

Arquitectura y Administración de Redes

Capa de red

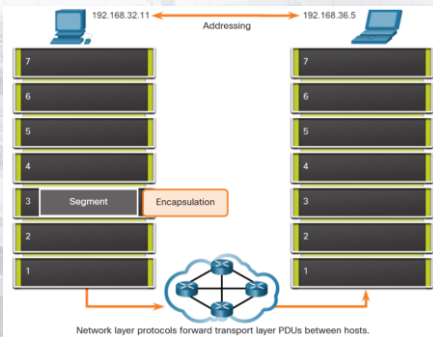
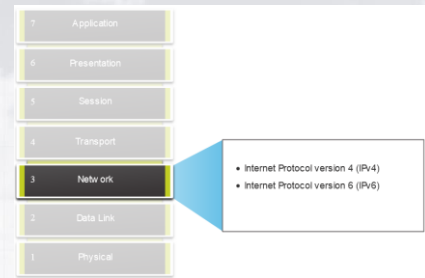
Ms. Ing. Jorge Jara A.

6.1 Características de la capa de red

Características de la capa de red

La Capa de Red

- Proporciona servicios para permitir que los dispositivos finales intercambien datos
- IP versión 4 (IPv4) e IP versión 6 (IPv6) son los principales protocolos de comunicación de la capa de red.
- La capa de red realiza cuatro operaciones básicas:
 - Direccionamiento de terminales
 - Encapsulamiento
 - Routing
 - Desencapsulamiento

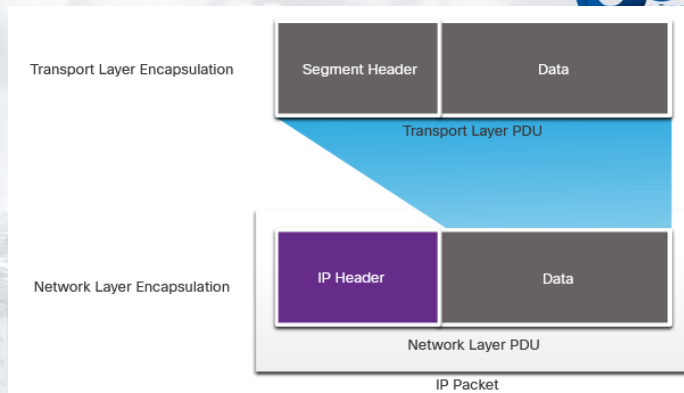


Características de la capa de red

Encapsulación IP

- IP encapsula el segmento de la capa de transporte.
- IP puede utilizar un paquete IPv4 o IPv6 y no afecta al segmento de capa 4.
- El paquete IP será examinado por todos los dispositivos de capa 3 a medida que atraviese la red.
- El direccionamiento IP no cambia de origen a destino.

Nota: NAT cambiará el direccionamiento, pero se discutirá en un módulo posterior.



Características de la capa de red

Características de IP



IP está destinado a tener una sobrecarga baja y puede describirse como:

- Sin conexión
- Servicio mínimo
- Independiente de los medios

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

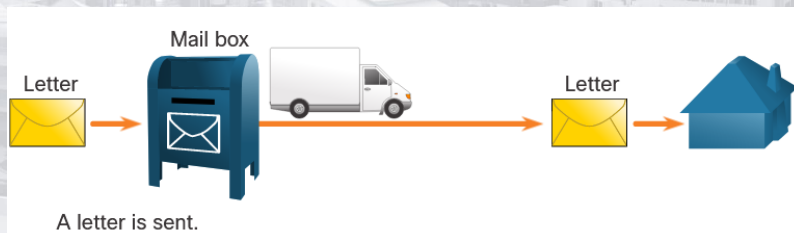
Características de la capa de red

Sin conexión (Connectionless)



IP Sin conexión (Connectionless)

- IP no establece ninguna conexión con el destino antes de enviar el paquete.
- No se necesita información de control (sincronizaciones, confirmaciones, etc.).
- El destino recibirá el paquete cuando llegue, pero no se envían notificaciones previas por IP.
- Si hay una necesidad de tráfico orientado a la conexión, otro protocolo manejará esto (normalmente TCP en la capa de transporte).



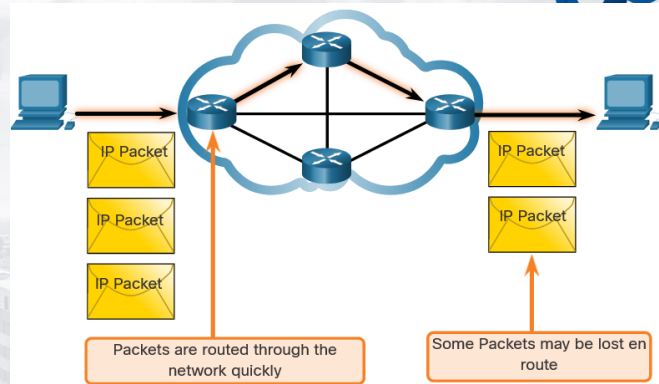
UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

Características de la Capa de Red Mejor esfuerzo (Best Effort)

36
AÑOS
1988 - 2024

IP es el mejor esfuerzo

- IP no garantizará la entrega del paquete.
- IP ha reducido la sobrecarga ya que no existe ningún mecanismo para reenviar datos que no se reciben.
- IP no espera reconocimientos.
- IP no sabe si el otro dispositivo está operativo o si recibió el paquete.



UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

Características de la capa de red Independencia de Medios

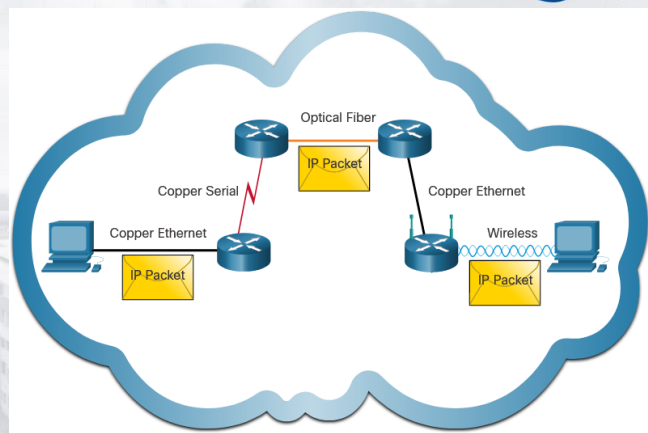
36
AÑOS
1988 - 2024

IP no es confiable:

- No puede administrar ni corregir paquetes no entregados o corruptos.
- IP no puede retransmitir después de un error.
- IP no puede realinear los paquetes de secuencia.
- IP debe depender de otros protocolos para estas funciones.

IP es independiente de los medios:

- IP no se refiere al tipo de trama requerido en la capa de enlace de datos ni al tipo de medio en la capa física.
- IP se puede enviar a través de cualquier tipo de medio: cobre, fibra o inalámbrica.



UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

Características de la capa de red

Independencia de medios (cont.)

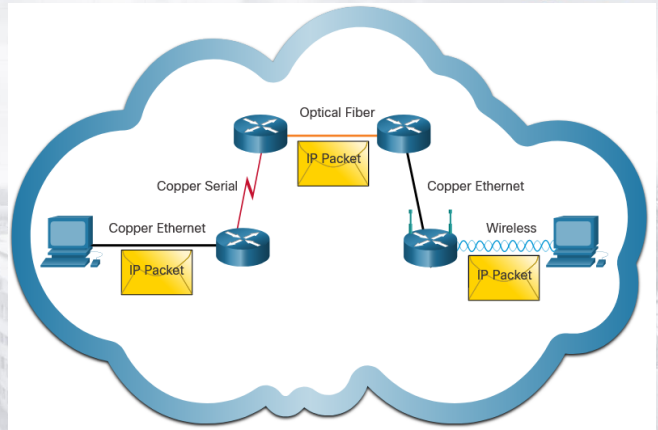


La capa de red establecerá la Unidad de Transmisión Máxima (MTU).

- La capa de red lo recibe de la información de control enviada por la capa de vínculo de datos.
- A continuación, la red establece el tamaño de MTU.

La fragmentación es cuando la Capa 3 divide el paquete IPv4 en unidades más pequeñas.

- Fragmentar provoca latencia.
- IPv6 no fragmenta paquetes.
- Ejemplo: El router pasa de Ethernet a una WAN lenta con una MTU más pequeña.



UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

6.2 Paquete IPv4



UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

Encabezado de paquetes IPv4

IPv4 es el protocolo de comunicación principal para la capa de red.

El encabezado de red tiene muchos propósitos:

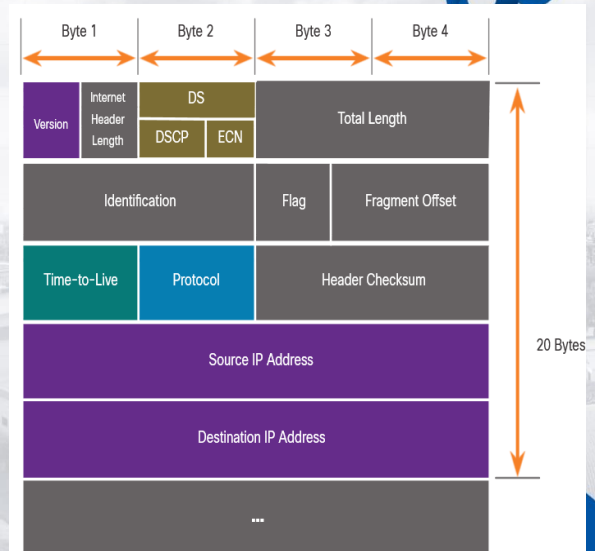
- Garantiza que el paquete se envía en la dirección correcta (al destino).
- Contiene información para el procesamiento de capas de red en varios campos.
- La información del encabezado es utilizada por todos los dispositivos de capa 3 que manejan el paquete

Campos de encabezado de paquete IPv4

Características del encabezado de red IPv4:

- Está en binario.
- Contiene varios campos de información
- Diagrama se lee de izquierda a derecha, 4 bytes por línea
- Los dos campos más importantes son el origen y el destino.

Los protocolos pueden tener una o más funciones.



Campos de encabezado de paquete IPv4

Campos significativos en el encabezado IPv4:

Función	Descripción
Versión	Esto será para v4, a diferencia de v6, un campo de 4 bits = 0100
Servicios diferenciados	Utilizado para QoS: campo DiffServ — DS o el anterior IntServ — ToS o Tipo de servicio
Suma de comprobación del encabezado	Detectar daños en el encabezado IPv4
Tiempo de vida (TTL)	Recuento de saltos de capa 3. Cuando se convierte en cero, el router descartará el paquete.
de Internet	Protocolo de siguiente nivel de ID: ICMP, TCP, UDP, etc.
Dirección IPv4 de origen	Dirección de origen de 32 bits
Dirección IPv4 de destino	Dirección de destino de 32 bits

6.3 Paquetes IPv6

Limitaciones de IPv4



IPv4 tiene tres limitaciones principales:

- Depleción de direcciones IPv4: básicamente nos hemos quedado sin direccionamiento IPv4.
- Falta de conectividad de extremo a extremo: para que IPv4 sobreviva a este largo tiempo, se crearon direcciones privadas y NAT. Esto puso fin a las comunicaciones directas con el discurso público.
- Mayor complejidad de la red: NAT fue concebido como una solución temporal y crea problemas en la red como un efecto secundario de manipular los encabezados de red que direcciona. NAT provoca problemas de latencia y solución de problemas.

Introducción a IPv6



- IPv6 fué desarrollado por Internet Engineering Task Force (IETF).
- IPv6 vence las limitaciones de IPv4.
- Mejoras que proporciona IPv6:
 - **Mayor espacio de direcciones** : basado en la dirección de 128 bits, no en 32 bits
 - **Manejo mejorado de paquetes** – encabezado simplificado con menos campos
 - **Elimina la necesidad de NAT** : dado que hay una gran cantidad de direccionamiento, no es necesario utilizar direccionamiento privado internamente y asignarse a una dirección pública compartida

IPv4 and IPv6 Address Space Comparison

Number Name	Scientific Notation	Number of Zeros
1 Thousand	10^3	1,000
1 Million	10^6	1,000,000
1 Billion	10^9	1,000,000,000
1 Trillion	10^{12}	1,000,000,000,000
1 Quadrillion	10^{15}	1,000,000,000,000,000
1 Quintillion	10^{18}	1,000,000,000,000,000,000
1 Sextillion	10^{21}	1,000,000,000,000,000,000,000
1 Septillion	10^{24}	1,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Octillion	10^{27}	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Nonillion	10^{30}	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Decillion	10^{33}	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 Undecillion	10^{36}	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000

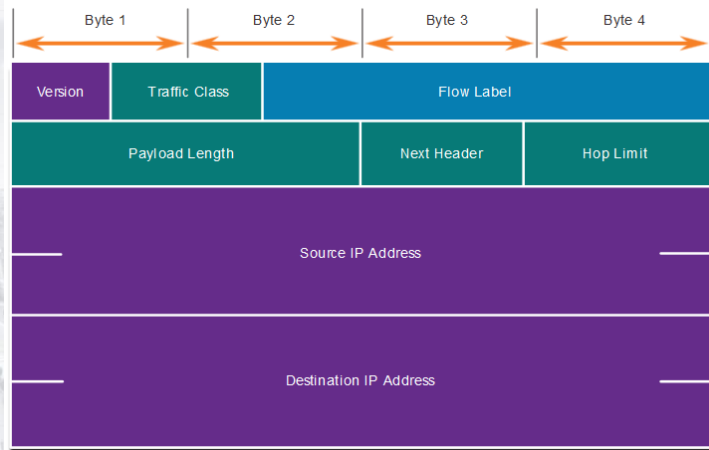
Legend

- There are 4 billion IPv4 addresses
- There are 340 undecillion IPv6 addresses

Campos de encabezado de paquetes IPv4 en el encabezado de paquetes IPv6



- El encabezado IPv6 se simplifica, pero no es más pequeño.
- El encabezado se fija en 40 Bytes u octetos de longitud.
- Se eliminaron varios campos IPv4 para mejorar el rendimiento.
- Algunos campos IPv4 se eliminaron para mejorar el rendimiento:
 - Señalador
 - Desplazamiento de fragmentos
 - Suma de comprobación del encabezado.



Encabezado de paquetes IPV6



Campos significativos en el encabezado IPv6:

Función	Descripción
Versión	Esto será para v6, a diferencia de v4, un campo de 4 bits = 0110
Clase de tráfico	Utilizado para QoS: Equivalente al campo DiffServ — DS
Etiqueta de flujo	Informa al dispositivo para manejar etiquetas de flujo idénticas de la misma manera, campo de 20 bits
Longitud de carga útil	Este campo de 16 bits indica la longitud de la porción de datos o la carga útil del paquete IPv6
Siguiente encabezado	I.D.s de siguiente nivel protocolo: ICMP, TCP, UDP, etc.
Límite de saltos	Reemplaza el recuento de saltos de capa 3 del campo TTL
Dirección IPv6 de origen	Dirección de origen de 128 bits
Dirección IPV6 de destino	Dirección de destino de 128 bits

Encabezado de paquetes IPV6 (Cont.)



El paquete IPV6 también puede contener encabezados de extensión (EH).

Características de los encabezados EH:

- proporcionar información de capa de red opcional
- son opcionales
- se colocan entre el encabezado IPV6 y la carga útil
- puede usarse para fragmentación, seguridad, soporte de movilidad, etc.

Nota: a diferencia de IPV4, los Routers no fragmentan los paquetes de IPV6.

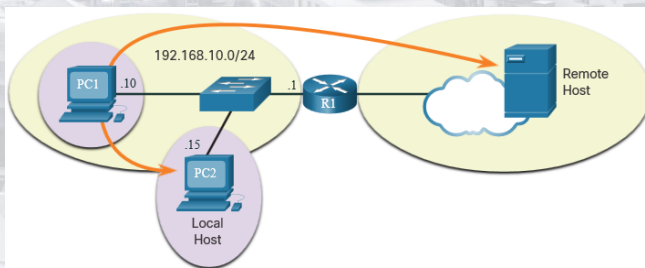


6.4 Cómo se enruta un host



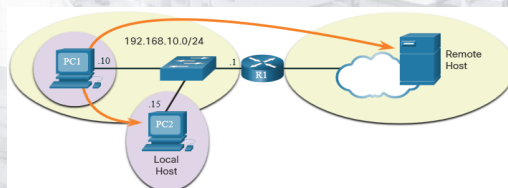
Decisión de reenvío de host

- Los paquetes siempre se crean en el origen.
- Cada dispositivo host crea su propia tabla de enrutamiento.
- Un host puede enviar paquetes a lo siguiente:
 - Sí mismo — 127.0.0.1 (IPv4), ::1 (IPv6)
 - Hosts locales: el destino está en la misma LAN
 - Hosts remotos: los dispositivos no están en la misma LAN



Decisión de reenvío de host (Cont.)

- El dispositivo de origen determina si el destino es local o remoto
- Método de determinación:
 - IPv4: el origen utiliza su propia dirección IP y máscara de subred, junto con la dirección IP de destino
 - IPv6: el origen utiliza la dirección de red y el prefijo anunciados por el enrutador local
- El tráfico local se desconecta de la interfaz de host para ser manejado por un dispositivo intermediario.
- El tráfico remoto se reenvía directamente a la puerta de enlace predeterminada de la LAN.



Gateway Predeterminado



Un enrutador o conmutador de capa 3 puede ser una puerta de enlace predeterminada.

Características de una puerta de enlace predeterminada (DGW):

- Debe tener una dirección IP en el mismo rango que el resto de la LAN.
- Puede aceptar datos de la LAN y es capaz de reenviar tráfico fuera de la LAN.
- Puede enrutarse a otras redes.

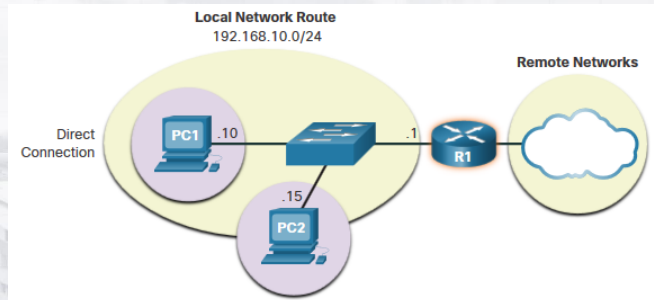
Si un dispositivo no tiene una puerta de enlace predeterminada o una puerta de enlace predeterminada incorrecta, su tráfico no podrá salir de la LAN.

UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

Un host enruta a la puerta de enlace predeterminada



- El host conocerá la puerta de enlace predeterminada (DGW) de forma estática o a través de DHCP en IPv4.
- IPv6 envía el DGW a través de una solicitud de un router (RS) o puede configurarse manualmente.
- Una DGW es una ruta estática que será una ruta de último recurso en la tabla de enrutamiento.
- Todos los dispositivos de la LAN necesitarán el DGW del router si tienen la intención de enviar tráfico de forma remota.



UPAO
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

Cómo se enruta un Host

Tablas de enrutamiento de Host



- En Windows, route print o netstat -r muestra la tabla de enrutamiento de PC
- Tres secciones mostradas por estos dos comandos:
 - Lista de interfaces: todas las interfaces potenciales y direccionamiento MAC
 - Tabla de enrutamiento IPv4
 - Tabla de enrutamiento IPv6.



IPv4 Routing Table for PC1

```
C:\Users\PC1> netstat -r
```

IPv4 Route Table

Active Routes:

Network	Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.10.1	192.168.10.10	25
127.0.0.0	255.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
127.0.0.1	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
127.255.255.255	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
192.168.10.0	255.255.255.0	255.255.255.0	On-link	192.168.10.10	281
192.168.10.10	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281
192.168.10.255	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281
224.0.0.0	240.0.0.0	240.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
224.0.0.0	240.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.10.10	281
255.255.255.255	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
255.255.255.255	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.10.10	281

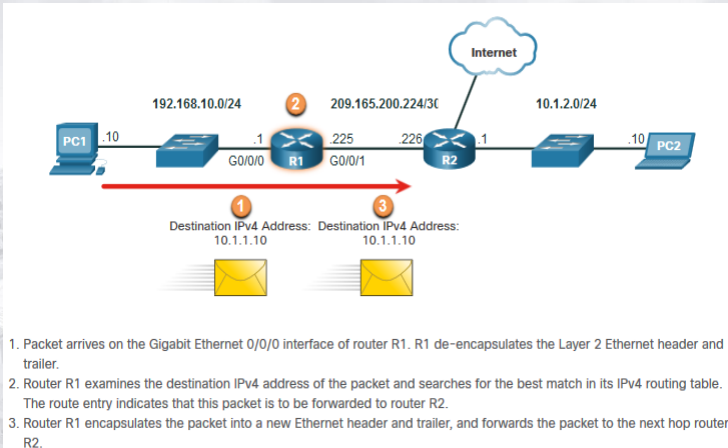


6.5 Introducción al enrutamiento



Decisión de reenvío de paquetes del enrutador

¿Qué sucede cuando el enrutador recibe la trama del dispositivo host?



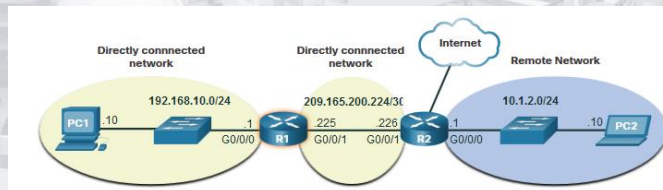
R1 Routing Table

Route	Next Hop or Exit Interface
192.168.10.0 /24	G0/0/0
209.165.200.224/30	G0/0/1
10.1.1.0/24	via R2
Default Route 0.0.0.0/0	via R2

Tabla de enrutamiento IP del router

Hay tres tipos de rutas en la tabla de enrutamiento de un enrutador:

- **Conectado directamente** — Estas rutas son agregadas automáticamente por el router, siempre que la interfaz esté activa y tenga direccionamiento.
- **Remoto** — Estas son las rutas que el router no tiene una conexión directa y se pueden aprender:
 - Manualmente — con una ruta estática
 - Dinámicamente: mediante el uso de un protocolo de enrutamiento para que los routers compartan su información entre sí
- **Ruta predeterminada** : reenvía todo el tráfico a una dirección específica cuando no hay coincidencia en la tabla de enrutamiento

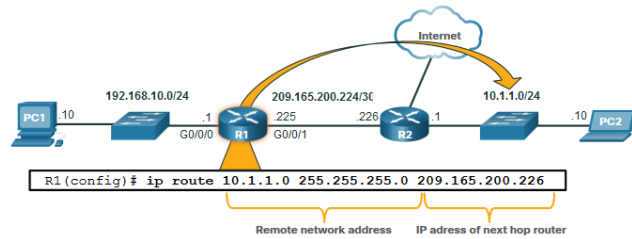


Introducción al enrutamiento

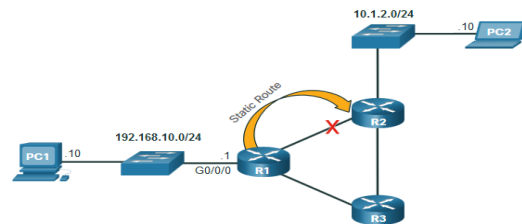
Enrutamiento estático

Características de la ruta estática:

- Debe configurarse manualmente.
- Debe ser ajustado manualmente por el administrador cuando hay un cambio en la topología
- Bueno para redes pequeñas no redundantes
- Se utiliza a menudo junto con un protocolo de enrutamiento dinámico para configurar una ruta predeterminada



R1 is manually configured with a static route to reach the 10.1.1.0/24 network. If this path changes, R1 will require a new static route.



If the route from R1 via R2 is no longer available, a new static route via R3 would need to be configured. A static route does not automatically adjust for topology changes.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

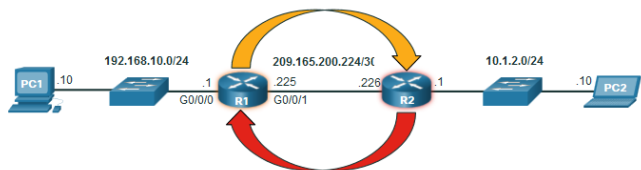
Introducción al enrutamiento

Enrutamiento dinámico

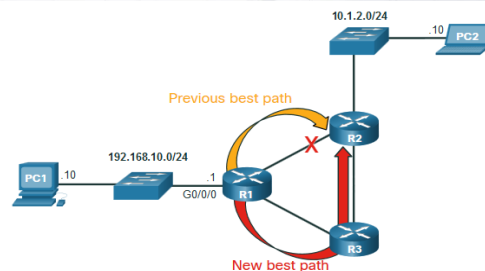
Rutas dinámicas automáticamente:

- Detectar redes remotas.
- Mantener información actualizada.
- Elija el mejor camino hacia las redes de destino
- Buscar nuevas rutas óptimas cuando hay un cambio de topología

El enrutamiento dinámico también puede compartir rutas estáticas predeterminadas con los otros routers.



• R1 is using the routing protocol OSPF to let R2 know about the 192.168.10.0/24 network.
• R2 is using the routing protocol OSPF to let R1 know about the 10.1.1.0/24 network.



R1, R2, and R3 are using the dynamic routing protocol OSPF. If there is a network topology change, they can automatically adjust to find a new best path.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

Introducción al enrutamiento

Introducción a una tabla de enrutamiento IPv4

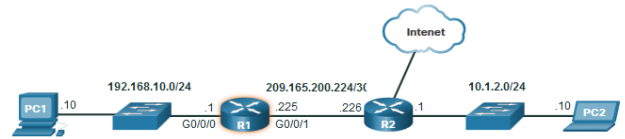
36

El comando **show ip route** muestra los siguientes orígenes de ruta:

- **L** - Dirección IP de interfaz local conectada directamente
- **C** - Red conectada directamente
- **S** - La ruta estática fue configurada manualmente por un administrador
- **O** - OSPF
- **D** - EIGRP

Este comando muestra los tipos de rutas:

- Conectado directamente - C and L
- Rutas remotas - O, D, etc.
- Rutas predeterminadas - S*



```
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
       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, H - NHRP, l - LISP
       a - application route
       + - replicated route, % - next hop override, p - overrides from PFR
Gateway of last resort is 209.165.200.226 to network 0.0.0.0
S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.200.226, GigabitEthernet0/0/1
10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O   10.1.1.0 [110/2] via 209.165.200.226, 00:02:45, GigabitEthernet0/0/1
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
L   192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/0
209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   209.165.200.224/30 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
L   209.165.200.225/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0/1
R1#
```

CISCO