

Przełącznik

Wprowadzenie – jak uniknąć obciążeń w lokalnej sieci komputerowej

Redukcję obciążenia lokalnej sieci komputerowej i zwiększenie przepustowości łącza realizuje się przez segmentację sieci, czyli podział sieci na mniejsze jednostki. Przełączniki w lokalnej sieci komputerowej zmniejszają liczbę domen kolizyjnych i ograniczają zbędny ruch w sieci przez jej segmentację. Takie działanie przełączników zwiększa wykorzystanie pasma oraz jego przepustowość.

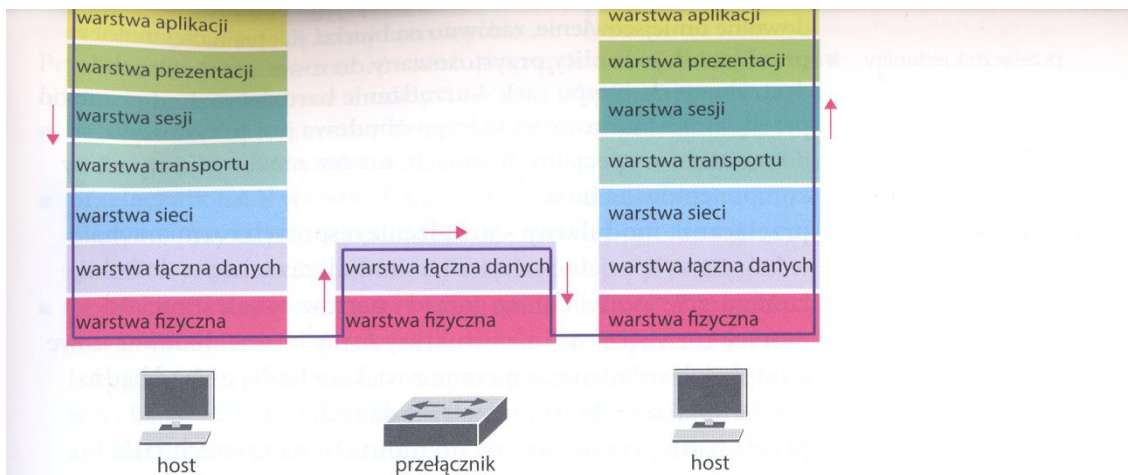
W tym rozdziale nauczysz się:

- rozpoznawania domen kolizyjnych i rozgłoszeniowych,
- dzielenia sieci na segmenty za pomocą przełączników,
- zarządzania ruchem sieciowym w segmentach i między nimi.

3.1 Budowa i rodzaje przełączników

Przełącznik (ang. *switch*) to urządzenie łączące segmenty sieci komputerowej i pracujące w warstwie pierwszej (fizycznej) i drugiej (łącza danych) modelu OSI/ISO (rys. 3.1).

Zadaniem przełącznika jest przekazywanie ramek PDU z interfejsu wejściowego na interfejs wyjściowy z wykorzystaniem adresów MAC. Przełącznik pełni rolę punktu koncentracji dla podłączonych stacji roboczych, serwerów, ruterów, koncentratorów oraz innych przełączników. Urządzenia te są używane standardowo w lokalnych sieciach komputerowych LAN typu Ethernet w topologii gwiazdy.



Rys. 3.1. Zasada działania przełącznika w modelu OSI/ISO

● Budowa przełącznika

Przełącznik jest wieloportowym urządzeniem sieciowym wyposażonym w 4, 8, 16 i więcej **gniazd 8P8C** (ang. *8 Position 8 Contact socket*), do których podłączamy komputery kablem prostym (skrętką miedzianą) zakończonym wtyczką RJ45.

Przełącznik może też mieć wbudowane:

- **gniazdo konsolowe**, do którego podłącza się komputer w celu zarządzania przełącznikiem,
- **gniazdo mini-GBIC** (ang. *Giga Bit Interface Converter*) używane do przejścia z medium światłowodowego na medium elektryczne (np. moduły SFP),
- **porty CX4** do łączenia przełączników w stosy,
- **port USB** (ang. *Universal Serial Bus*) lub **gniazdo PCMCIA** (ang. *Personal Computer Memory Card International Association*) do podłączenia nośników danych lub innych urządzeń sieciowych.

gniazdo 8P8C

gniazdo konsolowe

gniazdo mini-GBIC

port CX4

port USB

gniazdo PCMCIA

Oprócz gniazd interfejsów sieciowych przełącznik jest wyposażony w złącze zasilania oraz wiele diod sygnalizujących działanie poszczególnych połączeń. Niektóre przełączniki mają zapewnione chłodzenie w postaci wbudowanych wentylatorów.

● Rodzaje przełączników

Przełączanie (ang. *switching*) jest realizowane tylko za pomocą **przełączników sprzętowych**, które mogą mieć własny system operacyjny.

przełączanie

przełącznik sprzętowy

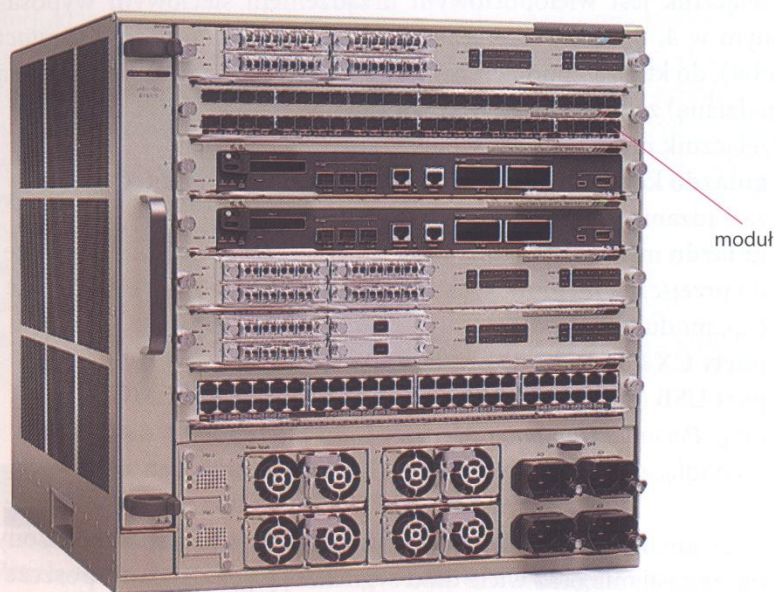
Pod względem budowy rozróżnia się:

- **przełącznik biurkowy** – zazwyczaj niewielkie urządzenie bez możliwości wymiany komponentów, które jest przeznaczone do pracy

przełącznik biurkowy

w warunkach domowych lub małej firmy; jego obudowa umożliwia dowolne umiejscowienie, zarówno na biurku, jak też na ścianie,

- **przełącznik jednolity** przystosowany do montażu w szafach dystrybucyjnych typu rack – urządzenie bardziej rozbudowane od przełącznika biurkowego, którego obudowa jest przystosowana do montażu w specjalnych szafach; nie ma możliwości wymiany komponentów na inne,
- **przełącznik modułarny** – urządzenie o sporych rozmiarach, w którym są specjalne miejsca na moduły zawierające dowolną konfigurację wentylatorów, gniazd i portów; w zależności od potrzeb rozwijającej się infrastruktury firmy można dodawać nowe moduły lub wymienić je na inne z większą liczbą gniazd bądź z gniazdami o szybszym transferze danych (rys. 3.2),
- **przełącznik przystosowany do montażu na szynach DIN** (niem. *Deutsches Institut für Normung*) – są to przełączniki przeznaczone do zastosowań przemysłowych, które mogą być mocowane w szafach oraz w rozdzielnicach elektrycznych.



Rys. 3.2. Przełącznik modułarny Cisco Catalyst 6807-XL

Fot. Cisco

W zależności od obszaru działania przełączników wyróżniamy następujące ich typy:

- **przełącznik WAN** wykorzystywany do przełączania ruchu w sieciach rozległych WAN,
- **przełącznik ATM** służący do obsługi usług multimedialnych, a także do przełączania transferu pakietów danych w szerokopasmowych sieciach rozległych,

- **przełącznik LAN** wykorzystywany do przełączania ruchu w lokalnych sieciach komputerowych.

Przełączniki LAN można również pogrupować w zależności od obszaru pracy w warstwie modelu OSI/ISO. Wyróżnia się:

- **przełącznik LAN warstwy drugiej** realizujący przełączanie i filtrację przy użyciu adresu MAC,
- **przełącznik LAN warstw drugiej i trzeciej** przełączający nie tylko przy użyciu adresu MAC, ale również informacji charakterystycznych dla warstwy trzeciej (adresy IP, ACL),
- **przełącznik wielowarstwowy** (ang. *multilayer switch*) pracujący w warstwie pierwszej (fizycznej), drugiej (łącza danych) i trzeciej (sieci) modelu OSI/ISO, nazwany też **przełącznikiem rutującym**; w tej kategorii mieści się również **przełącznik zawartości lub aplikacji** pracujący w warstwach od czwartej (transportu) do siódmej (aplikacji).

Istnieje również podział przełączników na zarządzalne i niezarządzalne. W sieciach małych firm oraz w sieciach domowych najczęściej spotkamy **przełączniki niezarządzalne** (ang. *unmanaged switch*), ponieważ ich konfiguracja nie jest skomplikowana, a koszt zakupu niewielki. Natomiast w dużych lokalnych sieciach komputerowych firm, w których ruch sieciowy jest bardzo duży, a także w **sieciach konwergentnych** (ang. *converged network*), łączących transmisję danych, dźwięku i obrazu przez jeden interfejs, wykorzystuje się **przełączniki zarządzalne** (ang. *managed switch*).

przełącznik LAN

przełącznik LAN warstwy drugiej

przełącznik LAN warstw drugiej i trzeciej

przełącznik wielowarstwowy

przełącznik rutujący

przełącznik zawartości lub aplikacji

przełącznik niezarządzalny

sieć konwergentna

przełącznik zarządzalny

3.2 Domena kolizyjna i rozgłoszeniowa sieci komputerowej

Domena kolizyjna (ang. *collision domain*) to logiczny fragment sieci komputerowej, w którym urządzenia sieciowe rywalizują o dostęp do medium transmisyjnego i współdzielą pasmo częstotliwości. Efektywność komunikacji w sieci, w której występuje znaczna liczba domen kolizyjnych, bardzo szybko maleje wraz ze zwiększaniem się liczby hostów wysyłających równocześnie pakiety danych. Maksymalna liczba urządzeń sieciowych nie powinna być większa niż 1024, ponieważ powyżej tej wartości sieć może być zablokowana przez kolizje.

domena kolizyjna

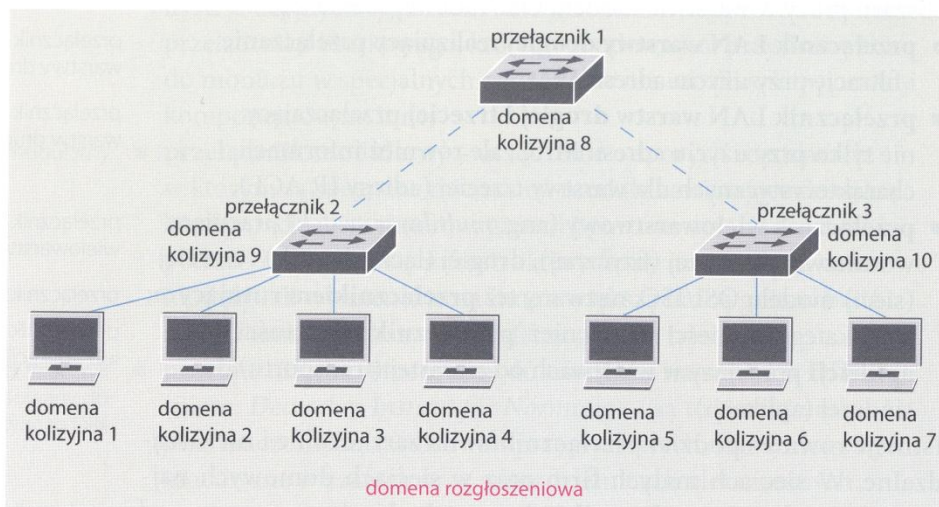
Zmniejszenie liczby domen kolizyjnych jest realizowane za pomocą **segmentacji sieci** (ang. *network segmentation*), czyli podziału sieci komputerowej na segmenty.

segmentacja sieci

Domena rozgłoszeniowa (ang. *broadcast domain*) to logiczny obszar sieci komputerowej, w którym przełącznik może bezpośrednio

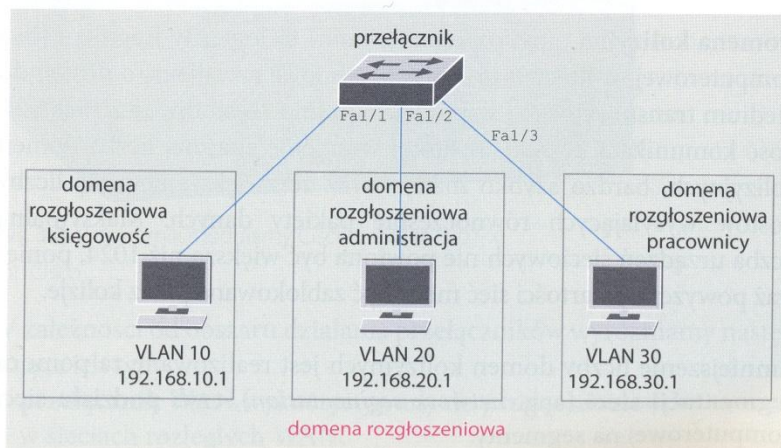
domena rozgłoszeniowa

przekazać dane do innego urządzenia w obszarze tej domeny bez korzystania z pośrednictwa routera. Domena rozgłoszeniowa łączy ze sobą domeny kolizyjne w danej sieci (rys. 3.3).



Rys. 3.3. Domeny kolizyjne i domena rozgłoszeniowa w sieci komputerowej

Duże domeny rozgłoszeniowe powodują obniżenie wydajności transmisji danych w lokalnej sieci komputerowej. W związku z tym dzieli się domeny rozgłoszeniowe na mniejsze z użyciem technologii **VLAN** (ang. *Virtual Local Area Network*), która umożliwia podział portów w przełączniku na logiczne odizolowane grupy. Podział taki ogranicza liczbę urządzeń generujących nadmierny ruch rozgłoszeniowy w sieci, a mniejsze domeny rozgłoszeniowe, przyporządkowane poszczególnym grupom organizacyjnym w firmie, można przypisać odpowiednim portom przełącznika (rys. 3.4).

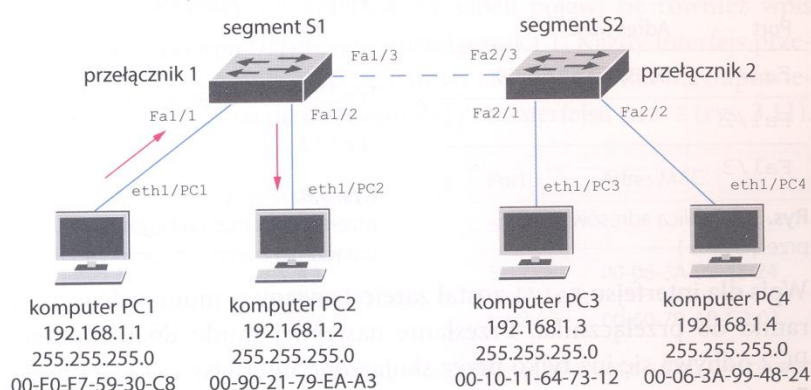


Rys. 3.4. Schemat podziału sieci na kilka domen rozgłoszeniowych

Źródło: W. Lewis: *CCNA Exploration. Przełączniki sieci LAN i sieci bezprzewodowe*, s. 162, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.

3.3 Tworzenie segmentów sieci komputerowej

W sieci lokalnej **połączenie** między hostami a przełącznikiem jest typu **punkt-punkt** (ang. *point-point link*). Umożliwia to pełny dostęp do maksymalnej wielkości pasma, co znacznie zwiększa jego przepustowość. Tym samym stwarza środowisko wolne od kolizji i możliwość **pełnego duplexu** (nadawanie i odbieranie pakietów jednocześnie w obu kierunkach). Znaczącymi korzyściami wynikającymi z wykorzystania przełącznika w sieci są małe opóźnienia przesyłania ramek PDU oraz duża prędkość przesyłania danych. Przekazywanie ramek w każdym segmencie sieci jest realizowane **metodą dostępu do nośnika CSMA/CD** (ang. *Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect*), czyli metodą wielodostępu z badaniem stanu nośnika i wykrywaniem kolizji. Segmenty sieci mają takie same granice jak granice domen kolizyjnych (rys. 3.5)¹.



Rys. 3.5. Schemat ruchu sieciowego w segmencie S1

Na rysunku 3.5 pokazano schemat lokalnej sieci komputerowej podzielonej na dwa segmenty S1 i S2. Działanie tej sieci jest zapewnione przez spełnienie następujących warunków:

- przełączniki 1 i 2 są połączone kablem krosowym,
- komputery 1 – 4 są połączone z przełącznikami 1 i 2 przewodami sieciowymi prostymi,
- komputery PC1 – PC4 mają adresy IP z tej samej adresacji sieci, w tym przypadku 192.168.1.0.

Przesyłanie ramek PDU w obrębie segmentu S1 za pomocą przełącznika 1 odbywa się z wykorzystaniem tablicy adresów MAC. Komputer PC1 wysyła ramkę PDU do komputera PC2. Ramka PDU ma dwa istotne pola z punktu widzenia przełącznika – adres źródłowy i adres docelowy MAC (rys. 3.6)

¹ W. Lewis: *Akademia sieci komputerowych CCNA semestr 3 Podstawy przełączania oraz routing pośredni*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.

Preambuła	Adres źródłowy	Adres docelowy	Typ	Dane	Wypełnienie	CRC
	00-E0-F7-59-30-C8	00-90-21-79-EA-A3				

Rys. 3.6. Ramka Ethernet z polami adresów MAC

Kiedy ramka PDU dotrze do interfejsu Fa1/1 przełącznika 1, odczytuje on adres docelowy i sprawdza, czy ma taki wpis w tablicy adresów MAC. Jeśli nie ma takiego wpisu, to przełącznik stosuje **technikę zalewową** (ang. *flooding*) i wysyła ramki na wszystkie aktywne interfejsy oprócz tego interfejsu, na który tę ramkę otrzymał. Ramki PDU są wysyłane na interfejsy Fa1/2 i Fa1/3. Odbiór ramki potwierdzi tylko komputer PC2, gdyż to jego adres MAC jest adresem docelowym (rys. 3.7).

W wyniku odpowiedzi komputera PC2 na transmisję z komputera PC1 w tablicy adresów przełącznika 1 pojawia się wpis dotyczący komputera PC2 (rys. 3.8).

Port	Adres MAC
Fa1/1	00-E0-F7-59-30-C8
Fa1/2	
Fa1/3	

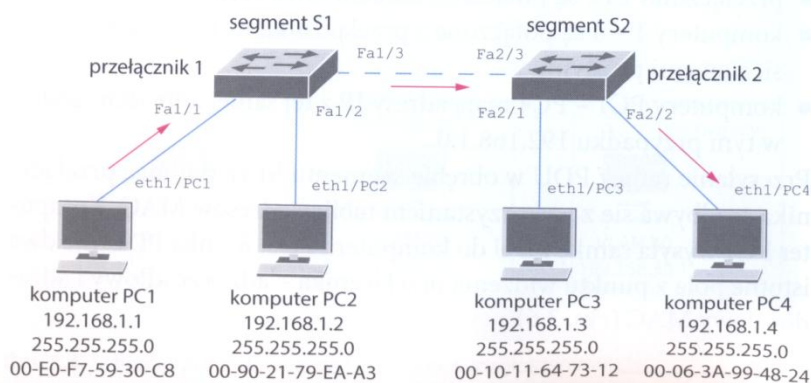
Rys. 3.7. Tablica adresów MAC przełącznika 1

Port	Adres MAC
Fa1/1	00-E0-F7-59-30-C8
Fa1/2	00-90-21-79-EA-A3
Fa1/3	

Rys. 3.8. Tablica adresów MAC przełącznika 1 po nawiązaniu połączenia z komputerami PC1 i PC2

Wpis dla interfejsu Fa1/1 został zarejestrowany w momencie wejścia ramki do przełącznika. Przesłanie następnej ramki do komputera PC2 odbywa się już tylko przez skojarzone interfejsy Fa1/1 i Fa1/2. Proces ten jest nazywany **filtrowaniem** (ang. *filtering*). Wykorzystuje on istniejące wpisy w tablicy adresów.

Rozpatrzmy przesyłanie ramek PDU między dwoma segmentami sieci S1 i S2 (rys. 3.9). Ramka jest wysyłana z komputera PC1 do komputera PC4.



Rys. 3.9. Schemat ruchu sieciowego między segmentami S1 i S2

Ramka (rys. 3.10) pojawiła się na interfejsie Fa1/1 przełącznika 1. Sprawdza on wpisy w swojej tablicy adresów MAC – w tablicy nie ma wpisu z adresem docelowym komputera PC4.

Preambuła	Adres źródłowy	Adres docelowy	Typ	Dane	Wypełnienie	CRC
	00-E0-F7-59-30-C8	00-06-3A-99-48-24				

Rys. 3.10. Ramka Ethernet z adresem źródłowym PC1 i adresem docelowym PC4

W wyniku tego zostaje uruchomione wysyłanie zalewowe ramki na wszystkie aktywne interfejsy przełącznika 1 z wyłączeniem interfejsu Fa1/1. Ramka pojawiła się również na interfejsie Fa2/3 przełącznika 2. Przełącznik ten sprawdza, czy w segmencie S2 jest komputer o adresie MAC 00-06-3A-99-48-24, rozsyłając zalewowo ramki na wszystkie aktywne interfejsy z wyłączeniem interfejsu Fa2/3. Komputer PC4 odpowiada na transmisję danych z komputera PC1, przełącznik 2 zapisuje adres MAC komputera PC4. W tabeli pojawi się również wpis z adresem MAC interfejsu Fa1/3 przełącznika 1. Każdy interfejs przełącznika 2 i przełącznika 1 ma unikatowy adres MAC. Ramka odpowiedzi zostanie przekazana do interfejsu Fa1/3 z interfejsu Fa2/3 (rys. 3.11).

Port	Adres MAC	Port	Adres MAC
Fa1/1	00-E0-F7-59-30-C8	Fa2/1	
Fa1/2	00-90-21-79-EA-A3	Fa2/2	00-06-3A-99-48-24
Fa1/3	00-01-97-C8-1C-01	Fa2/3	00-60-70-AB-C2-01

Rys. 3.11. Tablica adresów MAC przełącznika 1 i przełącznika 2 dla ruchu sieciowego między segmentami S1 i S2

3.4 Dobór przełącznika

Dobierając przełącznik, należy zwrócić uwagę na jego parametry techniczne, które uwarunkują jego zastosowanie:

- liczba dostępnych gniazd i ich rodzaje,
- określone wymiary,
- sposób mocowania,
- wielkość pamięci do przechowywania informacji o adresach MAC,
- czy jest to przełącznik zarządzalny czy niezarządzalny.

Kolejnym kryterium doboru dla przełączników zarządzalnych są zaawansowane funkcje, jakie przełączniki mają realizować w danej sieci komputerowej. Popularnymi funkcjami są:

- implementacja **standardu IEEE 802.1q** (VLAN); przełączniki zarządzalne implementujące ten standard mają możliwość tworzenia wirtualnych sieci lokalnych obejmujących fizycznie kilka przełączników, a logicznie traktowanych jak jedna sieć lokalna;

standard IEEE 802.1q

- w ramach tego standardu jeden przełącznik może obsługiwać wiele sieci wirtualnych,
- standard PoE ■ implementacja **standardu PoE** (ang. *Power over Ethernet*);
technologia zasilania za pomocą skrętki urządzeń peryferyjnych będących elementami sieci Ethernet, np. kamer internetowych,
 - VoIP ■ urządzeń komunikacji **VoIP** (ang. *Voice over Internet Protocol*),
adapterów sieci bezprzewodowej i punktów dostępu,
 - QoS ■ ograniczanie dostępu do usług i **QoS** (ang. *Quality of Service*);
przełącznik zarządzalny z tą funkcjonalnością ma możliwość tworzenia list kontroli dostępu ACL oraz zarządzania pasmem i transferem danych; dzięki temu nawet w sieci bez routera można wprowadzić ograniczenia usług lub pasma na poziomie portów przełącznika lub adresów MAC.

Podsumowanie

Przełączniki są używane standardowo w sieciach LAN typu Ethernet w topologii gwiazdy. Wykonywane przez nie zadania to: przełączanie i kierowanie ramek PDU do odpowiednich interfejsów, aktualizowanie wpisów w tablicy adresów MAC. Zastosowanie ich w lokalnej sieci komputerowej powoduje zmniejszenie domen kolizyjnych oraz podział na mniejsze domeny rozgłoszeniowe. Takie działanie powoduje usunięcie zatorów w sieci i przyspieszenie jej pracy. Proces ten nosi nazwę segmentacji sieci lokalnej. Przełącznik współpracuje z hostem na zasadzie tworzenia połączenia punkt-punkt. Zwiększa przepustowość sieci w momencie, gdy zachodzi taka potrzeba.

Typy przełączników

Kategoria podziału	Typ przełącznika	
Budowa	biurowy	
	jednolity do montażu w szafie rack	
	modułowy	
	przeznaczony do montażu na szynie DIN	
Obszar działania	sieci WAN	
	sieci ATM	
	sieci LAN	warstwa 2. w modelu OSI/ISO
		warstwy 2. i 3. w modelu OSI/ISO
		wielowarstwowy w modelu OSI/ISO
Konfigurowalność	niezarządzalny	
	zarządzalny	