrated Services Digital Network), •sieć ATM, •linia dzierżawiona (miedziana lub światłowodowa) stała, łączność bezprzewodowa (analogowa lub cyfrowa), łączność satelitarna (VSAT)], •transmisja rozgłoszeniowa (naziemna lub satelitarna).

Media transmisyjne, kabel koncentryczny (współosiowy) - umożliwiają fizyczne rozchodzenie się fal akustycznych, elektrycznych, radiowych i świetlnych. Najczęściej spotykanymi przewodowymi mediami są przewody kablowe: miedziane, światłowodowe i współosiowe. A bezprzewodowymi: podczerwień, łączą radiowe i satelitarne.

CAP - w szybkich szerokopasmowych sieciach transmisyjnych stosuje się popularny dwuwymiarowy kod liniowy CAP64 (Carrierless Amplitude and Phase 64-point). Wykorzystane są dwa ciągi ortogonalne symboli (wzajemnie nie interferujące, rozpoznawalne przy odbiorze) przedstawione w macierzy dwuwymiarowej. CAP64 stosuje 8 symboli więc 8x8 daje 64 punkty zespolone konstelacji. CAP64 daje możliwości do 622Mb/s przez nieekranowaną skrętkę UTP kat.5, a w przekazach asymetrycznych ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) do 8 Mb/s. Z matematycznego punktu widzenia identyczna jak QAM. Różnica że modulacja odbywa się cyfrowo. CAP uzyskuje wysoką przepływność w modemach DSL. CAP stosowana około 20 lat w modemach wąsko i szerokopasmowych.

TCM - stosowana w najnowszych modemach jako kombinacja modulacji QAM z nadmiarowym kodowaniem splotowym **Trellis-Coding Modulation**. Związane ze zmianą amplitudy i fazy sygnału jak w QAM. Standard V.32 bis definiuje 128 pkt. konstelacji przesłanych z szybkością 14200b/s, V.32 turbo 19200b/s daje 256 lub 512 punktów, V.34 28800b/s ma już 768 punktów przy czym nie wszystkie są używane. Dzięki tej metodzie każdy punkt może reprezentować jeden komplety znak 6 lub 7 bitowy. Modem nadawczy aby przesłać jeden znak, przesyła tylko jeden sygnał zawierający w sobie informacje o jednym kompletnym znaku. Modem odbiorczy, deszyfrując odpowiednie wiersze lub kolumny tablicy, identyfikuje znak alfabetu odpowiadający konkretnemu sygnałowi.

Wynalazcy w dziedzinie TD

Michał Faraday (1791-1867, wprowadził do fizyki takie pojęcia, jak linie siły pola magnetycznego i linie siły pola elektrycznego. Odkrył, że płaszczyzna polaryzacji światła przechodzącego przez pole magnetyczne ulega zmianie. Był to pierwszy sygnał, że istnieje związek pomiędzy światłem, a magnetyzmem),

James Clerk Maxwell (1831-1879, na początku drugiej połowy XIX wieku uogólnił wyniki badań uzyskane przez badaczy przyrody i stworzył teorię pola elektromagnetycznego, 1865 wniosek że światło jest falą elektromagnetyczną - jedno z uogólnień fizyki),

Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894, potwierdził teoretyczne przewidywania Maxwella doświadczeniami w latach 1887-1888, wytworzył nadzwyczaj szybkie drgania elektryczne i wykazał że wywołują fale elektromagnetyczne o dł. ~1m. (rozchodzą się, odbijają, załamują), podstawa rozwoju radia),

Samuel Morse (1791-1872, w latach 1837-1840 skonstruował telegraf elektromagnetyczny i opracował dlań specjalny alfabet telegraficzny złożony z kombinacji kropek i kresek.

Aleksandr Popow (1859-1906, w 1895 badając atmosferyczne wyładowania elektryczne, buduje przyrząd przypominający współczesne układy odbiorcze telegrafu, rok później udało się przekazać sygnał na odległość 2km),

Guglielmo Marconi (1874-1937, 1896 młody włosk uzyskał radiotelegraficzne połączenie przez zatokę Bristolską(UK, nie Alaska), a w 1901 między W.Brytanią a A.Północna, wykorzystał wszystkie znane wynalazki i udowodnił ich praktyczne zastosowanie, zwrócił uwagę marynarki, zauważono potencjał i zaniechano metod optycznych na rzecz fal elektromagnetycznych), 1909 Nobel z fizyki.

Aleksander Bell (1847-1922, profesor uniwersytetu w Bostonie, 1876 wynalazł telefon, 1877 patent na membranę, Pracował nad budową sondy telefonicznej do celów chirurgicznych i urządzenia pozwalającego wykrywać obecność kawałków metalu w ranach. Datę pierwszego przekazu telekomunikacyjnego (10 marca 1876 r.), w którym przesłano historyczne zdanie wypowiedziane przez Alexandra Grahama Bella, traktuje się jako dzień narodzin przewodowej komunikacji telefonicznej „Watson, proszę przyjść tutaj, pilnie pana potrzebuję”),

Jean Baudot (1845-1903, w 1874 skonstruował ulepszony drukujący aparat telegraficzny ‘bodot’, Od jego nazwiska pochodzi nazwa jednostki szybkości modulacji sygnałów - bod.),

Agner Krarup Erlang (1878 - 1929, był pierwszą osobą, która zajęła się problemem sieci telefonicznych. Przy studiowaniu wiejskich połączeń telefonicznych opracował on wzór, znany jako wzór Erlanga, do obliczania natężenia ruchu w sieci telefonicznej. Chociaż model Erlanga jest prosty, matematyka leżąca u podstaw obliczania natężenia ruchu w nowoczesnej sieci telefonicznej, nadal oparta jest na pracy tego modelu).

Metody przetwarzania mowy i częstotliwość mowy

Techniki przetwarzania głosu - falę głosową moduluje parametr sygnału sinusoidalnego — amplitudę w różnych systemach z modulacją amplitudy AM, fazę - w systemach z modulacją fazy PM lub częstotliwość w przypadku zastosowania modulacji częstotliwości FM. Systemy telekomunikacyjne przesyłają sygnał metodami cyfrowymi, stąd szczególne znaczenie efektywnego sposobu przedstawienia sygnału mowy w postaci ciągu impulsów binarnych.

Cyfryzacja sygnałów mowy.

W celu transmisji sygnału rozmownego przez cyfrowy fragment sieci telefonicznej PSTN sygnał analogowy, pochodzący zwykle od abonenta sieci, jest przetwarzany (konwersja A/C) na postać cyfrową z częstotliwością 8 kHz (PCM 64). Wartość analogowa każdej próbki jest rejestrowana (kwantyzacja) jako jeden z 256 możliwych poziomów i zapisywana w 8-bitowym rejestrze zgodnie z kodem PCM.

Zakres częstotliwości mowy.

Mowa mieści się w zakresie **od 100Hz do 8kHz**, przy czym największa gęstość przypada na okolice **500Hz**.

Ludzkie ucho rejestruje częstotliwości **od 20Hz do 15kHz**, z najlepszą czułością **od 1kHz do 3kHz**.

Do dobrego zrozumienia mowy wystarczy pasmo od 300Hz do 3,4kHz, dlatego w systemach telekomunikacyjnych stosuje się pasmo o szerokości 3,1kHz od 200Hz do 3,5kHz.

Kodery i dekodery sygnału mowy.

Najstarszą metodą kodowania sygnałów mowy jest kodowanie **PCM (Pulse Code Modulation)**. Składa się z: filtru ograniczającego pasmo kodowanego sygnału do co najwyżej połowy częstotliwości próbkowania (ogranicza pasmo sygnału do 4kHz), układu próbkowania z częstotliwością (fs), układu nieliniowego o w przybliżeniu logarytmicznej charakterystyce, kwantyzatora równomiernego. Dla kwantyzatora przy częstotliwości próbkowania 8kHz otrzymujemy strumień binarny o szybkości 64 kb/s.

Kompresja głosu.

Kompresja polega na redukcji liczby bitów potrzebnych do wiernego przesłania, a później odtworzenia sygnału głosowego. Efektywność kompresji określa jak bardzo sygnał zostanie zredukowany, co na ogół wiąże się z pogorszeniem jakości.

Najbardziej znane standardy kompresujące:

- **G.711** - najprostszy domyślny standard akustyczny **PMC** obejmujący konwersję analogowo-cyfrową. Stanowi poziom odniesienia dla innych konwersji. Konwertuje 4kHz (8kHz), przepływność 64kb/s.

- **G.727** - popularny standard adaptacyjno-różnicowy **ADPCM** o przepływności 32kb/s, stosowany w łączności bezprzewodowej.
- **G.729** - kompresuje 8:1, przepływność 8kb/s. Często określany jako głos o opłacalnej jakości. Pracuje na algorytmie **CS-ACELP**.
- **G.729A** - zmniejsza opóźnienie w procesie kompresji
- **G.723** - kompresuje 12:1, przepływność 6,3kb/s z algorytmem **MP-MLQ** lub 5,3kb/s z **ACELP**.