

Rozwój mediów i systemów transmisyjnych

WIEK TELEKOMUNIKACJI I AUTOMATYKI

Wybitny uczony Norbert Wiener (amerykański matematyk pochodzenia żydowskiego, twórca cybernetyki) w wydanej w 1948 roku pracy *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine* tak charakteryzował wiek XX: Wiek XVII i początek XVIII był epoką zegarów, koniec wieku XVIII i cały XIX epoką maszyn parowych, współczesność jest niewątpliwie okresem telekomunikacji i automatyki

Przekazywanie wiadomości odgrywa ważną rolę w życiu współczesnych społeczeństw

Rozróżniamy:

- przekazywanie wiadomości na odległość za pośrednictwem różnych systemów Telekomunikacyjnych oraz
- przetwarzanie wiadomości w czasie

W obu przypadkach środkami przekazywania wiadomości są, właściwe danemu zadaniu przekazywania na odległość bądź przekazywania w czasie: nadajniki, odbiorniki, kanały oraz odpowiadające tym kanałom sygnały, przyporządkowane przekazywanym wiadomościom.

W przypadku przekazywania wiadomości na odległość mamy do czynienia z kanałami przestrzennymi. Sygnały nadawane w jednym miejscu – punkcie nadawczym – wywołują w innym miejscu – punkcie odbiorczym – sygnał odebrany, na którego podstawie odbiornik odtwarza wiadomość.

W drugim z wymienionych przypadków odpowiednimi środkami przekazywania są kanały czasowe i sygnały, umożliwiające ich zapamiętanie w czasie.

Intensywny rozwój telekomunikacji zapoczątkowało wynalezienie w 1876 r. telefonu. Korzyści wynikające ze stosowania systemów telekomunikacyjnych powodowały i powodują stały wzrost zapotrzebowania na tego rodzaju usługi. Obserwujemy więc zjawisko dodatniego sprzężenia zwrotnego, wyjaśniające stały intensywny rozwój telekomunikacji i różnorodnych realizowanych przez nią usług.

Obecnie – dzięki integracji telekomunikacji z informatyką – systemy teleinformatyczne stają się niezbędnymi i niezastępowanymi składnikami złożonych procesów gospodarczych, obejmujących duże obszary kraju lub nawet kilku krajów.

**sygnały przesyłane kanałami telekomunikacyjnymi
nie tylko przyspieszają procesy wytwórcze, jak to się dotychczas
działo, ale je w ogóle warunkują**

ROZWÓJ TECHNOLOGII KABLI TELEKOMUNIKACYJNYCH

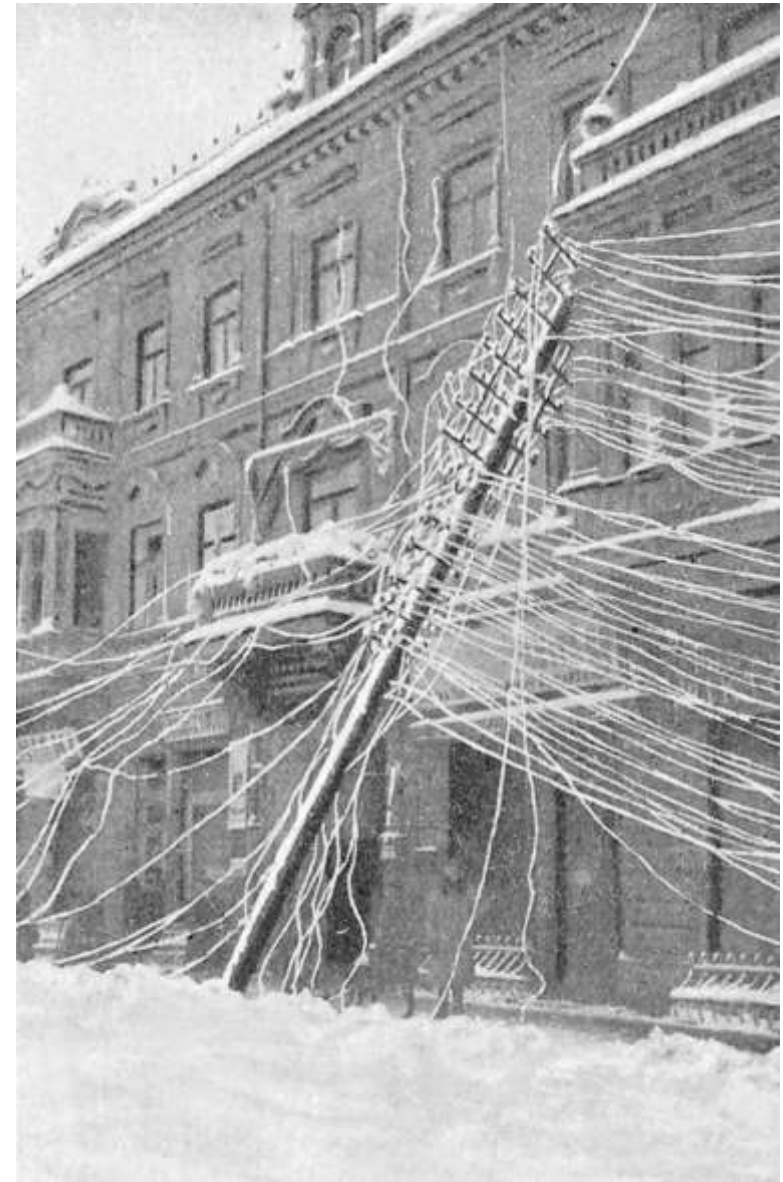
Transmisja sygnałów elektrycznych, służących do przekazywania informacji na odległość, wiąże się z wykorzystaniem odpowiednich ośrodków do przesyłania tych sygnałów.

Teletransmisja przewodowa wykorzystuje obecnie linie miedziane symetryczne lub współosiowe, a także włókna światłowodowe.

Sposób transmisji i dostępne pasmo częstotliwości są ściśle powiązane z wykorzystywanym medium transmisyjnym.

TORY O PRZEWODACH MIEDZIANYCH

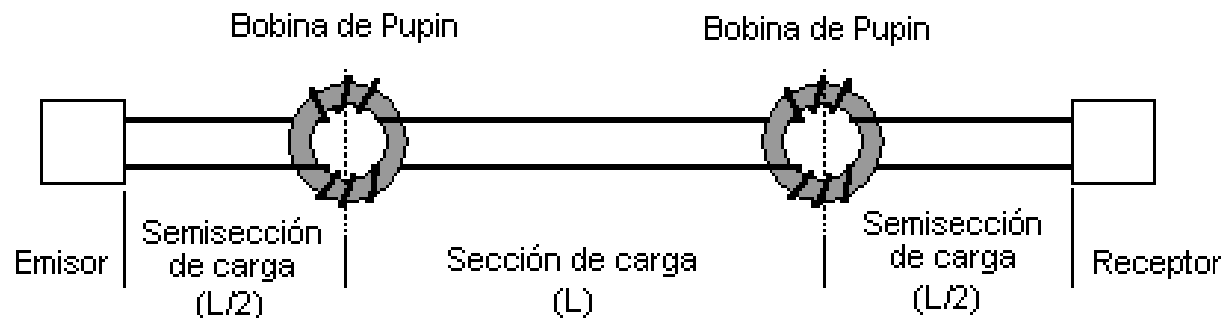
Początki transmisji przewodowej wiązały się z przesyłaniem elektrycznych sygnałów telegraficznych przez pojedyncze przewody miedziane z wykorzystaniem ziemi jako przewodu powrotnego.



Pierwszym krokiem w rozwoju techniki transmisji sygnałów telefonicznych na duże odległości było zastosowanie linii **symetrycznych (od 1881 r.), zmniejszające radykalnie poziom zakłóceń i przeników.**

Pierwsze kable telefoniczne instalowano w sieciach miejskich, co pozwoliło na ograniczenie liczby przewodów telefonicznych, które nie mieściły się na słupach. Równocześnie kable zabezpieczały przewody telefoniczne przed uszkodzeniami oraz szkodliwymi wpływami zmian atmosferycznych.

**Kolejnym osiągnięciem było wykorzystanie badań
prowadzonych przez Heaviside, który badał zwiększenie zasięgu
transmisji (zmniejszenie tłumienności toru) w wyniku wprowadzenia
dodatkowej indukcyjności do toru telefonicznego.
Wprowadzenie szeregowych indukcyjności (cewek pupinizacyjnych)
poprawiło charakterystyki częstotliwościowe linii transmisyjnych
w zakresie częstotliwości pasma telefonicznego.**



Cewki pupinowskie włączało się szeregowo w tor transmisyjny, w równych, ustalonych odstępach (rzędu kilku km). Cewki te pozwalają na kompensację pojemności linii poprzez zwiększenie jej indukcyjności

Po raz pierwszy zastosowano cewki pupinizacyjne (patent Pupina z 1899 roku) w połączeniu dalekosiężnym na 40 km trasie w Bostonie (USA 1900 r.). W tym samym roku przeprowadzono test transmisji na odcinku 1000 km. W roku 1925 było w użyciu ok. 1250 tys. cewek pupinizacyjnych, wykorzystywanych na długości 3 mln km linii przewodowych.

W 1920 roku Krarup (matematyk duński) zaproponował, aby każdy z drutów obwodu telefonicznego obwinać drucikiem lub taśmą z materiału o wysokich właściwościach magnetycznych, zwiększając w ten sposób pole magnetyczne wokół przewodu, a więc i jego indukcyjność.

Obydwa rozwiązania okazały się skuteczne i otworzyły zupełnie nowe możliwości. Dla techniki kablowej miały one znaczenie wprost przełomowe, umożliwiając czterokrotne zwiększenie zasięgu transmisji.

Kablowe tory współosiowe

Pierwsze wdrożenia torów współosiowych nastąpiły w Niemczech i w Stanach Zjednoczonych w latach 30. ubiegłego wieku i były spowodowane rozwojem automatyzacji ruchu międzymiastowego i rosnącym zapotrzebowaniem na łącza telefoniczne.

Rozszerzenie zakresu częstotliwości przenoszonych torami współosiowymi wynikało również z zapotrzebowania na łącza telewizyjne.

Ważną **zaletą** torów współosiowych jest **mała wrażliwość** na zakłócenia z torów sąsiednich i zakłócenia pochodzące z zewnątrz kabla.

W odróżnieniu od torów symetrycznych przeniki między torami współosiowymi maleją ze wzrostem częstotliwości.

Przy wykorzystaniu pasma częstotliwości powyżej 60 kHz tory współosiowe dla jednego kierunku transmisji można umieszczać w jednym kablu.

Tory współosiowe są wykorzystywane do przekazu programów telewizyjnych, wideotelefonii i transmisji danych o dużych szybkościach. Tory współosiowe znalazły również zastosowanie przy wdrażaniu pierwszych cyfrowych systemów teletransmisyjnych. Najbardziej typowy dla sieci dalekosiężnych jest tor współosiowy normalno wymiarowy o średnicach 2,6/9,5 mm.

Oprócz rozwoju torów współosiowych normalno wymiarowych nastąpił intensywny rozwój systemów teletransmisyjnych analogowych z torami współosiowymi małowymiarowymi (1,2/4,4 mm). Tory te były przeznaczone dla niższych płaszczyzn sieci.

Tory światłowodowe

Historia torów światłowodowych sięga roku 1870, w którym fizyk brytyjski J. Tyndall zademonstrował transmisję wiązki świetlnej wzdłuż dielektrycznej przewodnicy. Przewodnicą był strumień wody, wypływający małym otworem z zamkniętego naczynia oświetlonego wewnątrz.

W 1880 roku Aleksander Graham Bell wykonał telefon świetlny – fotofon, w którym źródłem światła było Słońce, modulatorem membrana, a fotodetektorem komórka selenowa. Teoria dielektrycznego falowodu – światłowodu została opracowana w 1910 roku. Jej twórcami byli Hondros i Debye.

Prawdziwy rozwój techniki światłowodowej datuje się od lat 60. ubiegłego wieku i był możliwy dzięki opracowaniu: lasera półprzewodnikowego (1960), pierwszego światłowodu kwarcowego o tłumieniu 20 dB/km opracowanego przez Kaprona i współpracowników w firmie Corning Glass (1970), diody elektroluminescencyjnej na zakres $\lambda=850 \mu\text{m}$ (1972), laserów półprzewodnikowych na pasmo $1,3 \mu\text{m}$ (1978) i na pasmo $1,5 \mu\text{m}$ (1980) oraz światłowodowych wzmacniaczy optycznych (1989).

Zasadniczą trudnością w tworzeniu światłowodu jest uzyskanie szkła wolnego od zanieczyszczeń i domieszek, które powodują wzrost tłumienia. Zasadniczą zaletą transmisji światłowodowej jest możliwość przenoszenia bardzo szerokich pasm częstotliwości przy małych stratach.

Tłumienności produkowanych obecnie włókien światłowodowych są bliskie teoretycznej granicy osiągając 0,15 dB/km w trzecim oknie transmisyjnym, a wykorzystanie wzmacniaczy światłowodowych EDFA w połączeniu z kompensacją dyspersji umożliwia nieograniczony zasięg transmisji bezregeneratorowej – dalekosiężne łącza światłowodowe uzyskują globalny zasięg.

ZALETY ŚWIATŁOWODU to przede wszystkim niski koszt włókna światłowodowego. Światłowód w odróżnieniu od miedzianego kabla koncentrycznego jest bardzo tani.

TECHNIKI TRANSMISYJNE

Wynalezienie triody próżniowej (patent uzyskał Lee De Forest w 1907 r.) umożliwiło wzmacnianie sygnałów elektrycznych. To z kolei zapewniło łączność telefoniczną na odległościach transkontynentalnych. Pierwsze wzmacniaki dla telefonii powstały w roku 1912, a w 1915 r. uruchomiono pierwszą linię pomiędzy Nowym Jorkiem i San Francisco (dwutorową). W następnych latach zastosowanie układów rozgałęźnych umożliwiło użycie wzmacniaków w liniach jednotorowych, jednak z ograniczeniami dotyczącymi ich liczby, a tym samym zasięgu transmisji.

C.D.N.

