

SLAAC y DHCPv6

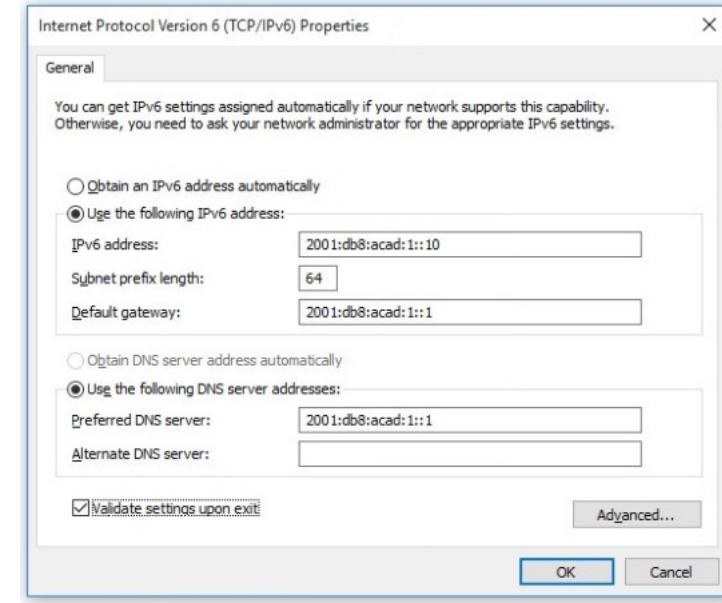


Asignación de GUA IPv6

Configuración de host IPv6

En un router, una dirección global de unidifusión (GUA) **IPv6 se configura manualmente** mediante el comando de *configuración* `ipv6 address`.

- Un host también se puede configurar manualmente con una configuración de dirección IPv6 GUA, como se muestra en la figura (para Windows).
- Sin embargo, introducir manualmente una GUA IPv6 puede llevar mucho tiempo y ser algo propenso a errores.
- Por lo tanto, la mayoría de los hosts están habilitados para adquirir dinámicamente una configuración GUA IPv6.



Dirección local de enlace de host IPv6

Si se selecciona el direccionamiento IPv6 automático, el host utilizará un mensaje de anuncio de enrutador (RA) del protocolo de mensajes de control de Internet versión 6 (ICMPv6) para ayudarle a configurar automáticamente una configuración IPv6.

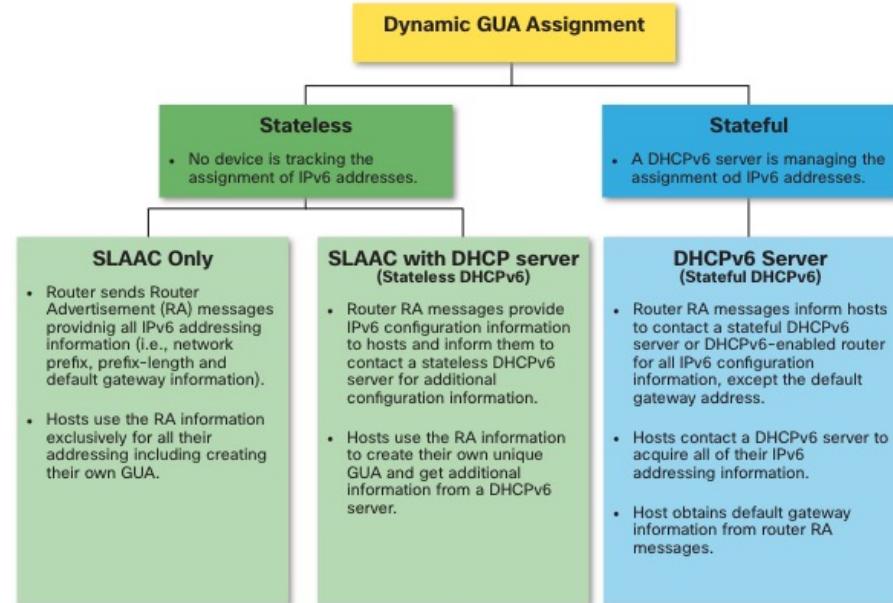
- El host crea automáticamente la dirección local del vínculo (LLA) IPv6 cuando se inicia y la interfaz Ethernet está activa.
- La interfaz no creó un GUA IPv6 en la salida porque el segmento de red no tenía un enrutador para proporcionar instrucciones de configuración de red para el host.
- **Nota:** DHCPv6 se define en RFC 3315.

```
C:\PC1> ipconfig
Windows IP Configuration
Ethernet adapter Ethernet0:
  Connection-specific DNS Suffix . :
  IPv6 Address . . . . . : fe80::fb:1d54:839f:f595%21
  Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::fb:1d54:839f:f595%21
  IPv4 Address . . . . . : 169.254.202.140
  Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0
  Default Gateway . . . . . :
C:\PC1>
```

Asignación de GUA IPv6

De forma predeterminada, un enrutador habilitado para IPv6 envía periódicamente RA ICMPv6, lo que simplifica la forma en que un host puede crear o adquirir dinámicamente su configuración IPv6.

- A un host se le puede asignar dinámicamente un GUA mediante servicios sin estado y con estado.
- Todos los métodos sin estado y con estado de este módulo utilizan mensajes de RA ICMPv6 para sugerir al host cómo crear o adquirir su configuración IPv6.
- Aunque los sistemas operativos del host siguen la sugerencia de la RA, la decisión real depende en última instancia del host

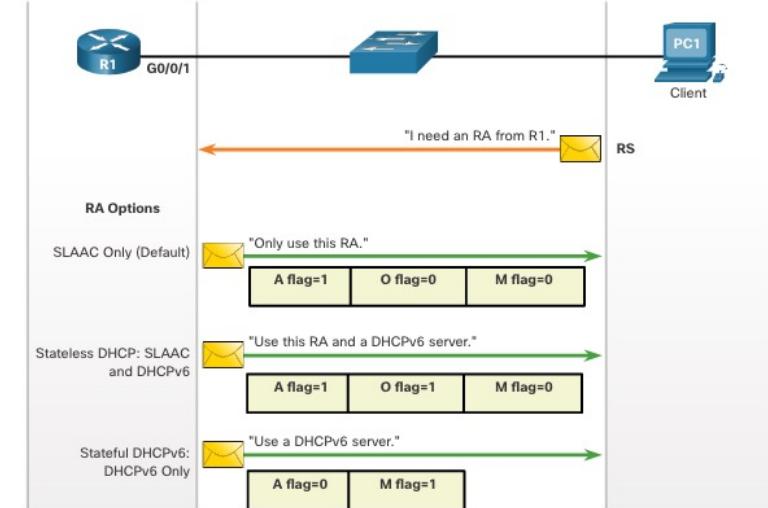


Tres indicadores de mensaje RA

La forma en que un cliente obtiene un GUA IPv6 depende de la configuración del mensaje RA.

Un mensaje de ICMPv6 RA incluye los tres indicadores siguientes:

- **Indicador A (flag A):** el indicador de configuración automática de direcciones significa utilizar la configuración automática de direcciones sin estado (SLAAC) para crear un GUA de IPv6.
- **Indicador O (flag O):** el otro indicador de configuración se utiliza para informarle al cliente que hay información adicional disponible de un servidor de DHCPv6 stateless.
- **Indicador M (flag M):** el indicador configuración de dirección administrada significa usar un servidor DHCPv6 con estado para obtener una GUA IPv6.



Mediante diferentes combinaciones de los indicadores A, O y M, los mensajes RA informan al host sobre las opciones dinámicas disponibles.

SLAAC

Descripción general de SLAAC

No todas las redes tienen acceso a un servidor DHCPv6, pero todos los dispositivos de una red IPv6 necesitan un GUA. El método SLAAC permite a los hosts crear su propia dirección única global IPv6 sin los servicios de un servidor DHCPv6.

- **SLAAC es un servicio sin estado**, lo que significa que no hay ningún servidor que mantenga información de direcciones de red para saber qué direcciones IPv6 se están utilizando y cuáles están disponibles.
- SLAAC envía mensajes periódicos de RA ICMPv6 (es decir, cada 200 segundos) proporcionando direcciones y otra información de configuración para que los hosts configuren automáticamente su dirección IPv6 en función de la información del RA.
- Un host también puede enviar un mensaje de solicitud de enrutador (RS) solicitando una RA.
- SLAAC se puede implementar como SLAAC o SLAAC con DHCPv6.

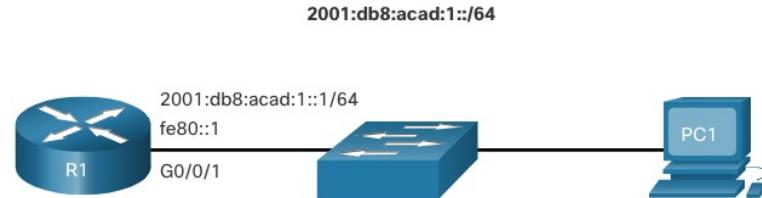
Activación de SLAAC

R1 G0/0/1 se ha configurado con la GUA IPv6 indicada y las direcciones locales de enlace.

Las direcciones IPv6 R1 G0/0/01 incluyen:

- **Link-local IPv6 address** - fe80::1
- **GUA/subred** - 2001:db8:acad:1::1, 2001:db8:acad:1::/64
- **Grupo de todos los nodos IPv6** - ff02::1

R1 está configurado para unirse al grupo de multidifusión IPv6 y comenzar a enviar mensajes RA que contienen información de configuración de direcciones a hosts que utilizan SLAAC.



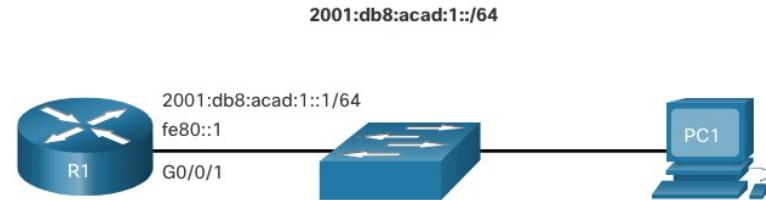
```
R1# show ipv6 interface G0/0/1
GigabitEthernet0/0/1 is up, line protocol is up
  IPv6 is enabled, link-local address is FE80::1
  No Virtual link-local address(es):
  Description: Link to LAN
  Global unicast address(es):
    2001:DB8:ACAD:1::1, subnet is 2001:DB8:ACAD:1::/64
  Joined group address(es):
    FF02::1
    FF02::1:FF00:1
  (output omitted)
R1#
```

```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# exit
R1#
```

Activación de SLAAC (cont.)

El grupo de todos los routers IPv6 responde a la dirección de multidifusión IPv6 ff02::2.

- El comando **show ipv6 interface** verifica que R1 se haya unido al grupo de todos los routers IPv6 (es decir, ff02::2).
- R1 comenzará ahora a enviar mensajes de RA cada 200 segundos a la dirección de multidifusión IPv6 de todos los nodos ff02::1.

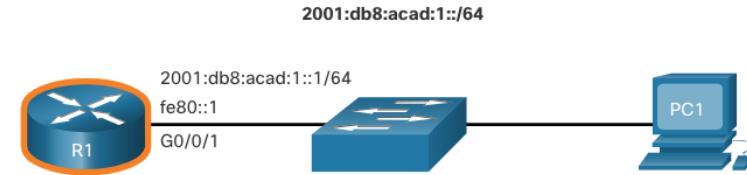


```
R1# show ipv6 interface G0/0/1 | section Joined
Joined group address(es):
  FF02::1
  FF02::2
  FF02::1:FF00:1
R1#
```

Método SLAAC

Los mensajes RA de R1 tienen los siguientes indicadores establecidos:

- **A = 1**: informa al cliente que use el prefijo IPv6 GUA en la RA y cree dinámicamente su propio ID de interfaz.
- **O = 0** y **M = 0**: informa al cliente que utilice también la información adicional en el mensaje RA (es decir, servidor DNS, MTU e información de puerta de enlace predeterminada).
- El comando **ipconfig** Windows confirma que PC1 ha generado un GUA IPv6 utilizando el RA R1.
- La dirección de puerta de enlace predeterminada es LLA de la interfaz R1 G0/0/1.



RA Message	
Flag	value
A	1
O	0
M	0

```
C:\> ipconfig
Windows IP Configuration
Ethernet adapter Ethernet0:
  Connection-specific DNS Suffix . :
  IPv6 Address . . . . . : 2001:db8:acad:1:1de9:c69:73ee:ca8c
  Link-local IPv6 Address . . . . : fe80::fb:1d54:839f:f595%21
  IPv4 Address . . . . . : 169.254.202.140
  Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0
  Default Gateway . . . . . : fe80::1%6
C:\>
```

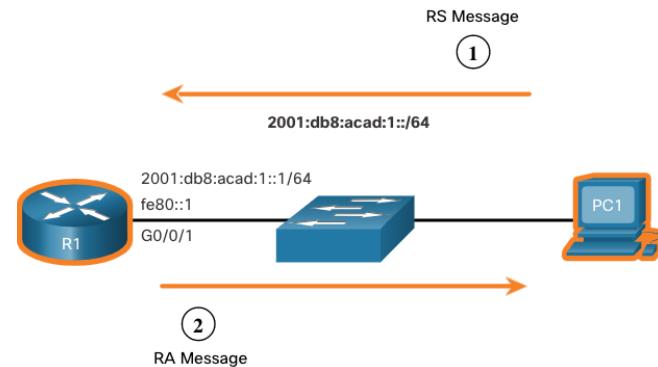
Mensajes SLAAC ICMPv6 RS

Un router envía mensajes RA cada 200 segundos o cuando recibe un mensaje RS de un host.

- Los hosts habilitados para IPv6 que deseen obtener información de direccionamiento IPv6 envían un mensaje RS a la dirección de multidifusión de IPv6 para todos los routers ff02::2.

La figura ilustra cómo un host inicia el método SLAAC.

- PC1 acaba de arrancar y envía un mensaje RS a la dirección de multidifusión IPv6 de todos los routers ff02::2 solicitando una RA.
- R1 genera un RA y, a continuación, envía el mensaje RA a la dirección de multidifusión IPv6 de todos los nodos ff02::1. PC1 utiliza esta información para crear una GUA IPv6 única.



Proceso de host SLAAC para generar ID de interfaz

Mediante SLAAC, un host adquiere la información de la subred IPv6 de 64 bits del RA del router y debe generar el identificador de interfaz (ID) de 64 bits restante mediante:

- **Generación aleatoria:** La identificación de la interfaz de 64 bits es generada aleatoriamente por el sistema operativo del cliente.
- **EUI-64:** El host crea un ID de interfaz utilizando su dirección MAC de 48 bits e inserta el valor hexadecimal de fffe en el medio de la dirección. Algunos sistemas operativos utilizan por defecto el ID de interfaz generado aleatoriamente en lugar del método EUI-64, debido a problemas de privacidad. Esto se debe a que EUI-64 utiliza la dirección MAC Ethernet del host para crear el ID de interfaz.

Nota: Windows, Linux y Mac OS permiten al usuario modificar la generación del ID de interfaz para que se genere aleatoriamente o utilice EUI-64.

Detección de direcciones duplicadas

Un host SLAAC puede utilizar el siguiente proceso de detección de direcciones duplicadas (DAD) para asegurarse de que IPv6 GUA es único.

- El host envía un mensaje ICMPv6 Neighbor Solicitation (NS) con una dirección de multidifusión de nodo solicitado especialmente construida que contiene los últimos 24 bits de dirección IPv6 del host.
- Si ningún otro dispositivo responde con un mensaje Neighbor Advertisement (NA), prácticamente se garantiza que la dirección es única y puede ser utilizada por la PC.
- Si el host recibe un NA, entonces la dirección no es única y el host debe generar un nuevo ID de interfaz para utilizarlo.

Nota: DAD realmente no es necesario porque un ID de interfaz de 64 bits proporciona 18 quintillones de posibilidades. Por lo tanto, la posibilidad de una dirección duplicada es remota. Sin embargo, Internet Engineering Task Force (IETF) recomienda que se utilice DAD. Por lo tanto, la mayoría de los sistemas operativos realizan DAD en todas las direcciones de unidifusión IPv6, independientemente de cómo se configure la dirección.

DHCPv6

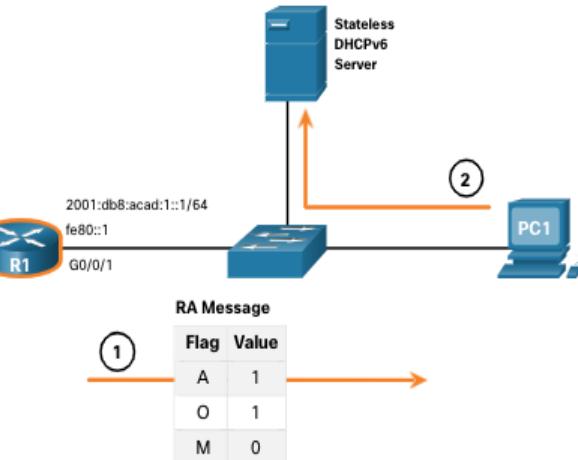
Operación DHCPv6 sin estado DHCPv6

Si un RA indica el método DHCPv6 sin estado, el host utiliza la información del mensaje RA para direccionamiento y se pone en contacto con un servidor DHCPv6 para obtener información adicional.

Nota: El servidor DHCPv6 sólo proporciona parámetros de configuración para clientes y no mantiene una lista de enlaces de direcciones IPv6 (es decir, sin estado).

Por ejemplo, PC1 recibe un mensaje de RA sin estado que contiene:

- El prefijo de red IPv6 GUA y la longitud del prefijo.
- Un indicador A establecido en 1 que informa al host de usar SLAAC.
- Indicador O establecido en 1 para informar al host que busque información de configuración adicional de un servidor DHCPv6.
- Indicador M establecido en el valor predeterminado 0.
- PC1 envía un mensaje DHCPv6 buscando información adicional de un servidor DHCPv6 sin estado.



Habilitar DHCPv6 sin estado en una interfaz

DHCPv6 sin estado está habilitado mediante el comando de configuración de interfaz **ipv6 nd other-config-flag** estableciendo el indicador O en 1.

La salida resaltada confirma que el RA indicará a los hosts receptores que utilicen autoconfigure sin estado (indicador A = 1) y que se ponga en contacto con un servidor DHCPv6 para obtener otra información de configuración (indicador O = 1).

Nota: Puede utilizar el indicador **no ipv6 nd other-config-flag** para restablecer la interfaz a la opción predeterminada de sólo SLAAC (O flag = 0).

```
R1(config-if)# ipv6 nd other-config-flag
R1(config-if)# end
R1#
R1# show ipv6 interface g0/0/1 | begin ND
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
ND reachable time is 30000 milliseconds (using 30000)
ND advertised reachable time is 0 (unspecified)
ND advertised retransmit interval is 0 (unspecified)
ND router advertisements are sent every 200 seconds
ND router advertisements live for 1800 seconds
ND advertised default router preference is Medium
Hosts use stateless autoconfig for addresses.
Hosts use DHCP to obtain other configuration.
R1#
```

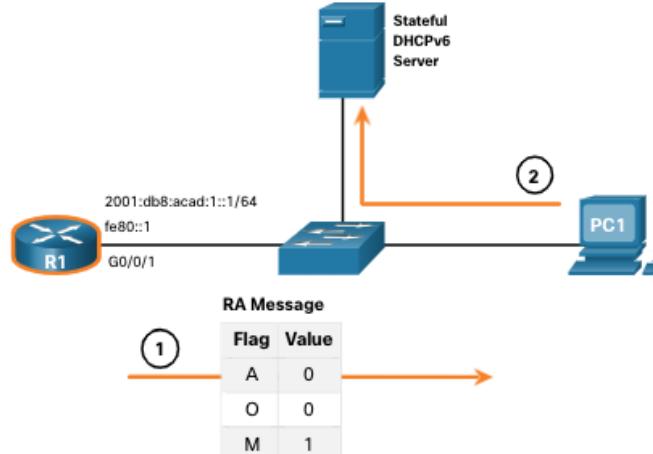
Operación DHCPv6 con estado DHCPv6

Si un RA indica el método DHCPv6 con estado, el host se pone en contacto con un servidor DHCPv6 para obtener toda la información de configuración.

- **Nota:** El servidor DHCPv6 tiene estado y mantiene una lista de enlaces de direcciones IPv6.

Por ejemplo, PC1 recibe un mensaje de RA con estado que contiene:

- El prefijo de red IPv6 GUA y la longitud del prefijo.
- Indicador A establecido en 0 que informa al host de ponerse en contacto con un servidor DHCPv6.
- Indicador O establecido en 0 para informar al host de ponerse en contacto con un servidor DHCPv6.
- Indicador M establecido en el valor 1.
- PC1 envía un mensaje DHCPv6 buscando información adicional de un servidor DHCPv6 con estado.



Habilitar DHCPv6 con estado en una interfaz

DHCPv6 con estado está habilitado mediante el comando de configuración de interfaz **ipv6 nd managed-config-flag**, estableciendo el indicador M en 1.

El resultado resaltado en el ejemplo confirma que RA indicará al host que obtenga toda la información de configuración IPv6 de un servidor DHCPv6 (indicador M = 1).

```
R1(config)# int g0/0/1
R1(config-if)# ipv6 nd managed-config-flag
R1(config-if)# end
R1#
R1# show ipv6 interface g0/0/1 | begin ND
    ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
    ND reachable time is 30000 milliseconds (using 30000)
    ND advertised reachable time is 0 (unspecified)
    ND advertised retransmit interval is 0 (unspecified)
    ND router advertisements are sent every 200 seconds
    ND router advertisements live for 1800 seconds
    ND advertised default router preference is Medium
    Hosts use DHCP to obtain routable addresses.
R1#
```

Configurar el servidor DHCPv6

Configurar las funciones de enrutador DHCPv6 del servidor DHCPv6

Los routers IOS de Cisco son dispositivos potentes. En redes más pequeñas, no es necesario tener dispositivos separados para tener un servidor DHCPv6, un cliente o un agente de retransmisión. Se puede configurar un router Cisco para proporcionar servicios DHCPv6.

Especificamente, se puede configurar para que sea uno de los siguientes:

- **Servidor DHCPv6:** Router proporciona servicios DHCPv6 sin estado o con estado.
- **Cliente DHCPv6:** la interfaz del enrutador adquiere una configuración IPv6 de un servidor DHCPv6.

Configurar un servidor DHCPv6 sin estado

La opción de servidor DHCPv6 sin estado requiere que el enrutador anuncie la información de direccionamiento de red IPv6 en los mensajes RA.

Hay cinco pasos para configurar y verificar un enrutador como servidor DHCPv6 sin estado:

1. Habilite el routing IPv6 en el R1 por medio del comando **IPv6 unicast-routing**
2. Defina un nombre de grupo DHCPv6 mediante el comando **ipv6 dhcp pool POOL-NAME** (*global config*).
3. Configure el grupo DHCPv6 con opciones. Las opciones comunes incluyen **dns-server X:X:X:X:X:X** y **domain-name name**
4. Enlazar la interfaz al grupo mediante el comando **ipv6 dhcp server POOL-NAME** (*interface config*).
 - El indicador O debe cambiarse de 0 a 1 mediante el comando de interfaz **ipv6 nd other-config-flag**.
5. Compruebe que los hosts han recibido información de direccionamiento IPv6 mediante el comando **ipconfig /all**

Configurar un cliente DHCPv6 sin estado

Un enrutador también puede ser un cliente DHCPv6 y obtener una configuración IPv6 de un servidor DHCPv6, como un enrutador que funcione como servidor DHCPv6.

1. Habilite el routing IPv6 en el R1 por medio del comando **IPv6 unicast-routing**
2. Configure el enrutador cliente para crear una LLA. Una dirección local de vínculo IPv6 se crea en una interfaz de enrutador cuando se configura una dirección de unidifusión global, o sin una GUA mediante el comando de configuración de interfaz **ipv6 enable**. Cisco IOS utiliza EUI-64 para crear el ID de interfaz.
3. Configure el enrutador cliente para que utilice SLAAC mediante el comando **ipv6 address autoconfig**
4. Compruebe que el router cliente tiene asignado un GUA mediante el comando **show ipv6 interface brief**
5. Verifique que el enrutador cliente haya recibido otra información DHCPv6 necesaria. El comando **show ipv6 dhcp interface g0/0/1** confirma que el cliente ha recibido información de opciones DHCP, como el servidor DNS y el nombre de dominio.

Configurar un servidor DHCPv6 con estado

La opción de servidor DHCP con estado requiere que el enrutador habilitado para IPv6 indique al host que se ponga en contacto con un servidor DHCPv6 para obtener toda la información de direccionamiento de red IPv6 necesaria.

Hay cinco pasos para configurar y verificar un enrutador como un servidor DHCPv6 con estado:

1. Habilite el routing IPv6 en el R1 por medio del comando **IPv6 unicast-routing**
2. Defina un nombre de grupo DHCPv6 mediante el comando **ipv6 dhcp pool POOL-NAME (global config)**.
3. Configure el grupo DHCPv6 con opciones. Las opciones comunes incluyen el comando **address prefix X:X:X:X:X:X:YY**, el nombre de dominio, la dirección IP del servidor DNS y más.
4. Enlazar la interfaz al grupo mediante el comando **ipv6 dhcp server POOL-NAME (interface config)**.
 - El indicador M debe cambiarse de 0 a 1 mediante el comando de interfaz **ipv6 nd managed-config-flag**.
5. Compruebe que los hosts han recibido información de direccionamiento IPv6 mediante el comando **ipconfig /all**

Configurar un cliente DHCPv6 con estado

Un router también puede ser un cliente DHCPv6. El enrutador cliente debe tener habilitado el enrutamiento **unicast-routing** ipv6 y una dirección local de enlace IPv6 para enviar y recibir mensajes IPv6.

Hay cinco pasos para configurar y verificar un enrutador como cliente DHCPv6 sin estado.

1. Habilite el routing IPv6 en el R1 por medio del comando **IPv6 unicast-routing**.
2. Configure el router cliente para crear una LLA. Una dirección local de vínculo IPv6 se crea en una interfaz de enrutador cuando se configura una dirección de unidifusión global, o sin una GUA mediante el comando de configuración de interfaz **ipv6 enable**. Cisco IOS utiliza EUI-64 para crear un ID de interfaz.
3. Configure el enrutador cliente para que utilice DHCPv6 mediante el comando **ipv6 address dhcp interface config**.
4. Compruebe que el router cliente tiene asignado un GUA mediante el comando **show ipv6 interface brief**.
5. Compruebe que el router cliente recibió otra información DHCPv6 necesaria mediante el comando **show ipv6 dhcp interface g0/0/1**.

Comandos de verificación del servidor DHCPv6

En la figura 1 el comando **show ipv6 dhcp pool** verifica el nombre del pool de DHCPv6 y sus parámetros. El comando también identifica el número de clientes activos.

```
R1# show ipv6 dhcp pool
DHCPv6 pool: IPV6-STATEFUL
  Address allocation prefix: 2001:DB8:ACAD:1::/64 valid 172800 preferred 86400 (2 in use, 0
  conflicts)
    DNS server: 2001:4860:4860::8888
    Domain name: example.com
    Active clients: 2
R1#
```

Comandos de verificación del servidor DHCPv6 (cont.)

Utilice el resultado del comando **show ipv6 dhcp binding** para mostrar la dirección local del vínculo IPv6 del cliente y la dirección de unidifusión global asignada por el servidor.

- Esta información la mantiene un servidor de DHCPv6 stateful.
- Un servidor DHCPv6 sin estado no mantendría esta información.

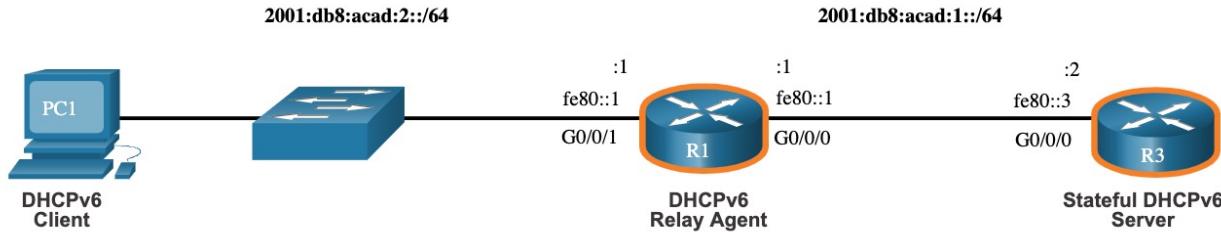
```
R1# show ipv6 dhcp binding
Client: FE80::192F:6FBC:9DB:B749
    DUID: 0001000125148183005056B327D6
    Username : unassigned
    VRF : default
    IA NA: IA ID 0x03000C29, T1 43200, T2 69120
        Address: 2001:DB8:ACAD:1:A43C:FD28:9D79:9E42
                    preferred lifetime 86400, valid lifetime 172800
                    expires at Sep 27 2019 09:10 AM (171192 seconds)
Client: FE80::2FC:BAFF:FE94:29B1
    DUID: 0003000100FCBA9429B0
    Username : unassigned
    VRF : default
    IA NA: IA ID 0x00060001, T1 43200, T2 69120
        Address: 2001:DB8:ACAD:1:B4CB:25FA:3C9:747C
                    preferred lifetime 86400, valid lifetime 172800
                    expires at Sep 27 2019 09:29 AM (172339 seconds)
```

R1#

Configurar un agente de retransmisión DHCPv6

Si el servidor de DHCPv6 está ubicado en una red distinta de la del cliente, el router IPv6 puede configurarse como agente de retransmisión DHCPv6.

- La configuración de un agente de retransmisión DHCPv6 es similar a la configuración de un router IPv4 como retransmisor DHCPv4.
- Este comando se configura en la interfaz que enfrenta a los clientes DHCPv6 y especifica la dirección del servidor DHCPv6 y la interfaz de salida para llegar al servidor, como se muestra en la salida. La interfaz de salida sólo es necesaria cuando la dirección de salto siguiente es una LLA.



```
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0/1
R1(config-if)# ipv6 dhcp relay destination 2001:db8:acad:1::2 G0/0/0
R1(config-if)# exit
R1(config)#
```

Verificar el agente de retransmisión DHCPv6

Compruebe que el agente de retransmisión DHCPv6 esté operativo con los comandos **show ipv6 dhcp interface** y **show ipv6 dhcp binding**

```
R1# show ipv6 dhcp interface
GigabitEthernet0/0/1 is in relay mode
Relay destinations:
  2001:DB8:ACAD:1::2
  2001:DB8:ACAD:1::2 via GigabitEthernet0/0/0
R1#
```

```
R3# show ipv6 dhcp binding
Client: FE80::5C43:EE7C:2959:DA68
DUID: 0001000124F5CEA2005056B3636D
Username : unassigned
VRF : default
IA NA: IA ID 0x03000C29, T1 43200, T2 69120
Address: 2001:DB8:ACAD:2:9C3C:64DE:AADA:7857
        preferred lifetime 86400, valid lifetime 172800
        expires at Sep 29 2019 08:26 PM (172710 seconds)
R3#
```

Compruebe que los hosts hayan recibido información de direccionamiento IPv6 con el comando **ipconfig /all**

