Маршрутизиране в TCP/IP мрежи. Маршрутизатор. Маршрутни таблици.

проф. д-р инж. Венета Алексиева

Основни моменти

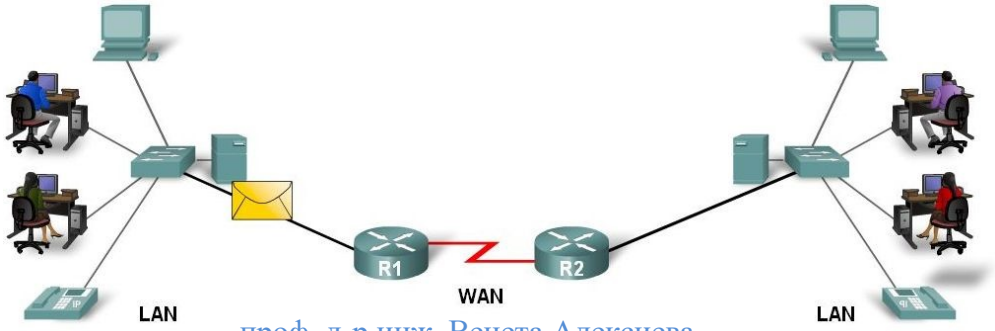
- Маршрутизатор – устройство
- Предназначение
- Принцип на вземане на решения
- Маршрутна таблица
- Маршрутизиране
- Маршрутна таблица
- Конвергенция
- Статично/Динамично маршрутизиране

Маршрутизатор

- Работи на мрежовия слой на OSI модела.
- PDU, с което работи са пакети.
- Препраща пакети като избира най-добрия път до дестинацията.
- Взема решения на база на IP адреси.
- Изгражда маршрутна таблица, в която записва най-добрите пътища до всяка дестинационна мрежа.

Маршрутизира

- Данните постъпват в маршрутизатора и той на база на записванията в маршрутната си таблица ги изпраща по съответния си интерфейс. (сравнява IP адреса на дестинацията със записванията в маршрутната си таблица и при съвпадение взема от таблицата съответния интерфейс)
- Има различни по тип интерфейси, т.к. се свързва по различни преносни среди с останалите устройства.

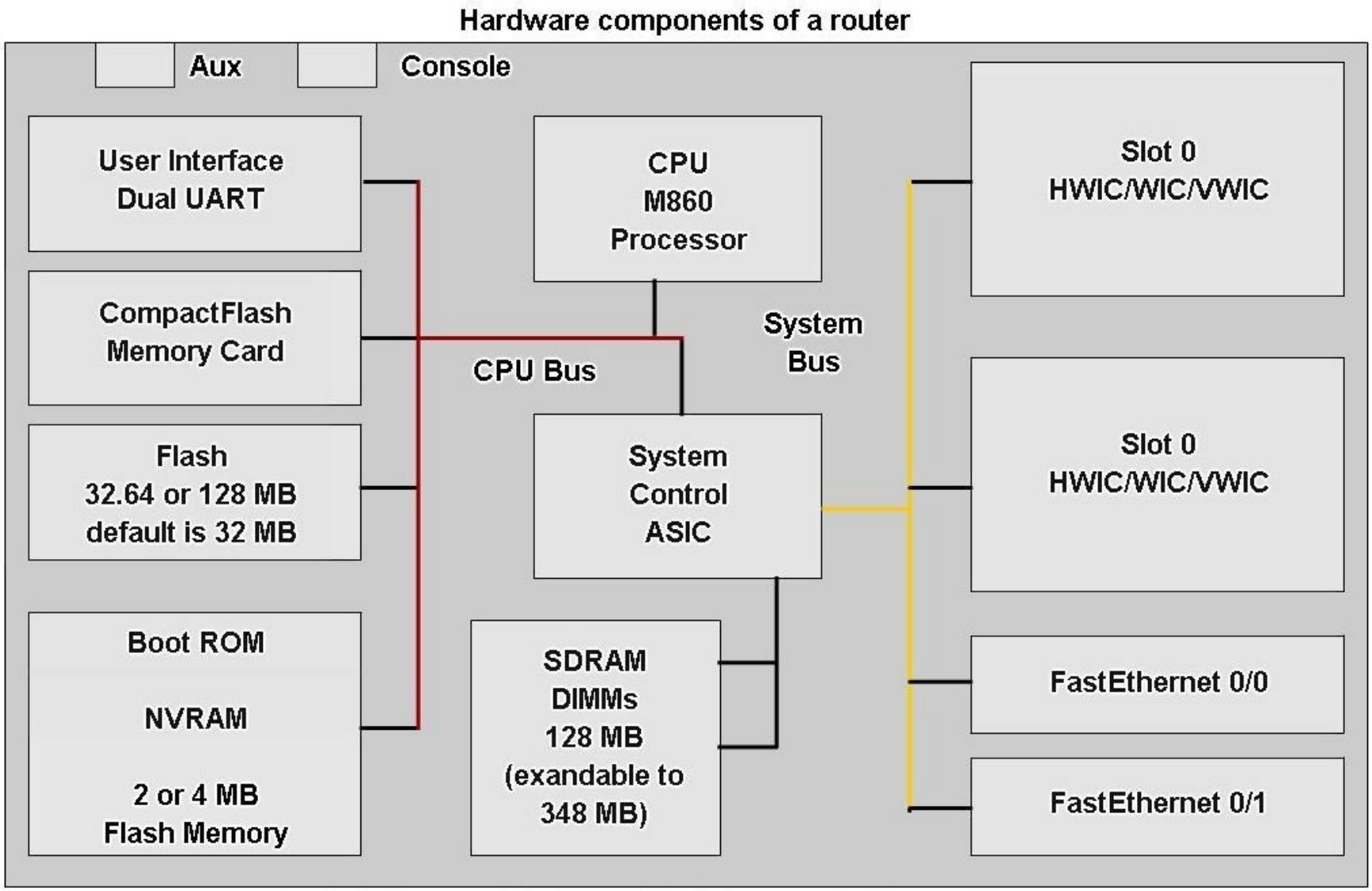


Маршрутизаторът е компютър

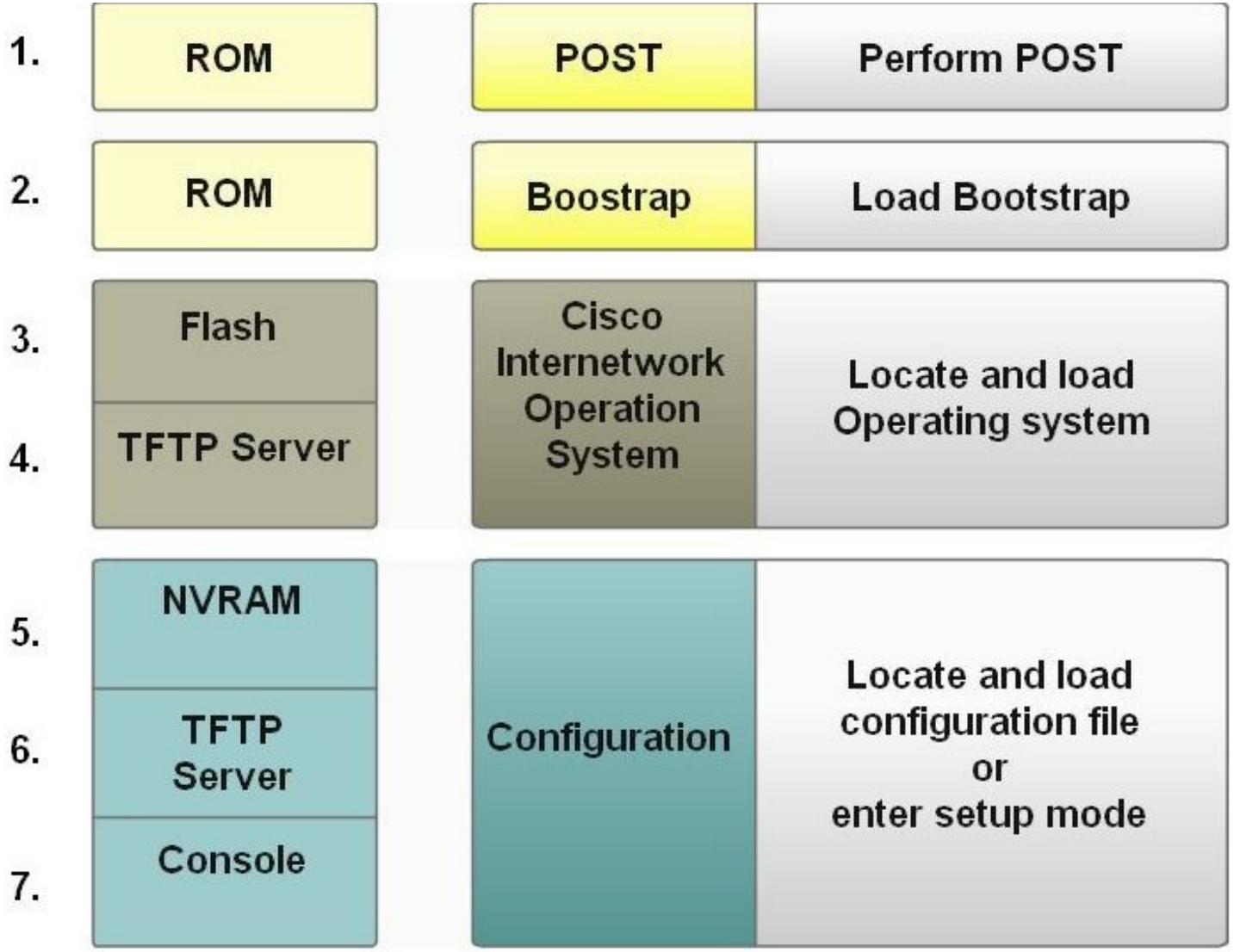
Състои се от:

- **CPU**
- **Random access memory (RAM)** - съдържа копие на конфигурационните файлове и маршрутната таблица
- **Read-only memory (ROM)** – съдържа диагностичен софтуер за POST при включването му и bootstrap програма
- **Non-volatile RAM (NVRAM)** – съхранява стартовите конфигурационни файлове (IP адреси на интерфейси, маршрутизиращи протоколи, име на маршрутизатора)
- **Flash memory** – съдържа ОС
- **Interfaces** – физически (и логически)
  - Ethernet / fast Ethernet interfaces
  - Serial interfaces
  - Management interfaces

Маршрутизатор на CISCO



Стъпки след включване на маршрутизатора



Интерфейси на маршрутизатора

- Интерфейсите са физически връзки на маршрутизатора, по които се получават и и зпращат пакети.
- Всеки интерфейс принадлежи към различна мрежа
- Типове интерфейси:
  - Ethernet
  - Fastethernet
  - Serial
  - DSL
  - ISDN
  - Cable
  - console
  - AUX

LAN интерфейси

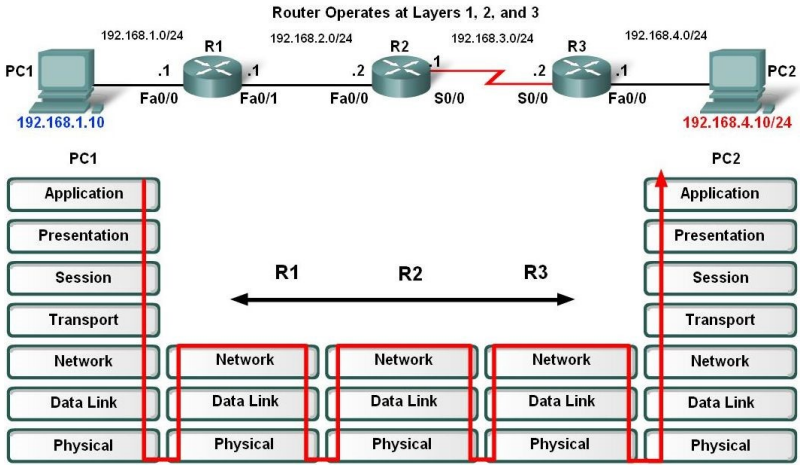
WAN интерфейси

интерфейси за управление

Each individual interface connects to a different network. Thus each interface has an IP address/mask from that network.

Маршрутизиране

- В маршрутизатора се **получава** поток от битове, който е оформен във фрейм, а фреймът е енкапсулиран в пакет.
- Маршрутизаторът де-енкапсулира PDU-то до пакет.
- Маршрутизаторът **взема решение** по кой интерфейс да изпрати пакета.
- **Ре-енкапсулира** го във фрейм.
- **Изпраща го** по изходящия интерфейс.



Вземане на решение

- Пакетът постъпва в маршрутизатора.
- Маршрутизаторът взема IP адреса на дестинацията от пакета.
- От него с помощта на SM получава IP адреса на дестинационната мрежа.
- Сравнява го последователно със записванията за дестинационни мрежи в маршрутната си таблица.
- Ако съвпадне с някое записване, се взема от таблицата интерфейса, по който трябва да се изпрати пакета, пакетът се енкапсулира отново във фрейм, като се преизчислява FCS. После се изпраща под формата на битове през съответния физически интерфейс през преносната среда.
- Ако не съвпадне с нито едно записване, но е конфигуриран път по подразбиране, се изпраща по интерфейса, конфигуриран за пътя по подразбиране.
- Ако не съвпадне с нито едно записване, но няма конфигуриран път по подразбиране, пакетът се изхвърля.

Маршрутна таблица на маршрутизатор

- Съдържа информация за:
  - Директно свързаните мрежи
  - Отдалечените мрежи (зададени статично или получени чрез динамичен протокол)
- Има следните компоненти:

IP дестинация	Маска	IP next gateway	Интерфейс	Метрика

```
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2
```

Маршрутизиране

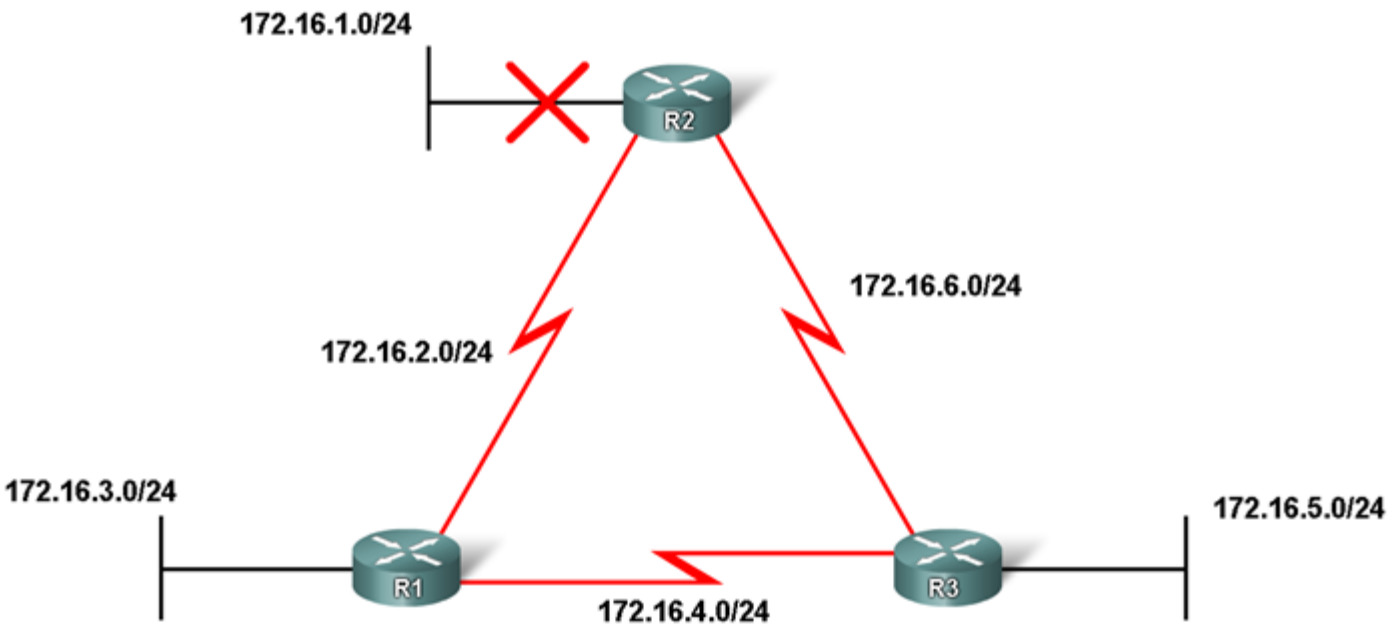
- Процес на определяне на най-добрия маршрут в компютърните мрежи от една машина до друга.
- Осъществява се на база на информация в маршрутната таблица на устройството.
- Бива:
  - Според местонахождението на дестинацията: Директно /Индиректно
  - Според начина на получаване на информация за път в маршрутната таблица: Статично/Динамично

Принципи на маршрутизиране

- Всеки маршрутизатор взема решения сам на база на своята маршрутна таблица.
- Маршрутните таблици на различни маршрутизатори могат да съдържат различна информация.
- Маршрутната таблица може да определи как да се достигне дестинацията, но не и как да се върне информация обратно.

Конвергенция(Convergence)

Всички маршрутизатори имат вярна и пълна информация за пътищата в мрежата.



Маршрутна таблица на крайно устройство

```
C:\Users\User>route print
===========================================================================
Interface List
 12...00 1e 65 20 22 35 ......Microsoft Virtual WiFi Miniport Adapter
 11...00 1e 65 20 22 34 ......Intel(R) WiFi Link 5100 AGN
 10...00 22 64 cc f1 65 ......Intel(R) 82567LM Gigabit Network Connection
  1...........................Software Loopback Interface 1
 17...00 00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter
 16...00 00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #2
 18...00 00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #3
===========================================================================

IPv4 Route Table
===========================================================================
Active Routes:
Network Destination        Netmask          Gateway       Interface  Metric
          0.0.0.0          0.0.0.0      192.168.1.1     192.168.1.95     30
        127.0.0.0        255.0.0.0         On-link         127.0.0.1    306
        127.0.0.1  255.255.255.255         On-link         127.0.0.1    306
  127.255.255.255  255.255.255.255         On-link         127.0.0.1    306
      192.168.1.0    255.255.255.0         On-link      192.168.1.95    286
     192.168.1.95  255.255.255.255         On-link      192.168.1.95    286
    192.168.1.255  255.255.255.255         On-link      192.168.1.95    286
        224.0.0.0        240.0.0.0         On-link         127.0.0.1    306
        224.0.0.0        240.0.0.0         On-link      192.168.1.95    286
  255.255.255.255  255.255.255.255         On-link         127.0.0.1    306
  255.255.255.255  255.255.255.255         On-link      192.168.1.95    286
===========================================================================
Persistent Routes:
  None

IPv6 Route Table
===========================================================================
Active Routes:
 If Metric Network Destination      Gateway
  1    306 ::1/128                  On-link
 11    286 fe80::/64                On-link
 11    286 fe80::aded:fe09:20ad:d445/128
                                    On-link
  1    306 ff00::/8                 On-link
 11    286 ff00::/8                 On-link
===========================================================================
Persistent Routes:
  None

C:\Users\User>
```

Маршрутна таблица на маршрутизатор

- Съдържа информация за:
  - Директно свързаните мрежи
  - Отдалечените мрежи (зададени статично или получени чрез динамичен протокол)
- Има следните компоненти:

IP дестинация	Маска	IP next gateway	Интерфейс	Метрика

```
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2
```

Статично маршрутизиране

- Предимства
  - Може да задава няколко backup интерфейса на маршрутизатора за път към определени мрежи
  - Лесно се конфигурира
  - Не изисква допълнителни ресурси
  - По-сигурен
- Недостатъци
  - При промени в мрежата – ръчно преконфигуриране
  - Не е добър в големи или често променящи се топологии

Динамично маршрутизиране

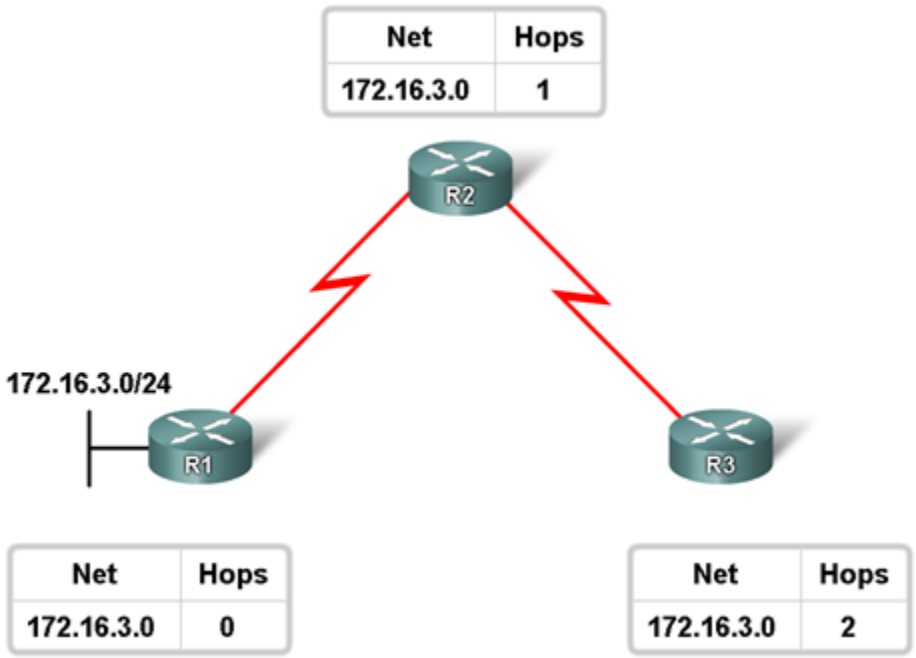
- Компоненти на маршрутизиращия протокол
  - Алгоритъм за попълване на маршрутната таблица
  - Обменяни съобщения
  - Формат на данните

Метрика(Metric)

Стойност, ползвана от маршрутизиращия протокол, за да определи кои пътища са по-добри от другите.

Тя присъства в таблицата.

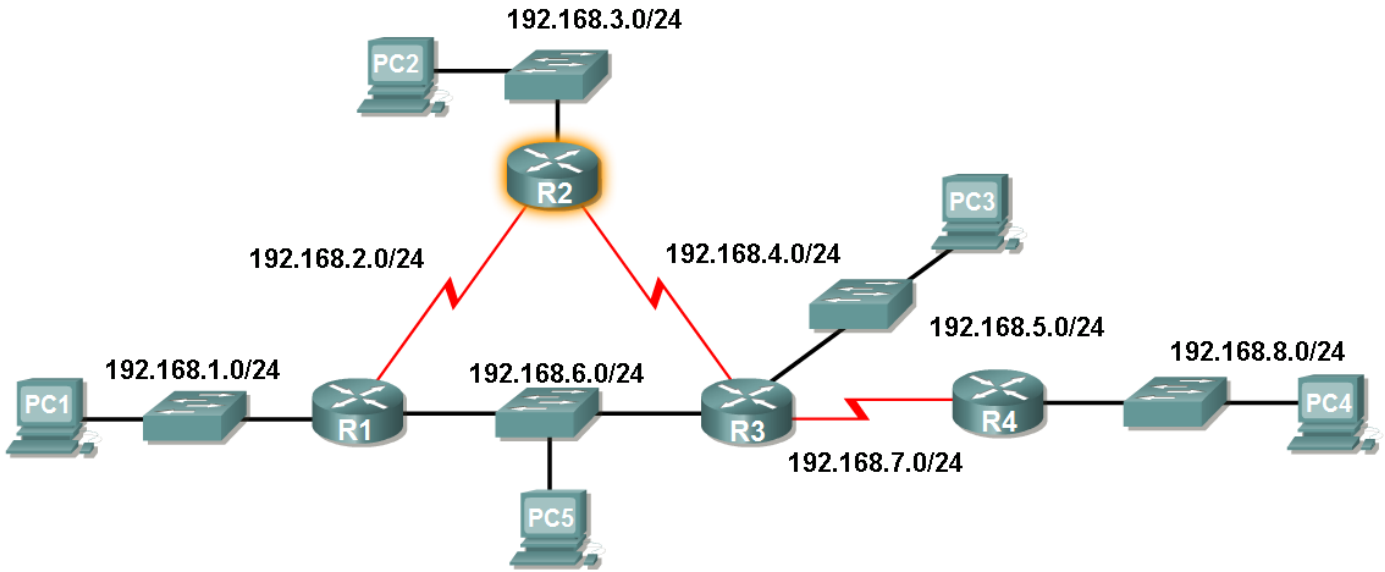
- Bandwidth
- Cost
- Delay
- Hop count
- Load
- Reliability



Метрика(Metrics)

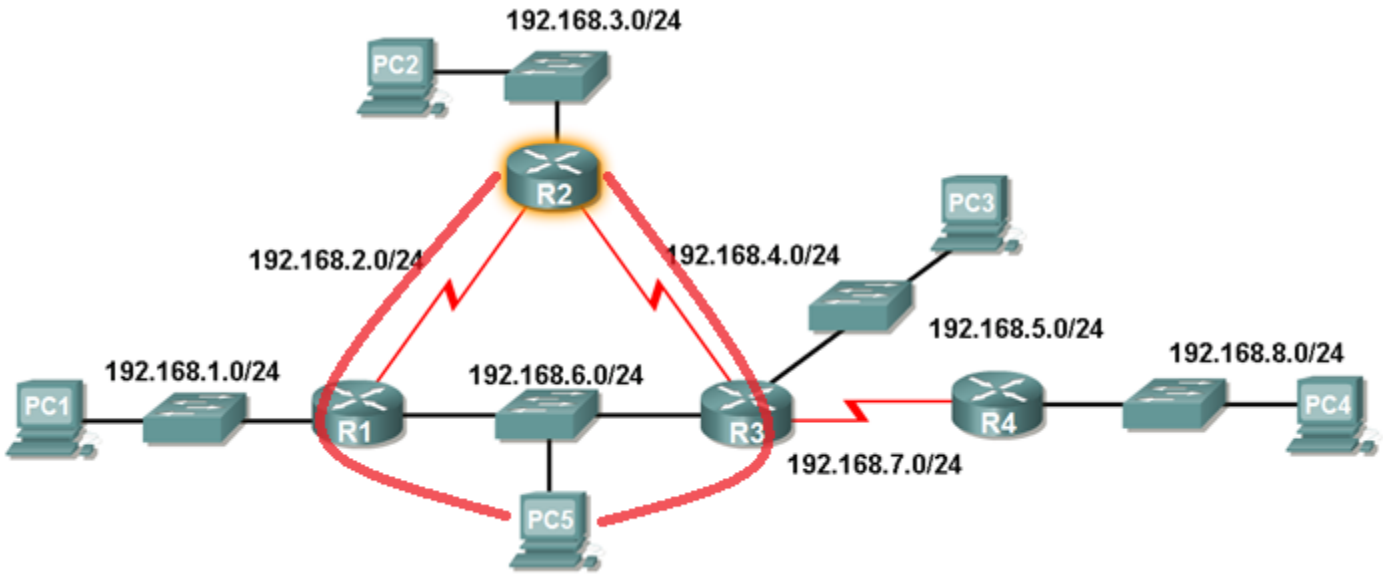
Протоколите ползват различни метрики:

- RIP - hop count
- IGRP & EIGRP - Bandwidth (by default), Delay (by default), Load, Reliability
- IS-IS & OSPF – Cost, Bandwidth



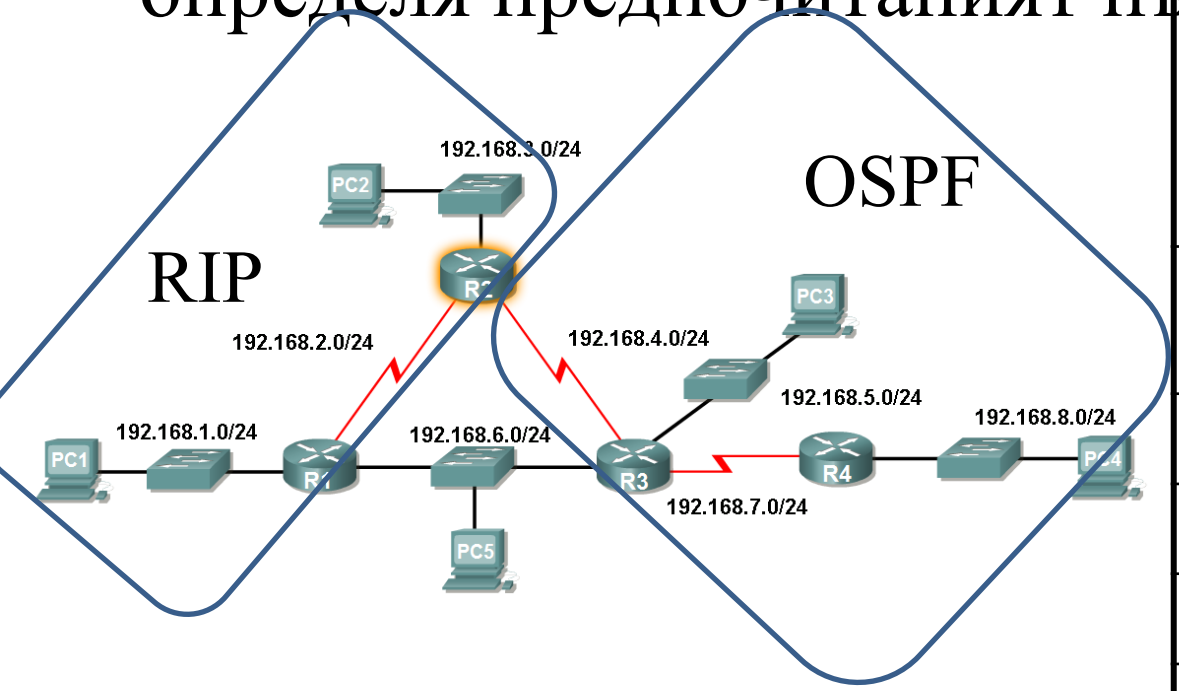
Load balancing

- Load balancing е възможност на маршрутизатора да праща пакети по няколко пътя с еднаква метрика.



Административна дистанция

- Чрез метриката се изчислява кой е най-добрия път до дестинацията.
- Чрез Административната дистанция се определя предпочитаният път.



Източник на информация	Административна дистанция (по подразбиране)
Директно свързани	0
Статични	1
eBGP	20
OSPF	110
RIP	120
iBGP	200

Определяне на маршрут

Това е определянето на най-добър път до дестинацията:

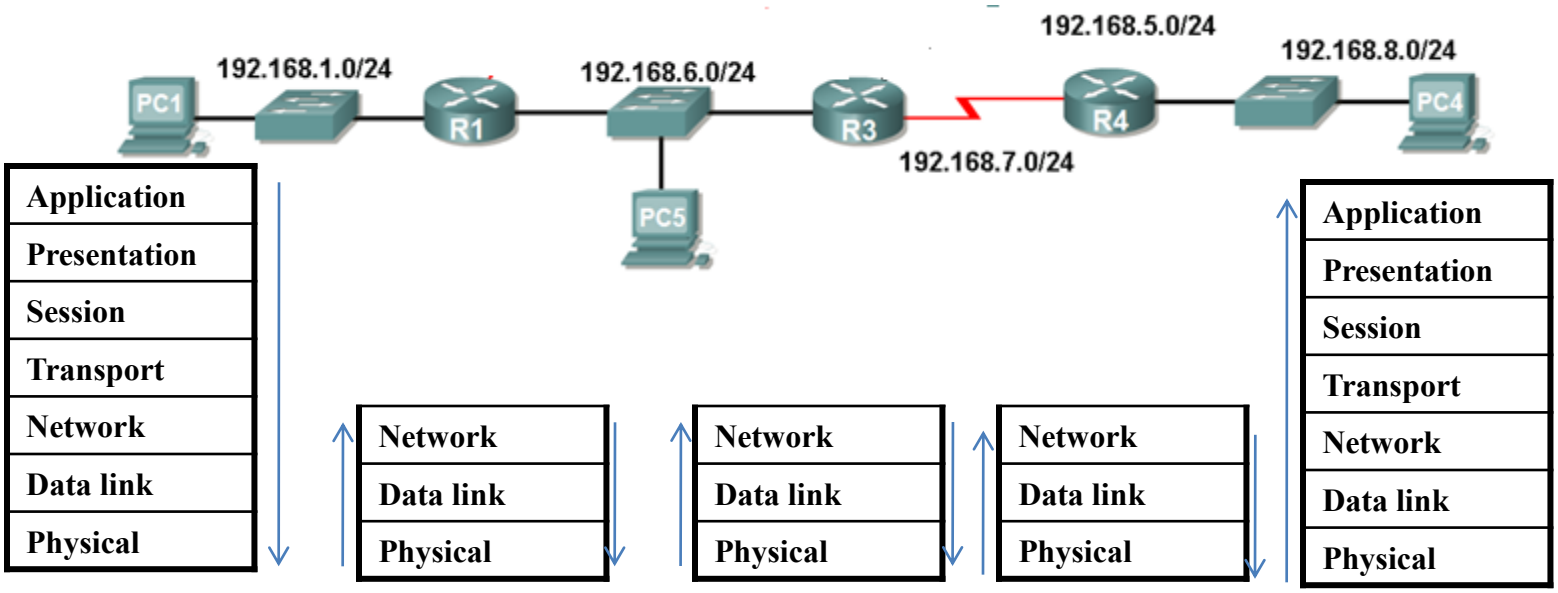
1. Административна дистанция
2. Метрика

Затова редът е:

1. Директно свързани мрежи
2. Отдалечени мрежи, за които има информация
3. Отдалечени мрежи, за които не е определен път – път по подразбиране

Преминаване на пакет по маршрут

- IP адресите на източника и на дестинацията **не се променят в нито едно устройство.**
- MAC адресите на източника и на дестинацията **се променят при доставяне от един маршрутизатор до друг**.
- TTL полето в IP header намалява с 1 до достигане на 0, след което пакетът се изхвърля.

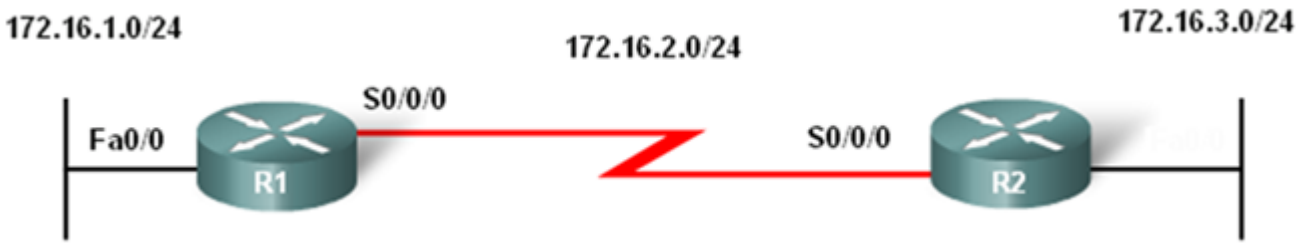


Редистрибутиране

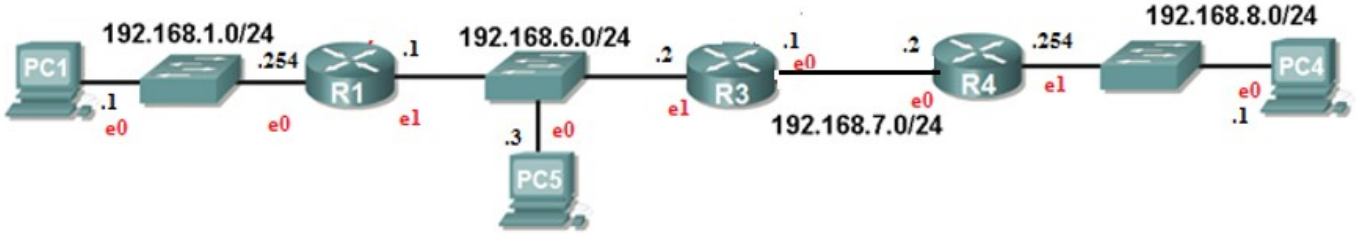
- Начин за рекламиране на статичен път или път, научен от друг динамичен протокол, от един маршрутизатор на друг чрез този динамичен протокол.
- Най- често се прилага:
  - За рекламиране на статични пътища
  - На границата на мрежи, в които са конфигурирани различни протоколи

Пасивни интерфейси

- Конфигурират се от администратора.
- Не се изпращат updates по интерфейси, където има само крайни устройства и няма други маршрутизатори.



Маршрутни таблици - Пример



Устройство	IP дестинация	Маска	IP next gateway	Интерфейс
PC1	192.168.1.0	255.255.255.0	-	e0
	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.254	e0
PC4	192.168.8.0	255.255.255.0	-	e0
	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.8.254	e0
PC5	192.168.6.0	255.255.255.0	-	e0
	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.6.1	e0
R1	192.168.1.0	255.255.255.0	-	e0
	192.168.6.0	255.255.255.0	-	e1
	192.168.7.0	255.255.255.0	192.168.6.2	e1
	192.168.8.0	255.255.255.0	192.168.6.2	e1
R3	192.168.6.0	255.255.255.0	-	e1
	192.168.7.0	255.255.255.0	-	e0
	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.6.1	e1
	192.168.8.0	255.255.255.0	192.168.7.2	e0
R4	192.168.8.0	255.255.255.0	-	e1
	192.168.7.0	255.255.255.0	-	e0
	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.7.1	e0
	192.168.6.0	255.255.255.0	192.168.7.1	e0

Въпроси ?

Благодаря за вниманието !