



UNIwersytet
OPOLSKI

 INSTYTUT MATEMATYKI I INFORMATYKI

ul. Oleska 48, 45-052 Opole
tel. +48 77 452 72 05
fax +48 77 452 72 07
im@math.uni.opole.pl
www.math.uni.opole.pl

Sieci komputerowe

Fizyczna budowa sieci - urządzenia sieciowe

dr Zbigniew Lipiński

Instytut Matematyki i Informatyki

ul. Oleska 48

50-204 Opole

zlipinski@math.uni.opole.pl

Zagadnienia

Urządzenia sieciowe: wzmacniak, most, hub, przełącznik, router.

Funkcje routera.

Domena kolizyjna.

Budowa i zasada działania karty sieciowej.

Budowa i zasada działania modemu.

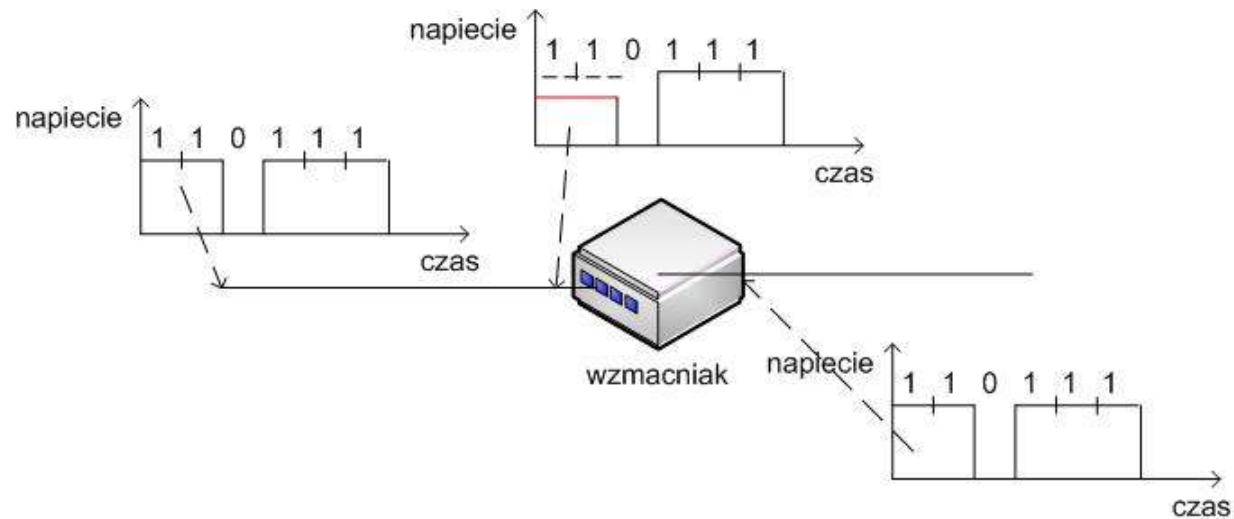
Wzmacniak (ang. repeater)

Wzmacniak, (ang.) **repeater**, jest urządzeniem, stosowanym w sieciach LAN, służącym do wzmacniania sygnału elektrycznego.

Wzmacniak jest urządzeniem **warstwy Fizycznej modelu OSI**, tzn. przesyła kopie sygnałów elektrycznych.

Wzmocnienie sygnału stosuje się gdy odległość między węzłami sieci (lub segmentami sieci) jest większa niż przewiduje standard, np. większa niż 100 m dla sieci Ethernet.

W sieci Ethernet (szybkość transmisji 10 Mb/s) można max. wykorzystać 4 wzmacniaki, tzn. max. odległości między węzłami sieci wynosi 500 m.



Koncentrator (ang. hub)

Koncentrator, (ang.) hub, wieloportowy wzmacniak z funkcjami wykrywania i usuwania błędów.

Koncentrator jest urządzeniem **warstwy Fizycznej modelu OSI**.

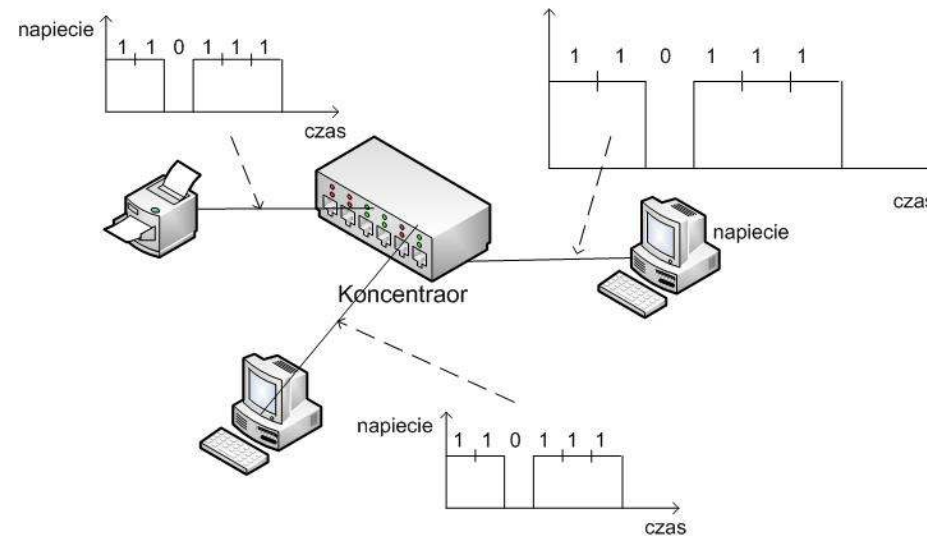
W standardzie Ethernet sieć jest dzielona na **domeny kolizyjne**.

W jednej domenie kolizyjnej może nadawać tylko jeden węzeł.

Dlatego węzły monitorują sieć (nasłuchują) kontrolując czy inny węzeł nie nadaje. Jeżeli w sieci nadaje więcej niż jeden węzeł sytuacja taka traktowana jest jako **błąd transmisji - kolizja**. Po wykryciu kolizji węzły w domenie kolizyjnej wstrzymują transmisję.

Koncentrator nie przełącza przesyłanych pakietów, tzn. węzły połączone koncentratorom tworzą jedną **domenę kolizyjną** (segment sieci).

Zasady dostępu do medium transmisyjnego i wykrywania kolizji w Ethernetie określa protokół CSMA/CD.



Most (ang. bridge)

Most, ang. bridge, jest urządzeniem transmisyjnym służącym do łączenia segmentów sieci (domen kolizyjnych).

Most jest urządzeniem **warstwy Łącza Danych modelu OSI**.

Standard dla mostów określa specyfikacja IEEE 802.1D.

Funkcje mostów:

- filtrowanie ruch ramek na podstawie adresów fizycznych (adresów MAC), tzn. most sprawdza adres MAC węzła docelowego i przesyła ramki do odpowiedniego segmentu sieci,
- analiza poprawności budowy ramki,
- buforowane transmisji (tzn. most przekazuje pełne ramki).

Most nie zapobiega kolizjom w transmisji broadcastowej, tzn. most nie blokuje transmisji na adres FF:FF:FF:FF:FF:FF.

Przełącznik (ang. switch)

Przełącznik, ang. switch, jest urządzeniem sieciowym służącym przesyłania pakietów w sieci na podstawie adresów fizycznych.

Przełącznik jest urządzeniem **warstwy Łacza Danych modelu OSI**.

Przełączniki tworzą tablice adresów MAC węzłów danego segmentu. Informacje o adresach zapisywana w pamięci CAM, (ang.) Content-Adressable-Memeory.

Przełącznik posiada możliwość buforowania pakietów, tzn. przechowywania pakietów w pamięci do czasu uzyskania informacji o ich poprawnej transmisji.

Przełącznik służą do dzielenia sieci na **domeny kolizyjne**.

W celu zmniejszenia domen kolizyjnych przełączniki stosują **'mikrosegmentację'**, tzn. przed transmisją danych między dwoma urządzeniami tworzą na portach połączenie typu 'punkt-punkt' zwane **obwodem wirtualnym**.

Zbiór połączeń typu punkt-punkt nazwa się **siecią wirtualną**.

Przełączniki przekazują **ramki rozgłoszeniowe** do wszystkich portów w danym segmencie sieci.

Przełącznik nie zapobiega kolizjom w transmisji broadcastowej, tzn. nie blokuje ruchu na adres broadcastowy FF:FF:FF:FF:FF:FF.

Przełączniki nie mogą łączyć sieci różnych typów LAN, np. Ethernet z Token Ring, do tego potrzebne są routery.

Router

Router jest urządzeniem transmisyjnym służącym do łączenia wielu logicznych podsieci.

Router jest urządzeniem **warstwy Sieci w modelu OSI**.

Router identyfikuje węzły w sieci na podstawie adresów IP.

Router jest urządzeniem:

- konfigurowalnym (ma własny system operacyjny),
- pozwala na sterowanie przepustowością sieci,
- ma wbudowane mechanizmy obsługi błędów.

Podstawowe funkcje routera:

- kierowanie datagramów do odpowiedniego, kolejnego routera (funkcja przełączania pakietów),
- ustalanie ścieżek (tras) transmisji datagramów.

Routery blokują ruch na adres broadcastowy FF:FF:FF:FF:FF:FF, tzn. dzielą sieć na domeny broadcastowe.

Router

W sieci internetowej dane przekazywane między węzłami, przechodzą przez wiele routerów.

Datagramy IP mogą być przekazywane różnymi trasami. Zadaniem routera jest wyznaczenie trasy o najniższym koszcie przesyłania datagramów.

Informacje o konfiguracji sieci (adresach IP sieci i węzłów, adresach MAC węzłów i innych routerów) router przechowuje w **tablicy routingu**.

Tablica routingu może być:

- dynamiczna, aktualizowana automatycznie przez router,
- statyczna, aktualizowana przez administratora sieci.

Protokół routingu protokół służący do wyznaczania najlepszej trasy przesyłania pakietu w sieci.

Routery wykorzystują **protokoły routingu** do wymiany danych o trasach i uaktualniania tablic routingu.

Routing

Routing jest procesem wyznaczania najkrótszej trasy i najlepszej metody przesyłania danych między użytkownikami sieci.

Przy określaniu najlepszej trasy routery posługują się zbiorem parametrów które służą do wyliczenia kosztu trasy.

Przykładowe parametry służące do wyliczenia kosztu trasy:

- liczba skoków, liczba routerów do odbiorcy pakietu, stosowany min. przez protokół RIP,
- pasmo przenoszenia, różnica między maks. i min. częstotliwością transmisji sygnałów w sieci, stosowany min. przez protokół OSPF,
- opóźnienie, czas przejścia pakietu od nadawcy do odbiorcy (IGRP, EIGRP),
- obciążenie sieci, stopień wykorzystania urządzeń i łącz (IGRP, EIGRP),
- niezawodność, liczba błędów występujących na danej trasie (IGRP, EIGRP),
- takty, opóźnienie w warstwie łącza danych, 1 takt = 1/18s, (IGRP, EIGRP),
- parametry określone przez administratora, mogą być kombinacją różnych parametrów.

Metryki routingu

Przykład. Wzór na metrykę dla protokołu EIGRP.

$$\text{metryka} = [K1 * \text{szerokosc_pasma} + \frac{K2 * \text{szerokosc_pasma}}{256 - \text{obciazenie}} + K3 * \text{opoznienie}] * \frac{K5}{\text{niezawodnosc} + K4}$$

Parametry TLV w datagramie EIGRP.

- **K1**, pole określa wagę szerokości pasma, domyślna wartość 1,
- **K2**, pole określa wagę obciążenia, domyślna wartość 0,
- **K3**, pole określa wagę przepustowości, domyślna wartość 1,
- **K4**, pole określa wagę niezawodności, domyślna wartość 0,
- **K5**, pole określa wagę niezawodności, domyślna wartość 0,
- **Hold time**, maks. czas jaki router czeka na kolejną wiadomość Hello IEGRP.

Tablica routingu

Jeżeli router znajdzie kilka tras o takim samym koszcie to **rozkłada transmisję na kilka tras**, równoważy obciążenie tras (load balancing).

Możliwe jest też **równoważenie obciążenia tras nierównorzędnych**, tzn. o różnych kosztach.

Tego typu równoważenie obciążenia mogą stosować protokoły EIGRP i IGRP.

Struktura tablicy routingu :

- kod (C, S, I, R, M, B, D, EX, 0, IA, N1, ...),
- adres IP i maska sieci zdalnej lub połączonej bezpośrednio,
- informacja o interfejsie wyjściowym lub informacja o adresie IP routera następnego skoku.

Przykłady kodów:

C - sieć połączona bezpośrednio, S - routing statyczny, I - IGRP,
R - RIP, M - mobile, B - BGP, D - EIGRP, EX - EIGRP external, 0 - OSPF.

Dystans administracyjny jest liczbą zakresu 0-255, służy do określenia wiarygodności trasy.

Wartość 0 oznacza pełne zaufanie, 255 – brak zaufania.

Routery posługują się tym parametrem jeżeli uzyskują informacje o parametrach transmisji danej trasy z kilku źródeł.

Protokoły routingu

Protokoły routingu dzieli się ze względu sposób budowania tablic routingu na:

- protokoły wektorowe,
- protokoły stanu łącza,
- protokoły hybrydowe.

Protokoły routingu należące do rodziny TCP/IP:

RIP, (ang.) Routing Information Protocol

RFC 1058, 1721, 1722, 1723, 1724, RIP dla IPv6 RFC 2080.

Protokół trasowania metodą wektora odległości.

EIGRP, (ang.) Enhanced IGRP. Bezklasowym protokół routingu, tablice routingu wyznacza na podstawie wektora odległości.

IGRP, (ang.) Interior Gateway Routing Protocol

Trasowanie metodą wektora odległości (protokół Cisco, wycofany z użycia).

IS-IS (ang.) Intermediate System to Intermediate System, trasowania metodą stanu łącza.

OSPF, (ang.) Open Shortest Path First, RFC 1245, 1246, 1247, 1850, 2328, 2740, 3137.

Trasowanie metodą hybrydową.

Dodatkowe funkcje routera

Dodatkowe funkcje routera:

- może być wykorzystywany jako firewall do zabezpieczenia sieci,
- urządzenie tłumaczące adresy sieciowe NAT, (ang.) Network Address Translation.

Usługa **NAT** polega na tłumaczeniu adresów IP hostów z zakresu adresów **prywatnych** na adresy publiczne (widoczne w sieci Internet).

Każdy z pakietów z sieci lokalnej ma zamieniany adres źródłowy na adres routera NAT.

Hosty w sieci lokalnej są reprezentowane w Internecie przez adres IP routera.

Karta sieciowa

Każdy węzeł sieci (komputer, drukarka) musi być wyposażony w kartę sieciową.

W zależności od typu sieci, karta musi być zgodna z odpowiednim standardem Ethernet, FDDI, Token Ring.

Funkcje karty sieciowej:

- kodowanie/dekodowanie danych
- rozpoznawanie adresu odbiorcy danych
- wykrywanie błędów
- zarządzanie dostępem do sieci
- formatowanie ramek
- generowanie sum kontrolnych ramek (np.CRC)
- generowanie sygnałów.

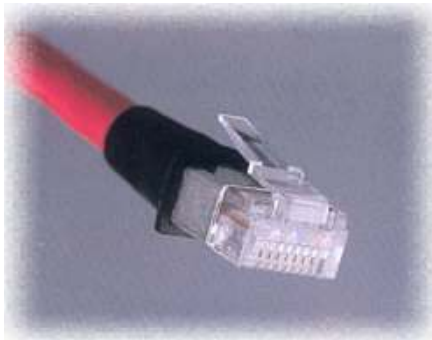
Złącza kart sieciowych

Typy złącz w kartach ethernetowych:

- złącze ISA (98-stykowe)
- złącze EISA
- złącze PCI
- złącze PC Card (PCIMCA) (złącze w notebookach).

Gniazda/złącza karty ethernetowej:

- RJ-45 (złącze dla skrętki)
- BNC (złącze dla standardu 10Base2)
- 15-stykowe złącze DIX, (DIX - Digital, Intel, Xerox).

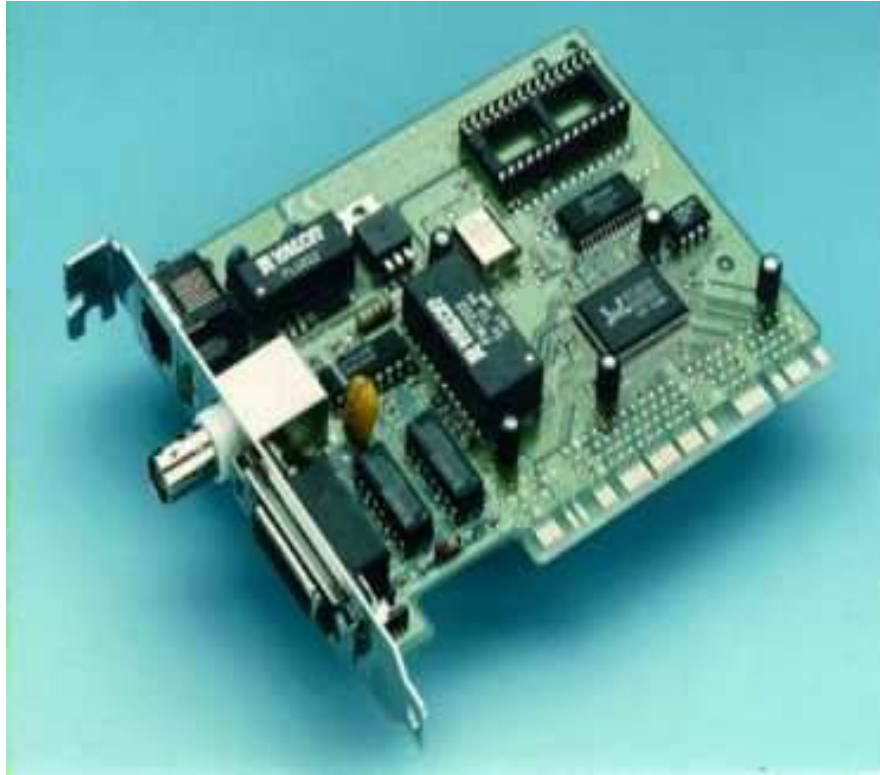


Złącze RJ-45



Złącze BNC

Budowa karty sieciowej



Karta sieciowa ze złączem PCI

Elementy karty sieciowej

Elementy karty sieciowej:

- kontroler ethernet'owy
- pamięć RAM
- mikroprocesor
- wewnętrzny nadajnik/odbiornik (transmisja danych przez złącze BNC)
- koder/dekoder
- pamięć ROM
- układy współpracy z szynami systemowymi.

Pamięć ROM zawiera testy diagnostyczne, program inicjalizacji, funkcje odświeżania pamięci RAM oraz oprogramowanie obsługi interfejsów.

Modem

Modem

jest urządzeniem służącym do przesyłania danych cyfrowych poprzez łącza telefoniczne.

Aby transmisja danych cyfrowych mogła się odbywać poprzez łącza telefoniczne dane cyfrowe muszą być przekształcane na sygnały analogowe i odwrotnie.

Modemy wykorzystują zakres częstotliwości sygnałów od **300 Hz** do **3,3 kHz**.

Konwersja sygnałów dokonywana jest w modemach w procesie **modulacji i demodulacji**.

Urządzenia CSU/DSU

Urządzenia **CSU/DSU** służą do łączenia sieci WAN z sieciami LAN.

Urządzenie CSU/DSU (Channel Service Units / Data Service Unit) pełnią rolę 'modemów cyfrowych', tzn. łączą transmisję cyfrową między różnymi standardami sieciowymi, np. Frame Relay z sieciami LAN, cyfrowe sieci telefoniczne T1 z sieciami LAN.

Urządzenie **DSU** łączy np. switch telekomunikacyjny typu T1 z urządzeniem **CSU**, które połączone jest np. z routerem (urządzenie typu DTE) w sieci LAN.

Urządzenie CSU/DSU przekształca format ramek odpowiedni dla danej sieci.