

# **Konfiguracja routerów CISCO – protokoły rutingu: statyczny, RIP, IGRP, OSPF**

Autorzy : Milczarek Arkadiusz Małek Grzegorz 4FDS

## Streszczenie:

Tematem projektu jest zasada działania protokołów routingu statycznego i dynamicznego.

W niniejszym dokumencie znajdują się podstawowe informacje o protokołach: statycznym, RIP, IGRP, OSPF. Informacje te dotyczą zarówno teoretycznej jak i praktycznej wiedzy na temat konfiguracji routerów CISCO. Po zapoznaniu się z treścią opracowania będziemy mogli rozróżniać pojęcia routingu statycznego, dynamicznego oraz zapoznamy się z kilkoma dostępnymi protokołami konfiguracji routerów.

Zawarte i opisane w niniejszym opracowaniu przykłady konfiguracji przykładowej sieci z wykorzystaniem routerów przy wykorzystaniu wspomnianych protokołów powinny być wystarczające do samodzielnej konfiguracji tych urządzeń.

Informacje są przedstawione w jasny i zrozumiały sposób.

Na potrzeby laboratorium zaprojektowaliśmy przykładową sieć (patrz str.20). Zagadnienia i pytania w instrukcji do laboratorium dotyczą teje właśnie sieci. Laboratorium stanowi praktyczne wykorzystanie wiadomości zawartych w opracowaniu.

Mamy nadzieję, że ten dokument będzie bardzo pomocny studentom, którzy stawiają dopiero pierwsze kroki w jakże skomplikowanym świecie sieci komputerowych.

Autorzy

Spis treści	
Streszczenie .....	2
1. Ruting statyczny.....	4
2. Ruting dynamiczny.....	5
2.1 Protokoły wektora odległości.....	5
2.1.1 RIP.....	6
2.1.2 IGRP.....	7
2.2 Protokoły stanu łącza.....	8
2.2.1 OSPF.....	9
3. Konfiguracja przykładowej sieci.....	11
3.1 Konfiguracja routerów.....	11
3.2 Ruting statyczny.....	14
3.3 Ruting dynamiczny – RIP .....	15
3.4 Ruting dynamiczny – IGRP .....	16
3.5 Ruting dynamiczny – OSPF .....	17
4.Przykładowe laboratorium z zakresu protokołów rutingu.....	18
5.Literatura.....	21

# 1. Ruting statyczny

Ruting statyczny polega na określaniu przez administratora tablicy routingu na stałe w całej strukturze sieci. Tablica routingu pozwala routerowi na wysyłanie pakietów tylko tą drogą, która prowadzi do odbiorcy pakietu. Jeśli odbiorca pakietu znajduje się w sieci bezpośrednio połączonej z routerem, pakiet kierowany jest do tej sieci. W innym przypadku pakiet przesyłany jest do kolejnego będącego na optymalnej drodze do odbiorcy pakietu. Postać tablic routingu zależy od protokołu routowanego. Dla protokołu IP na przykład są to pary: adres docelowy-następny, węzeł/sieć.

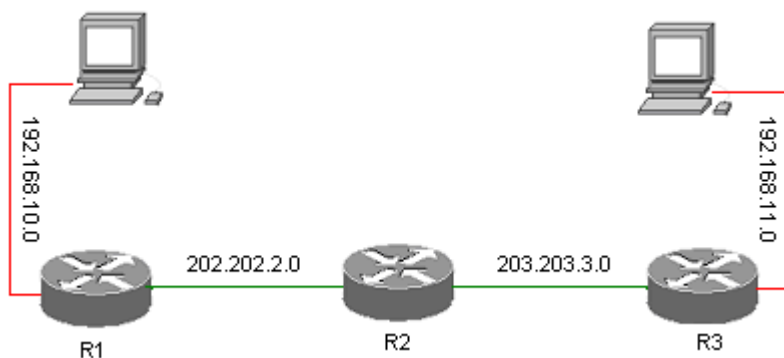
Przy zastosowaniu routingu statycznego zmiany w topologii sieci, zmiany parametrów lub awarie linii nie wpływają na zmianę tablic routingu. Wszelkie korekty wprowadzane są przez administratora sieci. Administrator musi również reagować na zmiany obciążenia poszczególnych fragmentów sieci.

Ruting statyczny nie zapewnia wyboru optymalnej w danej chwili drogi przesyłania pakietów w sieci. Dlatego też w większości przypadków stosuje się tzw. routing dynamiczny, polegający na tworzeniu tablic routingu dynamicznie w czasie pracy sieci zgodnie z przyjętym przez administratora algorytmem.

Do konfiguracji tras statycznych służy polecenie konfiguracyjne **ip route**.

Polecenie to przyjmuje kilka parametrów, w tym adres sieciowy i związaną z nim maskę sieci, jak również informacje dotyczące tego gdzie router powinien wysłać pakiety przeznaczone do tej sieci.

## Przykład. Ruting statyczny



```
R1(config)#ip route 203.203.3.0 255.255.255.0 202.202.2.1  
R1 (config)#ip route 192.168.11.0 255.255.255.0 202.202.2.1
```

```
R2 (config)#ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 202.202.2.2  
R2 (config)#ip route 192.168.11.0 255.255.255.0 203.203.3.2
```

```
R3 (config)#ip route 202.202.2.0 255.255.255.0 203.203.3.1  
R3 (config)#ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 203.203.3.1
```

## 2. Ruting dynamiczny

W dużych sieciach wielosegmentowych routing dynamiczny jest podstawową metodą zdobywania informacji, dzięki której routery poznają topologię sieci oraz budują tabele routingu. Wymiana informacji między routerami odbywa się zgodnie z określonymi algorytmami i przy wykorzystaniu protokołów routingu dynamicznego. Według typowej

klasyfikacji, protokoły routingu dynamicznego dzielą się na protokoły wektora odległości (distance vector) oraz protokoły stanu łącza (link state).

## 2.1 Protokoły wektora odległości

Routery używające protokołów wektora odległości regularnie wysyłają kompletną zawartość swojej tabeli routingu do wszystkich routerów sąsiednich, a te z kolei przesyłają informacje dalej. Router rozgłasza nie tylko sieci, do których jest bezpośrednio podłączony, ale także te, których nauczył się od sąsiadów - protokoły tej grupy określa się też mianem "routing poprzez plotkowanie". Jako sposób wymiany danych stosowana jest najczęściej komunikacja rozgłoszeniowa (broadcast), chociaż niektóre protokoły wykorzystują multitemisję (multicast). Nazwa "wektor odległości" pochodzi stąd, iż poszczególne trasy ogłaszane są jako wektory zawierające dwie informacje: odległość oraz kierunek. Odległość opisuje koszt danej trasy i wyrażana jest za pomocą metryki, natomiast kierunek definiowany jest poprzez adres następnego skoku. Protokoły wektora odległości są łatwe w konfiguracji i bardzo dobrze nadają się do zastosowania w małych sieciach. Niestety, jednym z ich podstawowych problemów jest tzw. zbieżność, czyli powolne reagowanie na zmiany zachodzące w topologii sieci, na przykład wyłączenie lub włączenie pewnych segmentów - zerwanie łącza zostaje odzwierciedlone w tabelach routingu poszczególnych routerów dopiero po pewnym czasie. Czas, po którym wszystkie routery mają spójne i uaktualnione tabele routingu nazywany jest czasem zbieżności. Kolejną wadą protokołów wektora odległości jest generowanie dodatkowego ruchu w sieci poprzez cykliczne rozgłaszanie pełnych tabel routingu, nawet wówczas, gdy w topologii sieci nie zachodzą żadne zmiany. Protokoły tej grupy nie są też odporne na powstawanie pętli między routerami (zarówno między bezpośrednimi sąsiadami, jak i pętli rozległych), co skutkuje wzajemnym odsyłaniem sobie pakietów z informacją o tej samej sieci. Mechanizmy pozwalające unikać powstawania takich pętli omówimy w dalszej części artykułu.

Protokoły wektora odległości pracują zgodnie z algorytmami opracowanymi przez R.E.Bellmana, L.R.Forda i D.R.Fulkersona, a typowymi przedstawicielami tej grupy są RIP oraz IGRP. [\[3\]](#)

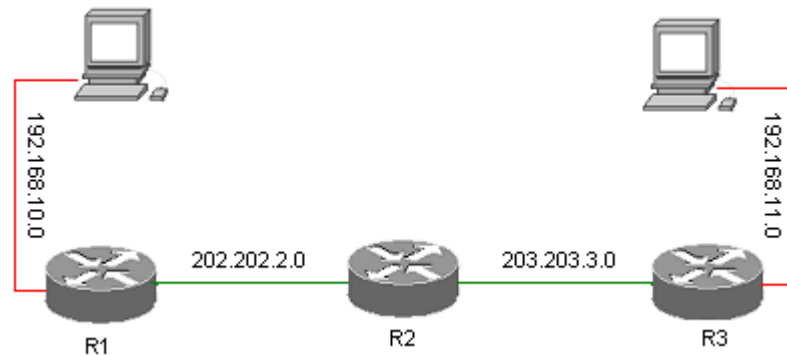
### 2.1.1 RIP

RIP jest jednym z najstarszych przedstawicieli grupy protokołów wektora odległości. Jest to standard otwarty, a jego podstawowa wersja opublikowana jest w dokumencie RFC 1058 (obecnie dostępna jest również wersja druga). W wersji pierwszej RIP jest klasycznym przykładem protokołu wektora odległości, jest także protokołem klasowym, a więc nie jest w nim ogłaszana maska podsieci. Wszelkie omówione wcześniej cechy protokołów klasowych są w protokole RIP obecne. Protokół RIP nie ma własnego protokołu warstwy transportowej. Ogłoszenia realizowane są z wykorzystaniem portu 520 dla protokołu UDP. Informacje między routerami są wymieniane standardowo, metodą rozgłoszeniową.

W protokole RIP jedynym elementem wykorzystywanym do obliczenia metryki jest liczba skoków przez kolejne routery na trasie do sieci docelowej. Jeżeli do wybranej sieci prowadzą dwie (lub więcej) trasy z jednakową liczbą skoków, obie będą pokazywane w tabeli routingu, w innych sytuacjach pokazywana jest tylko trasa z najlepszą metryką. Pełna tabela routingu ogłaszana jest do routerów sąsiednich cyklicznie co około 30 sekund.

Protokół RIP włączany jest głównym poleceniem konfiguracyjnym **router RIP**. Dodatkowo należy skonfigurować proces RIP podkomendą **network**. Polecenie network ma podwójne znaczenie: po pierwsze określa, które z bezpośrednio podłączonych sieci będą ogłaszane do routerów sąsiednich, po drugie wskazuje interfejsy routera, które będą pracować w danym protokole. [3]

### Przykład. RIP



```
R1(config)#router rip
R1(config-router)#network 202.202.2.0
R1(config-router)#network 192.168.10.0
```

```
R2(config)#router rip
R2(config-router)#network 202.202.2.0
R2(config-router)#network 203.203.3.0
```

```
R3(config)#router rip
R3(config-router)#network 202.202.2.0
R3(config-router)#network 203.203.3.0
```

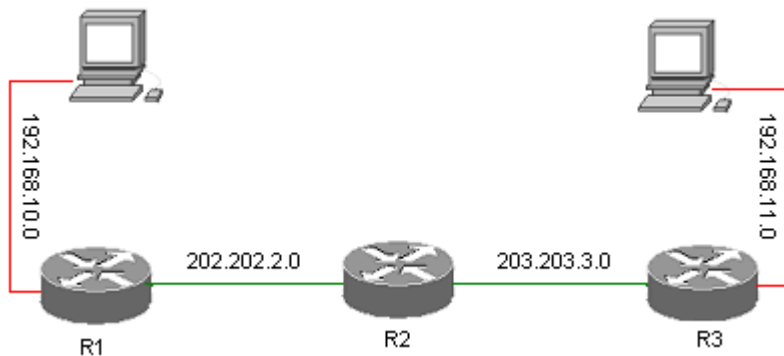
## 2.1.2 IGRP

Protokół IGRP opracowany został przez firmę Cisco w celu wyeliminowania niektórych ograniczeń protokołu RIP. Jedną z najważniejszych zmian jest znacznie większy dopuszczalny rozmiar sieci. W protokole RIP najdłuższa ścieżka mogła mieć tylko 15 skoków, w protokole IGRP zwiększono tę wartość do 255 (domyślnie limit ustawiony jest na 100 skoków). Jako protokół wektora odległości i protokół klasowy IGRP podlega takim samym zasadom pracy, jak protokół RIP i w wielu punktach jest do niego podobny. Poszczególne sieci ogłaszane są do sąsiadów przez wszystkie włączone interfejsy z wykorzystaniem komunikacji rozgłoszeniowej. Zmieniono jednak wartości liczników czasowych w porównaniu z protokołem RIP. W porównaniu z RIP znacznie zoptymalizowano format pakietu IGRP, a protokół przenoszony jest bezpośrednio przez warstwę IP jako protokół nr 9 (RIP wykorzystuje UDP). Kolejną ciekawą zmianą jest możliwość rozłożenia ruchu pakietów na kilka tras o niejednakowej metryce, prowadzących do tej samej sieci. Jedną z najważniejszych cech protokołu IGRP jest jednak zupełnie inny sposób obliczania metryki trasy. W protokole RIP koszt trasy opierał się tylko na liczbie skoków do sieci docelowej. IGRP przesyła i monitoruje liczbę skoków, ale tylko w celu sprawdzania, czy trasa nie jest zbyt długa (255 skoków maksymalnie). Liczba skoków nie jest w ogóle brana pod uwagę przy wyliczaniu metryki.

Protokół IGRP konfigurujemy podobnie jak protokół RIP, za pomocą głównego polecenia konfiguracyjnego **router** oraz podkomend **network**, których znaczenie i działanie

jest takie samo, jak w protokole RIP. Zasadniczą różnicą jest stosowanie opcji `oblastar` w poleceniu **router**, wskazującej identyfikator obszaru autonomicznego, w tym wypadku zwanego również domeną routingu. W przeciwieństwie do protokołu RIP, routery pracujące z protokołem IGRP mogą zostać logicznie przydzielone do różnych obszarów, w ramach których wymieniane są informacje. Standardowo routery pracujące w dwu różnych obszarach nie wymieniają informacji o sieciach. [3]

### Przykład. IGRP



```
R1(config)# router igrp 10
R1(config-router)#network 202.202.2.0
R1(config-router)#network 192.168.10.0
```

```
R2(config)# router igrp 10
R2(config-router)#network 202.202.2.0
R2(config-router)#network 203.203.3.0
```

```
R3(config)# router igrp 10
R3(config-router)#network 202.202.2.0
R3(config-router)#network 203.203.3.0
```

## 2.2 Protokoły stanu łącza

W protokołach stanu łącza każdy router przechowuje kompletną bazę danych o topologii sieci z informacjami o koszcie pojedynczych ścieżek w obrębie sieci oraz o stanie połączeń. Informacje te kompletowane są poprzez rozsyłanie tzw. pakietów LSA (link-state advertisement) o stanie łącza. Każdy router wysyła informację o bezpośrednio do niego podłączonych sieciach oraz o ich stanie (włączone lub wyłączone). Dane te są następnie rozsyłane od routera do routera, każdy router pośredni zapisuje u siebie kopię pakietów LSA, ale nigdy ich nie zmienia. Po pewnym czasie (czasie zbieżności) każdy router ma identyczną bazę danych o topologii (czyli mapę sieci) i na jej podstawie tworzy drzewo najkrótszych ścieżek SPF (shortest path first) do poszczególnych sieci. Router zawsze umieszcza siebie w centrum (korzeniu) tego drzewa, a ścieżka wybierana jest na podstawie kosztu dotarcia do docelowej sieci - najkrótsza trasa nie musi pokrywać się z trasą o najmniejszej liczbie skoków. Do wyznaczenia drzewa najkrótszych ścieżek stosowany jest algorytm E.W. Dijkstry. Ponieważ każdy router ma identyczną bazę danych informacji o sieci, protokoły stanu łącza są znacznie bardziej odporne na rozgłaszanie przypadkowych błędów ogłaszane

przez sąsiadów niż protokoły wektora odległości. Ponadto drzewo rozpinające sieć pozbawione jest w naturalny sposób rozległych pętli łączących routery.

Jedną z najważniejszych cech protokołów stanu łącza jest szybkie reagowanie na zmiany w topologii sieci. Po zmianie stanu łącza router generuje nowy pakiet LSA, który rozsyłany jest od routera do routera, a każdy router otrzymujący ten pakiet musi przeliczyć od nowa drzewo najkrótszych ścieżek i na jego podstawie zaktualizować tabelę routingu.

Protokoły stanu łącza nazywane są też protokołami "cichymi", ponieważ w przeciwieństwie do protokołów wektora odległości nie rozsyłają cyklicznych ogłoszeń, a dodatkowy ruch generują tylko przy zmianie stanu łącza. Ze względu na sposób działania i swoje cechy protokoły stanu łącza przeznaczone są do obsługi znacznie większych sieci niż protokoły wektora odległości.

Do wad protokołów stanu łącza zaliczyć można zwiększone zapotrzebowanie na pasmo transmisji w początkowej fazie ich działania (zanim "ucichną"), gdy routery rozsyłają między sobą pakiety LSA. Dodatkowo ze względu na złożoność obliczeń drzewa SPF, protokoły stanu łącza mają zwiększone wymagania dotyczące procesora i pamięci RAM routera (zwłaszcza przy większych sieciach). Typowym przedstawicielem tej grupy protokołów jest OSPF (Open Shortest Path First). [3]

## 2.2.1 OSPF

Jest to tzw. protokół stanu połączenia. Został zaprojektowany w celu zwiększenia efektywności przetwarzania w sieciach pracujących z protokołem IP. Jest udoskonalonym protokołem RIP, ponieważ pozwala na wybór ścieżki na podstawie wieloparametrowego kryterium kosztu określanego jako rutinyg najniższego kosztu (least-cost-routing). Protokół ten potrafi szybciej wprowadzić zmiany do tablic rutowania po zajściu zmian w sieci.

Posiada on dodatkowe cechy korzystnie wyróżniające go od RIP:

- a) OSPF może liczyć odrębne trasy dla różnych typów usług IP.
- b) Koszt interfejsu (miara) zależy od odległości, przepustowości łącza, czasu podróży pakietów, poziomu niezawodności i wielu innych parametrów.
- c) W przypadku istnienia kilku tras o jednakowym koszcie realizowane jest równoważenie obciążeń (load balancing).
- d) Obsługiwane są maski podsieci (trasa do hosta ma maskę składającą się z samych zer).

Protokół OSPF wysyła zgłoszenie LSA(Link-state advertisement) do wszystkich routerów znajdujących się w danym obszarze hierarchicznym. W zgłoszeniach LSA są zawarte między innymi informacje o łączach routery, stosując algorytm SPF, wyznaczają najkrótszą ścieżkę do każdego węzła. [2]

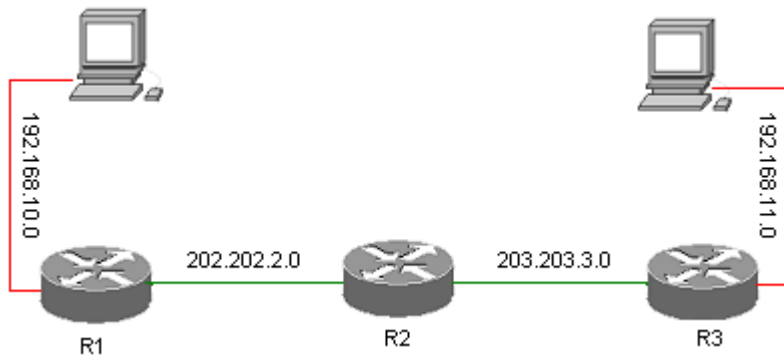
Aby uruchomić OSPF używamy polecenia konfiguracyjnego **router ospf**. Jeśli w tym samym routerze działa wiele procesów OSPF, polecenie wymaga podania identyfikatora procesu jako parametru. Tak jak w przypadku innych protokołów routingu, trzeba określić, które adresy sieciowe i interfejsy zostaną zawarte w ogłoszeniach routingu OSPF. Ponadto trzeba zidentyfikować obszar OSPF, w którym znajduje się interfejs.

Aby zidentyfikować adres sieciowy i interfejsy zawarte w OSPF, jak również obszarów, do których należą, używamy podrzędnego polecenia konfiguracyjnego **network**



**area.** Polecenie to ma dwa parametry. Pierwszy to adres sieci i maski zastępczej używane do porównywania z adresami IP przypisanymi interfejsom. Maską zastępczą to metoda dopasowania adresów IP lub zakresów adresów IP. Kiedy maska zastępcza zostanie zastosowana do adresu IP interfejsu, a wynikowy zakres sieci pasuje do adresu podanego w poleceniu **network area** interfejs zostanie włączony do procesu routingu OSPF dla wskazanego obszaru. Drugi parametr nazywany identyfikatorem obszaru, używany jest do określenia obszaru, do którego należy interfejs. [1]

#### Przykład. OSPF

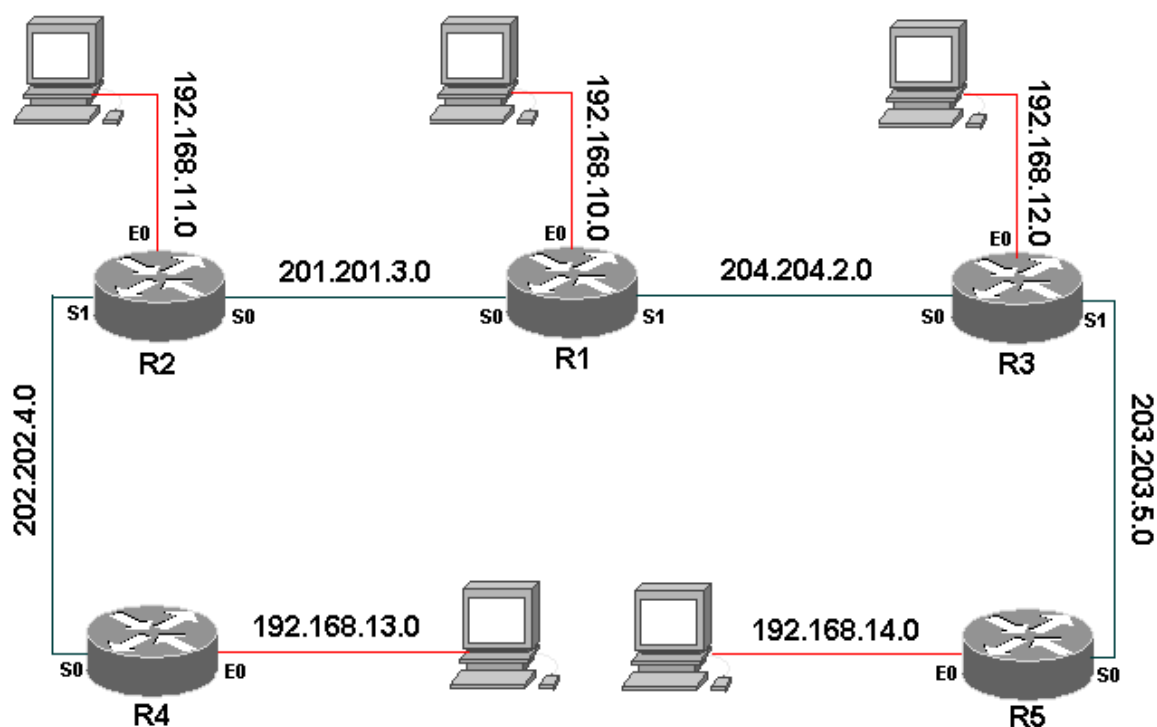


```
R1(config)# router ospf 100
R1(config-router)#network 202.202.2.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.255 area 0
```

```
R2(config)# router ospf 100
R2(config-router)#network 202.202.2.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 203.203.3.0 0.0.0.255 area 0
```

```
R3(config)# router ospf 100
R3(config-router)#network 202.202.2.0 0.0.0.255 area 0
R3(config-router)#network 203.203.3.0 0.0.0.255 area 0
```

### 3. Konfiguracja przykładowej sieci



rys.1 (maska dla każdej podsieci 255.255.255.0)

#### 3.1 Konfiguracja routerów

Łączymy się z routerem poprzez port konsoli. Każdy router Cisco wyposażony jest w jeden taki port (interfejs RS-232 lub RJ-45), do którego podłączyć można terminal znakowy lub komputer z emulatorem terminala (np. HyperTerminal w systemach Windows). Za pomocą terminala administrator może przeprowadzić proces konfiguracji routera. Pamiętać należy, iż poprawna komunikacja z routerem wymaga ustawienia odpowiednich parametrów transmisyjnych terminala - zwykle stosuje się: terminal typu VT100, prędkość 9600 (choć w rejestr routera można wpisać inną wartość), 8 bitów danych, 1 bit stopu, transmisję bez parzystości

##### Router 1:

```
Router>  
Router>enable  
Router#conf term
```

```
Router(config)#hostname R1  
R1(config)#
```

```
R1(config)#interface serial0
R1(config-if)#ip address 201.201.3.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown

R1(config-if)#exit

R1(config)#interface serial1
R1(config-if)#ip address 204.204.2.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown

R1(config-if)#exit

R1(config)#interface eth0
R1(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown

R1(config-if)#exit
```

### **Router 2:**

```
Router>
Router>enable
Router#conf term

Router(config)#hostname R2
R2(config)#

R2(config)#interface serial0
R2(config-if)#ip address 201.201.3.2 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit

R2(config)#interface serial1
R2(config-if)#ip address 202.202.4.1 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit

R2(config)#interface eth0
R2(config-if)#ip address 192.168.11.1 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown

R2(config-if)#exit
```

### **Router 3:**

```
Router>
Router>enable
Router#conf term

Router(config)#hostname R3
R3(config)#

R3(config)#interface serial0
R3(config-if)#ip address 204.204.2.2 255.255.255.0
```

```
R3(config-if)#no shutdown
```

```
R3(config-if)#exit  
R3(config)#interface serial1  
R3(config-if)#ip address 203.203.5.1 255.255.255.0  
R3(config-if)#no shutdown
```

```
R3(config-if)#exit
```

```
R3(config)#interface eth0  
R3(config-if)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.0  
R3(config-if)#no shutdown
```

```
R3(config-if)#exit
```

#### **Router 4:**

```
Router>  
Router>enable  
Router#conf term
```

```
Router(config)#hostname R4  
R4(config)#
```

```
R4(config)#interface serial0  
R4(config-if)#ip address 202.202.4.2 255.255.255.0  
R4(config-if)#no shutdown
```

```
R4(config-if)#exit
```

```
R4(config)#interface eth0  
R4(config-if)#ip address 192.168.13.1 255.255.255.0  
R4(config-if)#no shutdown
```

```
R4(config-if)#exit
```

#### **Router 5:**

```
Router>  
Router>enable  
Router#conf term
```

```
Router(config)#hostname R5  
R5(config)#
```

```
R5(config)#interface serial0  
R5(config-if)#ip address 203.203.5.2 255.255.255.0  
R5(config-if)#no shutdown
```

```
R5(config-if)#exit  
R5(config)#interface eth0  
R5(config-if)#ip address 192.168.14.1 255.255.255.0  
R5(config-if)#no shutdown
```

```
R5(config-if)#exit
```

## Ustawienie adresów ip na komputerach 1-5:

Komputer1 ip 192.168.10.2  
Komputer2 ip 192.168.11.2  
Komputer3 ip 192.169.12.2  
Komputer4 ip 192.168.13.2  
Komputer5 ip 192.168.14.2

## **3.2 Ruting statyczny**

### Router 1:

```
R1>  
R1>enable  
R1#conf term  
  
R1(config)#ip route 202.202.4.0 255.255.255.0 201.201.3.2  
R1(config)#ip route 192.168.11.0 255.255.255.0 201.201.3.2  
R1(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 201.201.3.2  
R1(config)#ip route 203.203.5.0 255.255.255.0 204.204.2.2  
R1(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 204.204.2.2  
R1(config)#ip route 192.168.14.0 255.255.255.0 204.204.2.2  
  
R1(config)#exit
```

### Router 2:

```
R2>  
R2>enable  
R2#conf term  
  
R2(config)#ip route 204.204.2.0 255.255.255.0 201.201.3.1  
R2(config)#ip route 203.203.5.0 255.255.255.0 201.201.3.1  
R2(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 201.201.3.1  
R2(config)#ip route 192.168.14.0 255.255.255.0 201.201.3.1  
R2(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 202.202.4.2  
R2(config)#ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 201.201.3.1  
  
R2(config)#exit
```

### Router 3:

```
R3>  
R3>enable  
R3#conf term  
  
R3(config)#ip route 201.201.3.0 255.255.255.0 204.204.2.1  
R3(config)#ip route 202.202.4.0 255.255.255.0 204.204.2.1  
R3(config)#ip route 192.168.11.0 255.255.255.0 204.204.2.1  
R3(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 204.204.2.1  
R3(config)#ip route 192.168.14.0 255.255.255.0 203.203.5.2  
R3(config)#ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 204.204.2.1  
R3(config)#exit
```

#### **Router 4:**

```
R4>
R4>enable
R4#conf term

R4(config)#ip route 201.201.3.0 255.255.255.0 202.202.4.1
R4(config)#ip route 204.204.2.0 255.255.255.0 202.202.4.1
R4(config)#ip route 203.203.5.0 255.255.255.0 202.202.4.1
R4(config)#ip route 192.168.11.0 255.255.255.0 202.202.4.1
R4(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 202.202.4.1
R4(config)#ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 202.202.4.1
R4(config)#ip route 192.168.14.0 255.255.255.0 202.202.4.1

R4(config)#exit
```

#### **Router 5:**

```
R5>
R5>enable
R5#conf term

R5(config)#ip route 204.204.2.0 255.255.255.0 203.203.5.1
R5(config)#ip route 201.201.3.0 255.255.255.0 203.203.5.1
R5(config)#ip route 202.202.4.0 255.255.255.0 203.203.5.1
R5(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 203.203.5.1
R5(config)#ip route 192.168.11.0 255.255.255.0 203.203.5.1
R5(config)#ip route 192.168.10.0 255.255.255.0 203.203.5.1
R5(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 203.203.5.1

R5(config)#exit
```

### **3.3 Ruting dynamiczny – RIP**

#### **Router 1:**

```
R1>
R1>enable
R1#conf term

R1(config)#router rip
R1(config-router)#network 201.201.3.0
R1(config-router)#network 204.204.2.0
R1(config-router)#network 192.168.10.0

R1(config-router)#exit
```

#### **Router 2:**

```
R2>
R2>enable
R2#conf term

R2(config)#router rip
```

```
R2(config-router)#network 201.201.3.0
R2(config-router)#network 202.202.4.0
R2(config-router)#network 192.168.11.0
```

```
R2(config-router)#exit
```

### **Router 3:**

```
R3>
R3>enable
R3#conf term
```

```
R3(config)#router rip
R3(config-router)#network 204.204.2.0
R3(config-router)#network 203.203.5.0
R3(config-router)#network 192.168.12.0
```

```
R3(config-router)#exit
```

### **Router 4:**

```
R4>
R4>enable
R4#conf term
```

```
R4(config)#router rip
R4(config-router)#network 202.202.4.0
R4(config-router)#network 192.168.13.0
R4(config-router)#exit
```

### **Router 5:**

```
R5>
R5>enable
R5#conf term
```

```
R5(config)#router rip
R5(config-router)#network 203.203.5.0
R5(config-router)#network 192.168.14.0
R5(config-router)#exit
```

## **3.4 Ruting dynamiczny – IGRP**

### **Router 1:**

```
R1>
R1>enable
R1#conf term
```

```
R1(config)#router igrp 10
R1(config-router)#network 201.201.3.0
R1(config-router)#network 204.204.2.0
R1(config-router)#network 192.168.10.0
```

```
R1(config-router)#exit
```

### **Router 2:**

```
R2>
R2>enable
R2#conf term

R2(config)#router igrp 10
R2(config-router)#network 201.201.3.0
R2(config-router)#network 202.202.4.0
R2(config-router)#network 192.168.11.0

R2(config-router)#exit
```

### **Router 3:**

```
R3>
R3>enable
R3#conf term

R3(config)#router igrp 10
R3(config-router)#network 204.204.2.0
R3(config-router)#network 203.203.5.0
R3(config-router)#network 192.168.12.0

R3(config-router)#exit
```

### **Router 4:**

```
R4>
R4>enable
R4#conf term

R4(config)#router igrp 10
R4(config-router)#network 202.202.4.0
R4(config-router)#network 192.168.13.0
R4(config-router)#exit
```

### **Router 5:**

```
R5>
R5>enable
R5#conf term

R5(config)#router igrp 10
R5(config-router)#network 203.203.5.0
R5(config-router)#network 192.168.14.0
R5(config-router)#exit
```

## **3.5 Ruting dynamiczny – OSPF**

### **Router 1:**

```
R1>
R1>enable
R1#conf term
R1(config)#router ospf 100
R1(config-router)#network 201.201.3.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)#network 204.204.2.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.255 area 0
```



R1(config-router)#exit

### **Router 2:**

R2>  
R2>enable  
R2#conf term

R2(config)#router ospf 100  
R2(config-router)#network 201.201.3.0 0.0.0.255 area 0  
R2(config-router)#network 202.202.4.0 0.0.0.255 area 0  
R2(config-router)#network 192.168.11.0 0.0.0.255 area 0

R2(config-router)#exit

### **Router 3:**

R3>  
R3>enable  
R3#conf term

R3(config)#router ospf 100  
R3(config-router)#network 204.204.2.0 0.0.0.255 area 0  
R3(config-router)#network 203.203.5.0 0.0.0.255 area 0  
R3(config-router)#network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0

R3(config-router)#exit

### **Router 4:**

R4>  
R4>enable  
R4#conf term

R4(config)#router ospf 100  
R4(config-router)#network 202.202.4.0 0.0.0.255 area 0  
R4(config-router)#network 192.168.13.0 0.0.0.255 area 0  
R4(config-router)#exit

### **Router 5:**

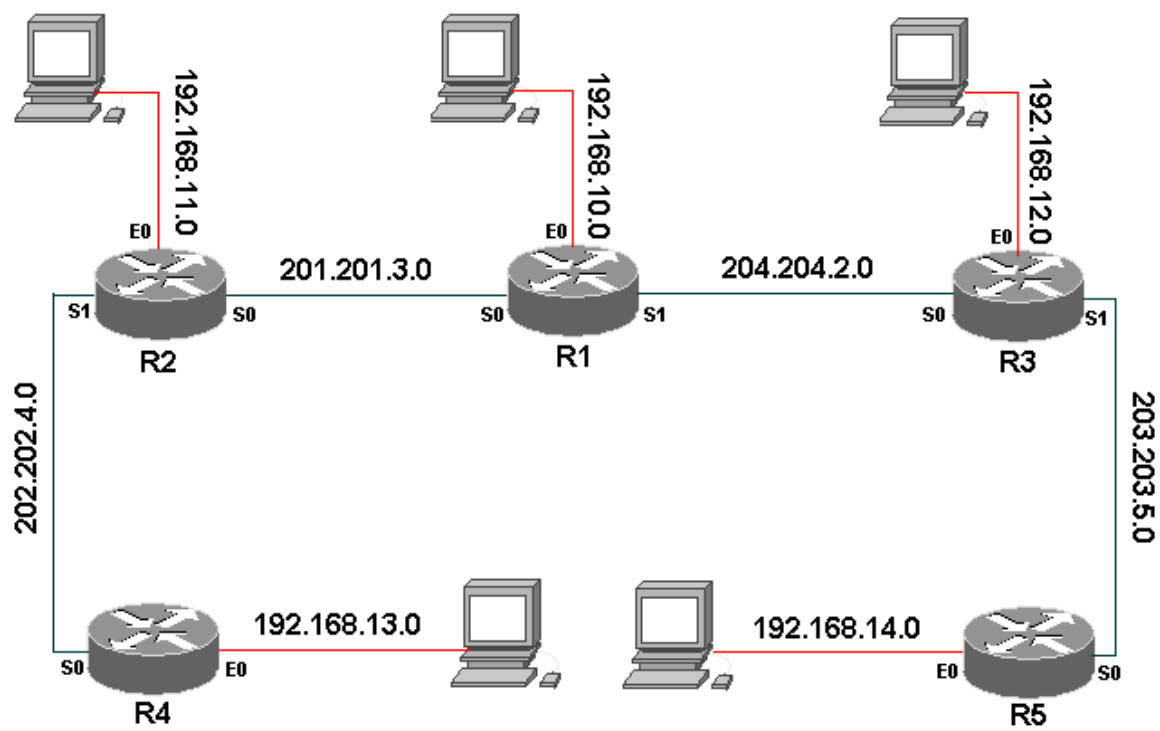
R5>  
R5>enable  
R5#conf term

R5(config)#router ospf 100  
R5(config-router)#network 203.203.5.0 0.0.0.255 area 0  
R5(config-router)#network 192.168.14.0 0.0.0.255 area 0  
R5(config-router)#exit

## **4. Przykładowe laboratorium z zakresu protokołów routingu**

<b>Laboratorium</b>	<b>ZAKŁAD SYSTEMÓW ROZPROSZONYCH</b>  <b>LABORATORIUM</b>  <b>SYSTEMY I SIECI KOMPUTEROWE</b>
	<b>Konfiguracja router'ów CISCO</b>  <b>Protokoły routingu - statyczny, RIP, IGRP, OSPF</b>

1. Zapoznać się z architekturą sieci przedstawioną na rys.1
2. Zbudować daną sieć.
  - Dobrać okablowanie
  - Odpowiednio połączyć urządzenia wchodzące w skład sieci.
3. Skonfigurować routery i komputery tworzące sieć
  - Połączyć się z routerem przez port konsoli
  - Dokonać zmiany nazwy routera (odpowiednio dla każdej grupy R1,R2,...)
  - Ustawić odpowiednio adresy ip używanych portów routera
  - Ustawić odpowiednio adresy ip na poszczególnych komputerach
4. Ruting statyczny
  - Sprawdzić czy na danym routerze nie jest ustawiony protokół routingu – jeżeli takowy istnieje usunąć go.
  - Włączyć i skonfigurować protokół routingu na poszczególnych routerach
  - Sprawdzić poprawne działanie sieci
5. Ruting dynamiczny – RIP, IGRP
  - Usunąć wcześniejszy protokół routingu statycznego
  - Włączyć i skonfigurować protokół (RIP lub IGRP – do wyboru) na poszczególnych routerach
  - Sprawdzić poprawne działanie sieci
6. Ruting dynamiczny - OSPF
  - Usunąć wcześniejszy protokół routingu dynamicznego
  - Włączyć i skonfigurować protokół OSPF na poszczególnych routerach
  - Sprawdzić poprawne działanie sieci



rys.1 (maska dla każdej podsieci 255.255.255.0)

## **Literatura**

- [1] Bruce Pinsky – „Konfiguracja routerów CISCO”
- [2] Vademecum Teleinformatyka
- [3] <http://www.pckurier.pl/>