

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA



LABORATORIO 3: MECANISMOS DE DESPLIEGUE IPV6 Y TRANSICIÓN
IPv6-IPV4-IPV6
FUNDAMENTOS DE REDES DE COMUNICACIONES

Juan David Orduz Sastoque - 20221020096
Daniel David Cuellar - 20221020081
Santiago Pardo Hernandez - 20221020080

PROFESOR
PAULO ALONSO GAONA GARCIA

Bogotá D.C.
2025

MECANISMOS DE DESPLIEGUE IPV6 Y TRANSICIÓN IPV6-IPV4-IPV6

En la actualidad el crecimiento constante de los dispositivos conectados a Internet ha generado la necesidad de adoptar nuevas soluciones de direccionamiento que garanticen la continuidad y eficiencia de las comunicaciones. El protocolo IPv6 surge como respuesta a las limitaciones de IPv4, ofreciendo una estructura más amplia, segura y flexible para el enrutamiento y la administración de redes modernas. Este laboratorio tiene como propósito comprender y aplicar los diferentes métodos de configuración y asignación de direcciones IPv6, así como un mecanismo de transición que permite la coexistencia entre ambos protocolos.

Durante la práctica se implementaron distintos escenarios en Cisco Packet Tracer, con el fin de analizar y comparar el comportamiento de las redes bajo los esquemas SLAAC y DHCPv6, además de estudiar el proceso de transición IPv4-IPv6 mediante el uso del modelo Dual Stack. Estos mecanismos permiten observar cómo los dispositivos pueden obtener direcciones IPv6 de manera automática, mantener compatibilidad con redes IPv4 existentes y optimizar la gestión de recursos dentro de la infraestructura de red.

OBJETIVO

Objetivo General

Conocer nomenclatura para llevar a cabo despliegue de asignación de direccionamiento IPV6 a dispositivos mediante métodos SLAAC y DHCPv6, así como método de transición.

Objetivos Específicos

- Entender nomenclatura de asignación direcciones IPv6.
- Identificar mecanismos de asignación de Direcciones IPv6.
- Configurar interfaces mediante IPv6.
- Desplegar direccionamiento IPv6 mediante DHCPv6 en server y Router.
- Despliegue Transición IPv4-IPv6 (Estático o Dinámico).

DESARROLLO

PARTE I – PARTE PRÁCTICA DESPLIEGUE-IPv6

DESPLIEGUE Y CARACTERÍSTICAS DHCPV6

Las partes de la topología donde se hace el despliegue de DHCPv6 son en la parte del proveedor (Router ISP) y en el router de ingeniería por el lado del switch SWRedDatos. Una vez identificados, se empieza con su configuración.

Configuración de nombres, líneas console y vty para los routers ISP e Ingeniería. Las contraseñas de console y vty, son las siguientes:

Contraseña Línea Consola: redes

Contraseña VTY: lab3

```
Router(config)#hostname R-ISP
R-ISP(config)#line console 0
R-ISP(config-line)#password redes
R-ISP(config-line)#login
R-ISP(config-line)#exit
R-ISP(config)#line vty 0 4
R-ISP(config-line)#password lab3
R-ISP(config-line)#login
R-ISP(config-line)#exit
R-ISP(config)#

Router(config)#hostname R-Ingenieria
R-Ingenieria(config)#line console 0
R-Ingenieria(config-line)#password redes
R-Ingenieria(config-line)#login
R-Ingenieria(config-line)#exit
R-Ingenieria(config)#line vty 0 4
R-Ingenieria(config-line)#password lab3
R-Ingenieria(config-line)#login
R-Ingenieria(config-line)#exit
R-Ingenieria(config)#
```

Asignación de dirección IPv6 y link-local para la interface GigabitEthernet 0/0 del router R-ISP:

```
R-ISP(config)#interface gigabitEthernet 0/0
R-ISP(config-if)#ipv6 address 2800:DB8:ACAD:1::1/64
R-ISP(config-if)#no shutdown

R-ISP(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed to state up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed to state up

R-ISP(config-if)#ipv6 address FE80::1 link-local
```

Asignación de la dirección IPv6 y creación del pool TIGO en el Operador-DHCPv6:

IPv6 Configuration	
<input type="radio"/> Automatic	
<input checked="" type="radio"/> Static	
IPv6 Address	2800:DB8:ACAD:1::10 / 64
Link Local Address	FE80::204:9AFF:FE96:9C01
Default Gateway	FE80::1
DNS Server	2800:100:100:100::100

DHCPv6 Pool

Pool List: TIGO Create Pool

DNS Server: 2800:100:100:100::100 Domain Name: tigo.com

IPv6 Address Prefix

Prefix	Prefix Length	Valid Lifetime	Preferred Lifetime
2800:DB8:ACAD:1::	64	2592000	604800

Asignación de dirección IPv6, link-local para la interface GigabitEthernet 0/0 del router R-Ingenieria y se activa el SLAAC con el comando unicast-routing:

```
R-Ingenieria(config)#interface GigabitEthernet 0/0
R-Ingenieria(config-if)#ipv6 address 2800:DB8:ACAD:5::1/64
R-Ingenieria(config-if)#no shutdown

R-Ingenieria(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEther

R-Ingenieria(config-if)#ipv6 address FE80::5 link-local

R-Ingenieria(config)#ipv6 unicast-routing
R-Ingenieria(config)#exit
```

Asignación de la dirección IPv6 y creación del pool RedDatos en el DNS-DHCPv6:

IPv6 Configuration

☐ Automatic ☒ Static

IPv6 Address: 2800:DB8:ACAD:5::100 / 64

Link Local Address: FE80::230:A3FF:FE7D:589C

Default Gateway: FE80::5

DNS Server: 2800:200:200:200::200

DHCPv6 Pool

Pool List: RedDatos Create Pool

DNS Server: 2800:200:200:200::200 Domain Name: reddatos.com

IPv6 Address Prefix

Prefix	Prefix Length	Valid Lifetime	Preferred Lifetime
2800:DB8:ACAD:5::	64	2592000	604800

Asignación de dirección IPv6 y link-local para la interface GigabitEthernet 0/0 del router R-Ingenieria:

```

R-Ingenieria(config)#interface gigabitEthernet 0/1
R-Ingenieria(config-if)#ipv6 address 2800:DB8:ACAD:6::1/64
R-Ingenieria(config-if)#no shutdown

R-Ingenieria(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1, changed stat

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthe

R-Ingenieria(config-if)#ipv6 address FE80::6 link-local
R-Ingenieria(config-if)#exit

```

Ahora se crea el pool SabioCaldas, se asocia a la interfaz G0/1 y se desactiva SLAAC:

```

R-Ingenieria(config)#ipv6 dhcp pool SabioCaldas
R-Ingenieria(config-dhcpv6)#dns-server 2800:300:300:300::300
R-Ingenieria(config-dhcpv6)#exit
R-Ingenieria(config)#interface gigabitEthernet 0/1
R-Ingenieria(config-if)#ipv6 dhcp server SabioCaldas
R-Ingenieria(config-if)#ipv6 nd managed-config-flag
R-Ingenieria(config-if)#exit

```

Se configura el prefijo y el tiempo de vida en el pool SabioCaldas:

```

R-Ingenieria(config)#ipv6 dhcp pool SabioCaldas
R-Ingenieria(config-dhcpv6)#address prefix 2800:DB8:ACAD:6::/64 lifetime 1240000 480000
R-Ingenieria(config-dhcpv6)#exit

```

DESPLIEGUE Y CARACTERÍSTICAS SLAAC

La parte de la topología donde se hace el despliegue de SLAAC es en la parte del router de casa. Una vez identificado, se empieza con su configuración.

Configuración de nombre, líneas console y vty para los routers Casa y Artes. Las contraseñas de console y vty, son las siguientes:

Contraseña Línea Consola: redes

Contraseña VTY: lab3

Router(config)#hostname R-Casa	Router(config)#hostname R-Artes
R-Casa(config)#line console 0	R-Artes(config)#line console 0
R-Casa(config-line)#password redes	R-Artes(config-line)#password redes
R-Casa(config-line)#login	R-Artes(config-line)#login
R-Casa(config-line)#exit	R-Artes(config-line)#exit
R-Casa(config)#line vty 0 4	R-Artes(config)#line vty 0 4
R-Casa(config-line)#password lab3	R-Artes(config-line)#password lab3
R-Casa(config-line)#login	R-Artes(config-line)#login
R-Casa(config-line)#exit	R-Artes(config-line)#exit

Asignación de dirección IPv6 y link-local para la interface GigabitEthernet 0/0 del router R-Casa:

```
R-Casa(config)#interface gigabitEthernet 0/0
R-Casa(config-if)#ipv6 address 2800:DB8:ACAD:3::1/64
R-Casa(config-if)#ipv6 address FE80::3 link-local
R-Casa(config-if)#no shutdown
```

Usar el comando unicast-routing para habilitar el enrutamiento IPv6:

```
R-Casa(config)#ipv6 unicast-routing
R-Casa(config)#
```

Asignación de dirección IPv6 para la interface GigabitEthernet 0/0 del router R-Artes:

```
R-Artes(config)#interface gigabitEthernet 0/0
R-Artes(config-if)#ipv6 address 2001:DB8:ACAD:1::1/64
R-Artes(config-if)#no shutdown
```

Usar el comando unicast-routing para habilitar el enrutamiento IPv6:

```
R-Artes(config-if)#exit
R-Artes(config)#ipv6 unicast-routing
```

CONFIGURACIÓN DE DIRECCIONES IPV4 E IPV6 ENTRE ROUTERS

Configurar la conexión entre los routers R-ISP y R-Casa con la dirección 2800:DB8:ACAD:2::/64 y el link- local FE80::2, con el Router R-ISP como DCE.

```
R-ISP(config)#interface Serial0/0/0
R-ISP(config-if)#ipv6 address 2800:DB8:ACAD:2::1/64
R-ISP(config-if)#ipv6 address FE80::2 link-local
R-ISP(config-if)#clock rate 128000
R-ISP(config-if)#no shutdown

R-Casa(config)#interface serial 0/0/0
R-Casa(config-if)#ipv6 address 2800:DB8:ACAD:2::2/64
R-Casa(config-if)#ipv6 address FE80::2 link-local
R-Casa(config-if)#no shutdown
```

Para verificar la conexión se hace un ping desde el router R-ISP al router R-Casa.

```
R-ISP#ping 2800:DB8:ACAD:2::2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2800:DB8:ACAD:2::2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/17/23 ms
```

Configurar la conexión entre los routers R-ISP y R-Ingeniería con la dirección 2800:DB8:ACAD:4::/64 y el link- local FE80::4, con el Router R-ISP como DCE.

```
R-ISP(config)#interface serial 0/0/1
R-ISP(config-if)#ipv6 address 2800:DB8:ACAD:4::1/64
R-ISP(config-if)#ipv6 address FE80::4 link-local
R-ISP(config-if)#clock rate 128000
R-ISP(config-if)#no shutdown
```

```
R-Ingenieria(config)#interface Serial 0/0/1
R-Ingenieria(config-if)#ipv6 address 2800:DB8:ACAD:4::2/64
R-Ingenieria(config-if)#ipv6 address FE80::4 link-local
R-Ingenieria(config-if)#no shutdown
```

Para verificar la conexión se hace un ping desde el router R-ISP al router R-Ingenieria.

```
R-ISP#ping 2800:DB8:ACAD:4::2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2800:DB8:ACAD:4::2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/13/21 ms
```

Configurar la conexión entre los routers R-Ingeniería y R-Ciencias con la dirección 8.0.0.0/30, con el Router R-Ingeniería como DCE.

```
R-Ingenieria(config)#interface serial 0/2/0
R-Ingenieria(config-if)#ip address 8.0.0.1 255.255.255.252
R-Ingenieria(config-if)#clock rate 128000
R-Ingenieria(config-if)#no shutdown

Router(config)#hostname R-Ciencias
R-Ciencias(config)#line console 0
R-Ciencias(config-line)#password redes
R-Ciencias(config-line)#login
R-Ciencias(config-line)#exit
R-Ciencias(config)#line vty 0 4
R-Ciencias(config-line)#password lab3
R-Ciencias(config-line)#login
R-Ciencias(config-line)#exit

R-Ciencias(config)#interface Serial0/0/1
R-Ciencias(config-if)#ip address 8.0.0.2 255.255.255.252
R-Ciencias(config-if)#no shutdown
```

Para verificar la conexión se hace un ping desde el router R-Ingeniería al router R-Ciencias.

```
R-Ingenieria#ping 8.0.0.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 8.0.0.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/22/53 ms
```

Configurar la conexión entre los routers R-Ciencias y R-Artes con la dirección 9.0.0.0/30, con el Router R-Ciencias como DCE.

```
R-Ciencias(config)#interface Serial 0/0/0
R-Ciencias(config-if)#ip address 9.0.0.1 255.255.255.252
R-Ciencias(config-if)#clock rate 128000
R-Ciencias(config-if)#no shutdown

R-Artes(config)#interface Serial 0/0/1
R-Artes(config-if)#ip address 9.0.0.2 255.255.255.252
R-Artes(config-if)#no shutdown
```

Para verificar la conexión se hace un ping desde el router R-Ciencias al router R-Artes.

```

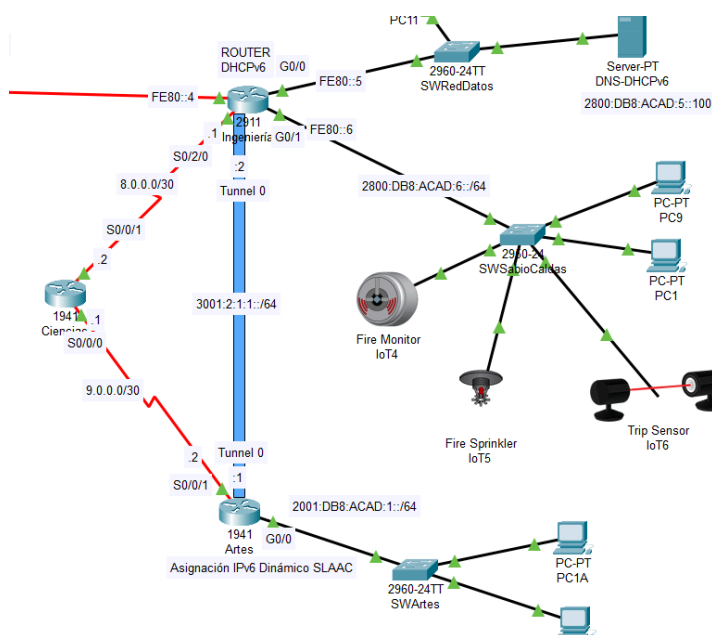
R-Ciencias#ping 9.0.0.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 9.0.0.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/20/40 ms

```

TRANSICIÓN IPV4-IPV6

La transición de IPv6 - IPv4 - IPv6 se realiza entre los routers R-Ingenieria, R-Ciencias y R-Artes.



Se utiliza el comando `ip route` para configurar las rutas estáticas, permitiéndoles conocer y reenviar paquetes hacia redes que no están conectadas directamente a sus interfaces. Donde se establece a qué red quiere llegar y desde qué dirección (interfaz de R-Ciencias) lo quiere hacer.

Configuración de R-Ingenieria para conocer la red de R-Ciencias con R-Artes:

```

R-Ingenieria(config)#ip route 9.0.0.0 255.255.255.252 8.0.0.2
R-Ingenieria(config)#

```

Configuración de R-Artes para conocer la red de R-Ciencias con R-Ingenieria:

```

R-Artes(config)#ip route 8.0.0.0 255.255.255.252 9.0.0.1
R-Artes(config)#

```

Configuración del enrutamiento estático en el router R-Ciencias:


```
R-Ciencias(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 8.0.0.1
R-Ciencias(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 9.0.0.2
```

Y se verifica realizando ping a la interface del router R-Ciencias y a los routers R-Artes y R-Ingenieria:

```
R-Ingenieria#ping 9.0.0.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 9.0.0.1, timeout is 2 seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 9/15/25 ms

R-Ingenieria#ping 9.0.0.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 9.0.0.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/21/28 ms

R-Artes#ping 8.0.0.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 8.0.0.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 11/19/23 ms

R-Artes#ping 8.0.0.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 8.0.0.1, timeout is 2 seconds:
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/28/40 ms
```

También se verifica el traceroute para los router R-Ingenieria y R-Artes, para llegar de uno al otro, evidenciando que se realiza correctamente, pasando primero por el router R-Ciencias antes de llegar al router de destino en ambos casos.

R-Ingenieria#traceroute 9.0.0.2					R-Artes#traceroute 8.0.0.1				
Type escape sequence to abort.					Type escape sequence to abort.				
Tracing the route to 9.0.0.2					Tracing the route to 8.0.0.1				
1	8.0.0.2	12 msec	13 msec	1 msec	1	9.0.0.1	1 msec	0 msec	8 msec
2	9.0.0.2	15 msec	1 msec	14 msec	2	8.0.0.1	6 msec	21 msec	18 msec
R-Ingenieria#					R-Artes#				

Configuración del Tunnel 0 en R-Ingenieria:

```
R-Ingenieria(config)#interface tunnel 0

R-Ingenieria(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Tunnel0, changed state to up

R-Ingenieria(config-if)#ipv6 address 3001:2:1:1::2/64
R-Ingenieria(config-if)#tunnel source serial 0/2/0
R-Ingenieria(config-if)#tunnel destination 9.0.0.2
R-Ingenieria(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunnel0,

R-Ingenieria(config-if)#tunnel mode ipv6ip
R-Ingenieria(config-if)#exit
R-Ingenieria(config)#ipv6 route ::/0 3001:2:1:1::1
R-Ingenieria(config)#
```

```
R-Ingenieria(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 8.0.0.2
R-Ingenieria(config)#
```

Configuración del Tunnel 0 en R-Artes:

```
R-Artes(config)#interface tunnel 0

R-Artes(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Tunnel0, changed state to up

R-Artes(config-if)#ipv6 address 3001:2:1:1::1/64
R-Artes(config-if)#tunnel source serial 0/0/1
R-Artes(config-if)#tunnel destination 8.0.0.1
R-Artes(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunnel0, changed state to up

R-Artes(config-if)#tunnel mode ipv6ip
R-Artes(config-if)#exit
R-Artes(config)#ipv6 unicast-routing
R-Artes(config)#ipv6 route ::/0 3001:2:1:1::2

R-Artes(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 9.0.0.1
R-Artes(config)#
```

Verificando la conexión a través del tunnel 0, por medio de traceroute desde el R-Ingenieria al PC1A que esta conectado al R-Artes:

```
R-Ingenieria#traceroute 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912

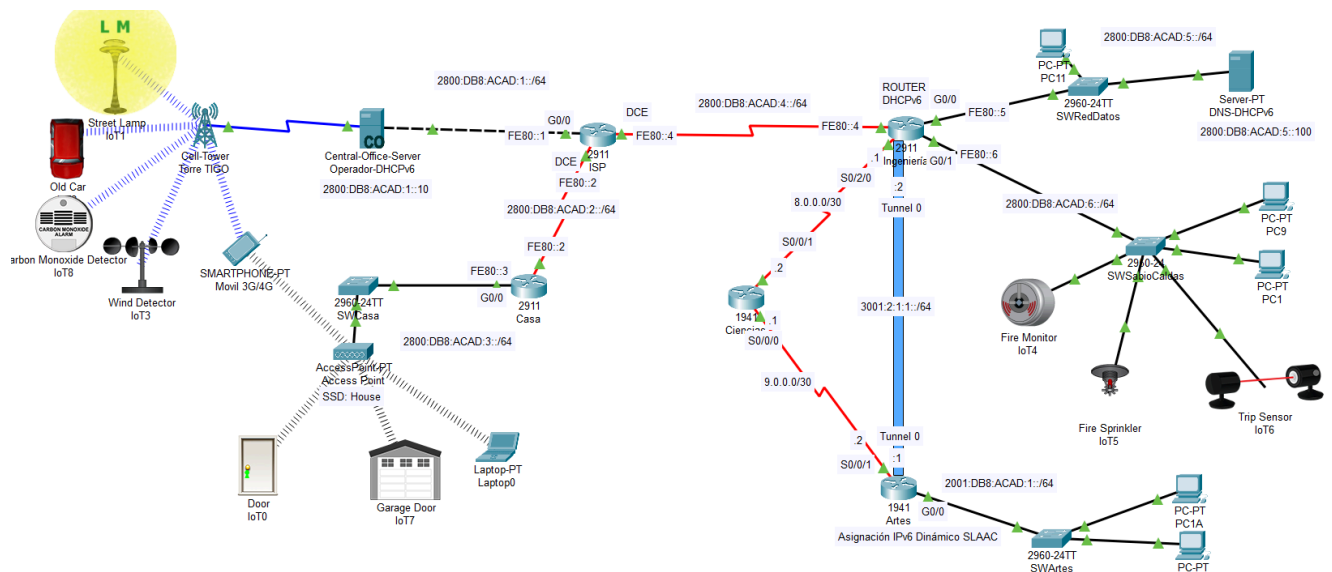
 1  3001:2:1:1::1 42 msec   19 msec   5 msec
 2  2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912 1 msec   10 msec   19 msec
R-Ingenieria#
```

Y desde el R-Artes hasta el PC11 que esta conectado a R-Ingenieria:

```
R-Artes#traceroute 2800:DB8:ACAD:5:260:47FF:FE40:5C17
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 2800:DB8:ACAD:5:260:47FF:FE40:5C17

 1  3001:2:1:1::2 13 msec   19 msec   1 msec
 2  2800:DB8:ACAD:5:260:47FF:FE40:5C17 5 msec   3 msec   24 msec
R-Artes#
```

Finalizando de esta forma la configuración de toda la topología.



PARTE II - TIPOS DE DIRECCIONES IPV6

1. De acuerdo a la siguiente tabla identifique el tipo de dirección:

Dirección IPv6	Respuesta
2001:0DB8:2:ACAD::55FE:8967:10B2	Unicast global
::1	Loopback
FC00:33:B:1::4CD:E423:FA76	Local Única
2033:8DB:3:3:11:3DA3:9A25:FE21	Unicast global
FE80::0132:01CC:B165	Link Local
FF00::	Multicast
FF00::7DB:2243:31A2:C67	Multicast
FF02::2	Multicast

2. Abra la ventana de comandos del PC y digite el comando “route print”. De los datos generados identifique:

```

=====
ILista de interfaces
17..52 5a 65 f7 cb ad .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter
9...52 5a 65 f7 cb bd .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #2
6...50 5a 65 f7 cb bd .....MediaTek Wi-Fi 6 MT7921 Wireless LAN Card
2...c8 7f 54 a4 6a 47 .....Realtek PCIe GbE Family Controller
1.....Software Loopback Interface 1
=====

IPv4 Tabla de enrutamiento
=====
Rutas activas:
Destino de red      Máscara de red      Puerta de enlace      Interfaz      Métrica
0.0.0.0            0.0.0.0            192.168.101.1        192.168.101.4    50
127.0.0.0          255.0.0.0          En vínculo           127.0.0.1        331
127.0.0.1          255.255.255.255    En vínculo           127.0.0.1        331
127.255.255.255    255.255.255.255    En vínculo           127.0.0.1        331
192.168.101.0      255.255.255.0      En vínculo           192.168.101.4    306
192.168.101.4      255.255.255.255    En vínculo           192.168.101.4    306
192.168.101.255    255.255.255.255    En vínculo           192.168.101.4    306
224.0.0.0          240.0.0.0          En vínculo           127.0.0.1        331
224.0.0.0          240.0.0.0          En vínculo           192.168.101.4    306
255.255.255.255    255.255.255.255    En vínculo           127.0.0.1        331
255.255.255.255    255.255.255.255    En vínculo           192.168.101.4    306
=====
Rutas persistentes:
Ninguno

IPv6 Tabla de enrutamiento
=====
Rutas activas:
Cuando destino de red métrica      Puerta de enlace
1 331 ::1/128                        En vínculo
6 306 fe80::/64                      En vínculo
6 306 fe80::daae:8dbb:f183:5265/128 En vínculo
1 331 ff00::/8                      En vínculo
6 306 ff00::/8                      En vínculo
=====

```

Tipo de Dirección	Dirección
Loopback IPv4	127.0.0.1
Loopback IPv6	::1/128
Link local IPv4	No aparece.
Link local IPv6	fe80::daae:8dbb:f183:5265/128
Dir privada IPv4	192.168.101.4
Dir privada IPv6	No aparece.
(unicast local)	No aparece.
Broadcast IPv4	255.255.255.255
Multicast IPv6	ff00::/8

3. Escriba las siguientes direcciones en su forma comprimida o extendida y diga qué tipo de dirección es:

Dirección	Tipo de Dirección
2002:C00E:0200:0003:EB04:CE44:A208	Unicast Global
2002:C00E:200:3:EB04:CE44:A208	

FE80:0000:0000:0004:0000:BB60:007C:0274	Link Local
FE80::4:0:BB60:7C:274	
FE80::4270:D7B3:EC3D:B884	Link Local
FE80:0000:0000:0000:4270:D7B3:EC3D:B884	
FF00::	Link Local
FF00:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000	
2001:0040:0002:ACAD:0000:0E33:C210:BF32	Unicast global
2001:40:2:ACAD:0:E33:C210:BF32	

4. De acuerdo a lo anterior, para la siguiente dirección,

2000:2222:BBBB::A550:358A:BBA5:E166/64 determine:

Dirección extendida: 2000:2222:BBBB:0000:A550:358A:BBA5:E166 /64

ID de la interfaz	A550:358A:BBA5:E166
Número de subred	2000:2222:BBBB:0000::/64
Número de ISP	2000:2222::/32
Número de ISP en binario	0010000000000000 0010001000100010
Número de registro	2000:2222::/23
Número de registro en binario	00000 0010001
Número global IANA	001
Prefijo de enrutamiento global	2000::/3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Verificación de conectividad general

Para verificar las conexiones de la topología, se realiza la comunicación entre los routers para evidenciar que la asignación de ip, sea ipv4 o ipv6, se asigne correctamente entre los equipos.

Comunicación entre los routers:

Router Casa-ISP

```
R-Casa>ping 2800:DB8:ACAD:2::1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2800:DB8:ACAD:2::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/18/25 ms
```

Evidenciando que efectivamente hay una conexión entre routers con IPv6.

Router ISP-Ingenieria

```
R-ISP>ping 2800:DB8:ACAD:4::2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2800:DB8:ACAD:4::2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 9/14/26 ms
```

Evidenciando que efectivamente hay una conexión entre routers con IPv6.

Router Ingenieria-Ciencias

```
R-Ingenieria>ping 8.0.0.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 8.0.0.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/16/21 ms
```

Evidenciando que efectivamente hay una conexión entre routers con IPv4.

Router Ingenieria-Artes

```
R-Ingenieria>ping 3001:2:1:1::1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 3001:2:1:1::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 17/29/37 ms
```

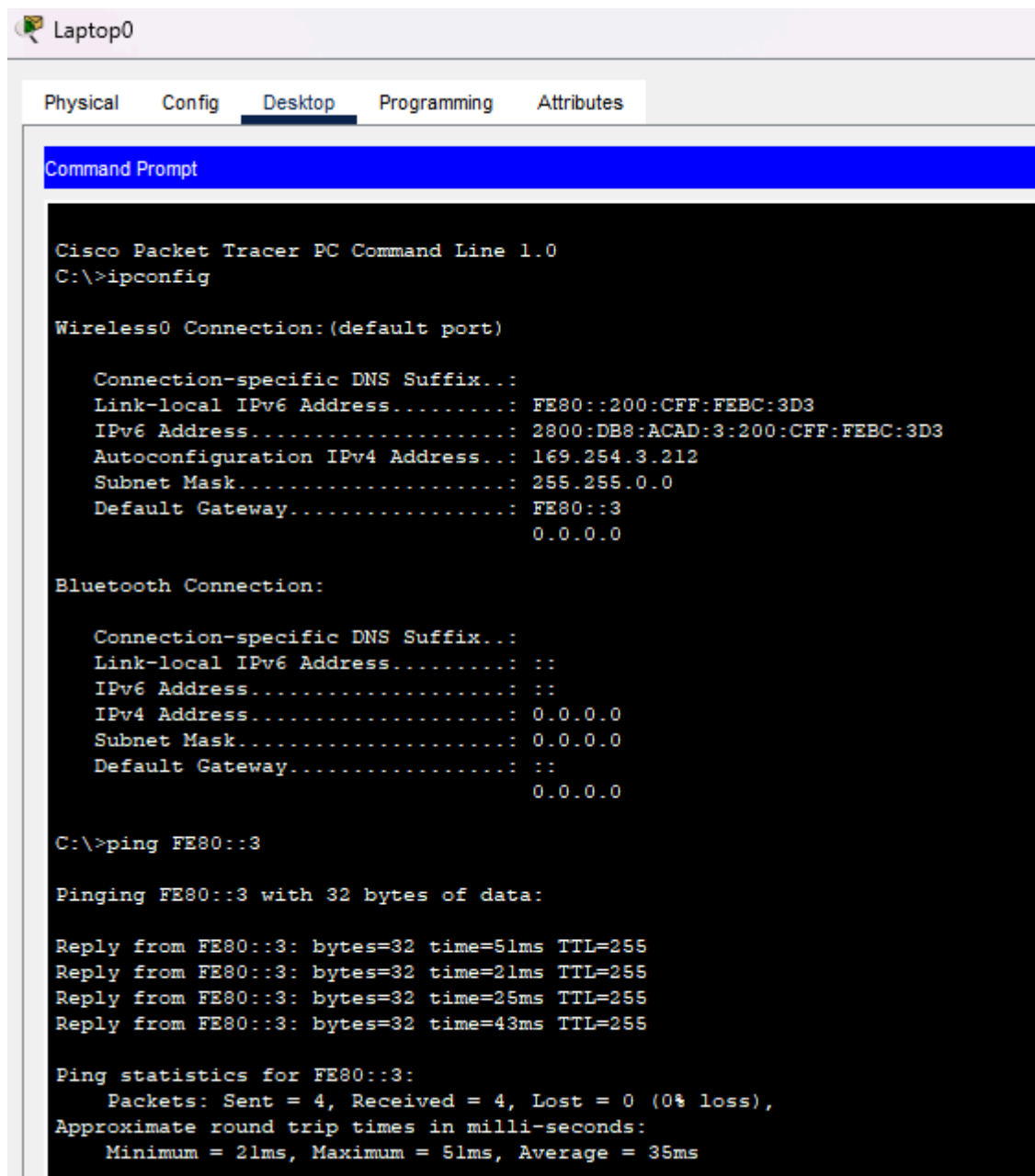
Router Ciencias-Artes

```
R-Ciencias>ping 9.0.0.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 9.0.0.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/13/23 ms
```

Evidenciando que efectivamente hay una conexión entre routers con IPv4.

Asignación IP de los dispositivos:
De la red Casa miraremos con la Laptop0



The screenshot shows the Cisco Packet Tracer interface for Laptop0. The 'Desktop' tab is selected, displaying a 'Command Prompt' window. The command prompt shows the execution of 'ipconfig', which displays network configuration for both Wireless0 and Bluetooth connections. The Wireless0 connection is configured with a Link-local IPv6 Address of FE80::200:CFF:FEBC:3D3, an IPv6 Address of 2800:DB8:ACAD:3:200:CFF:FEBC:3D3, an Autoconfiguration IPv4 Address of 169.254.3.212, a Subnet Mask of 255.255.0.0, and a Default Gateway of FE80::3 0.0.0.0. The Bluetooth connection is not configured. Following the ipconfig command, the user enters 'ping FE80::3', which shows four successful replies with varying times and a TTL of 255. Ping statistics for FE80::3 indicate 4 packets sent, 4 received, 0% loss, and an average round trip time of 35ms.

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ipconfig

Wireless0 Connection:(default port)

Connection-specific DNS Suffix...:
Link-local IPv6 Address.....: FE80::200:CFF:FEBC:3D3
IPv6 Address.....: 2800:DB8:ACAD:3:200:CFF:FEBC:3D3
Autoconfiguration IPv4 Address...: 169.254.3.212
Subnet Mask.....: 255.255.0.0
Default Gateway.....: FE80::3
                        0.0.0.0

Bluetooth Connection:

Connection-specific DNS Suffix...:
Link-local IPv6 Address.....: ::
IPv6 Address.....: ::
IPv4 Address.....: 0.0.0.0
Subnet Mask.....: 0.0.0.0
Default Gateway.....: ::
                        0.0.0.0

C:\>ping FE80::3

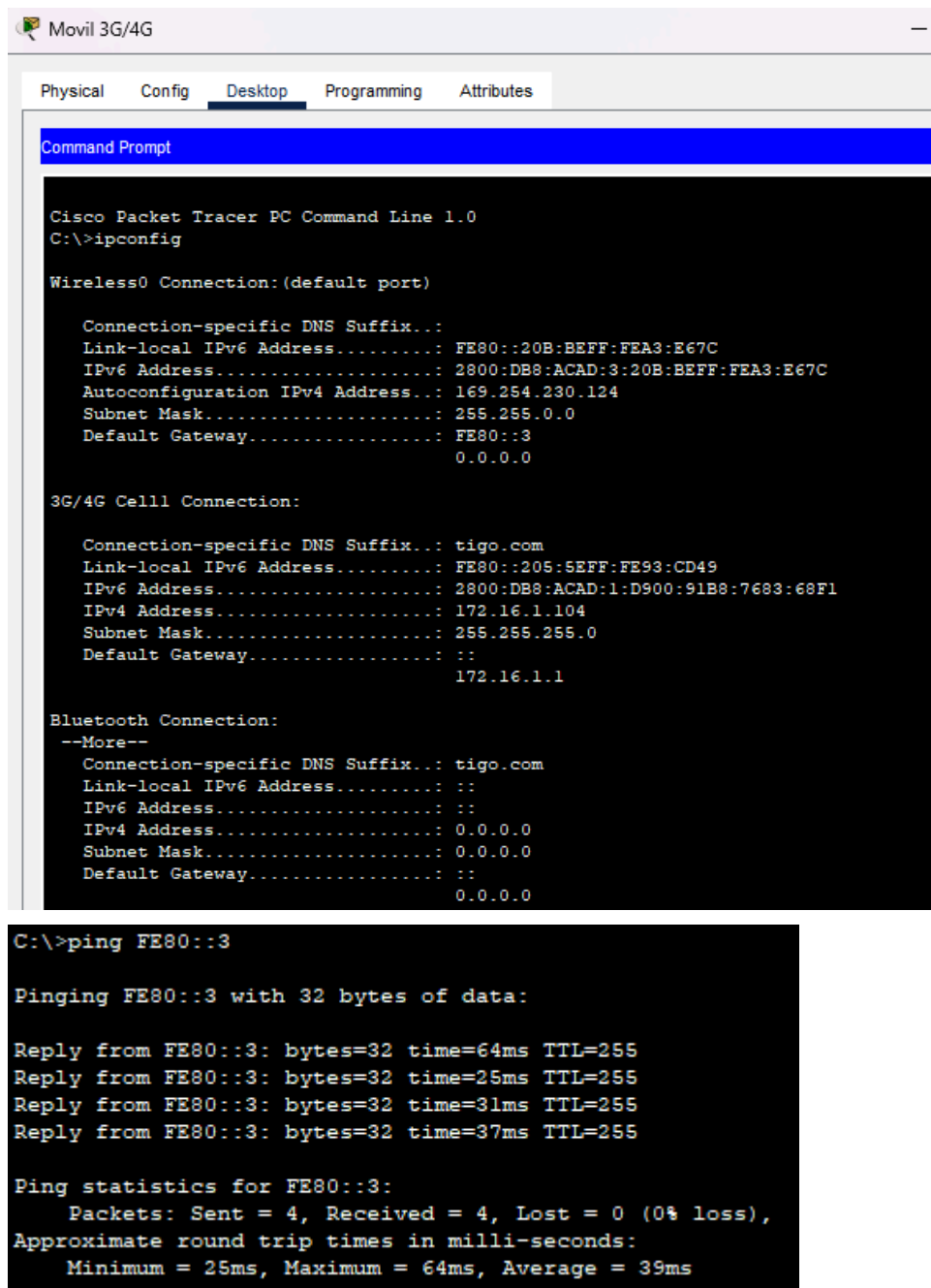
Pinging FE80::3 with 32 bytes of data:

Reply from FE80::3: bytes=32 time=51ms TTL=255
Reply from FE80::3: bytes=32 time=21ms TTL=255
Reply from FE80::3: bytes=32 time=25ms TTL=255
Reply from FE80::3: bytes=32 time=43ms TTL=255

Ping statistics for FE80::3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 21ms, Maximum = 51ms, Average = 35ms
```

Evidenciando que la conexión está de manera correcta, además de su ping al gateway para mirar la conexión.

La red TIGO se evidencia de manera inalámbrica y se puede verificar desde el celular.



The screenshot shows the Cisco Packet Tracer Desktop environment. The 'Desktop' tab is selected, displaying a 'Command Prompt' window. The window shows the output of the 'ipconfig' command, detailing network configurations for three interfaces: Wireless0, 3G/4G Cell1, and Bluetooth. Below the configuration, a 'ping' command is executed, showing successful results for the FE80::3 address.

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ipconfig

Wireless0 Connection:(default port)

Connection-specific DNS Suffix...:
Link-local IPv6 Address...: FE80::20B:BEFF:FEA3:E67C
IPv6 Address...: 2800:DB8:ACAD:3:20B:BEFF:FEA3:E67C
Autoconfiguration IPv4 Address...: 169.254.230.124
Subnet Mask...: 255.255.0.0
Default Gateway...: FE80::3
0.0.0.0

3G/4G Cell1 Connection:

Connection-specific DNS Suffix...: tigo.com
Link-local IPv6 Address...: FE80::205:5EFF:FE93:CD49
IPv6 Address...: 2800:DB8:ACAD:1:D900:91B8:7683:68F1
IPv4 Address...: 172.16.1.104
Subnet Mask...: 255.255.255.0
Default Gateway...: ::
172.16.1.1

Bluetooth Connection:
--More--
Connection-specific DNS Suffix...: tigo.com
Link-local IPv6 Address...: ::
IPv6 Address...: ::
IPv4 Address...: 0.0.0.0
Subnet Mask...: 0.0.0.0
Default Gateway...: ::
0.0.0.0

C:\>ping FE80::3

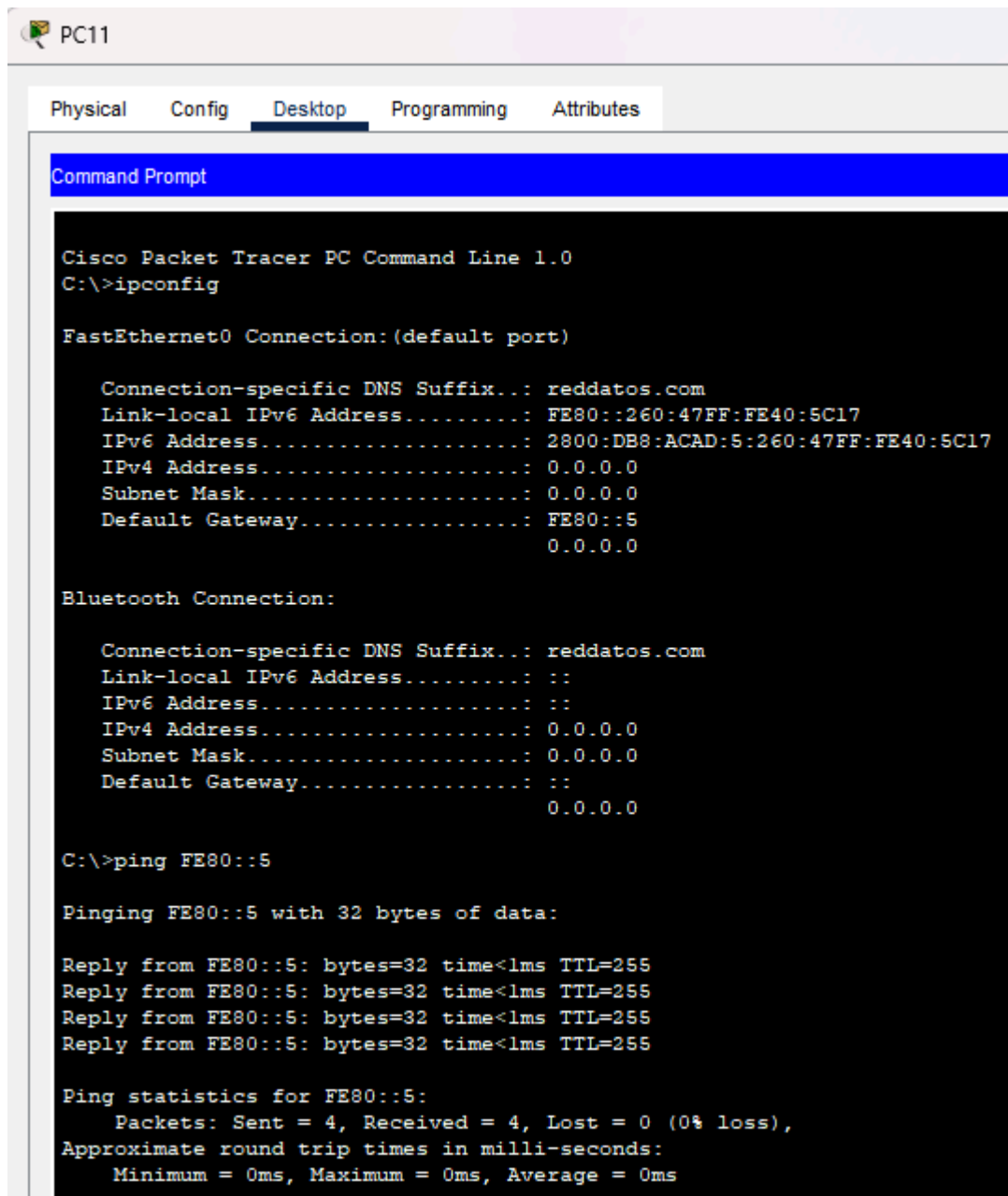
Pinging FE80::3 with 32 bytes of data:

Reply from FE80::3: bytes=32 time=64ms TTL=255
Reply from FE80::3: bytes=32 time=25ms TTL=255
Reply from FE80::3: bytes=32 time=31ms TTL=255
Reply from FE80::3: bytes=32 time=37ms TTL=255

Ping statistics for FE80::3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 25ms, Maximum = 64ms, Average = 39ms
```

Evidenciando que la configuración fue exitosa.

Ahora se va a revisar la asignación IP de la red RedDatos con el PC11.



The screenshot shows a PC window titled 'PC11' with a 'Desktop' tab selected. A 'Command Prompt' window is open, displaying the output of the 'ipconfig' command. The output shows configuration for 'FastEthernet0' and 'Bluetooth' connections, including DNS suffix, IPv6 and IPv4 addresses, subnet masks, and default gateways. A ping command is also executed, showing successful results for the IPv6 address FE80::5.

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ipconfig

FastEthernet0 Connection:(default port)

    Connection-specific DNS Suffix...: reddatos.com
    Link-local IPv6 Address.....: FE80::260:47FF:FE40:5C17
    IPv6 Address.....: 2800:DB8:ACAD:5:260:47FF:FE40:5C17
    IPv4 Address.....: 0.0.0.0
    Subnet Mask.....: 0.0.0.0
    Default Gateway.....: FE80::5
                           0.0.0.0

Bluetooth Connection:

    Connection-specific DNS Suffix...: reddatos.com
    Link-local IPv6 Address.....: ::
    IPv6 Address.....: ::
    IPv4 Address.....: 0.0.0.0
    Subnet Mask.....: 0.0.0.0
    Default Gateway.....: ::
                           0.0.0.0

C:\>ping FE80::5

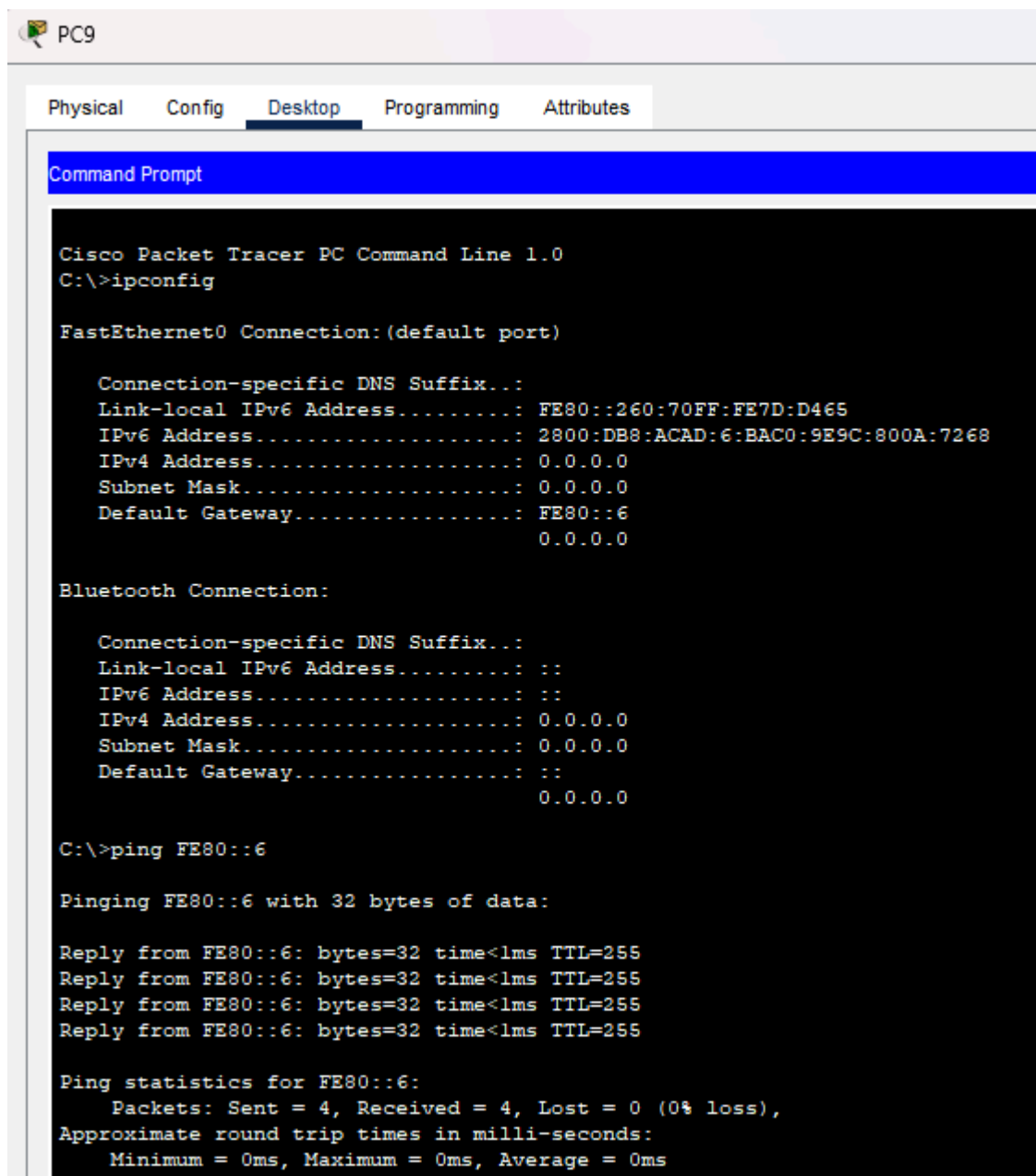
Pinging FE80::5 with 32 bytes of data:

Reply from FE80::5: bytes=32 time<lms TTL=255
Reply from FE80::5: bytes=32 time<lms TTL=255
Reply from FE80::5: bytes=32 time<lms TTL=255
Reply from FE80::5: bytes=32 time<lms TTL=255

Ping statistics for FE80::5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Evidenciando la conexión exitosa mediante el servidor DHCPv6 con su DNS.

Ahora con la red SabioCaldas y el PC9.



The screenshot shows the 'Desktop' tab of a PC9 interface. A Command Prompt window is open, displaying the output of the 'ipconfig' command. It shows the configuration for 'FastEthernet0' and 'Bluetooth' connections. The 'FastEthernet0' connection has an IPv6 address of 'FE80::260:70FF:FE7D:D465' and an IPv4 address of '2800:DB8:ACAD:6:BAC0:9E9C:800A:7268'. The 'Bluetooth' connection has no IP addresses assigned. Below the configuration, a 'ping FE80::6' command is executed, showing four successful replies with 32 bytes of data, all with a time of less than 1ms and a TTL of 255. The ping statistics for FE80::6 show 4 packets sent, 4 received, and 0% loss.

```
PC9

Physical  Config  Desktop  Programming  Attributes

Command Prompt

Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ipconfig

FastEthernet0 Connection:(default port)

    Connection-specific DNS Suffix...:
    Link-local IPv6 Address . . . . .: FE80::260:70FF:FE7D:D465
    IPv6 Address . . . . .: 2800:DB8:ACAD:6:BAC0:9E9C:800A:7268
    IPv4 Address . . . . .: 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . .: 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . .: FE80::6
                                0.0.0.0

Bluetooth Connection:

    Connection-specific DNS Suffix...:
    Link-local IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv4 Address . . . . .: 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . .: 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . .: ::
                                0.0.0.0

C:\>ping FE80::6

Pinging FE80::6 with 32 bytes of data:

Reply from FE80::6: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from FE80::6: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from FE80::6: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from FE80::6: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for FE80::6:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Evidenciando la correcta asignación de la dirección IP.

Finalmente, se revisará la asignación de IP de la red Artes con el PC1A .

The screenshot shows the 'PC1A' window in Cisco Packet Tracer. The 'Desktop' tab is selected, displaying a 'Command Prompt' window. The text in the command prompt is as follows:

```
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ipconfig

FastEthernet0 Connection:(default port)

    Connection-specific DNS Suffix...:
    Link-local IPv6 Address . . . . .: FE80::290:CFF:FEC2:E912
    IPv6 Address . . . . .: 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912
    IPv4 Address . . . . .: 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . .: 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . .: FE80::202:16FF:FEBE:EC43
                                0.0.0.0

Bluetooth Connection:

    Connection-specific DNS Suffix...:
    Link-local IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv4 Address . . . . .: 0.0.0.0
    Subnet Mask . . . . .: 0.0.0.0
    Default Gateway . . . . .: ::
                                0.0.0.0

C:\>ping FE80::202:16FF:FEBE:EC43

Pinging FE80::202:16FF:FEBE:EC43 with 32 bytes of data:

Reply from FE80::202:16FF:FEBE:EC43: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from FE80::202:16FF:FEBE:EC43: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from FE80::202:16FF:FEBE:EC43: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from FE80::202:16FF:FEBE:EC43: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for FE80::202:16FF:FEBE:EC43:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

Para observar la comunicación exitosa entre Ingeniería y Artes se realiza un ping entre los computadores PC11 y PC1A.

```

PC11
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt

Bluetooth Connection:

Connection-specific DNS Suffix...: reddatos.com
Link-local IPv6 Address.....: ::
IPv6 Address.....: ::
IPv4 Address.....: 0.0.0.0
Subnet Mask.....: 0.0.0.0
Default Gateway.....: ::
                        0.0.0.0

C:\>ping FE80::5

Pinging FE80::5 with 32 bytes of data:

Reply from FE80::5: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from FE80::5: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from FE80::5: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from FE80::5: bytes=32 time<1ms TTL=255

Ping statistics for FE80::5:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912

Pinging 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912 with 32 bytes of data:

Reply from 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912: bytes=32 time=10ms TTL=126
Reply from 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912: bytes=32 time=2ms TTL=126

Ping statistics for 2001:DB8:ACAD:1:290:CFF:FEC2:E912:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 10ms, Average = 4ms

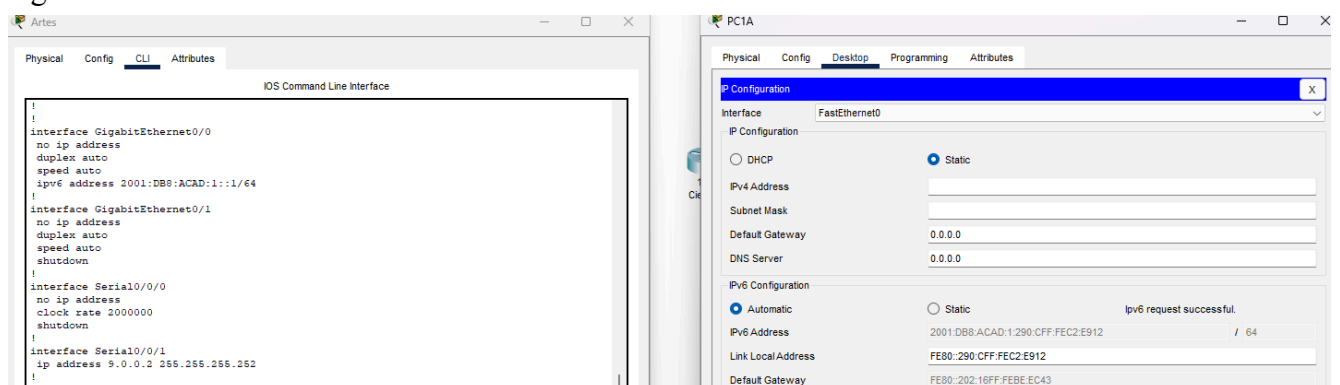
```

Terminando así la verificación de las conexiones.

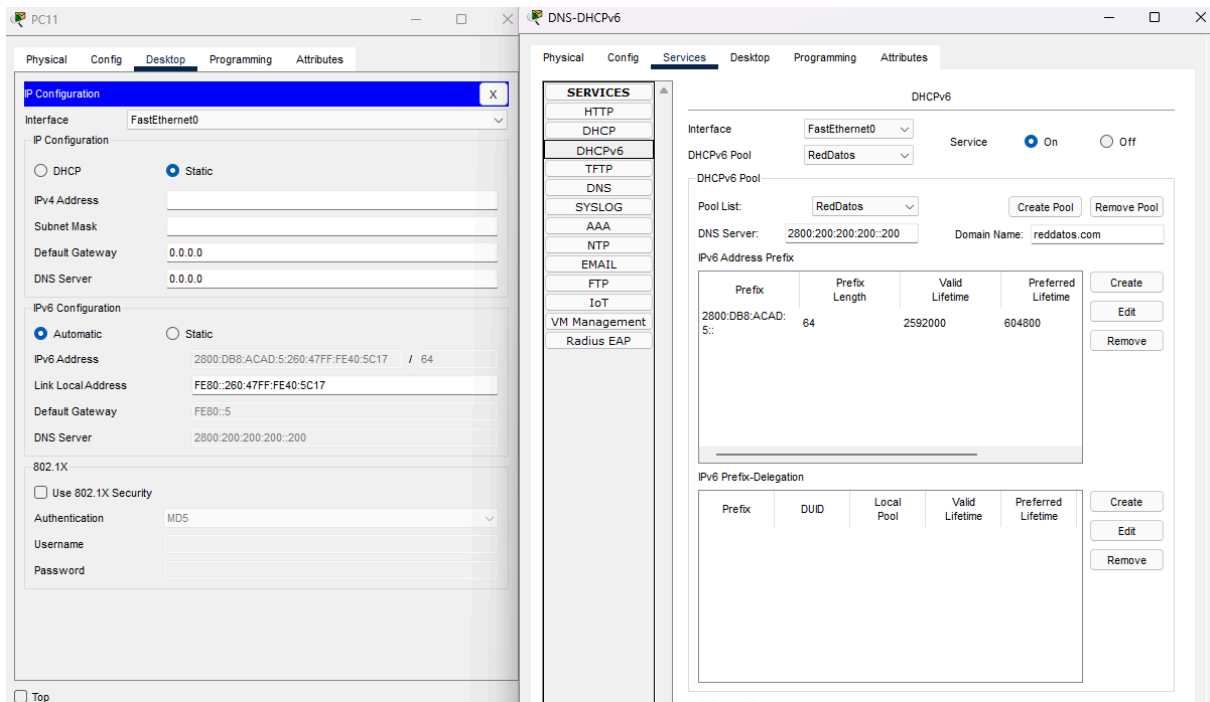
2. Funcionamiento de los distintos métodos de asignación IPv6

SLACC

Tomando como ejemplo la red de Artes, se observa cómo obtiene la dirección IPv6 de manera correcta. El funcionamiento de la asignación por SLACC es interesante porque el dispositivo cliente, en este caso el PC, envía un mensaje su router y este le pide los primeros 4 segmentos de la red, que después el router los da, en el caso de nuestro ejemplo es 2001:DB8:ACAD:1 y después mediante el EUI-64 con la MAC del equipo realiza un cálculo y le asigna los 4 segmentos faltantes de la dirección IPv6.



DHCPv6



En la imagen anterior se observa cómo los computadores obtienen su dirección IPv6, junto con su respectivo servidor DNS, por medio del protocolo DHCPv6. En este proceso, los clientes envían un mensaje de Solicitud (Solicit) para localizar servidores DHCPv6 disponibles en la red. Los servidores responden con un mensaje Advertise, ofreciendo los parámetros de configuración. Luego, el cliente selecciona una de las ofertas y envía un mensaje Request para solicitar formalmente la dirección IPv6 y la información adicional de red. Finalmente, el servidor confirma la asignación mediante un mensaje Reply, completando la configuración.

Este mecanismo puede complementarse con SLAAC, donde el cliente primero recibe mensajes Router Advertisement (RA) del router para conocer el prefijo de red y determinar si debe autoconfigurarse o recurrir al servidor DHCPv6 para obtener los parámetros administrados.

TRANSICIÓN IPv4 – IPv6

```

R-Ciencias>ping 8.0.0.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 8.0.0.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 12/20/24 ms

R-Ciencias>ping 9.0.0.1

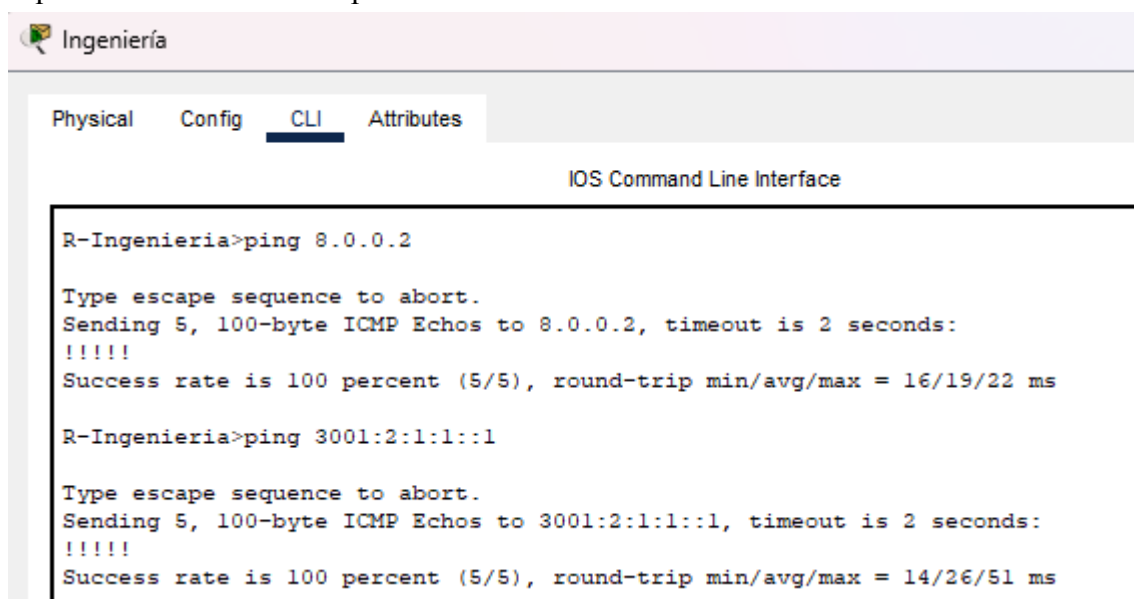
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 9.0.0.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 3/25/38 ms

R-Ciencias>ping 9.0.0.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 9.0.0.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/12/23 ms

```

Aquí se evidencia como el puente IPv4 tiene conexión con ambos routers.



Y con esta imagen se observa como el router ingeniería tiene conexión con el de ciencias (IPv4) y con Artes (IPv6) . Mostrando que existe conectividad entre los nodos de redes IPv4 e IPv6 mediante el router de transición.

En este caso se utilizó el túnel estático el cual es un mecanismo de transición que ayuda a conectar 2 redes IPv6 mediante una IPv4 intermedia. Aquí la información de los paquetes IPv6 se encapsulan con un encabezado IPv4 y pasa por el router intermedio, en este caso Ciencias, y después cuando llega al otro router con IPv6 lo desencapsula y se obtiene el paquete con la IP original.

3. Análisis comparativo

Durante la práctica se implementaron los mecanismos de asignación SLAAC y DHCPv6, además del método de transición Dual Stack con túnel IPv6-IPv4-IPv6.

A partir de las pruebas realizadas, se observaron las siguientes diferencias funcionales y de comportamiento:

- SLAAC (Stateless Address Autoconfiguration):
 Permite que los dispositivos configuren automáticamente su dirección IPv6 sin la intervención de un servidor. El router anuncia el prefijo mediante mensajes RA (Router Advertisement), y cada host genera su dirección combinando dicho prefijo con su identificador de interfaz (EUI-64).
 Es un método autónomo, simple y rápido, ideal para redes domésticas o entornos pequeños, donde no se requiere un control estricto sobre la asignación de direcciones.

- DHCPv6 (Stateful):
 En este método, la configuración depende de un servidor DHCPv6, el cual asigna de forma centralizada las direcciones IPv6, puerta de enlace y DNS a los clientes.
 Utiliza el proceso Solicit → Advertise → Request → Reply, garantizando que las direcciones estén registradas y administradas por un administrador de red.
 Es más robusto y seguro, adecuado para entornos empresariales o institucionales donde se necesita trazabilidad y control sobre los dispositivos conectados.

- Transición IPv4–IPv6:
 Se utilizó el Túnel estático (Static Tunneling) para permitir la comunicación entre routers con diferentes protocolos. Esta técnica encapsula los paquetes IPv6 dentro de IPv4, garantizando conectividad entre segmentos heterogéneos.
 Las pruebas de ping y traceroute evidenciaron la correcta transmisión de datos entre los routers R-Ingeniería, R-Ciencias y R-Artes, demostrando la funcionalidad del mecanismo de transición.

CONCLUSIONES

La práctica permitió comprender de manera integral los distintos métodos de asignación de direcciones IPv6, particularmente SLAAC y DHCPv6, identificando sus ventajas, limitaciones y los escenarios en los que resulta más conveniente aplicar cada uno.

Se comprobó la correcta conectividad entre routers y estaciones de trabajo bajo el protocolo IPv6, así como la coexistencia con IPv4 mediante los mecanismos de transición como los túneles, los cuales garantizan la interoperabilidad entre ambos protocolos durante el proceso de migración.

El uso de SLAAC demostró ser una alternativa eficiente para la configuración automática, ideal en redes pequeñas o con mínima administración, mientras que DHCPv6 ofrece un control centralizado, seguro y escalable, permitiendo una mejor gestión de los parámetros de red en entornos corporativos.

Asimismo, la implementación del túnel IPv6–IPv4–IPv6 evidenció cómo es posible integrar redes heterogéneas manteniendo la conectividad global, sin necesidad de reemplazar de forma inmediata la infraestructura basada en IPv4, promoviendo así una transición gradual y ordenada hacia IPv6.

En términos generales, el laboratorio fortaleció las competencias prácticas en configuración, análisis y verificación de direccionamiento IPv6, consolidando la comprensión de su importancia ante la escasez de direcciones IPv4 y la necesidad de adoptar estándares de red más modernos, eficientes y sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

Cisco Networking Academy. (s. f.). *Cisco Packet Tracer*. Recuperado de <https://www.netacad.com/cisco-packet-tracer>

NetworkAcademy.io. (s. f.). *Stateless address auto-configuration (SLAAC)* [Artículo web]. Recuperado de <https://www.networkacademy.io/ccna/ipv6/stateless-dhcpv6>

CCNA Desde Cero. (s. f.). *SLAAC y DHCPv6: introducción y funcionamiento*. Recuperado de <https://ccnadesdecero.es/slaac-dhcpv6-funcionamiento/> (ccnadesdecero.es)

Cisco Systems. (2006, 10 de agosto). *IPv6 tunnel through an IPv4 network* (Documento ID: 25156) [Documento técnico]. Recuperado de https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/ip-version-6/25156-ipv6tunnel.html ([cisco.com](https://www.cisco.com))

IBM Corporation. (s. f.). *Tunelización de IPv6*. En *AIX 7.1.0: documentación técnica*. Recuperado de <https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.1.0?topic=6-ipv6-tunneling> ([ibm.com](https://www.ibm.com))