

SiST

w.I/semestr letni 2021/2022

Dr inż. Małgorzata Langer

Cel przedmiotu

- *Poznanie wiedzy podstawowej z zakresu systemów i sieci telekomunikacyjnych w celu nabycia umiejętności oceny jakości usług oferowanych w sieciach, projektowania i modernizacji sieci o niewielkich rozmiarach i rozumienia kierunków rozwoju sieci telekomunikacyjnych.*
-
- Wymagania wstępne: matematyka (probabilistyka i statystyka), podstawy elektrotechniki, fizyka, podstawy informatyki (programowanie).

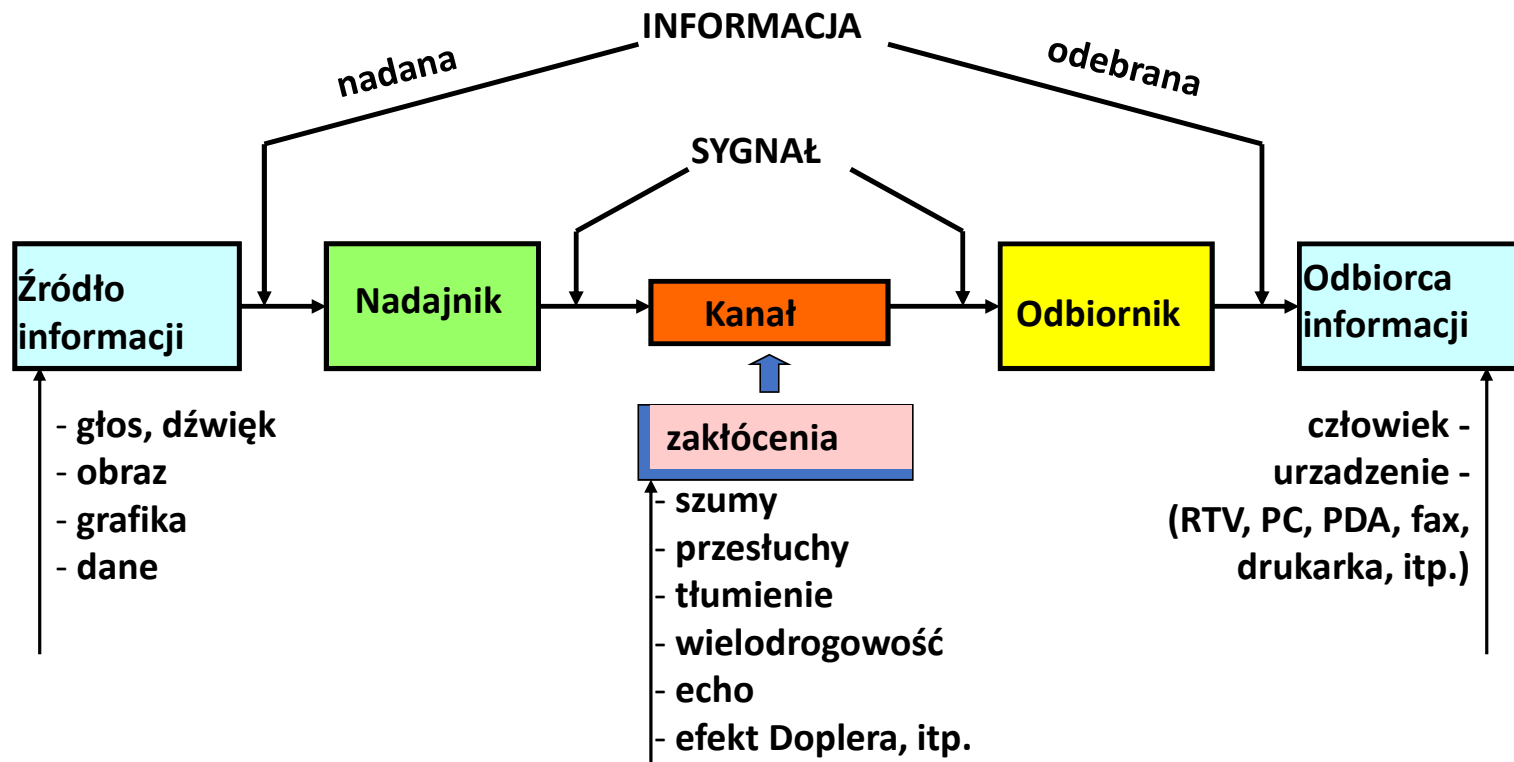
System telekomunikacyjny a sieć telekomunikacyjna

- **Telekomunikacja** – dziedzina nauki i techniki obejmująca zagadnienia przekazywania wiadomości na odległość za pomocą sygnałów (Słownik Języka Polskiego)
- Pojęcie *odległości* jest w telekomunikacji bardzo rozległe
- Do przesyłania wiadomości stosowane są systemy telekomunikacyjne

Wstępne uwagi

- Sieci teleinformatyczne to zbiory sprzętu i oprogramowania, które umożliwiają użytkownikom wymieniać informacje
- Sieć telefoniczna – najbardziej znana, wszechobecna sieć komunikacyjna (PSTN – Public Switched Telephone Network)
- Sieci komputerowe; sieci transmitujące dane
- Internet – światowa sieć sieci komputerowych
- Różnice w informacji, które są transmitowane i w sposobie, w jaki są wykorzystywane
- Użytkownicy końcowi – w większości ludzie, ale także programy komputerowe, urządzenia, systemy, itd.
- Transmisja cyfrowa – redukuje błędy transmisji, ale nie musi wiernie odzwierciedlać informacji źródłowej

System telekomunikacyjny



Sieć telekomunikacyjna jest zbiorem węzłów połączonych ze sobą tak, aby możliwa była wymiana informacji pomiędzy dowolnymi użytkownikami sieci (abonentami).

Są dwa rodzaje węzłów: węzły końcowe (np. telefon, terminal, komputer, itp.) i węzły komunikacyjne (centrala telefoniczna, przełącznik pakietów, koncentrator, ruter, most, itp.)

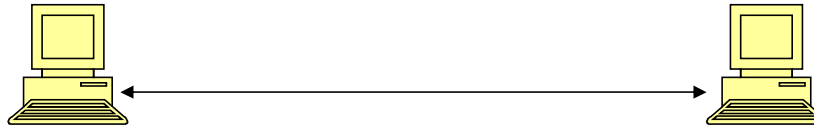
Węzły końcowe są źródłem i odbiornikiem informacji w sieci.

Węzły komunikacyjne przenoszą (transportują) informację w sieci.

Oba rodzaje węzłów również przetwarzają informację (np. ruting, czyli wybór trasy, kodowanie i dekodowanie, retransmisja, sygnalizacja, kompresja, pakietyzacja, itp.).

System telekomunikacyjny i jego elementy

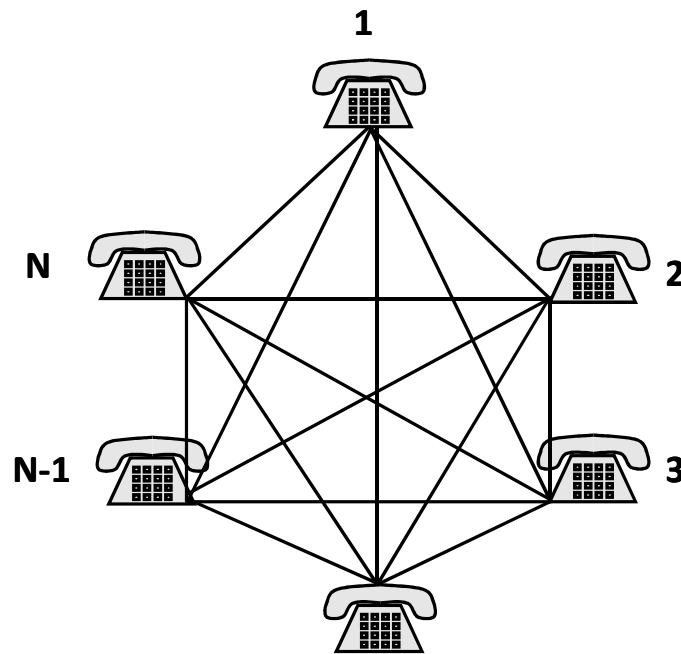
- Połączeniem może być dowolne medium transmisyjne: przewód miedziany (skrętka), kabel koncentryczny, światłowód, fala radiowe, fala świetlna (w wolnej przestrzeni).



- Konfiguracja typu punkt-punkt

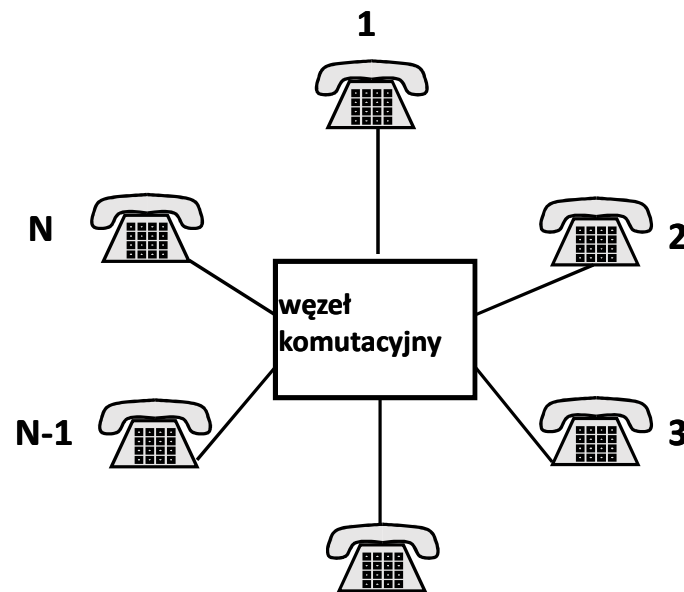
System telekomunikacyjny i jego elementy

**Sieć z N abonentami i bez węzła komutacyjnego
(połączenia „każdy z każdym”)**



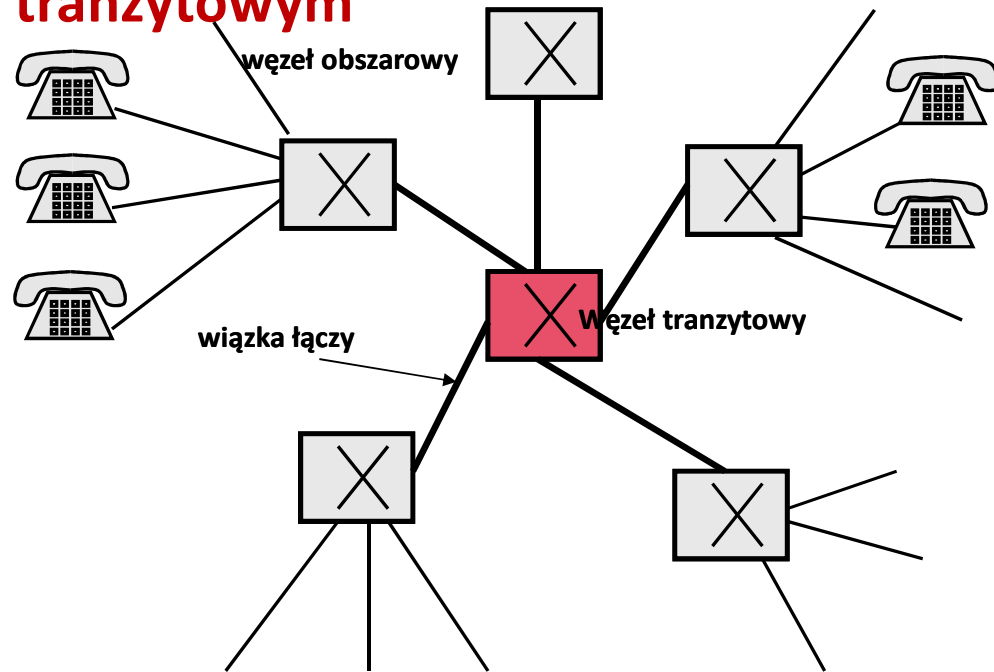
System telekomunikacyjny i jego elementy

- Sieć z N abonentami
i z węzłem komutacyjnym

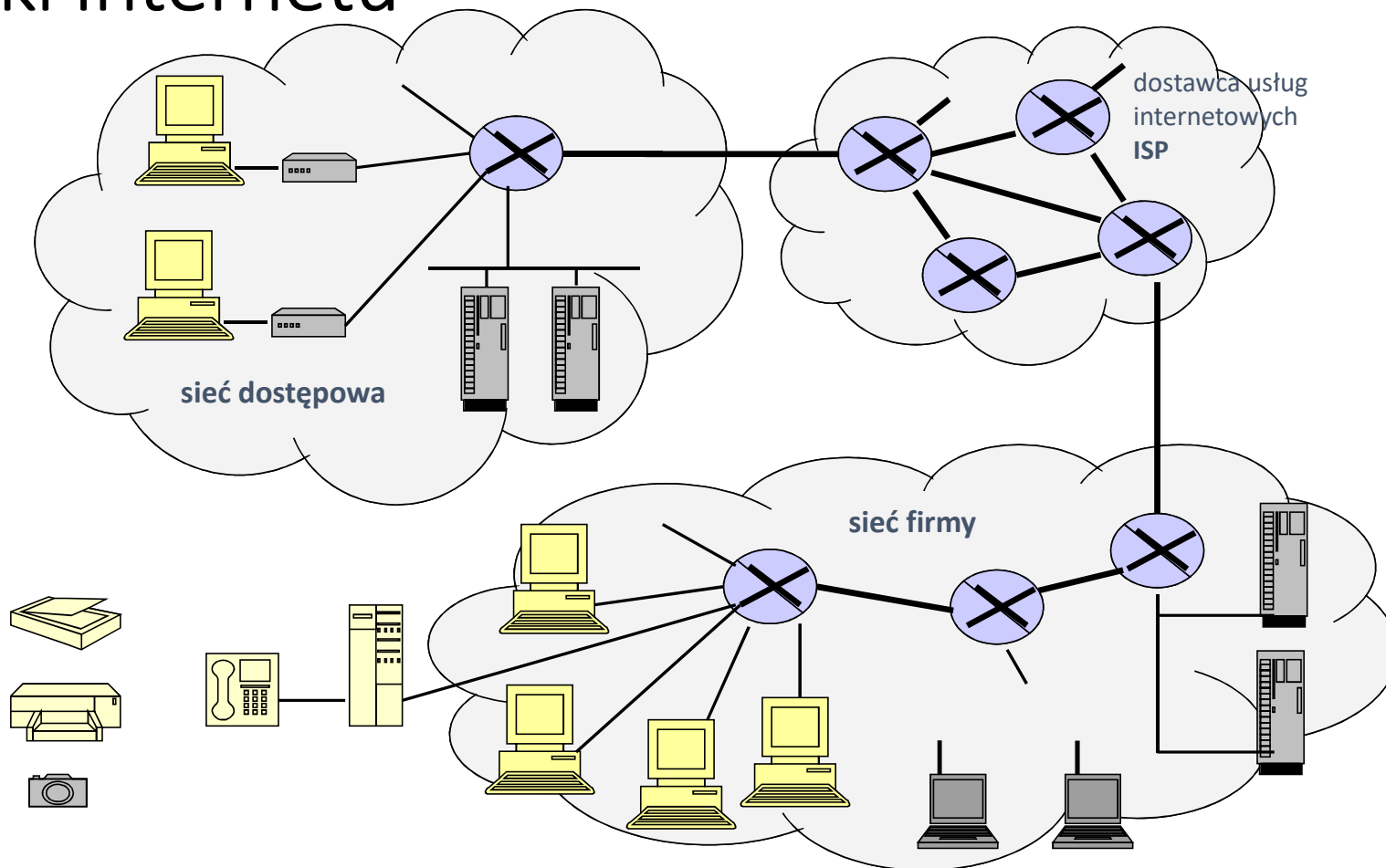


System telekomunikacyjny i jego elementy

- Fragment sieci z węzłem tranzytowym



Składniki internetu

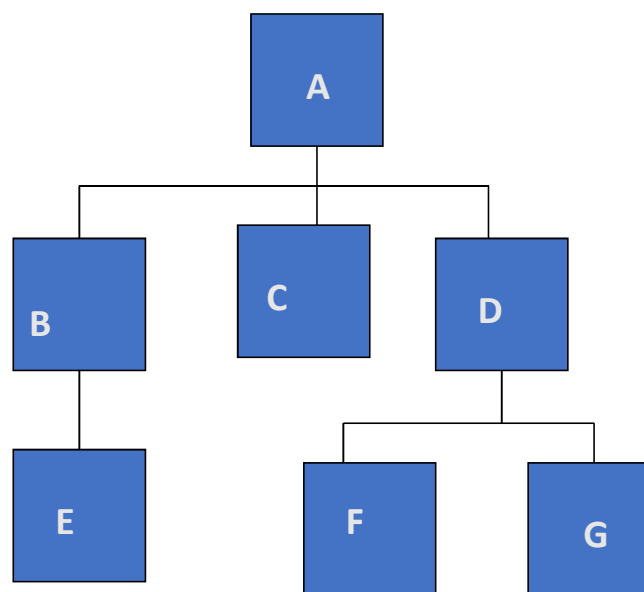


Podstawowe topologie sieci:

- Topologia hierarchiczna (DRZEWO)
- Topologia horyzontalna (BUS - magistrala)
- Topologia gwiazdy
- Topologia pierścienia
- Topologia sieci

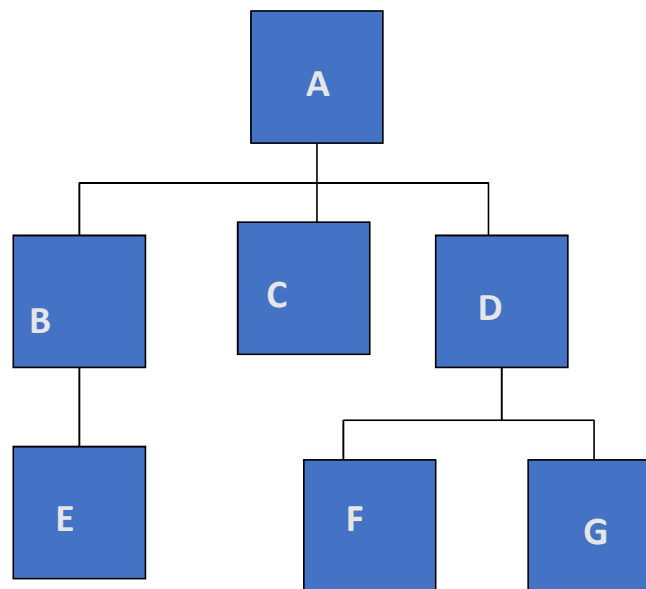
Topologia hierarchiczna (drzewo, topologia pionowa)

- Zalety:
 - łatwość kontroli
 - jeden punkt do rozwiązywania błędów
 - wyraźne linie zwierzchnictwa
 - podporządkowane DTE mogą być stosunkowo łatwo dodawane



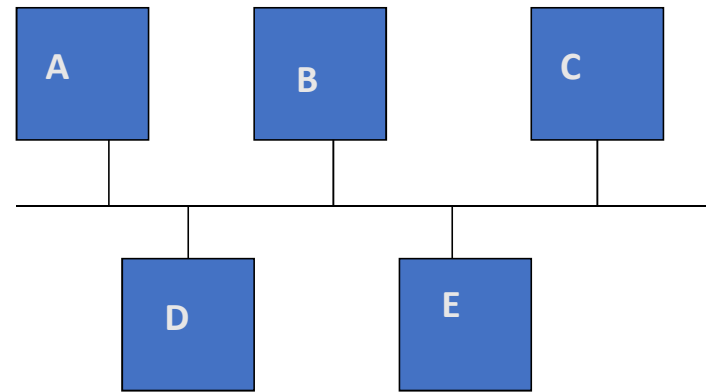
Topologia hierarchiczna (drzewo, topologia pionowa)

- Wady:
 - ZJAWISKO WĄSKIEGO GARDŁA!!
 - problemy z niezawodnością



Topologia horyzontalna (Bus)

- Pojedyncza stacja nadaje do wielu stacji. Wszystkie stacje otrzymują wszystkie transmisje
- **Zalety:** relatywnie prosta i tania

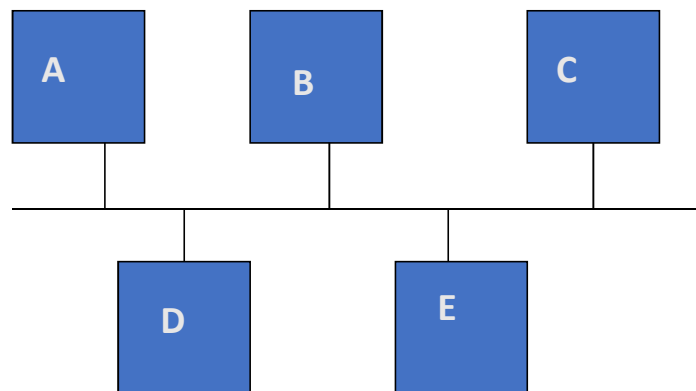


Topologia horyzontalna (Bus)

- **Wady:**

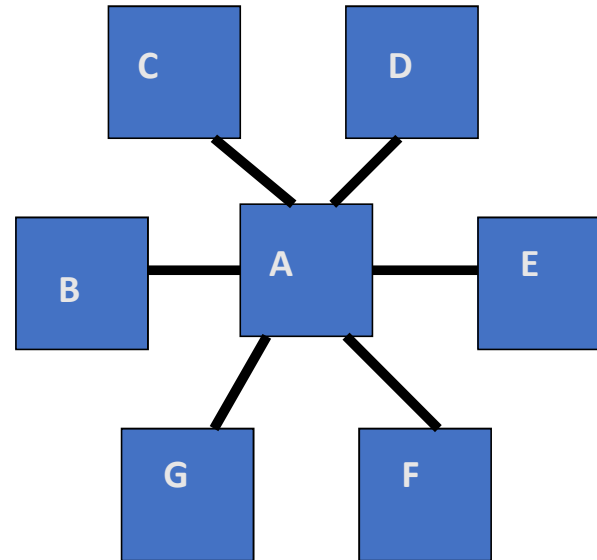
Istnieje tylko jeden kanał do obsługi wszystkich urządzeń w sieci – RYZYKO AWARII!
Trudności w izolowaniu usterek

- **Środki zaradcze:** w pełni funkcjonalne zapasowe kanały, przełączniki jako by-pass



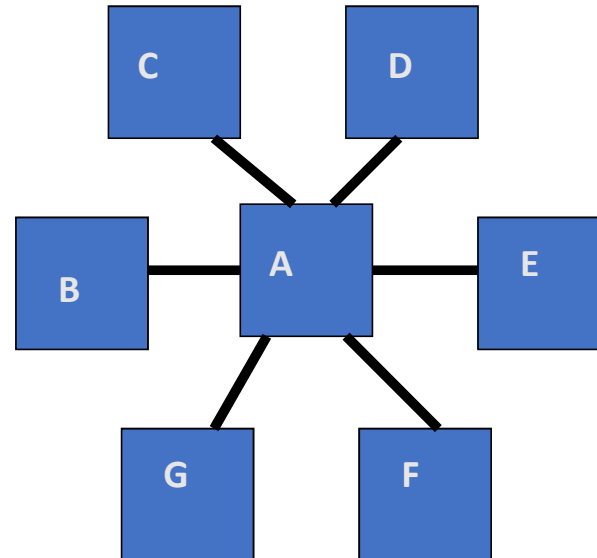
Topologia gwiazdy

- Historycznie pierwsza,
 - łatwość kontroli
 - nieskomplikowane oprogramowanie
 - prostota w ruchu
 - stosunkowo łatwa izolacja usterek



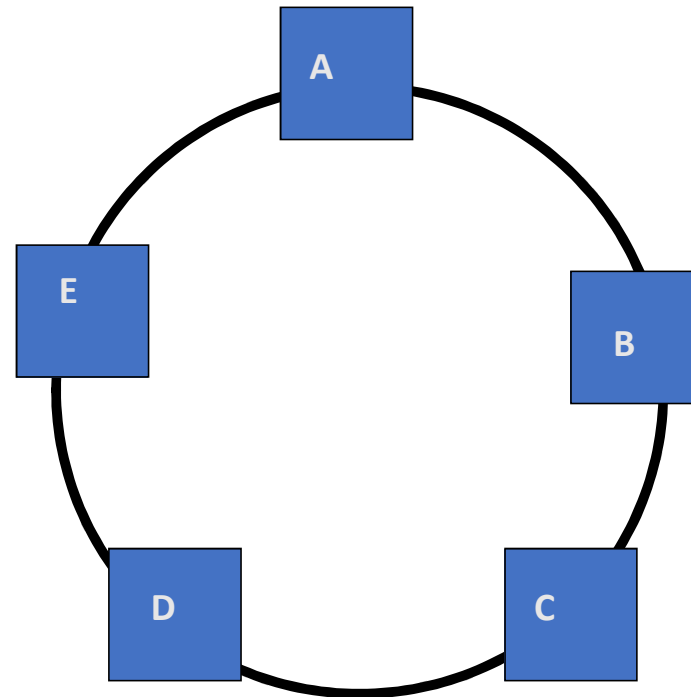
Topologia gwiazdy

- **Wady:**
Ograniczone możliwości przetwarzania; pozostałe jak dla drzewa
- **Środki zaradcze:** w pełni funkcjonalne zapasowe węzły centralne



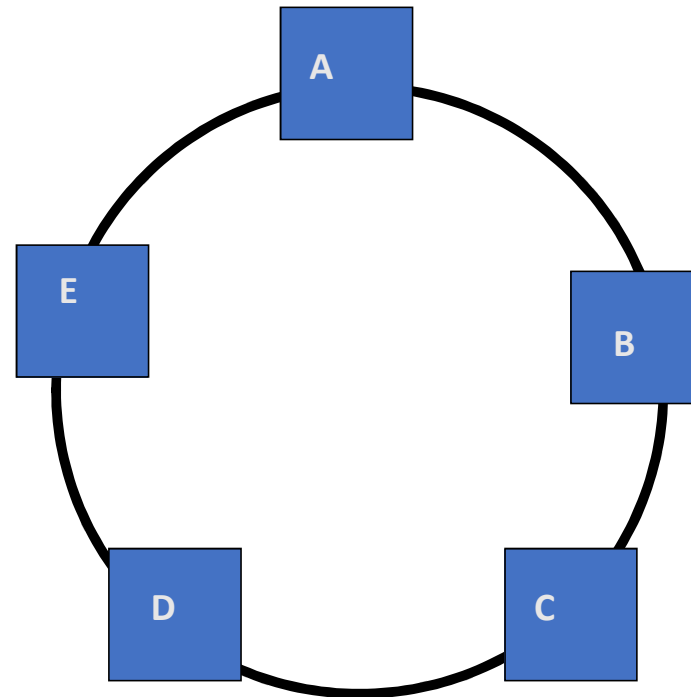
Topologia pierścienia

- Przepływ danych w tylko jednym kierunku, tylko jedna stacja otrzymuje sygnał i przekazuje go do następnej stacji w pierścieniu.
- Brak wąskiego gardła
- Relatywnie prosta logika



Topologia pierścienia

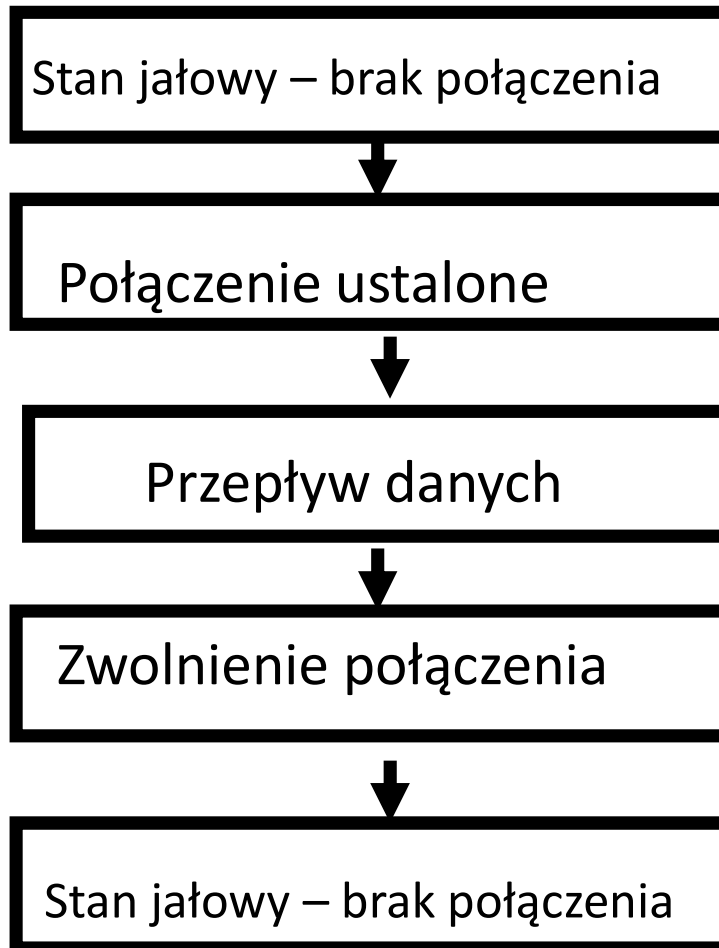
- **Wady:** Pojedynczy kanał łączy wszystkie komponenty (jedna awaria powoduje utratę całej sieci)
- **Środki zaradcze:** przełączniki, które poprowadzą dane wokół uszkodzonych węzłów; używanie podwójnych pierścieni



CONNECTION-ORIENTED & CONNECTIONLESS NETWORKS – SIECI POŁĄCZENIOWE I BEZPOŁĄCZENIOWE

- Connection- oriented – na początku nie istnieje żadne połączenie logiczne pomiędzy dwoma DTE i siecią (stan jałowy)
- Aby skomunikować się , potrzebny jest ‘handshake’
- Dane użytkowników są wymieniane zgodnie z ustalonym wstępnie protokołem
- DTE dokonują zwolnienia połączenia – powrót do stanu jałowego

Connection oriented- połączeniowe



Potwierdzenia
(ACK, NACK)

kontrola
przepływu

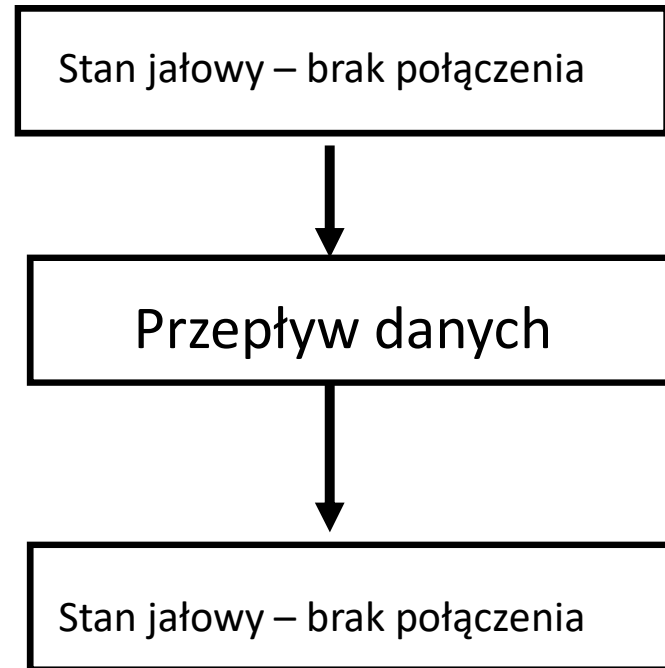
naprawa błędów

- **Connectionless – sieć bezpołączeniowa**

przechodzi bezpośrednio ze stanu jałowego do transferu danych, zakończonego stanem jałowym

- Można porównać do wrzucenia zaadresowanej pocztówki do skrzynki pocztowej (można jedynie założyć, że „poczta zadziała prawidłowo” i dostarczy pocztówkę zgodnie z wypisanym adresem adresata)

Connectionless



Brak potwierdzeń, kontroli przepływu, naprawy błędów

Ale można te funkcje wstawić w oddzielnej aplikacji,
lub w protokole w wyższej warstwie

Co rozważamy?

Każda sieć telekomunikacyjna (teleinformatyczna) charakteryzuje się następującymi parametrami:

- 1.Opóźnienie przekazu informacji; powinno być jak najmniejsze**
- 2.Efektywność wykorzystania zasobów (pasmo częstotliwości, przepustowość); powinna być jak najlepsza. Żadna część sieci nie powinna być bezczynna.**
- 3.Koszt inwestycji, modernizacji i utrzymania; powinno być jak najmniejsze.**

Przeznaczenie sygnałów

Wymiana wiadomości przez sieć telekomunikacyjną wymaga rozwiązania problemów:

1. teletransmisji
2. telekomutacji
3. sygnalizacji

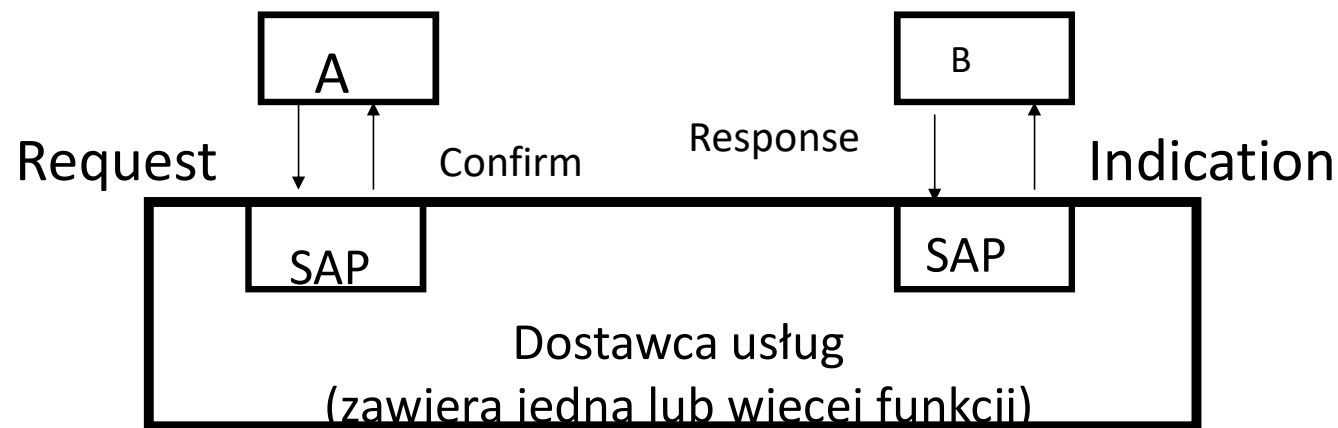
Teletransmisja zajmuje się transportem informacji pomiędzy punktami końcowymi systemu telekomunikacyjnego.

Telekomutacja zajmuje się budową i funkcjonowaniem węzłów komutacyjnych oraz sposobami realizacji połączeń pomiędzy wejściami i wyjściami węzła.

Sygnalizacja określa zasady wymiany informacji sterujących pomiędzy węzłami oraz między węzłami a użytkownikami.

SAP – Service Access Point – punkt dostępu usługi

- Identyfikator, który sprzęga warstwę lub dostawcę usług do systemu

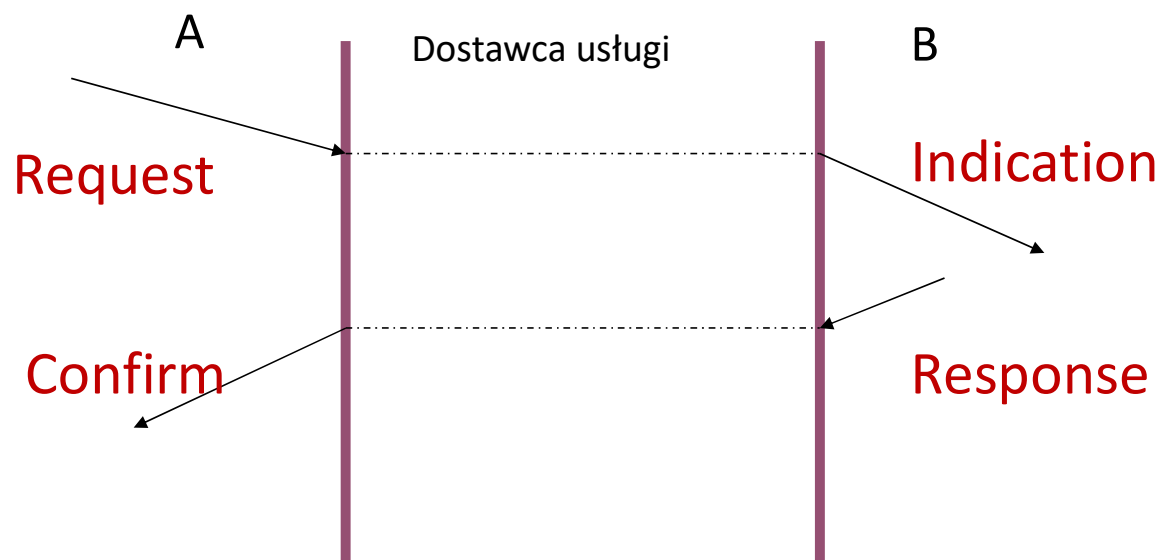


Poprzez SAP w obie strony muszą przejść 4 transakcje, tzw. *Primitives* (funkcja pierwotna, typ prosty)

Primitives

- **Request** – żądanie wywoływane przez użytkownika usługi do wywołania funkcji
- **Indication** – wskazanie dostawcy usługi do
 - a) wywołania funkcji lub
 - b) wskazania, że funkcja została wywołane przy SAP
- **Response** – odpowiedź użytkownika usługi żądająca zakończenia funkcji poprzednio wywołanej przez wskazanie przy odpowiednim SAP
- **Confirm** - potwierdzenie dostawcy usługi kończące funkcję wywołana poprzednio przez „Request” przy odpowiednim SAP

Żądanie jest przesyłane do dostawcy usługi, który wysyła wskazanie użytkownikowi B. Użytkownik B dostarcza odpowiedź, która jest przenoszona poprzez dostawcę usługi jako potwierdzenie do A.



Protokoły warstwowe mają spełnić kilka celów:

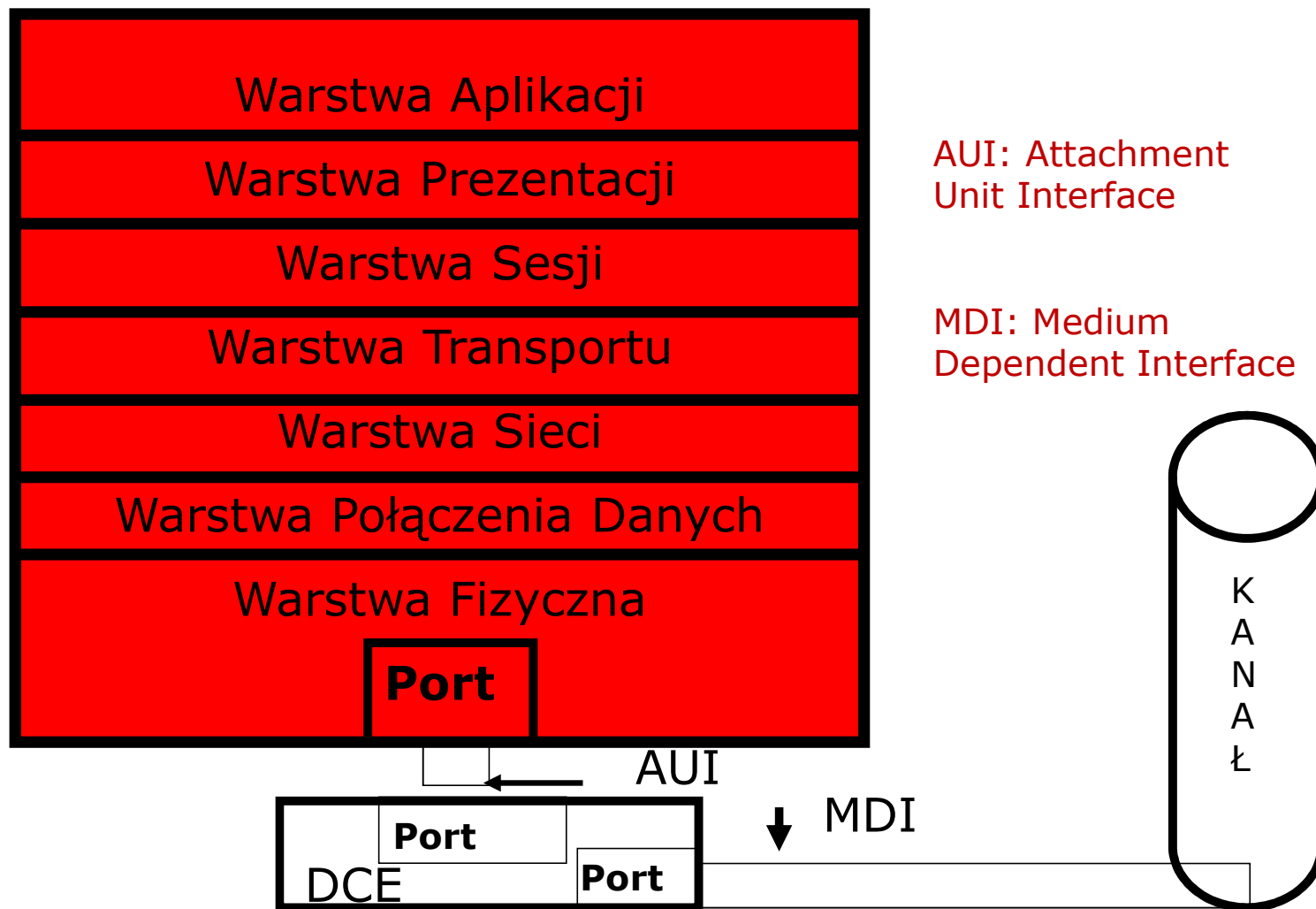
- Umożliwić logiczną dekompozycję złożonej sieci na mniejsze części (warstwy)
- Dać standardowe interfejsy pomiędzy funkcjami sieciowymi
- Umożliwić symetrię funkcji wykonywanych w każdym węźle
- Dać środki na przewidywanie i kontrolowanie wszelkich zmian wykonanych w logice sieci
- Dostarczyć standard języka dla wyjaśnienia komunikacji wśród i pomiędzy projektantami sieci, zarządcami, kupcami i użytkownikami

OSI Open Systems Interconnection

- Każda warstwa może reprezentować dowolne indywidualne pojęcie producenta/dostawcy do projektowania i opracowywania sprzętu i oprogramowania dla sieci i ich elementów etc.....
- Wszystkie warstwy muszą wykorzystywać wspólne zdefiniowane interfejsy – DEFINIUJĄCE KOMUNIKACJĘ POMIĘDZY WARSTWAMI

OSI Open System Interface

- Application Layer – warstwa aplikacji
- Presentation Layer – warstwa prezentacji
- Session Layer – warstwa sesji
- Transport Layer – warstwa transportu
- Network Layer – warstwa sieci
- Data Link Layer – warstwa połączenia danych
- Physical Layer – warstwa fizyczna



Model pięciowarstwowy TCP/IP i przykłady używanych protokołów

- 5. Application layer (DHCP – *Dynamic Host Configuration Protocol*, DNS – *Domain Name Service*, FTP – *File Transfer Protocol*, TELNET, SSH – *Secure Shell Encryption...*)
- 4. Transport layer (TCP – *Transport Control Protocol*, UDP – *User Datagram Protocol*, IGMP – *Internet Group Management Protocol*, ICMP – *Internet Control Message Protocol* (also v. 6), ...)
- 3. Network/Internet Layer (IPv4, IPv6, OSPF – *Open Shortest Path First*, ARP – *Address Resolution Protocol*, ...)
- 2. Data link layer (Token Ring, Ethernet, GPRS – *General Packet Radio Service*, ...)
- 1. Physical layer (Modems, optical fiber,...)

Warstwa fizyczna

- Odpowiada za aktywację, utrzymanie i dezaktywację fizycznego obwodu pomiędzy DTE i DCE
- Istnieje dla niej wiele standardów
- ZAWIERA TECHNOLOGIE TELEKOMUNIKACYJNE, NP. 3G, LTE, ITP.
- Jest złożoną strukturą – dzieli się na warstwy, płaszczyzny itd..

Warstwa połączenia danych

- Odpowiada za transfer danych przez kanał
- Daje synchronizację danych ograniczając przepływ bitów z warstwy fizycznej
- Uwzględnia identyfikację bitów
- Zapewnia bezpieczną dostawę danych do odbierającego DTE
- Uwzględnia kontrolę przepływu i detekcję błędów transmisji
- Zapewnia mechanizmy wykrywania danych utraconych, duplikowanych lub błędnych

Warstwa sieci

- Specyfikuje interface użytkownika DTE do sieci z komutacją pakietów oraz interface pomiędzy dwoma DTE między sobą poprzez sieć pakietową
- Specyfikuje wyznaczanie trasy w sieci i komunikację pomiędzy sieciami (internetworking)

Zawiera wiele szczegółów i funkcji

Warstwa transportowa

- Zapewnia interface pomiędzy warstwą danych i górnymi trzema warstwami
- Powinna dawać użytkownikowi opcje w wyborze jakości i kosztu przy funkcjach samej sieci
- Izoluje użytkownika od pewnych fizycznych i funkcjonalnych aspektów sieci pakietowej
- Zapewnia rozliczenia całości połączenia

Warstwa sesji

- Jest interfejsem użytkownika do warstwy dającej usługę transportu
- Zapewnia zorganizowane środki do wymiany danych pomiędzy użytkownikami
- Posiada szeroką specyfikację usług, funkcji pierwotnych i protokołów

Warstwa prezentacji

- Zapewnia składnię danych dla danego modelu (akceptuje różne typy danych – znaki, liczby itd. z warstwy aplikacji i następnie negocjuje ze swoim odpowiednikiem u odbiorcy co do reprezentacji składni: ASCII, teletype, Videotex,)
- Składa się z wielu tablic zawierających składnię

Warstwa aplikacji

- Wspiera proces aplikacji końcowego użytkownika
- Związana jest ze składnią danych; zawiera elementy usługi do wspierania np. wymiany danych finansowych, języki programowania przy wysyłaniu/ odbieraniu, itd.
- Wspiera e-koncepcję - wirtualnego terminalu i wirtualnych plików

AUI (the attachment unit interface)

Na przykład kabel, albo karta sieciowa łącząca DTE z DCE

MDI (the medium dependent interface)

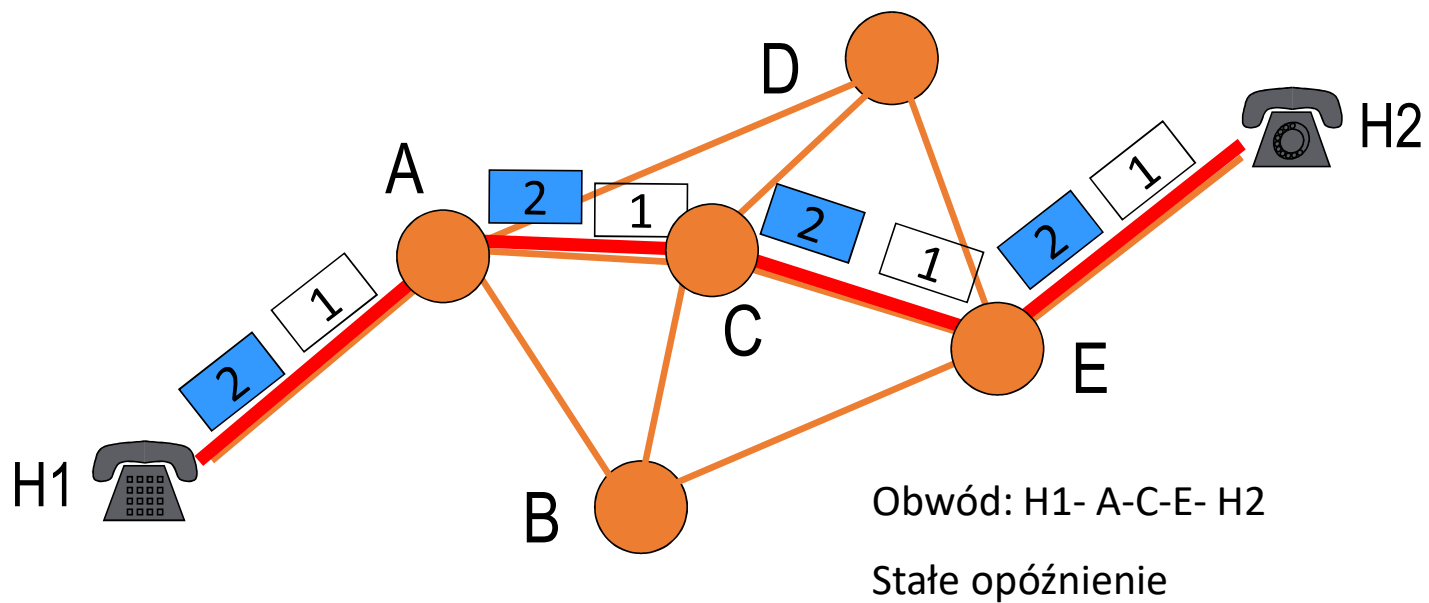
Łączy DCE z kanałem fizycznym, który może być parą przewodów, kablem, przekaźnikiem antenowym, światłowodem,

Techniki komutacji

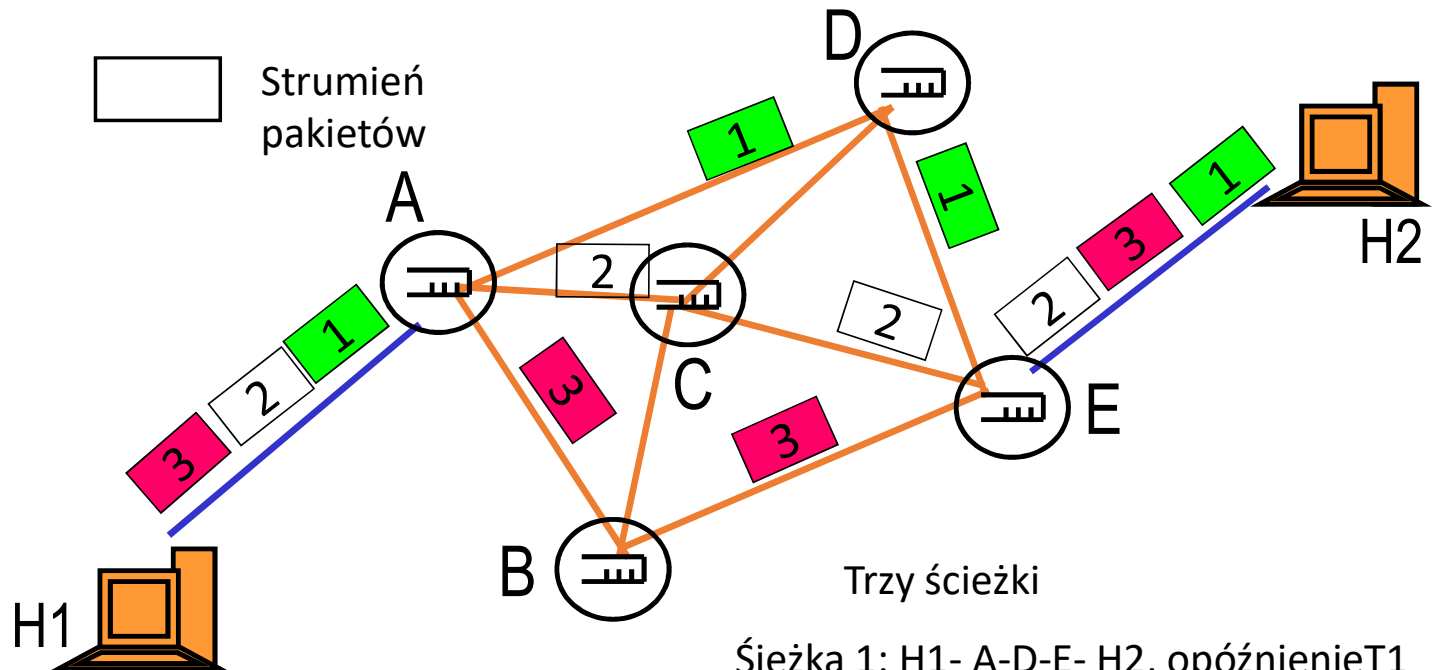
Są dwie możliwe metody zorganizowania komunikacji poprzez sieć:

1. Connection-oriented
2. Connectionless

tryb połączeniowy (komutacja obwodów)



Tryb bezpołączeniowy – komutacja pakietów



Ścieżka 1: H1- A-D-E- H2, opóźnienie T_1

Ścieżka 2: H1- A-C-E- H2, opóźnienie $T_1 T_2$

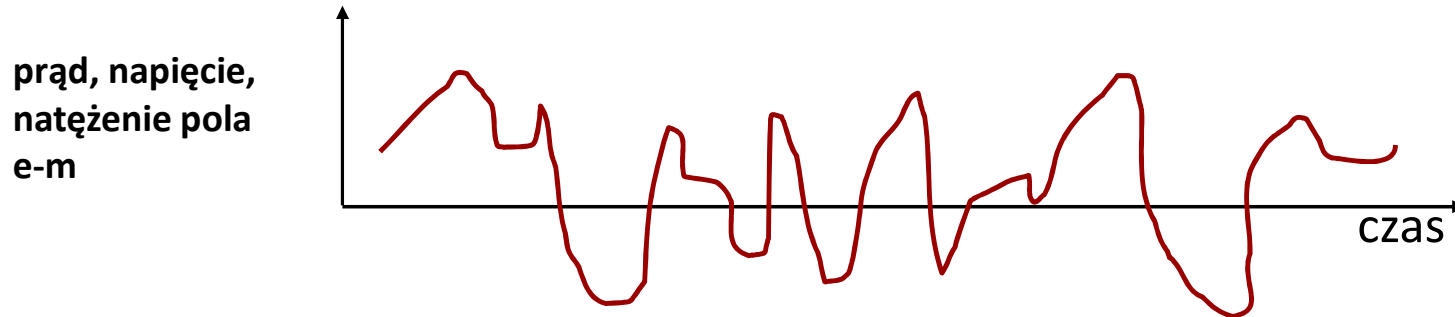
Ścieżka 3: H1- A-B-E- H2, opóźnienie $T_1 T_3$

Sygnały

- Informację przenoszą sygnały:
 - elektryczne
 - elektromagnetyczne
 - optyczne
- Sygnały – zmienne w czasie (analogowe) są odzwierciedleniem charakterystyk informacji:
 - ciśnienie akustyczne (dźwięk, głos)
 - jasność i kolor (obraz, grafika, dane)
 - wielkości pomiarowe, (temperatura, przyspieszenie, prędkość, itp.)

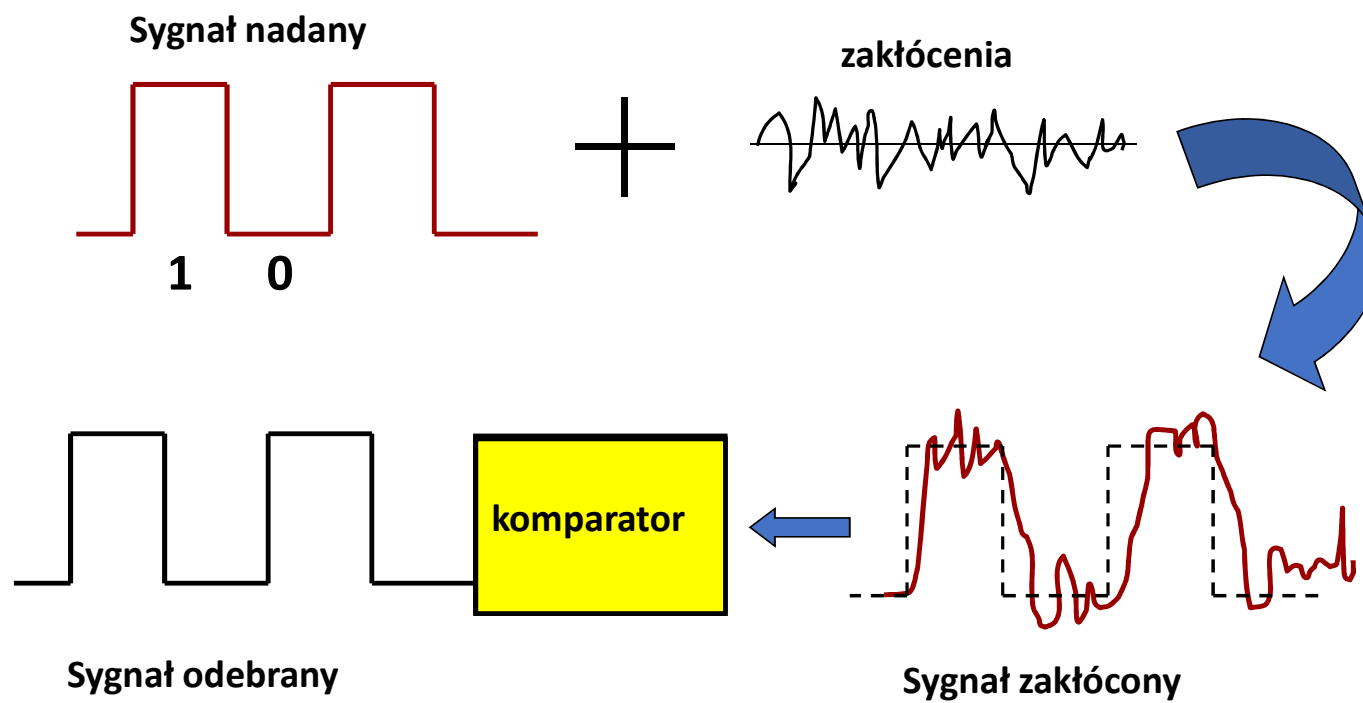
Odwzorowanie sygnałów

- Sygnał analogowy



- Sygnał analogowy ma wiele ograniczeń:
 - Jest bardzo podatny na wszechobecne zakłócenia
 - Trudno poddaje się przetwarzaniu
 - Jest mało dokładny, tzn. wymaga stosowania urządzeń wysokiej jakości, zatem drogich

Sygnał cyfrowy



Próbkowanie

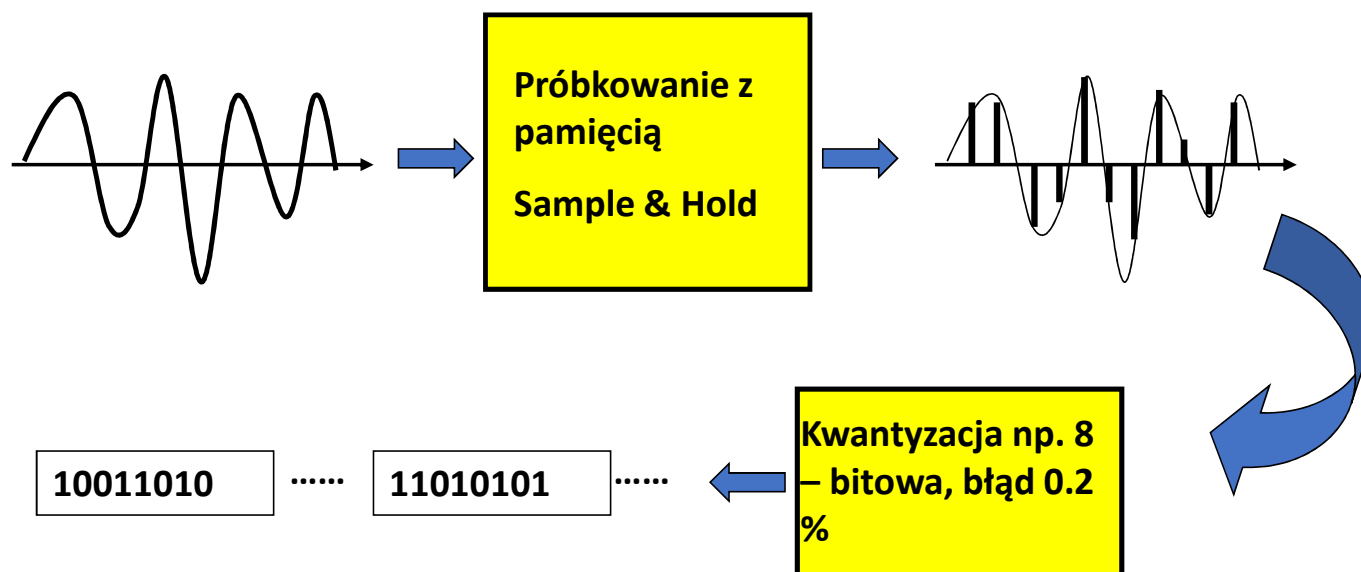
- Jeżeli sygnał analogowy jest dostatecznie regularny to można go przedstawić w postaci sumy sygnałów sinusoidalnych o różnych częstotliwościach –

widmo częstotliwościowe

- Konwersję sygnału analogowego na cyfrowy umożliwia tzw. **zasada próbkowania**:

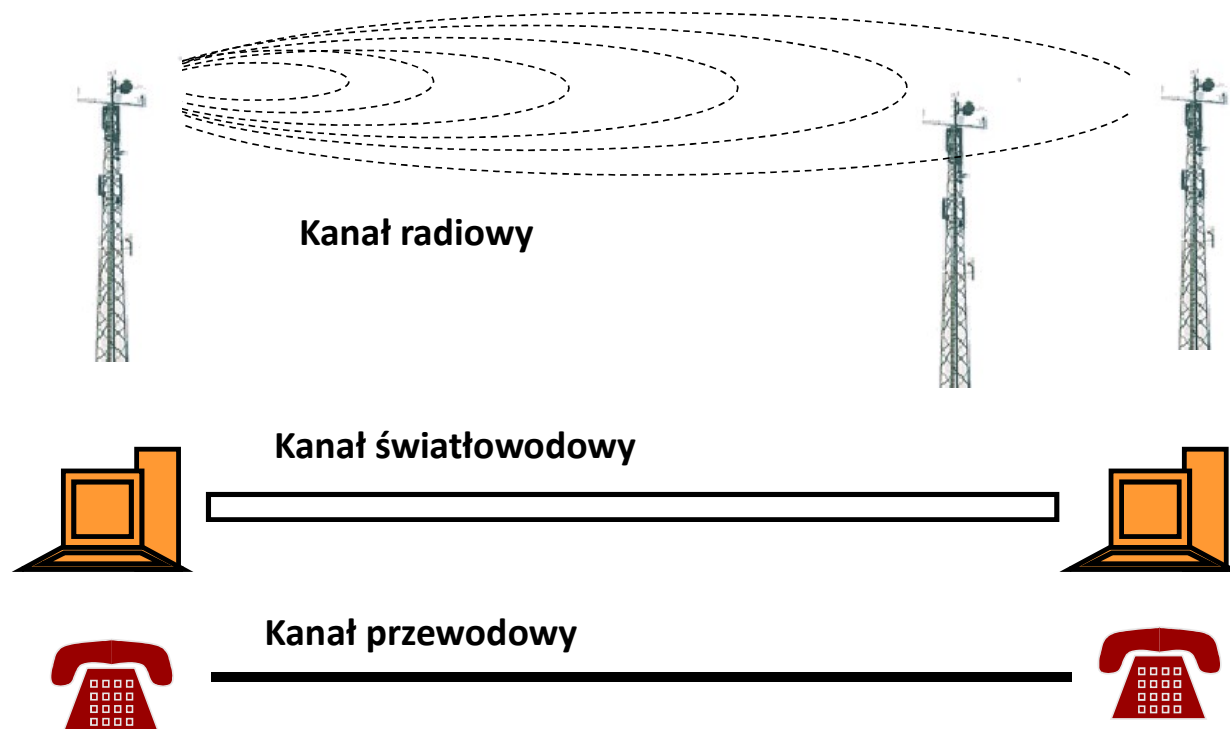
Aby odtworzyć wiernie sygnał analogowy na podstawie próbek, szybkość próbkowania musi być dwa razy większa niż najwyższa częstotliwość widma sygnału analogowego.

Konwersja analogowo-cyfrowa

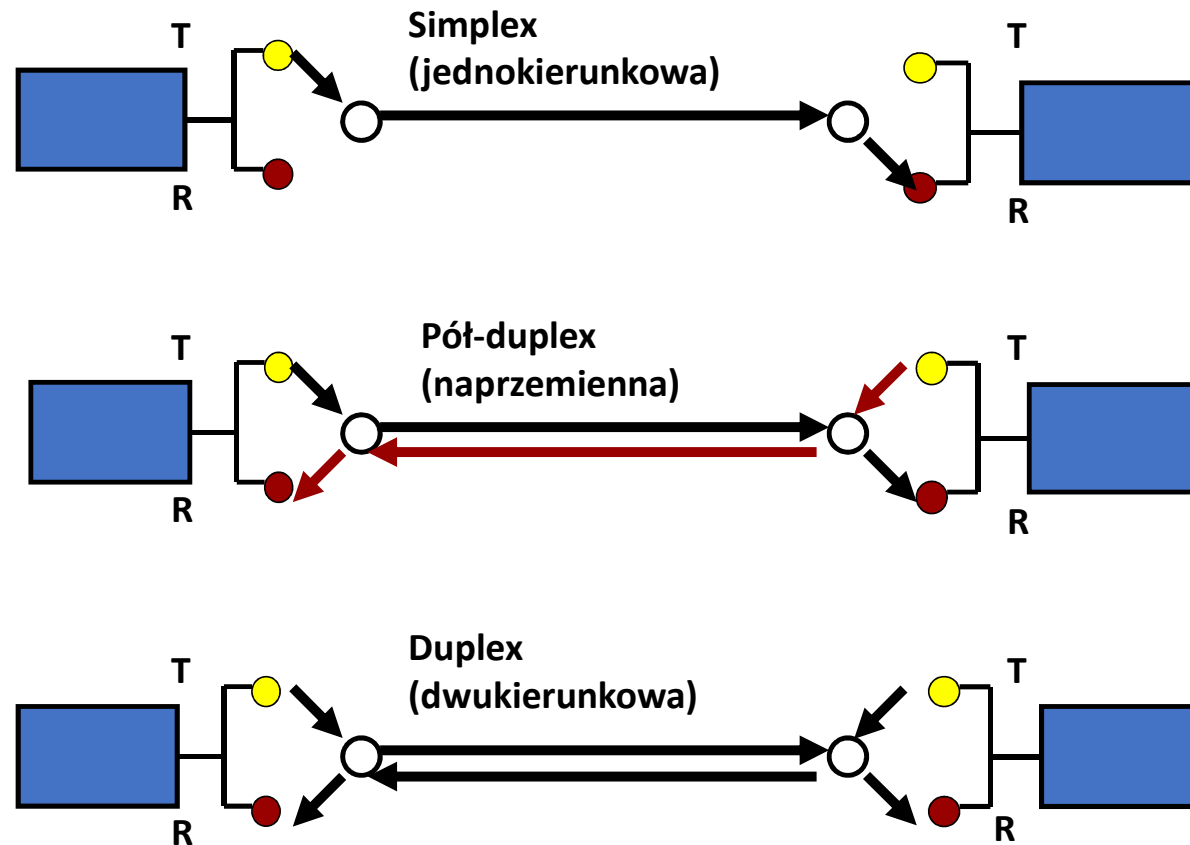


Przykład: Sygnał mowy 4 kHz wymaga 8000 próbek na sekundę, co daje sygnał cyfrowy $8000 \text{ próbek} \times 8 = 64 \text{ kb / sekundę}$

Media transmisyjne

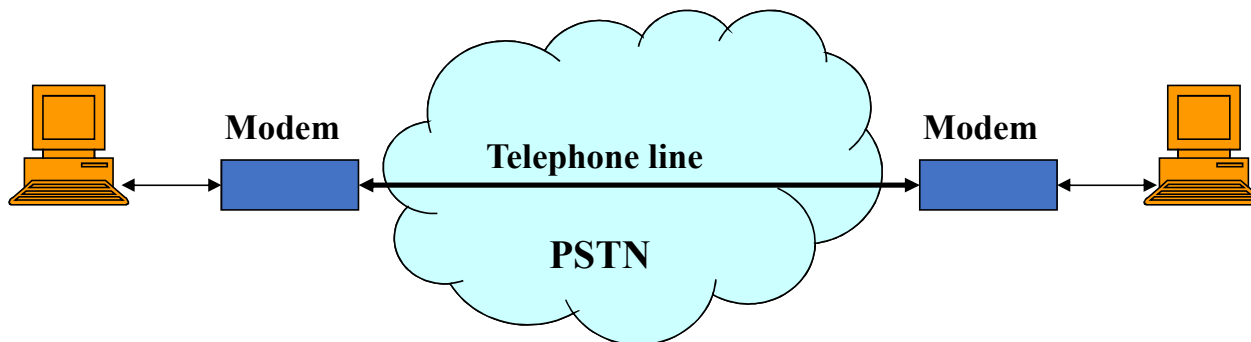


Tryby komunikacji - kierunek transmisji



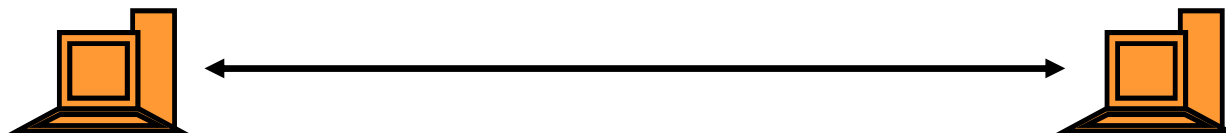
Modem Modulator/Demodulator

- Jest to urządzenie zapewniające współpracę terminala cyfrowego (np. komputera) z kanałem rozmównym telefonicznym o typowym zakresie częstotliwości 300 Hz – 3.4 kHz.
- Modemy wymieniają informację z szybkością od 300 b/s do 33.6 kb/s.
- Zwykle transmitowanych jest 10 bitów na znak.



Rodzaje transmisji

1. **Transmisja asynchroniczna** – transmisja danych, przy której zegary odbiornika, kanału transmisyjnego i nadajnika nie są ze sobą zsynchronizowane. Każdy znak (słowo, blok danych) jest poprzedzony bitem START i zakończony bitem lub większą liczbą bitów STOP, używanymi w odbiorniku do synchronizacji.
2. **Transmisja synchroniczna** – transmisja pomiędzy terminalami, przy której dane są przesyłane w blokach binarnych, a zegary nadajnika i odbiornika są utrzymywane w synchronizmie.



Komunikacja globalna, Next Generation Network

