

بسمه تعالی



آزمایشگاه شبکه
دانشکده برق و کامپیوتر
دانشگاه صنعتی اصفهان

زمستان ۱۴۰۱
دکتر حیدرپور، دکتر فانیان

پیش گزارش آشنایی با مسیریابی میان شبکه‌های محلی مجازی
(inter-VLAN Routing) در روتر و مسیریابی ایستا (static)

فهرست:

روتر

مسیریابی

سخت افزار

نرم افزار

دستورات پیکربندی

پیکربندی اینترفیس FastEthernet

پیکربندی اینترفیس Serial

اینترفیس Loopback

بررسی وضعیت اینترفیس‌ها

مسیریابی استاتیک

مسیر پیش فرض Default Route

مسیریابی بین شبکه‌های محلی مجازی (Inter-VLAN Routing) در روتر



روتر

روتر یا مسیریاب (Router) دستگاهی است که بسته‌های داده را بین شبکه‌های کامپیوتری جابجا می‌کند تا آن‌ها را مقصد مناسب برساند. این دستگاه به عنوان واسطی بین دو یا چند شبکه، مانند اینترنت و شبکه محلی (LAN) عمل می‌کند.

روتر یک آدرس IP به هر کدام از دستگاه‌های شبکه می‌دهد تا در هنگام دریافت و ارسال داده‌ها، آدرس مقصد یا مبدا خود را بدانند. با این کار، روتر مطمئن خواهد بود که بسته‌های ارسالی یا دریافتی همیشه به مقصد صحیح خود خواهند رسید و در مسیر شبکه گم نمی‌شوند.

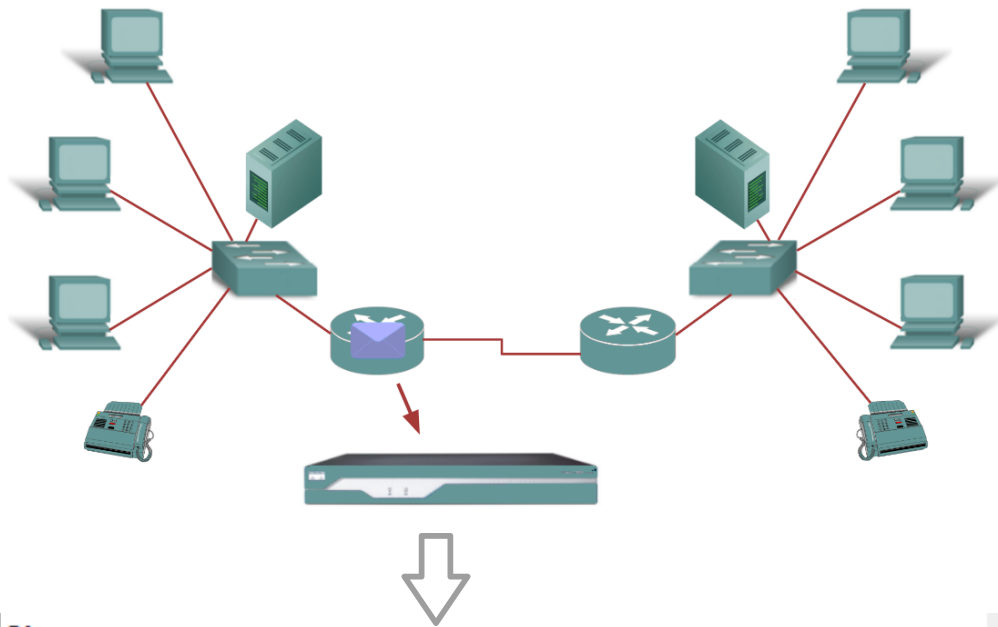
به طور کلی، روتر با استفاده از جدول مسیریابی (Routing Table)، ترافیک (Traffic) بین دستگاه‌های مختلف یک شبکه را هدایت می‌کند. همچنین، این دستگاه ویژگی‌های امنیتی مانند Firewall و ترجمه آدرس شبکه (Network Address Translation - NAT) را نیز فراهم می‌کند تا شبکه را در برابر دسترسی غیرمجاز حفاظت کند.

مسیریابی

به منظور برقراری ارتباط بین چند شبکه از مسیریاب استفاده می‌شود؛ بنابراین وظیفه اصلی یک مسیریاب هدایت بسته‌ها به سمت شبکه‌های مقصد محلی یا دور است که این کار را در قالب دو بخش زیر انجام می‌دهد:

- تعیین بهترین مسیر برای ارسال بسته‌ها
- هدایت بسته‌ها به سمت مقصد مورد نظر

بهترین مسیر بر اساس معیار مشخصی تعیین می‌گردد و در جدول مسیریابی قرار داده می‌شود. آنگاه مسیریابی بر اساس این جدول انجام می‌گیرد. مسیریاب‌ها می‌توانند بسته‌هایی را از اینترنت (interface) با پروتکل‌های لایه پیوند داده‌ی (Data link layer) متفاوتی مانند اترنت (Ethernet) دریافت و بر روی اینترنت‌های مربوطه با پروتکلی دیگر مانند ppp (Point-to-Point Protocol) قرار دهند.

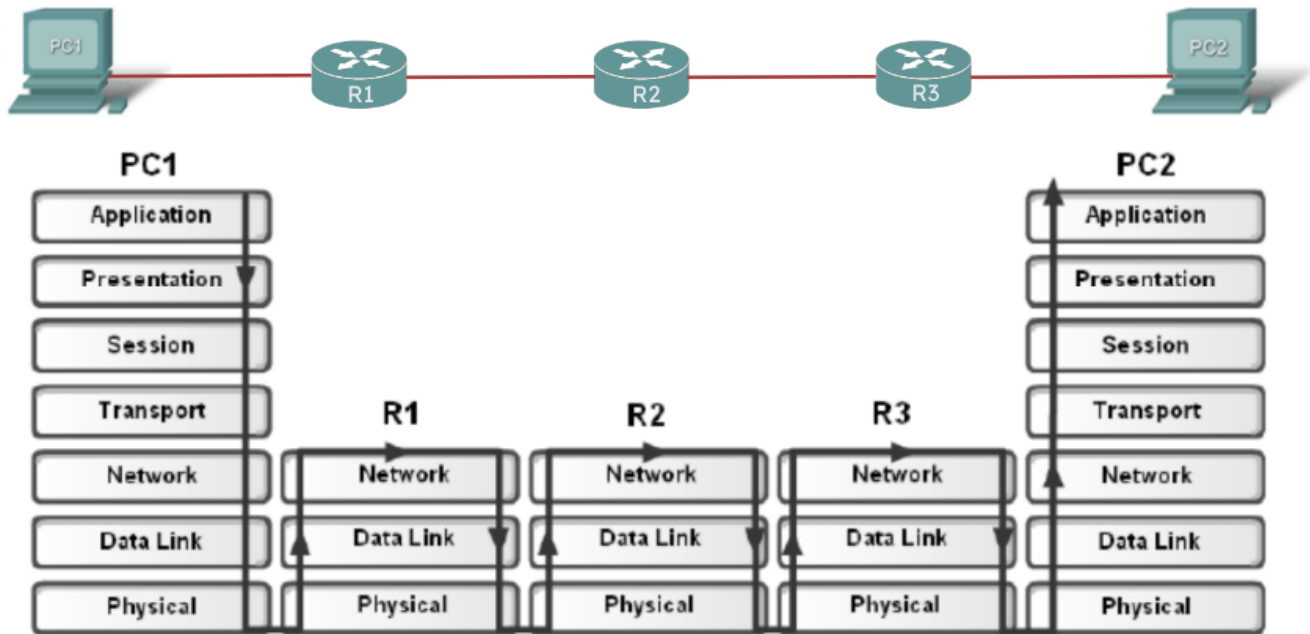


```
R1>en
R1#
R1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B -
BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, 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

  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       10.1.1.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L       10.1.1.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
  192.168.5.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.5.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       192.168.5.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
D       192.168.10.0/24 [90/2170112] via 10.1.1.2, 00:00:36, Serial0/1/0
R1#
```

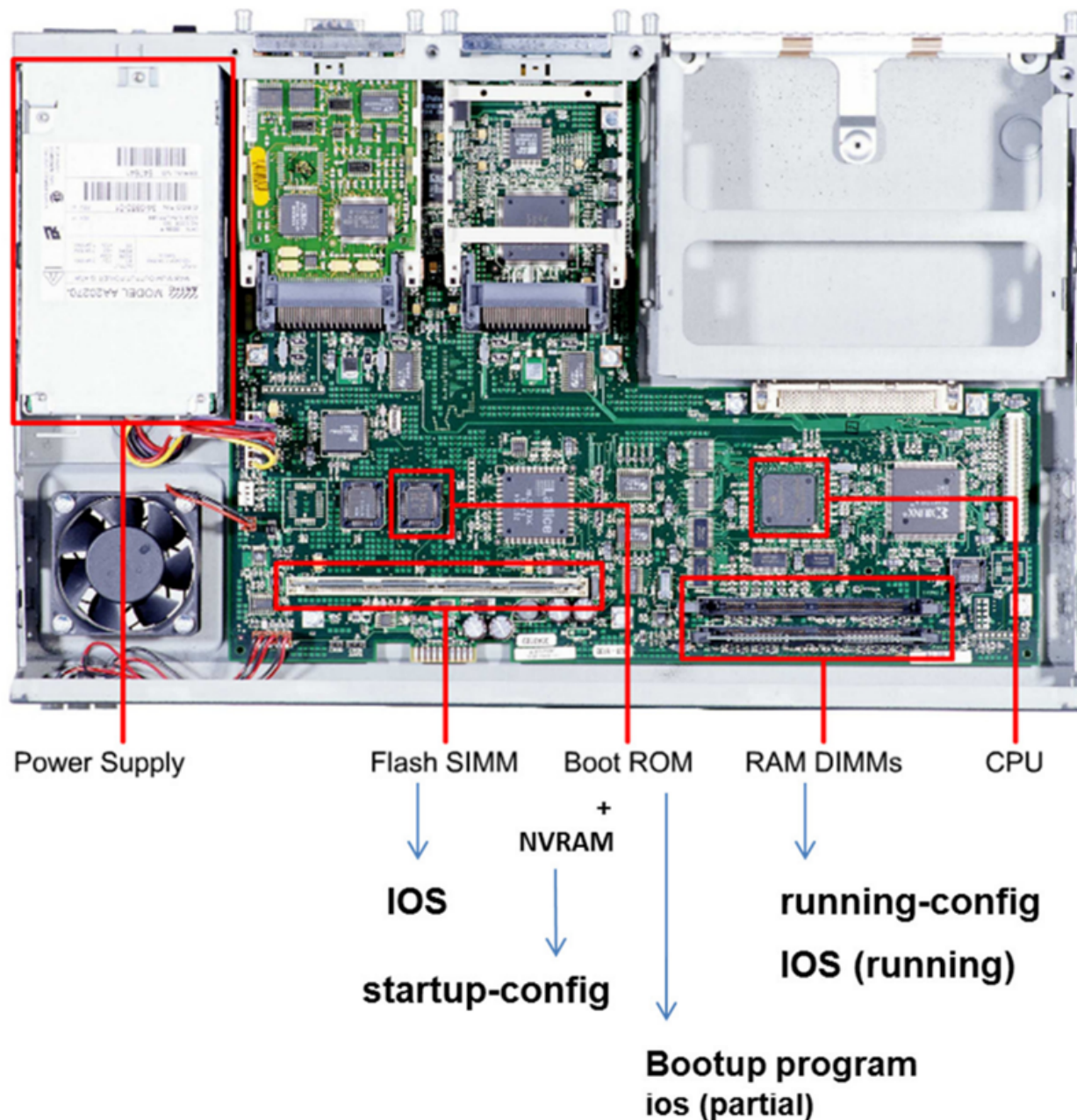
به طور کلی مسیر یاب یک تجهیز لایه ۳ است. بنابراین با دریافت سیگنالها در لایه فیزیکی آنها را به صورت فریم های لایه ۲ مرتب کرده و پس از جداسازی header و trailer آنها، بسته IP را استخراج می کند. پس از به دست آمدن آدرس مقصد، بهترین مسیر بر اساس جدول مسیریابی تعیین و بر روی اینترفیس مربوطه قرار داده میشود و آنگاه فریم متناسب با اینترفیس و پروتکل تنظیم شده بر روی آن بازسازی و در نهایت به صورت سیگنالهای متناسب با رسانه مربوطه، ارسال می گردد.



سخت افزار

سخت افزار مسیر یاب، مانند یک کامپیوتر از اجزایی مانند منبع تغذیه، واحد پردازشگر مرکزی و چندین نوع حافظه تشکیل شده است.

- ROM: برنامه بالا آمدن مسیر یاب درون این حافظه ذخیره می شود.
- Flash: سیستم عامل مسیر یاب بر روی این حافظه ذخیره می شود.
- NVRAM: پیکربندی های قبلی مسیر یاب درون فایل به نام startup-config ذخیره می شود.
- RAM: با روشن شدن مسیر یاب، سیستم عامل بر روی این حافظه موقتی کپی می شود؛ همچنین تنظیمات قبلی مسیر یاب بر روی فایل startup-config بر روی فایل به نام running-config بر روی این حافظه موقتی قرار می گیرد.



نرم افزار

همانند یک کامپیوتر، مسیریاب‌ها نیز نیازمند یک سیستم عامل هستند. سیستم عامل اختصاصی سیسکو برای مسیریاب‌ها، IOS (Internetwork Operating System) نام دارد. این سیستم عامل سرویس‌های زیر را مهیا می‌سازد:

- مسیریابی و سوئیچینگ
- دسترسی امن و قابل اعتماد به منابع شبکه

سیستم عامل IOS برای سخت افزارهای مختلف و کاربردهای گوناگون انواع متفاوتی دارد که بایستی به هنگام انتخاب سیستم عامل این موارد مدنظر قرار گیرد.

دستورات پیکربندی مسیریاب

Router > enable	برای تغییر حالت از user EXEC به Privileged EXEC
Router # configure terminal	برای تغییر از حالت exec به حالت کانفیگ گلوبال
Router (config) # hostname R1	برای تغییر نام مسیریاب
R1 (config) # exit	برای بازگشت به مود قبلی
R1 # show interface stats	برای نمایش اینترفیس های مسیریاب
R1 # end	برای بازگشت به حالت exec مود

دقت فرمایید بسیاری از دستوراتی که تا به اینجای کار برای سوئیچ های (بالاخص سوئیچ لایه سه) استفاده کرده اید، بر روی مسیریاب نیز به همان شکل خواهد بود مگر در مواردی که آنها را ذکر خواهیم کرد.

مسیر یاب ها از دو نوع اینترفیس LAN (fast Ethernet) و WAN (Serial) تشکیل شده است که به منظور استفاده بایستی پیکربندی شوند.

پیکربندی اینترفیس FastEthernet

علاوه بر آدرس دهی اینترفیس بایستی اینترفیس روشن شود اینترفیس ها در حالت پیش فرض خاموش هستند.

```
Router(config)#interface FastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#
```

↓ ↓

Interface Address Subnet Mask

پیکربندی اینترفیس Serial

برای اینترفیس سریال در صورتی که اینترفیس DCE، باشد بایستی کلاکریتم تنظیم شود البته اینترفیس می‌تواند DTE باشد که در این صورت کلاکریتم آن از سمت DCE تعیین می‌شود و نیازی به تنظیم کلاک ندارد. یادآوری می‌شود DCE یا DTE بودن اینترفیس از روی کابل مشخص می‌گردد.

```
Router(config)#interface Serial 0/0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.11.1 255.255.255.252
Router(config-if)#clock rate 56000
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#
```

↓ ↓
Interface Address Subnet Mask

اینترفیس Loopback

یک اینترفیس مجازی است که به منظور تست کردن برخی سناریوها به جای اتصال یک اینترفیس فیزیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این اینترفیس بایستی ابتدا به صورت زیر تعریف شده و آنگاه آدرس دهی شود. یادآوری می‌شود این اینترفیس به صورت پیشفرض روشن است و نیازی به no shutdown ندارد.

```
Router(config)# interface loopback [loopback_id]
Router(config-if)# ip address [ip_address] [subnet_mask]
```

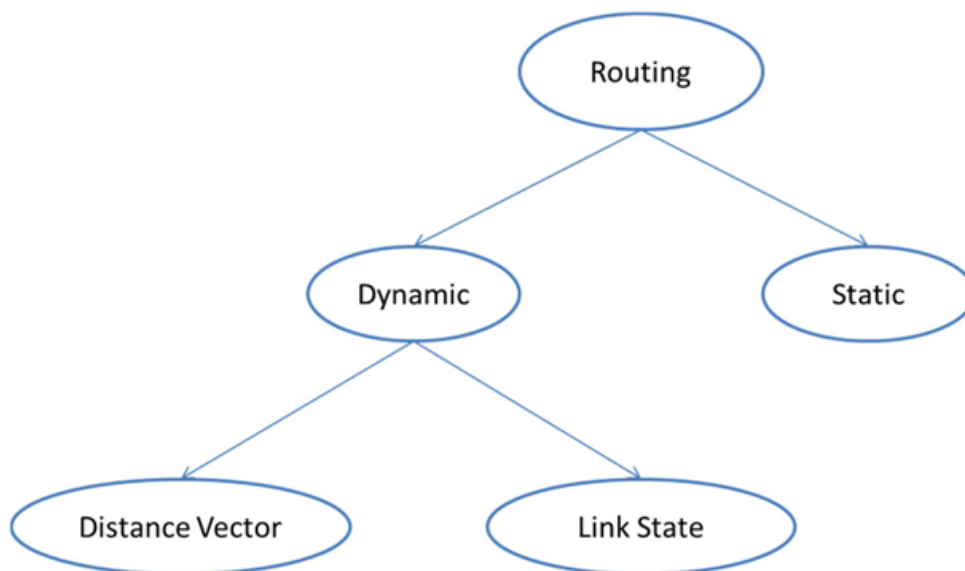
بررسی وضعیت اینترفیس‌ها

با استفاده از دستور زیر می‌توان وضعیت اینترفیس‌ها و آدرس‌های آن‌ها را بررسی کرد. در صورتی که اینترفیسی به صورت صحیح پیکربندی شده باشد و مشکل خاصی از نظر کابل‌های ارتباطی نداشته باشد و طرف دیگر نیز به درستی تنظیم شده باشد. پرچم‌های وضعیت و پروتکل آن اینترفیس در حالت up-up خواهد بود در غیر این صورت مشکلی وجود دارد.


```
Router1#show ip interface brief
```

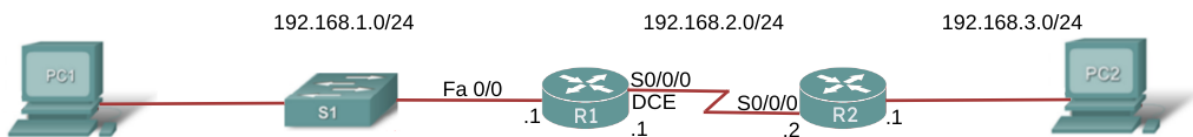
Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.254.254	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	down	down
Serial0/0/0	172.16.0.254	YES	NVRAM	up	up
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

مسیریابی را می‌توان به صورت زیر تقسیم بندی کرد:



مسیریابی استاتیک

در شبکه زیر پس از پیکربندی اینترفیس‌ها مسیریاب R1 قادر به دسترسی به شبکه 192.168.3.0/24 نخواهد بود. بدین منظور بایستی در جدول مسیریابی آن، این شبکه وجود داشته باشد. در زیر نحوه اضافه کردن مسیر به صورت استاتیک نشان داده شده است.



R1(config)# ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 serial 0/0/0

↓ ↓ ↓ ↓

Command Destination Net Subnet Mask External Interface

اکنون می‌توان مسیر اضافه شده برای شبکه مورد نظر را در جدول مسیریابی مشاهده کرد.

```
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
       i - IS-IS, 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

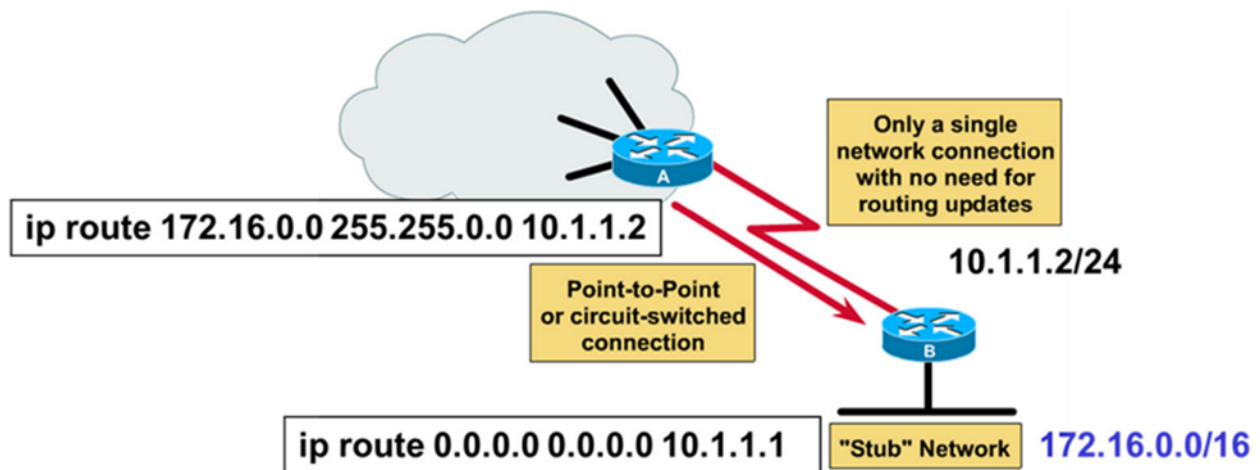
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2
```

مسیر پیش فرض Default Route

با استفاده از دستور زیر می‌توان یک مسیر پیش فرض تعریف کرد در این صورت اگر بسته‌ای وارد مسیریاب گردد که با هیچ یک از مسیرهای جدول مسیریابی همخوانی نداشته باشد، به این مسیر هدایت می‌گردد. در حقیقت این مسیر با هر آدرس شبکه‌ای همخوانی دارد.

```
Routing(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 serial 0/0/0
```

یک از کاربردهای static route در شبکه‌های واقعی زمانی است که یک شبکه تنها از طریق یک مسیریاب به شبکه دیگری متصل است. به چنین مسیریابی، Stub گفته می‌شود. در این صورت برای Stub router یک مسیر پیشفرض به سمت مسیریاب دروازه و برای مسیریاب دروازه هم یک static route به سمت Stub router تعریف می‌شود.



مسیریابی بین شبکه‌های محلی مجازی (Inter-VLAN Routing) در روتر

برای استفاده از روتر در فرایند InterVLAN Routing دو راه داریم.

۱. برای هر یک از شبکه‌های محلی مجازی تعریف شده، یک پورت به روتر متصل کرده و آن پورت را به عنوان Gateway شبکه متناظر تعریف کنیم. با توجه به اینکه تعداد پورت‌های یک روتر محدود است این روش مقیاس پذیر نبوده و در عمل کاربرد چندانی ندارد.
۲. یکی از پورت‌های روتر را به سوئیچ متصل کرده و تمامی ترافیک VLAN ها را از آن پورت عبور بدهیم. در ادامه با این روش که به آن Router on a stick یا ROAS گفته می‌شود آشنا خواهیم شد.

با توجه به اینکه باید ترافیک چندین VLAN مختلف از یکی از اینترفیس‌های روتر رد شود، باید این اینترفیس را به چندین اینترفیس مجازی تقسیم کنیم. هر یک از این اینترفیس‌های مجازی که به آن‌ها Subinterface گفته می‌شود متناظر با یک VLAN هستند.

برای فعال سازی ROAS اعمال زیر را انجام می دهیم:

- بر روی سوئیچ اینترفیس متصل به روتر را به صورت Trunk تنظیم می کنیم:

```
Switch(config)# interface [interface_id]
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

- اینترفیس روتر متصل به سوئیچ را نیز به صورت زیر تنظیم می کنیم:

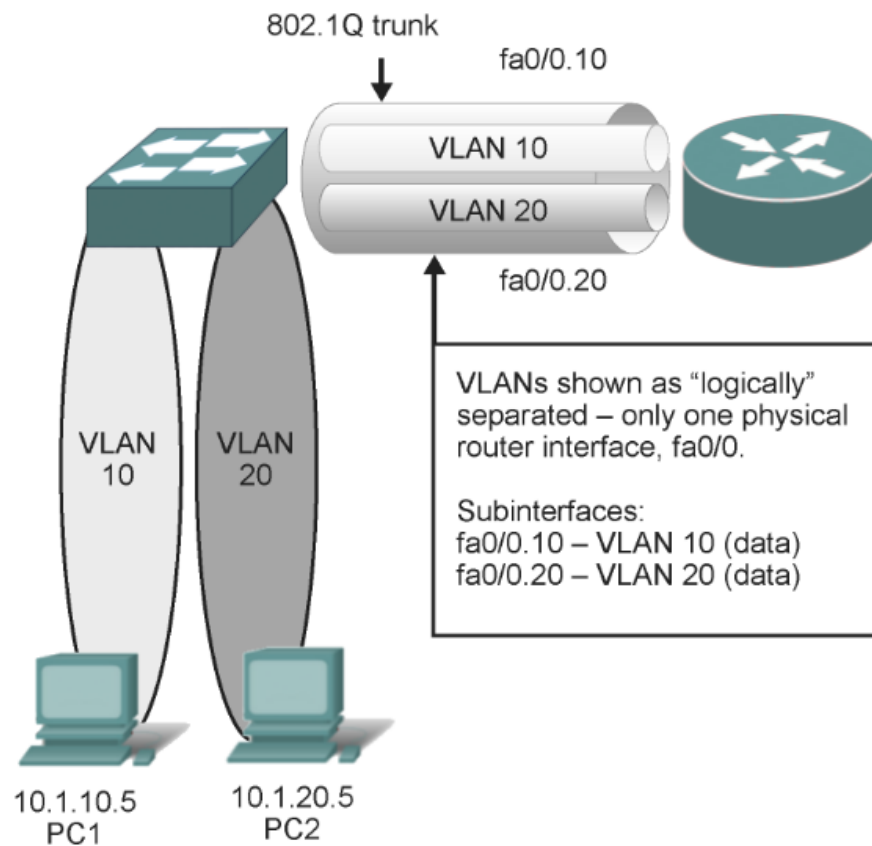
```
Router(config)# interface [interface_id]
Router(config-if)# no shutdown
```

برای هر یک از VLAN های تعریف شده در شبکه، یک Subinterface در روتر می سازیم:

```
Router(config)# interface [interface_id.subinterface]
```

در Subinterface ساخته شده، Encapsulation را تنظیم و سپس آدرس ip تنظیم می کنیم:

```
Router(config-subif)# encapsulation [dot1q | isl] [vlan-id]
Router(config-subif)# ip address [ip_address] [subnet_mask]
```



مثال: برای تنظیم توپولوژی بالا دستورات زیر را بر روی روتر و سوئیچ اجرا می‌کنیم:

```
Router(config)# interface FastEthernet0/0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# interface FastEthernet 0/0.10
Router(config-subif)# encapsulation dot1q 10
Router(config-subif)# ip address 10.1.10.1 255.255.255.0
Router(config-subif)# exit
Router(config)# interface FastEthernet 0/0.20
Router(config-subif)# encapsulation dot1q 20
Router(config-subif)# ip address 10.1.20.1 255.255.255.0
Router(config-subif)# exit
```



```
Switch(config)# interface FastEthernet 0/1
Switch(config-if)# switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)# switchport mode trunk
```

- در این حالت زمانی که بسته‌ای از PC1 به مقصد PC2 ارسال می‌شود مراحل زیر طی می‌شود:
- بسته از کامپیوتر وارد سوئیچ می‌شود و با برچسب VLAN 10 به مقصد روتر ارسال شده و وارد Fa0/0.10 می‌شود.
 - روتر تشخیص می‌دهد که این بسته باید به VLAN 20 برود و به همین خاطر آن را روی Fa0/0.20 برای سوئیچ ارسال کرده و بسته روی سوئیچ با برچسب VLAN 20 دریافت می‌شود.
 - سوئیچ بسته را به PC2 تحویل می‌دهد.

(پیروز باشید :)

