W drodze do CCNA

Adam Józefiok

Część II

Certyfikat na wyciągnięcie ręki!

Sieci VLAN i sieci rozległe

Routing, protokoły i algorytmy routingu

Translacja adresów, listy kontroli dostępu i przykładowy egzamin

Helion

W drodze do CCNA. Część II

Autor: Adam Józefiok
ISBN: 978-83-246-2704-2
Format: 158×235, stron: 320

Certyfikat na wyciągnięcie ręki!

- Sieci VLAN i sieci rozległe
- Routing, protokoły i algorytmy routingu
- Translacja adresów, listy kontroli dostępu i przykładowy egzamin

Jeśli interesuje Cię ta książka, z pewnością wiesz, jak wielkim ułatwieniem przy zdobywaniu i utrzymaniu świetnie opłacanej pracy jest certyfikat CCNA. Masz już za sobą pierwszy etap przygotowań, poświadczony zdaniem egzaminu ICND1, a przed sobą perspektywę poszerzenia wiedzy i przystąpienia do egzaminu ICND2. Wiesz też, że warto iść za ciosem, by jak najszybciej zdobyć szlify mistrza w dziedzinie sieci komputerowych i tworzyć sprawne, szybkie oraz bezawaryjne sieci, dostosowane do indywidualnych potrzeb ich użytkowników. Pora zatem zabrać się do dzieła.

Druga część książki „W drodze do CCNA" zawiera informacje pozwalające wejść na wyższy poziom wtajemniczenia i bez kłopotu otrzymać certyfikat ICND2. Poza krótkim przypomnieniem zagadnień z zakresu ICND1 oraz ważnych wiadomości na temat samego egzaminu znajdziesz tu wiadomości o sieciach VLAN, sieciach rozległych i protokołach STP oraz IPv6. Dowiesz się, czym różni się routing statyczny od dynamicznego, jak działają konkretne protokoły routingu (OSPF, EIGRP) i jakie algorytmy są przy tym wykorzystywane. Przeczytasz o listach kontroli dostępu i translacji adresów. Będziesz też mógł rozwiązać zadania z przykładowego egzaminu, uporządkować wiedzę dzięki słownikowi pojęć i skorzystać ze spisu literatury tematycznej, zamieszczonego na końcu książki.

- Certyfikacja Cisco
- Przypomnienie wiadomości z ICND1
- Sieci VLAN
- Protokół STP
- Protokoły routingu i algorytmy routingu
- Protokoły routingu – OSPF
- Routing i protokoły routingu – EIGRP
- Listy kontroli dostępu – ACL
- Translacja adresów – NAT
- Wprowadzenie do protokołu IPv6
- Sieci rozległe
- Przykładowy egzamin
- Słownik pojęć z wyjaśnieniami
- Literatura

CCNA – przepustka do nowoczesności!

Helion SA
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel. 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl

Spis treści

Rozdział 7.

Routing i protokoły routingu — EIGRP

Wprowadzenie

W tym rozdziale zaprezentowano protokół routingu dynamicznego EIGRP. Protokół EIGRP jest bardziej rozbudowaną wersją protokołu IGRP wymyślonego przez firmę Cisco.

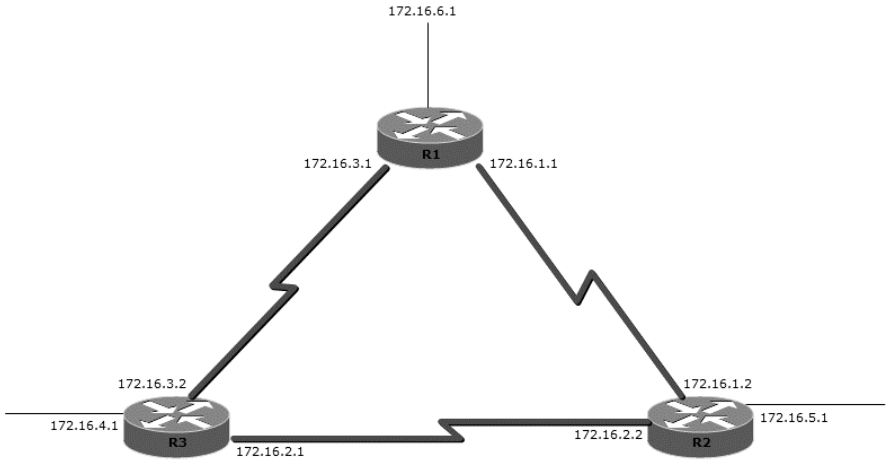
Poznasz zasadę działania EIGRP i dowiesz się, jak działa algorytm DUAL oraz protokół RTP. W dalszej części rozdziału dokonasz jego konfiguracji i poznasz działanie sumaryzacji w tym protokole routingu.

Protokół EIGRP

Protokół EIGRP (ang. *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*) jest protokołem bezklasowym uważanym za protokół wektora odległości. Posiada jednak wiele cech, które sprawiają, że działa jak protokół łącze-stan. Jest produktem całkowicie zaprojektowanym przez firmę Cisco i może działać tylko na jej urządzeniach.

Protokół EIGRP posiada wiele cech, które sprawiają, że stał się jednym z najpopularniejszych protokołów routingu. Jest dość prosty w konfiguracji, gdyż wywodzi się z protokołu IGRP, ale jest jego znacznie ulepszoną wersją. Ponadto protokół EIGRP dzięki wbudowanym modułom zależnym od protokołu PDM (ang. *Protocol Dependent Modules*) umożliwia komunikację nie tylko za pośrednictwem TCP/IP, ale również przy użyciu IPX oraz AppleTalk.

Pierwszą cechą wyróżniającą EIGRP wśród pozostałych protokołów routingu jest osiąganie bardzo szybko stanu zbieżności. Spójrz na poniższy rysunek (rysunek 7.1).



Rysunek 7.1. *Przykład sieci EIGRP*

Na powyższym rysunku widać trzy routery. Jeśli router R1 chce osiągnąć sieć 172.16.5.1, może to uczynić dwiema drogami. Pierwsza droga może przebiegać z routera R1 bezpośrednio do routera R2. Druga droga prowadzi przez router R3.

Załóżmy, że w tablicy routera R1 znajduje się wpis, że najlepszą trasą jest droga bezpośrednia do routera R2. W protokołach, takich jak RIP lub IGRP, w tablicy routingu trzymana jest zawsze najlepsza preferowana trasa.

Podczas stosowania protokołu EIGRP wykorzystywana jest dodatkowa tablica zwana tablicą topologii (ang. *topology table*). W tej tablicy przechowywana jest najlepsza trasa, ale również trasa zapasowa. Jeśli najlepsza trasa byłaby niedostępna, wówczas, np. w przypadku routerów RIP lub IGRP, konieczny byłby wybór następnej dostępnej trasy. Wiązałoby się to z ponownym uzgadnianiem wielu parametrów oraz ponownym obliczaniem najlepszej trasy. Bez wątpienia ma to wpływ na szybkość osiągania przez sieć zbieżności, a dodatkowo — na zmniejszenie obciążenia pasma sieci. Routery muszą przecież wymienić odpowiednie informacje i ustawienia.

W protokole EIGRP nie ma konieczności obliczania tras od nowa, gdyż w tablicy topologii znajduje się trasa zapasowa. W przypadku awarii najlepszej trasy router sięga do tablicy topologii i odszukuje trasę zapasową, następnie zapisuje są do tablicy routingu jako trasę najlepszą. Mechanizm odpowiedzialny za te czynności nazywa się DUAL (ang. *Diffusing Update Algorithm*).

Algorytm DUAL

Mechanizm DUAL jest algorytmem, który sprawia, że routery EIGRP osiągają w sieci zbieżność bardzo szybko, ale to nie jedyna jego cecha. DUAL chroni sieć przed powstawaniem pętli routingu oraz sprawia, że pasmo sieci minimalizowane jest poprzez wysyłanie aktualizacji ograniczonych.

Algorytm DUAL wprowadza do sieci pojęcie sukcesora (ang. *successor*). Sukcesor to router, przez który docelowa sieć jest dostępna przy najkorzystniejszej trasie. Mówiąc prościej, jest to router, który reprezentowany jest w tablicy routingu za słowem *via*. Spójrz na przykładowy fragment tablicy routingu:

```
D 172.16.3.0/24 [90/82125] via 172.30.3.1, 00:00:11, Serial0/0
D 172.16.10.0/24 [90/82125] via 172.40.3.1, 00:00:15, Serial0/1
```

W pierwszej linii sukcesorem jest router 172.30.3.1, a w drugiej linii sukcesorem będzie router 172.40.3.1.

Reasumując, sukcesorem dla sieci 172.16.3.0/24 jest router 172.30.3.1, a sukcesorem dla sieci 172.16.10.0/24 jest router 172.40.3.1.

Kolejnym pojęciem jest dopuszczalny sukcesor (ang. *feasible successor*). To właśnie router zawierający zapasową trasę do sieci docelowej. Aby trasa mogła być uznana za zapasową, musi spełnić określony warunek zwany warunkiem dopuszczalności (ang. *feasibility condition*).

Algorytm DUAL jest tak skonstruowany, że śledzi wszystkie trasy, które są ogłaszane przez sąsiadów podczas wymiany pakietów *hello*.

Tablice w EIGRP

Wbudowany w protokół EIGRP algorytm DUAL wykorzystuje trzy rodzaje tablic: tablicę sąsiadów, tablicę topologii oraz tablicę routingu.

Podczas działania routery EIGRP wymieniają się pakietami *hello*. Pakiety te mogą różnić się typami i pełnić różne funkcje. Pakiet *hello* wykorzystywany jest przede wszystkim do wykrywania sąsiadów EIGRP. Pakiety *hello* są wysyłane co 5 sekund. Wyjątkiem są sieci wielodostępowe niskiej prędkości, gdzie pakiety *hello* wysyłane są co 60 sekund.

EIGRP wykorzystuje również czas wstrzymania. Czas wstrzymania (ang. *hold-down time*) określa, jak długo router będzie czekać na odbiór kolejnego pakietu *hello*. Domyślnie ustawiony jest na 15 sekund (a w sieciach wielodostępowych na 180 sekund). Po upływie tego czasu router uzna, że jego sąsiad jest nieosiągalny.

Pakiety *hello* są wysyłane w protokole EIGRP na adres grupowy 224.0.0.10.

Jeśli podczas pracy w sieci pojawi się nowy router EIGRP, jego sąsiad wysyła do niego pakiet aktualizacyjny (ang. *update*) (nie jest to pakiet grupowy, lecz jednostkowy). Pakiet ten ma na celu uzupełnienie tablicy topologii. Jeśli w sieci zachodzi zmiana dotycząca topologii, pakiety aktualizacyjne powodują aktualizację tablicy topologii (jeżeli wskutek zmiany aktualizowana jest tablica topologii i dotyczy wszystkich routerów, pakiet aktualizacyjny wysyłany jest grupowo).

Pakiet aktualizacyjny wysłany do grupy urządzeń wymaga potwierdzenia dostarczenia (ang. *acknowledgment*). Wysyłają je routery otrzymujące pakiety aktualizacyjne.

Routery EIGRP mogą również wysyłać zapytania (ang. *query*) do innych routerów EIGRP. W tym momencie otrzymują pakiet odpowiedzi (ang. *reply*).

Sytuacja, w której router wysyła zapytania, występuje np. wtedy, kiedy trasa główna staje się niedostępna, a router nie zawiera innej alternatywnej trasy. Wówczas wysyła do sąsiednich routerów odpowiednie zapytanie o trasę, oczywiście, pozostałe routery odpowiadają na zadane pytanie, wysyłając pakiet odpowiedzi (ang. *reply*).

W tablicy sąsiadów (ang. *neighbor table*) routery przechowują dane na temat wszystkich swoich sąsiadów. Dane te uzyskiwane są właśnie z przesłanych pakietów *hello*.

Kolejną tablicą jest tablica topologii (ang. *topology table*) zawierająca bazę danych całej topologii EIGRP. Można powiedzieć, że w tej tablicy znajdują się wyniki pracy algorytmu DUAL. Są w niej bowiem zawarte wszystkie sukcesory oraz potencjalne trasy zapasowe.

Jeśli najlepsza trasa znajdująca się w tablicy routingu staje się nieosiągalna, algorytm DUAL pobiera z tablicy topologii trasę zapasową i umieszcza ją w tablicy routingu (ang. *routing table*). W tablicy routingu znajduje się zawsze najlepsza, z punktu widzenia wykorzystywanego protokołu routingu, trasa do sieci docelowej.

Protokół RTP

Pakiety EIGRP nie są wysyłane i odbierane przez standardowe protokoły TCP lub UDP. W EIGRP wykorzystywany jest zupełnie inny protokół zwany RTP (ang. *Reliable Transport Protocol*). Protokół RTP jest protokołem niezależnym od warstwy sieci, a to sprawia, że jest kompatybilny z innymi protokołami niezgodnymi z TCP/IP. Podobnie jak TCP, umożliwia gwarantowaną obsługę wysyłanych danych (odebranie danych za każdym razem jest potwierdzane przez odbiorcę) oraz, jeśli trzeba, obsługuje również niegwarantowaną obsługę, czyli wysyłanie bez potwierdzenia odbioru.

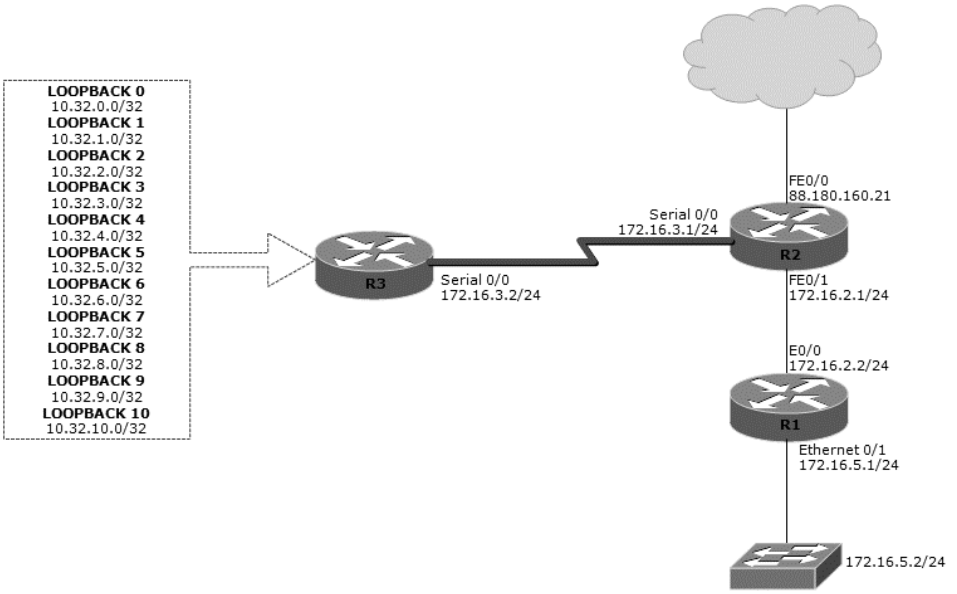
Najczęściej pakiety *hello* są wysyłane w sposób niegwarantowany, ze względu na dużą ich ilość i częstotliwość wysyłania.

Konfiguracja

Spróbujmy zatem dokonać podstawowej konfiguracji protokołu EIGRP. Posłużymy się siecią umieszczoną na poniższym rysunku (rysunek 7.2).

Na początek konieczne jest wyłączenie poprzednio skonfigurowanego protokołu OSPF. W tym celu przejdź do konfiguracji każdego z routerów i w trybie konfiguracji globalnej wydaj polecenie `no router OSPF 1`:

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#no router ospf 1
R2(config)#
```



Rysunek 7.2. *Konfiguracja EIGRP*

```
*Mar  1 00:05:58.975: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.32.10.0 on Serial0/0 from
➥FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
*Mar  1 00:05:58.975: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 172.16.5.2 on FastEthernet0/1
➥from FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
R2(config)#
```

Tak więc mamy wyłączony protokół OSPF. Aby włączyć protokół EIGRP, wydaj w trybie konfiguracji globalnej polecenie `router eigrp [system_autonomiczny]`.

System autonomiczny (ang. *autonomous system*) to nic innego jak grupa urządzeń, którą zarządza się w ramach jednej sieci. System autonomiczny posiada określony schemat działania protokołów routingu oraz adresację. Systemy autonomiczne stosowane są w dużych firmach i przedsiębiorstwach, w większości przypadków są to *dostawcy* internetu, np. Telekomunikacja Polska.

Parametr *system autonomiczny* można porównać do identyfikatora procesu. W protokole EIGRP parametr ten musi mieć tę samą wartość na wszystkich routerach, które w przyszłości mają nawiązać ze sobą relacje sąsiedztwa.

W naszym przykładzie system autonomiczny ustawimy na wartość `15`:

```
R2(config)#router eigrp 15
R2(config-router)#
```

Teraz, kiedy został uruchomiony protokół routingu EIGRP, możemy przejść do konfiguracji rozgłaszanych sieci. Oczywiście, użyjemy znanego już polecenia `network`.

Podczas konfiguracji innych protokołów wykorzystujących algorytm wektora odległości po poleceniu `network` podawana była sieć, sąsiadująca z routerem, który był

konfigurowany; sieć ta miała być rozgłoszona na inne routery. Pamiętaj, że protokół RIP jest protokołem klasowym, więc wydane polecenie `network 172.16.3.0` rozgłaszała całą sieć 172.16.0.0/16, gdyż jest to przykład sieci klasy B.

Podczas konfiguracji EIGRP rozgłaszana jest sieć bezklasowa, ponieważ EIGRP obsługuje maski o różnych długościach. W związku z tym za poleceniem `network` konieczne jest podanie maski odwrotnej dla konkretnej sieci, a nawet interfejsu.

Zauważ, że router R2 graniczy z sieciami 172.16.2.0/24 oraz 172.16.3.0/24 (na razie sieć zewnętrzną pomijamy). Podczas konfiguracji protokołu EIGRP nie ma konieczności podawania polecenia `network`, a za nim adresu do każdej sieci, np. network 172.16.3.0, network 172.16.2.0 itd. W zamian posłużymy się maskami odwrotnymi i dokonamy sumaryzacji sieci od razu na każdym z konfigurowanych routerów.

W OSPF routerem, na którym dokonywała się sumaryzacja, był router łączący określone obszary. W EIGRP na każdym routerze można dowolnie konfigurować sumaryzację. Tak więc najpierw zajmujemy się routerem R2. Oto przykład:

```
R2(config)#router eigrp 15
R2(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255
R2(config-router)#
```

Zauważ, że użyto tutaj maski odwrotnej 0.0.255.255, ponieważ mamy do czynienia z klasą B i pierwsze 16 bitów jest takie same dla obu sieci. Dodaję tu, że maski odwrotne są obsługiwane tylko w nowszych wersjach systemów IOS, począwszy od 12.0(4)T. W starszych wersjach tego systemu może pojawić się problem, dlatego wtedy należy podać sam adres sieci, bez maski.

Podobnej konfiguracji dokonamy na routerze R1. Oto przykład:

```
R1(config)#router eigrp 15
R1(config-router)#do show ip interface brief
Interface                  IP-Address      OK? Method Status
Protocol
Ethernet0/0                172.16.2.2      YES NVRAM  up                    up
Serial0/0                  unassigned      YES NVRAM  administratively down down
Ethernet0/1                172.16.5.1      YES NVRAM  up                    up
R1(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255
R1(config-router)#
*Mar  1 01:25:24.961: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 15: Neighbor 172.16.2.1
(Ethernet0/0) is up: new adjacency
R1(config-router)#
```

Zauważ, że również na tym routerze wybrano ten sam identyfikator systemu autonomicznego. W kolejnym wierszu wpisałem polecenie `do show ip interface brief`, aby sprawdzić, jakie adresy są przypisane poszczególnym interfejsom. W ten sposób można szybko określić, jakie sieci wpisać po poleceniu `network`. Dlatego wydałem polecenie `network 172.16.0.0 0.0.255.255`.

Na końcu listingu pojawiła się informacja:

```
*Mar  1 01:25:24.961: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 15: Neighbor 172.16.2.1
(Ethernet0/0) is up: new adjacency
```

Oznacza to, że router R1 nawiązał relację sąsiedztwa z sąsiadem 172.16.2.1. Co, oczywiście, jest prawdą, ponieważ na routerze R2 również przed chwilą skonfigurowaliśmy protokół EIGRP.

Na routerze R3 również dokonamy konfiguracji EIGRP. Oto przykład:

```
R3(config)#router eigrp 15
R3(config-router)#network 172.16.3.0 0.0.0.255
R3(config-router)#
*Mar  1 01:41:41.530: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 15: Neighbor 172.16.3.1
(Serial0/0) is up: new adjacency
R3(config-router)#
```

Zauważ, że router R3 graniczy z routerem R2 w sieci 172.16.3.0, dlatego maska odwrotna to 0.0.0.255. W tym przypadku 24 bity są odpowiedzialne za wyznaczenie sieci. Na razie interfejsów *loopback* nie będziemy konfigurowali, dlatego teraz przejdźmy do routera R2.

Po skonfigurowaniu protokołu EIGRP warto sprawdzić tablicę sąsiadów. Zacznijmy od routera R2, ponieważ graniczy ze wszystkimi routerami w naszej małej sieci. Aby wyświetlić sąsiadów EIGRP, wydaj polecenie `show ip eigrp neighbors`:

```
R2#show ip eigrp neighbors
IP-EIGRP neighbors for process 15
H   Address                 Interface       Hold Uptime   SRTT   RTO  Q  Seq
                                            (sec)         (ms)       Cnt Num
1   172.16.3.2              Se0/0             11 00:06:56    1  4500  0  2
0   172.16.2.2              Fa0/1             13 00:23:03    4   200  0  2
R2#
```

Na powyższym listingu znajduje się kilka kolumn wartych omówienia. Pierwszą z nich jest kolumna *H*. Znajduje się w niej informacja o kolejności odnalezienia sąsiadów. *0* oznacza pierwszego sąsiada, który został odnaleziony.

W kolumnie *Address* znajduje się adres IP sąsiada EIGRP, jest to adres IP jego interfejsu. Kolumna *Interface* prezentuje identyfikator lokalnego interfejsu, na którym otrzymany został pakiet *hello* od sąsiada.

Kolumna *Hold* pokazuje czas, który pozostał do uznania sąsiada za nieczynnego, a w kolumnie *Uptime* znajduje się czas, jaki upłynął od ustanowienia relacji sąsiedztwa. Pozostałe kolumny na tym etapie nie są istotne.

W celu sprawdzenia, jaki protokół routingu jest uruchomiony na danym routerze oraz jaka jest jego charakterystyka, wydaj polecenie `show ip protocols`:

```
R2#show ip protocols
Routing Protocol is "eigrp 15"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
  EIGRP maximum hopcount 100
  EIGRP maximum metric variance 1
```

```
  Redistributing: eigrp 15
  EIGRP NSF-aware route hold timer is 240s
  Automatic network summarization is in effect
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    172.16.0.0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    172.16.2.2            90      01:03:54
    172.16.3.2            90      00:47:47
  Distance: internal 90 external 170
R2#
```

W drugiej linii powyższego listingu widzimy, że uruchomiony jest protokół EIGRP z identyfikatorem 15. Ponadto poniżej podana jest sieć, dla której uruchomiony jest routing (ang. *Routing for Networks*), oraz źródło informacji o routingu (ang. *Routing Information Sources*).

Teraz, kiedy na każdym routerze funkcjonuje protokół EIGRP, możemy przejrzeć tablicę routingu, np. routera R1. W tym celu wydaj polecenie `show ip route`:

```
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       172.16.5.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
D       172.16.3.2/32 [90/2195456] via 172.16.2.1, 00:12:36, Ethernet0/0
C       172.16.2.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
D       172.16.3.0/24 [90/2195456] via 172.16.2.1, 00:12:36, Ethernet0/0
R1#
```

Jak widać, na powyższym listingu symbolem EIGRP w tablicy routingu jest litera *D*. Ponadto wartość dystansu administracyjnego dla EIGRP wynosi *90*.

Konfiguracja sumaryzacji

Jak pamiętasz, na routerze R3 istnieje jeszcze kilka interfejsów *loopback*, należących do sieci 10.32.0.0. W poprzednim rozdziale ustaliliśmy na potrzeby routingu maskę odwrotną dla tej sieci na *0.0.15.255*. Tej samej maski użyj do rozgłoszenia innym routerom. Oto przykład:

```
R3(config)#router eigrp 15
R3(config-router)#network 10.32.0.0 0.0.15.255
R3(config-router)#
```

Zobaczmy, jaki wpis znajdzie się w tablicy routingu routera R2. Przejdź do jego konfiguracji i wydaj polecenie `show ip route`:

```
R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
D       172.16.5.0/24 [90/307200] via 172.16.2.2, 04:10:50, FastEthernet0/1
C       172.16.3.2/32 is directly connected, Serial0/0
C       172.16.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C       172.16.3.0/24 is directly connected, Serial0/0
D    10.0.0.0/8 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:13, Serial0/0
C    88.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
S*   0.0.0.0/0 is directly connected, FastEthernet0/0
R2#
```

Zauważ, że poleciłeś routerowi R3 rozgłoszenie sieci 10.32.0.0/20, a nie 10.0.0.0/8. Skąd więc ten wpis?

To właśnie efekt automatycznej sumaryzacji zaimplementowanej w EIGRP. Ponieważ adres 10.32.0.0 jest adresem klasy A, EIGRP domyślnie przypisuje dla tej sieci maskę 8-bitową. Co, oczywiście, nie jest błędem, ale w niektórych przypadkach niepotrzebnie następuje sumowanie całej dość dużej sieci, która wcześniej została przecież dokładnie określona.

Wtedy konieczne jest wyłączenie automatycznej sumaryzacji. Pozwoli to na lepszą orientację w tablicy routingu. W tym celu w trybie konfiguracji protokołu routingu EIGRP wydaj polecenie `no auto-summary`. Czynność wykonaj na wszystkich routerach z naszego przykładu:

```
R2(config)#router eigrp 15
R2(config-router)#no auto-summary
R2(config-router)#
```

Zobaczmy, jak po wyłączeniu automatycznej sumaryzacji tras wygląda tablica routingu routera R2. Oto przykład:

```
R2#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route
```

```
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
D       172.16.5.0/24 [90/307200] via 172.16.2.2, 00:00:43, FastEthernet0/1
C       172.16.3.2/32 is directly connected, Serial0/0
C       172.16.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C       172.16.3.0/24 is directly connected, Serial0/0
     10.0.0.0/32 is subnetted, 11 subnets
D       10.32.10.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:12, Serial0/0
D       10.32.8.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:12, Serial0/0
D       10.32.9.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:13, Serial0/0
D       10.32.2.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:13, Serial0/0
D       10.32.3.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:13, Serial0/0
D       10.32.0.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:14, Serial0/0
D       10.32.1.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:14, Serial0/0
D       10.32.6.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:15, Serial0/0
D       10.32.7.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:15, Serial0/0
D       10.32.4.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:15, Serial0/0
D       10.32.5.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:15, Serial0/0
C    88.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
S*   0.0.0.0/0 is directly connected, FastEthernet0/0
R2#
```

Jak widzisz, wpisy w tablicy routingu zostały rozbite na poszczególne podsieci.

Ręczne ustawienia sumaryzacji

Zamiast włączania autosumaryzacji zalecane jest używanie sumaryzacji manualnej, którą możesz włączyć na konkretnym interfejsie. W naszym przypadku interfejsem tym jest serial 0/0, gdyż on graniczy z następnym sąsiadem, któremu chcemy rozgłosić sieć 10.32.0.0. W tym celu wydaj w trybie konfiguracji interfejsu polecenie `ip summary-address eigrp [numer_systemu_autonomicznego] adres_sieci maska_sieci`:

```
R3(config)#interface serial 0/0
R3(config-if)#ip summary-address eigrp 15 10.32.0.0 255.255.240.0
R3(config-if)#
```

Teraz zaloguj się na router R2, aby sprawdzić wynik wpisanego polecenia. Oto przykład:

```
R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
D       172.16.5.0/24 [90/307200] via 172.16.2.2, 00:08:10, FastEthernet0/1
C       172.16.3.2/32 is directly connected, Serial0/0
C       172.16.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C       172.16.3.0/24 is directly connected, Serial0/0
     10.0.0.0/20 is subnetted, 1 subnets
```

```
D       10.32.0.0 [90/2297856] via 172.16.3.2, 00:00:43, Serial0/0
C    88.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
S*   0.0.0.0/0 is directly connected, FastEthernet0/0
R2#
```

Jak widać, maska podsieci zmieniła się na 20-bitową, pojawił się również jeden wpis w tablicy sumujący całą podsieć.

Trasa sumaryczna Null0

Jeśli na routerze uruchomiona jest sumaryzacja, w tablicy routingu powstaje specyficzny interfejs *Null0*. Spójrz na poniższy listing:

```
R3#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
D       172.16.5.0/24 [90/2221056] via 172.16.3.1, 00:29:53, Serial0/0
C       172.16.3.1/32 is directly connected, Serial0/0
D       172.16.2.0/24 [90/2195456] via 172.16.3.1, 00:29:53, Serial0/0
C       172.16.3.0/24 is directly connected, Serial0/0
     10.0.0.0/8 is variably subnetted, 12 subnets, 2 masks
C       10.32.10.0/32 is directly connected, Loopback10
C       10.32.8.0/32 is directly connected, Loopback8
C       10.32.9.0/32 is directly connected, Loopback9
C       10.32.2.0/32 is directly connected, Loopback2
C       10.32.3.0/32 is directly connected, Loopback3
C       10.32.0.0/32 is directly connected, Loopback0
D       10.32.0.0/20 is a summary, 00:29:58, Null0
C       10.32.1.0/32 is directly connected, Loopback1
C       10.32.6.0/32 is directly connected, Loopback6
C       10.32.7.0/32 is directly connected, Loopback7
C       10.32.4.0/32 is directly connected, Loopback4
C       10.32.5.0/32 is directly connected, Loopback5
R3#
```

Dane do tego interfejsu są przesyłane zawsze wtedy, kiedy w zsumaryzowanej sieci określona sieć nie jest dostępna.

Jeśli np. z powyższych sieci będzie niedostępna sieć 10.32.6.0, a inny router wyśle do tej sieci dane, protokół EIGRP prześle pakiety do interfejsu *Null0* w poszukiwaniu tej sieci. Interfejs *Null0* posiada bowiem znacznie większy zakres.

Jeśli sieć działa normalnie i jest dostępna, protokół routingu prześle dane do sieci bardziej szczegółowo określonej przez maskę podsieci. Można powiedzieć, że im wyższa maska, tym lepiej i bardziej szczegółowo określona jest sieć.

Właściwości interfejsu w EIGRP

Dość istotnym i ważnym poleceniem jest `show interface [interfejs]`. Pozwala ono wyświetlić parametry pracy każdego interfejsu. Znajdują się tam różnego rodzaju statystyki oraz informacje na temat metryk. W tym punkcie omówię niektóre z nich w kontekście EIGRP.

Wydaj podane wcześniej polecenie na wybranym interfejsie routera, np. serial 0/0 routera R2. Oto przykład:

```
R2#show interface serial 0/0
Serial0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is PowerQUICC Serial
  Description: SERIAL do R1
  Internet address is 172.16.3.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation PPP, LCP Open
  Open: IPCP, CDPCP, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Last input 00:00:04, output 00:00:02, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters 00:19:34
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
     501 packets input, 27063 bytes, 0 no buffer
     Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
     0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
     510 packets output, 26952 bytes, 0 underruns
     0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets
     0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
     11 carrier transitions
     DCD=up  DSR=up  DTR=up  RTS=up  CTS=up

R2#
```

W drugiej linii powyższego listingu znajdują się informacje na temat stanu interfejsu. Dalej znajdziesz takie parametry jak *MTU*, *BW*, *DLY*, *reliability*, *txload* oraz *rxload*.

Zacznijmy od *MTU* (ang. *Maximum Transmission Unit*), czyli maksymalnego rozmiaru pakietu, jaki może zostać przesłany. Jego wartość podana jest w bajtach i domyślnie ustawiona na 1500. Oczywiście, wartość można zmieniać.

Kolejnym parametrem jest *BW* (ang. *bandwidth*), czyli szerokość pasma, której wartość wyświetlana jest w kilobitach na sekundę. Parametr ten zwykle ustawiony jest na wartość domyślną wynoszącą 1544 kb/s, lecz można go dowolnie zmieniać w razie potrzeby. Służy do tego polecenie `bandwidth` wydane w trybie konfiguracji interfejsu. Należy jednak pamiętać, że nawet jeśli zmienimy ten parametr na większy, nie oznacza to, że interfejs będzie szybciej pracować. Zwiększenie tego parametru ma jedynie wpływ na ogólny koszt, czyli metrykę interfejsu, nie powiększa natomiast fizycznej szerokości pasma.

Parametr *DLY* (ang. *delay*) prezentuje cały czas, jaki musi zostać poświęcony na przesłanie pakietu na całej trasie. Opóźnienie wyrażane jest w mikrosekundach i nie jest parametrem w jakikolwiek sposób mierzonym przez router. Jest to stała statystyczna wartość, którą administrator może w każdej chwili zmienić. Domyślnie dla połączenia FastEthernet wynosi ono 100 mikrosekund.

Następnym parametrem jest niezawodność (ang. *reliability*). Niezawodność jest mierzona przez router w sposób dynamiczny. Router zbiera statystyki i oblicza z otrzymanych danych średnią ważoną, która w większości przypadków obejmuje 5 minut pracy interfejsu. Niezawodność może przyjmować wartości od 0 do 255.

Jeśli łącze jest niezawodne w 100%, przyjmuje wartość 255, jeśli natomiast jest niezawodne tylko w minimalnym stopniu, przyjmuje wartość 0.

Ostatnią wartością jest obciążenie (ang. *load*). Obciążenie określa ilość ruchu występującego na łączu. Podobnie jak niezawodność, jest określane dynamicznie przez router. Jego wartość mieści się w przedziale od 0 do 255. Im mniejsza wartość, tym mniejsze obciążenie łącza. Parametr *txload* to obciążanie transmisji wychodzącej, natomiast *rxload* to transmisja wchodząca, czyli otrzymana. Obie wartości również obliczane są za pomocą średniej ważonej.

Trasa domyślna

Po raz ostatni w tym rozdziale spójrzmy na poniższy rysunek (rysunek 7.3).

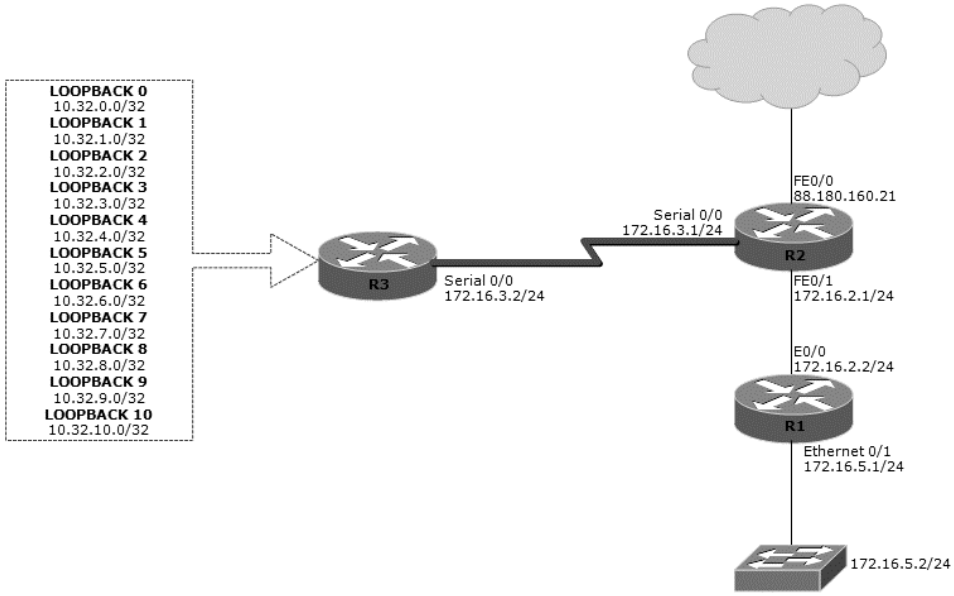
Zauważ, że do routera R2 jest podłączona jeszcze jedna sieć, sieć zewnętrzna. Oczywiście, router R2 posiada w swojej tablicy routingu dane na temat trasy domyślnej do tej sieci. Jednak warto ogłosić tę trasę również innym routerom, aby mogły się z nią komunikować.

Przejdź do konfiguracji routera R1 i za pomocą polecenia `show ip route` wyświetl jego tablicę routingu. Oto przykład:

```
R1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       172.16.5.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
D       172.16.3.2/32 [90/2195456] via 172.16.2.1, 00:38:02, Ethernet0/0
C       172.16.2.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
D       172.16.3.0/24 [90/2195456] via 172.16.2.1, 00:38:02, Ethernet0/0
     10.0.0.0/20 is subnetted, 1 subnets
D       10.32.0.0 [90/2323456] via 172.16.2.1, 00:38:00, Ethernet0/0
R1#
```



Rysunek 7.3. *Konfiguracja domyślnej trasy*

Zauważ, że w routerze nie ma wpisu na temat żadnej statycznej trasy. Tym razem przejdź do konfiguracji routera R2 i w trybie konfiguracji protokołu EIGRP wydaj polecenie `redistribute static`. Polecenie spowoduje umieszczenie w ogłoszeniach informacji o trasach domyślnych, aby inne routery mogły się o nich dowiedzieć. Oto przykład:

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#router eigrp 15
R2(config-router)#redistribute static
R2(config-router)#
```

Po wydaniu polecenia przejdź z powrotem do konfiguracji routera R1 i ponownie wyświetl jego tablicę routingu:

```
R1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 172.16.2.1 to network 0.0.0.0

     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       172.16.5.0/24 is directly connected, Ethernet0/1
D       172.16.3.2/32 [90/2195456] via 172.16.2.1, 00:39:34, Ethernet0/0
C       172.16.2.0/24 is directly connected, Ethernet0/0
D       172.16.3.0/24 [90/2195456] via 172.16.2.1, 00:39:34, Ethernet0/0
```

```
     10.0.0.0/20 is subnetted, 1 subnets
D       10.32.0.0 [90/2323456] via 172.16.2.1, 00:39:32, Ethernet0/0
D*EX 0.0.0.0/0 [170/284160] via 172.16.2.1, 00:00:24, Ethernet0/0
```

Zauważ, że tym razem w ostatnim wierszu znajduje się wpis na temat trasy domyślnej.

Zakończenie

W tym rozdziale skonfigurowałeś protokół EIGRP, ulepszoną wersję nieużywanego już protokołu IGRP. Wiesz już, jak działa algorytm DUAL oraz w jaki sposób protokół EIGRP szybko dokonuje zbieżności.

Użyte polecenia

`ip eigrp neighbors` — wyświetla tablicę sąsiadów.

`ip summary-address eigrp [`*`numer_systemu_autonomicznego`*`] adres_sieci maska_`
`➥`*`sieci`* — przypisuje sumaryzację do określonego interfejsu na routerze.

`network` — konfiguruje sieć, która ma zostać rozgłoszona.

`no auto-summary` — wyłącza auto sumaryzację;

`redistribute static` — umieszcza w ogłoszeniach informację o trasach domyślnych, aby inne routery mogły się o nich dowiedzieć.

`router eigrp [`*`system_autonomiczny`*`]` — włącza obsługę protokołu EIGRP.

`show ip route` — wyświetla tablicę routingu routera.

Użyta terminologia

czas wstrzymania (ang. *hold-down time*) — określa, jak długo router będzie czekać na odbiór kolejnego pakietu *hello*, czas ten domyślnie ustawiony jest na 15 sekund (a sieciach wielodostępowych na 180 sekund);

DLY (ang. *delay*) — cały czas, jaki musi zostać poświęcony na przesłanie pakietu przez określony interfejs, opóźnienie wyrażane jest w mikrosekundach i nie jest parametrem, który jest mierzony przez router w jakikolwiek sposób;

DUAL (ang. *Diffusing Update Algorithm*) — mechanizm zaimplementowany w protokole EIGPR, umożliwia osiąganie zbieżności szybko, m.in. poprzez wykorzystanie tras zapasowych;

EIGRP (ang. *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*) — protokół bezklasowy uważany za protokół wektora odległości, posiada jednak wiele cech, które sprawiają, że działa jak protokół łącze-stan;

MTU (ang. *Maximum Transmission Unit*) — maksymalny rozmiar pakietu, jaki może zostać przesłany;

niezawodność (ang. *reliability*) — mierzona przez router w sposób dynamiczny, router zbiera statystyki i oblicza z otrzymanych danych średnią ważoną, która w większości przypadków obejmuje 5 minut pracy interfejsu, niezawodność może przyjmować wartości od 0 do 255;

obciążenie (ang. *load*) — wskazuje ilość występującego ruchu na łączu, podobnie jak niezawodność, jest określana dynamicznie przez router, jego wartość mieści się w przedziale od 0 do 255;

pakiet aktualizacyjny (ang. *update*) — pakiet mający na celu uzupełnianie tablicy topologii;

PDM (ang. *Protocol Dependent Modules*) — mechanizm modułów zawierających obsługę i umożliwiających komunikację nie tylko za pośrednictwem TCP/IP, ale również IPX oraz AppleTalk;

RTP (ang. *Reliable Transport Protocol*) — protokół transportowy gwarantujący dostarczanie pakietów EIGRP, jest kompatybilny z innymi protokołami niezgodnymi z TCP/IP, dlatego umożliwia dystrybucję pakietów EIGRP nie tylko w sieciach TCP/IP, ale także IPX, Appletalk itd.;

sukcesor (ang *successor*) — router, przez który docelowa sieć jest dostępna przy najkorzystniejszej trasie;

system autonomiczny (ang. *autonomous system*) — grupa urządzeń, która zarządzana jest w ramach jednej sieci, posiada określony schemat działania protokołów routingu oraz adresację, stosowany w dużych firmach i przedsiębiorstwach, w większości przypadków przez dostawców internetu;

tablica sąsiadów (ang. *neighbor table*) — tu przechowywane są dane na temat wszystkich sąsiadów;

tablica topologii (ang. *topology table*) — tu przechowywana jest najlepsza trasa oraz trasa zapasowa.

Pytania sprawdzające

1. Co to jest sukcesor?
   a) router zawierający zapasową trasę do sieci docelowej,
   b) router, przez który docelowa sieć jest dostępna przy najkorzystniejszej trasie,

c) router, który jest routerem desygnowanym,

d) żaden z powyższych.

2. Co oznacza parametr *BW* 1544?

a) szerokość pasma wynoszącą 1544 kB/s,

b) ilość odebranych danych,

c) szerokość pasma wynoszącą 1544 kb/s,

d) maksymalny rozmiar pakietu.

3. Jak nazywa się tablica, w której przechowywane są trasa zapasowa oraz najlepsza trasa do docelowej sieci?

a) tablica routingu,

b) tablica sąsiadów,

c) tablica topologii,

d) tablica przełączania.

4. Co jaki czas wysyłane są pakiety *hello* w protokole EIGRP?

a) 5 sekund,

b) 15 sekund,

c) 30 sekund,

d) 90 sekund,

e) 60 sekund.

5. Jak nazywa się tablica, w której przechowywane są dane na temat najlepszej trasy w protokole EIGRP?

a) tablica sąsiadów,

b) tablica routingu,

c) tablica topologii,

d) tablica przełączania.

6. Jakim poleceniem można wyłączyć autosumaryzację?

a) `disable auto-summary`,

b) `auto-summary off`,

c) `auto-summary disable`,

d) `no auto-summary`.

7. Co oznacza skrót MTU?

a) maksymalny rozmiar pakietu,

b) maksymalny rozmiar ramki,

c) maksymalny czas przesyłania pakietu,

d) żaden z powyższych.

8. Na jaki adres grupowy wysyłane są pakiety *hello* w protokole EIGRP?

a) 224.0.0.10,

b) 224.0.0.5,

c) 224.0.0.1,

d) 127.0.0.1.

9. Jakie polecenie służy do wyświetlania tablicy sąsiadów?

a) `show eigrp neighbors`,

b) `show ip eigrp naighbors`,

c) `show neighbors eigrp`,

d) `show eigrp ip neighbors`.

10. Jakie dane przechowywane są w tablicy sąsiadów EIGRP?

a) dane na temat wszystkich sąsiadów w całej sieci,

b) dane na temat najlepszej trasy do najbliższego sąsiada,

c) dane na temat topologii sieci,

d) dane na temat wszystkich sąsiadów danego routera.

Odpowiedzi

1. b,

2. c,

3. c,

4. a, e,

5. b,

6. d,

7. a,

8. a,

9. b

10. d.