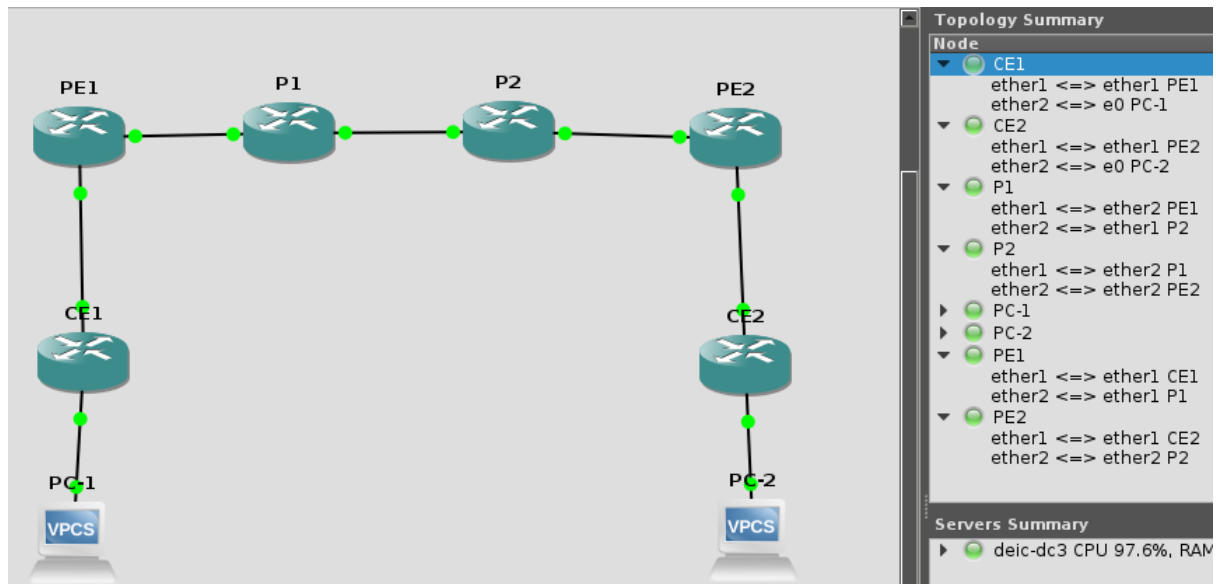


Sesión 1

1. (0.25 puntos) Construya la siguiente topología.



2. (0.25 puntos) Configura los siguientes hostnames y direcciones IP para los hosts y routers. Verifica las direcciones IP configuradas.

PC-1 >IP: 192.168.1.2/24 Gateway: 192.168.1.1

PC-2 >IP: 192.168.2.2/24 Gateway: 192.168.2.1

```
PC-1> ip 192.168.1.2/24 gateway 192.168.1.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.2 255.255.255.0 gateway 192.168.1.1
```

PC-1> █

```
PC-2> ip 192.168.2.2/24 gateway 192.168.2.1
Checking for duplicate address...
PC2 : 192.168.2.2 255.255.255.0 gateway 192.168.2.1
```

PC-2> █

CE1 >IP: 200.0.0.1/30 Interface: ether1

CE1 >IP: 192.168.1.1/24 Interface: ether2

```
[admin@CE1] > ip address add address=200.0.0.1/30 interface=ether1
[admin@CE1] > ip address add address=192.168.1.1/24 interface=ether2
[admin@CE1] > █
```

PE1 >IP: 200.0.0.2/30 Interface: ether1

PE1 >IP: 201.0.0.1/30 Interface: ether2

PE1 >IP: 10.0.0.1/32 Interface: lo1

```
[admin@PE1] > ip address add address=200.0.0.2/30 interface=ether1
[admin@PE1] > ip address add address=201.0.0.1/30 interface=ether2
[admin@PE1] > ip address add address=10.0.0.1/32 interface=lo1
[admin@PE1] > █
```

P1 >IP: 201.0.0.2/30 Interface: ether1

P1 >IP: 201.0.0.5/30 Interface: ether2

P1 >IP: 10.0.0.2/32 Interface: lo1

```
[admin@P1] > ip address add address=201.0.0.2/30 interface=ether1
[admin@P1] > ip address add address=201.0.0.5/30 interface=ether2
[admin@P1] > ip address add address=10.0.0.2/32 interface=lo1
[admin@P1] > █
```

P2 >IP: 201.0.0.6/30 Interface: ether1

P2 >IP: 201.0.0.9/30 Interface: ether2

P2 >IP: 10.0.0.3/32 Interface: lo1

```
[admin@P2] > ip address add address=201.0.0.6/30 interface=ether1
[admin@P2] > ip address add address=201.0.0.9/30 interface=ether2
[admin@P2] > ip address add address=10.0.0.3/32 interface=lo1
[admin@P2] > █
```

PE2 >IP: 200.0.0.6/30 Interface: ether1

PE2 >IP: 201.0.0.10/30 Interface: ether2

PE2 >IP: 10.0.0.4/32 Interface: lo1

```
[admin@PE2] > ip address add address=200.0.0.6/30 interface=ether1
[admin@PE2] > ip address add address=201.0.0.10/30 interface=ether2
[admin@PE2] > ip address add address=10.0.0.4/32 interface=lo1
[admin@PE2] > █
```

CE2 >IP: 200.0.0.5/30 Interface: ether1

CE2 >IP: 192.168.2.1/24 Interface: ether2

```
[admin@CE2] > ip address add address=200.0.0.5/30 interface=ether1
[admin@CE2] > ip address add address=192.168.2.1/24 interface=ether2
[admin@CE2] > █
```

3. (0.5 puntos) Establezca en los routers del cliente CE1 y CE2 un gateway por defecto apuntando a la dirección IP de los routers del proveedor PE1 y PE2 según corresponda. Verifica que la ruta estática fue configurada.

CEX#ip route add gateway=X.X.X.X

```
[admin@CE2] > ip route add gateway=200.0.0.6
[admin@CE2] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#    DST-ADDRESS    PREF-SRC    GATEWAY    DISTANCE
0 A S 0.0.0.0/0        200.0.0.6    1
1 ADC 192.168.2.0/24   192.168.2.1  ether2     0
2 ADC 200.0.0.4/30     200.0.0.5    ether1     0
[admin@CE2] > █

[admin@CE1] > ip route add gateway=200.0.0.2
[admin@CE1] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#    DST-ADDRESS    PREF-SRC    GATEWAY    DISTANCE
0 A S 0.0.0.0/0        200.0.0.2    1
1 ADC 192.168.1.0/24   192.168.1.1  ether2     0
2 ADC 200.0.0.0/30     200.0.0.1    ether1     0
[admin@CE1] > █
```

4. (0.5 puntos) Agrega una instancia OSPF con el nombre default luego configura el router-id (debe ser la misma dirección IP asignada a la interfaz lo1) correspondiente para cada router del proveedor.

PEX#routing ospf instance add name=default
PEX#routing ospf instance set 0 router-id=10.0.0.X
PX#routing ospf instance add name=default
PX#routing ospf instance set 0 router-id=10.0.0.X

```
[admin@PE1] > routing ospf instance add name=default
failure: duplicated name
[admin@PE1] > routing ospf instance set 0 router-id=10.0.0.1
[admin@PE1] > █

[admin@P1] > routing ospf instance set 0 router-id=10.0.0.2
[admin@P1] > █

[admin@PE2] > routing ospf instance add name=default
failure: duplicated name
[admin@PE2] > routing ospf instance set 0 router-id=10.0.0.4
[admin@PE2] > █

[admin@P2] > routing ospf instance add name=default
failure: duplicated name
[admin@P2] > routing ospf instance set 0 router-id=10.0.0.3
[admin@P2] > █
```

5. (0.5 puntos) Agrega las redes adyacentes que posee cada router a la instancia OSPF en el área de backbone.

PEX#routing ospf network>

add network=X.X.X.X/X area=backbone

PX#routing ospf network>

add network=X.X.X.X/X area=backbone

```
[admin@PE1] > routing ospf network add network=200.0.0.0/30 area=backbone
[admin@PE1] > routing ospf network add network=201.0.0.0/30 area=backbone
[admin@PE1] > █

[admin@P1] > routing ospf network add network=201.0.0.0/30 area=backbone
[admin@P1] > routing ospf network add network=201.0.0.4/30 area=backbone
[admin@P1] > █

[admin@PE2] > routing ospf network add network=200.0.0.4/30 area=backbone
[admin@PE2] > routing ospf network add network=201.0.0.8/30 area=backbone
[admin@PE2] > █

[admin@P2] > routing ospf network add network=201.0.0.4/30 area=backbone
[admin@P2] > routing ospf network add network=201.0.0.8/30 area=backbone
[admin@P2] > █
```

6. (0.25 puntos) Verifica la tabla de enrutamiento de todos los routers.

```
[admin@CE1] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS   PREF-SRC  GATEWAY          DISTANCE
0   A S  0.0.0.0/0      I           200.0.0.2         1
1   ADC 192.168.1.0/24 192.168.1.1 ether2            0
2   ADC 200.0.0.0/30 200.0.0.1  ether1            0
[admin@CE1] > █

[admin@PE1] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS   PREF-SRC  GATEWAY          DISTANCE
0   ADC 10.0.0.1/32 10.0.0.1   lo1              0
1   ADC 200.0.0.0/30 200.0.0.2 ether1            0
2   ADC 200.0.0.4/30      201.0.0.1 ether2            0
3   ADC 201.0.0.0/30      201.0.0.1 ether2            0
4   ADC 201.0.0.4/30      201.0.0.2 ether2            0
5   ADC 201.0.0.8/30      201.0.0.2 ether2            0
[admin@PE1] > █

[admin@P1] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS   PREF-SRC  GATEWAY          DISTANCE
0   ADC 10.0.0.2/32 10.0.0.2   lo1              0
1   ADC 200.0.0.0/30      201.0.0.1 ether1            0
2   ADC 200.0.0.4/30      201.0.0.6 ether1            0
3   ADC 201.0.0.0/30      201.0.0.2 ether1            0
4   ADC 201.0.0.4/30      201.0.0.5 ether2            0
5   ADC 201.0.0.8/30      201.0.0.6 ether2            0
[admin@P1] > █
```

```
[admin@PE2] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, n - nme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#    DST-ADDRESS    PREF-SRC    GATEWAY    DISTANCE
0 ADC 10.0.0.3/32      10.0.0.3    lo1         0
1 ADo 200.0.0.0/30      201.0.0.5   201.0.0.5   110
2 ADo 200.0.0.4/30      201.0.0.10  201.0.0.10  110
3 ADo 201.0.0.0/30      201.0.0.5   201.0.0.5   110
4 ADC 201.0.0.4/30      201.0.0.6   ether1       0
5 ADC 201.0.0.8/30      201.0.0.9   ether2       0
[admin@PE2] > █
```

```
[admin@PE2] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, n - nme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#    DST-ADDRESS    PREF-SRC    GATEWAY    DISTANCE
0 ADC 10.0.0.4/32      10.0.0.4    lo1         0
1 ADo 200.0.0.0/30      201.0.0.9   201.0.0.9   110
2 ADC 200.0.0.4/30      200.0.0.6   ether1       0
3 ADo 201.0.0.0/30      201.0.0.9   201.0.0.9   110
4 ADo 201.0.0.4/30      201.0.0.9   201.0.0.9   110
5 ADC 201.0.0.8/30      201.0.0.10  ether2       0
[admin@PE2] > █
```

```
[admin@CE2] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, n - nme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#    DST-ADDRESS    PREF-SRC    GATEWAY    DISTANCE
0 AS 0.0.0.0/0        200.0.0.6   200.0.0.6   1
1 ADC 192.168.2.0/24  192.168.2.1 ether2       0
2 ADC 200.0.0.4/30      200.0.0.5   ether1       0
[admin@CE2] > █
```

7. (0.5 puntos) Prueba de conectividad. Verifica ping entre los siguientes dispositivos:

PE1 con PE2:

```
[admin@PE1] > ping 200.0.0.6
SEQ HOST                                SIZE TTL TIME STATUS
0 200.0.0.6                             56 62 27ms
1 200.0.0.6                             56 62 7ms
2 200.0.0.6                             56 62 3ms
3 200.0.0.6                             56 62 3ms
4 200.0.0.6                             56 62 3ms
5 200.0.0.6                             56 62 3ms
6 200.0.0.6                             56 62 3ms
sent=7 received=7 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=7ms max-rtt=27ms
[admin@PE1] > █
```

CE1 con PE1:

```
[admin@CE1] > ping 200.0.0.2
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 200.0.0.2                            56  64 15ms
  1 200.0.0.2                            56  64  4ms
  2 200.0.0.2                            56  64  1ms
  3 200.0.0.2                            56  64  1ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=1ms avg-rtt=5ms max-rtt=15ms

[admin@CE1] > █
```

CE1 con PE2:

```
[admin@CE1] > ping 200.0.0.6
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 200.0.0.6                            56  61  7ms
  1 200.0.0.6                            56  61  4ms
  2 200.0.0.6                            56  61  4ms
  3 200.0.0.6                            56  61  4ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=4ms avg-rtt=4ms max-rtt=7ms

[admin@CE1] > █
```

CE1 con CE2:

```
[admin@CE1] > ping 200.0.0.5
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
  0 200.0.0.5                            56  60 19ms
  1 200.0.0.5                            56  60  5ms
  2 200.0.0.5                            56  60  3ms
  3 200.0.0.5                            56  60  6ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=8ms max-rtt=19ms

[admin@CE1] > █
```

PC-1 con CE1:

```
PC-1> ping 200.0.0.1
84 bytes from 200.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.645 ms
84 bytes from 200.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.815 ms
84 bytes from 200.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.894 ms
^C
PC-1> █
```

PC-1 con PC-2:

```
PC-1> ping 192.168.2.2
192.168.2.2 icmp_seq=1 timeout
192.168.2.2 icmp_seq=2 timeout
192.168.2.2 icmp_seq=3 timeout
^C
PC-1> █
```

8. (0.25 puntos) ¿Entre qué dispositivos no es posible establecer comunicación y por qué?

No es posible comunicarse entre PC-1 y PC-2 ya que los routers no conocen una ruta para alcanzar las redes 192.168.2.0/24.

9. (0.5 puntos) Establezca una ruta estática en los routers edge del proveedor para alcanzar las redes 192.168.1.0/24 y 192.168.2.0/24 según corresponda. Verifica que el PE1 alcanza la red 192.168.1.0/24 y el PE2 alcanza la red 192.168.2.0/24.

PEX#ip route add dst-address=X.X.X.X gateway=X.X.X.X

```
[admin@PE1] > ip route add dst-address=192.168.1.0/24 gateway=200.0.0.1
[admin@PE1] > █

[admin@PE2] > ip route add dst-address=192.168.2.0/24 gateway=200.0.0.5
[admin@PE2] > █
```

10. (0.5 puntos) Redistribuya la ruta estática configurada en cada router edge del proveedor en la instancia OSPF. Verifica la tabla de enrutamiento de todos los routers.

**PEX#routing ospf instance>
set redistribute-static=as-type-1 numbers=default**

```
[admin@PE1] > routing ospf instance set redistribute-static=as-type-1 numbers=default
[admin@PE1] > █

[admin@PE2] > routing ospf instance set redistribute-static=as-type-1 numbers=default
[admin@PE2] > █
```

```
[admin@CE1] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS      PREF-SRC  GATEWAY      DISTANCE
0  A S  0.0.0.0/0         I          200.0.0.2      1
1  ADC 192.168.1.0/24   192.168.1.1  ether2        0
2  ADC 200.0.0.0/30    200.0.0.1   ether1        0
[admin@CE1] > █
```

```
[admin@PE1] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS   PREF-SRC   GATEWAY      DISTANCE
0 ADC 10.0.0.1/32     10.0.0.1    lo1           0
1 A S 192.168.1.0/24   200.0.0.1   200.0.0.1     1
2 ADo 192.168.2.0/24   201.0.0.2   201.0.0.2    110
3 ADC 200.0.0.0/30     200.0.0.2   ether1         0
4 ADo 200.0.0.4/30     201.0.0.2   201.0.0.2    110
5 ADC 201.0.0.0/30     201.0.0.1   ether2         0
6 ADo 201.0.0.4/30     201.0.0.2   201.0.0.2    110
7 ADo 201.0.0.8/30     201.0.0.2   201.0.0.2    110
[admin@PE1] > █
```

```
[admin@P1] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS   PREF-SRC   GATEWAY      DISTANCE
0 ADC 10.0.0.2/32     10.0.0.2    lo1           0
1 ADo 192.168.1.0/24   201.0.0.1   201.0.0.1    110
2 ADo 192.168.2.0/24   201.0.0.6   201.0.0.6    110
3 ADo 200.0.0.0/30     201.0.0.1   201.0.0.1    110
4 ADo 200.0.0.4/30     201.0.0.6   201.0.0.6    110
5 ADC 201.0.0.0/30     201.0.0.2   ether1         0
6 ADC 201.0.0.4/30     201.0.0.5   ether2         0
7 ADo 201.0.0.8/30     201.0.0.6   201.0.0.6    110
[admin@P1] > █
```

```
[admin@P2] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS   PREF-SRC   GATEWAY      DISTANCE
0 ADC 10.0.0.3/32     10.0.0.3    lo1           0
1 ADo 192.168.1.0/24   201.0.0.5   201.0.0.5    110
2 ADo 192.168.2.0/24   201.0.0.10  201.0.0.10   110
3 ADo 200.0.0.0/30     201.0.0.5   201.0.0.5    110
4 ADo 200.0.0.4/30     201.0.0.10  201.0.0.10   110
5 ADo 201.0.0.0/30     201.0.0.5   201.0.0.5    110
6 ADC 201.0.0.4/30     201.0.0.6   ether1         0
7 ADC 201.0.0.8/30     201.0.0.9   ether2         0
[admin@P2] > █
```

```
[admin@PE2] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS   PREF-SRC   GATEWAY      DISTANCE
0 ADC 10.0.0.4/32     10.0.0.4    lo1           0
1 ADo 192.168.1.0/24   201.0.0.9   201.0.0.9    110
2 A S 192.168.2.0/24   200.0.0.5   200.0.0.5     1
3 ADo 200.0.0.0/30     201.0.0.9   201.0.0.9    110
4 ADC 200.0.0.4/30     200.0.0.6   ether1         0
5 ADo 201.0.0.0/30     201.0.0.9   201.0.0.9    110
6 ADo 201.0.0.4/30     201.0.0.9   201.0.0.9    110
7 ADC 201.0.0.8/30     201.0.0.10  ether2         0
[admin@PE2] > █
```



```
[admin@CE2] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#      DST-ADDRESS      PREF-SRC      GATEWAY      DISTANCE
0 A S  0.0.0.0/0          200.0.0.6     1
1 ADC  192.168.2.0/24     192.168.2.1   ether2        0
2 ADC  200.0.0.4/30      200.0.0.5     ether1        0
[admin@CE2] > █
```

11. (0.5 puntos) Prueba de conectividad. Verifica ping entre los siguientes dispositivos:

PE1 con PE2:

```
[admin@PE1] > ping 200.0.0.6
SEQ HOST      SIZE TTL TIME  STATUS
0 200.0.0.6   56 62 16ms
1 200.0.0.6   56 62 3ms
2 200.0.0.6   56 62 3ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=7ms max-rtt=16ms

[admin@PE1] > █
```

CE1 con PE1:

```
[admin@CE1] > ping 200.0.0.2
SEQ HOST      SIZE TTL TIME  STATUS
0 200.0.0.2   56 64 12ms
1 200.0.0.2   56 64 5ms
2 200.0.0.2   56 64 3ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=6ms max-rtt=12ms
                                                                    |
[admin@CE1] > █
```

CE1 con PE2:

```
[admin@CE1] > ping 200.0.0.6
SEQ HOST      SIZE TTL TIME  STATUS
0 200.0.0.6   56 61 5ms
1 200.0.0.6   56 61 3ms
2 200.0.0.6   56 61 4ms
3 200.0.0.6   56 61 4ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-rtt=3ms avg-rtt=4ms max-rtt=5ms

[admin@CE1] > █
```

CE1 con CE2:

```
[admin@CE1] > ping 200.0.0.5
  SEQ HOST                                SIZE TTL TIME  STATUS
    0 200.0.0.5                          56  60 8ms
    1 200.0.0.5                          56  60 5ms
    2 200.0.0.5                          56  60 10ms
sent=3 received=3 packet-loss=0% min-rtt=5ms avg-rtt=7ms max-rtt=10ms

[admin@CE1] > █
```

PC-1 con CE1:

```
PC-1> ping 200.0.0.1
84 bytes from 200.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=6.315 ms
84 bytes from 200.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.356 ms
84 bytes from 200.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.938 ms
84 bytes from 200.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.973 ms
^C
PC-1> █
```

PC-1 con PC-2:

```
PC-1> ping 192.168.2.2
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=1 ttl=58 time=11.740 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=2 ttl=58 time=7.234 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=3 ttl=58 time=5.271 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=4 ttl=58 time=5.334 ms
^C
PC-1> █
```

Si la respuesta a cualquiera de estos ping es negativa, resuelve los problemas de configuración y corrige cualquier error.

12. (0.5 puntos) Lanza una captura de tráfico entre P1 y P2, verifica que Wireshark se ha iniciado, filtra el tráfico OSPF, identifica sobre qué capa del modelo OSI corre OSPF, explica que tipo de paquetes has encontrado y para qué sirven estos paquetes en el proceso OSPF.

Es complicado establecer sobre qué capa corre OSPF exactamente pero básicamente se realiza el tráfico OSPF en las capas 3 y 4, es decir, la capa de red y la de transporte.

Hemos encontrado tres tipos de paquetes OSPF.

Los paquetes Hello Packet son enviados regularmente para mantener la conectividad entre los vecinos de cada router.

Los paquetes LS Update son enviados cuando un nuevo router recibe un nuevo comando *routing ospf instance* y los vecinos del router donde se ha ejecutado esta acción, envían a su vez un paquete LS Acknowledgment para indicar que han

recibido la información sin ninguna complicación. Estos paquetes también son enviados en caso de que uno de las conexiones sea eliminada o se caiga por causas repentinas.

2	3.721568	201.0.0.6	224.0.0.5	OSPF	82 Hello Packet
5	7.644122	201.0.0.5	224.0.0.5	OSPF	82 Hello Packet
7	13.729594	201.0.0.6	224.0.0.5	OSPF	82 Hello Packet
9	17.650286	201.0.0.5	224.0.0.5	OSPF	82 Hello Packet

Sesión 2

1. (0.5 puntos) Lanza una captura de tráfico entre P1 y P2, verifica que Wireshark se ha iniciado, filtra el tráfico entre PC-1 y PC-2, luego ejecuta ping entre PC-1 y PC-2, verifica la conectividad y analiza la estructura del paquete, identifica la cabecera de las capas 2, 3, 4 y 7. La opción `pingx.x.x.x -2` nos permitirá emular un envío UDP.

PC-1#ping 192.168.2.2 -2

175	271.770801	192.168.1.2	192.168.2.2	ECHO	98 Request
176	272.775570	192.168.2.2	192.168.1.2	ECHO	98 Response

▶ Frame 175: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface 0					
▶	Ethernet II, Src: 0c:27:7d:39:e8:01 (0c:27:7d:39:e8:01), Dst: 0c:27:7d:04:51:00 (0c:27:7d:04:51:00)				
▶	Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.2, Dst: 192.168.2.2	<-Capa 3			^
▶	User Datagram Protocol, Src Port: 38624, Dst Port: 7	<-Capa 4			Capa 2
▶	Echo	<-Capa 7			

2. (0.5 puntos) Agrega la IP de loopback de cada router a la instancia OSPF en el área de backbone. Verifica que todas las direcciones IP de loopback se han establecido en las tablas de enrutamiento de todos los routers del proveedor.

```
PEX#routing ospf network>  
add network=10.0.0.X/32 area=backbone
```

```
PX#routing ospf network>  
add network=10.0.0.X/32 area=backbone
```

```
[admin@P1] > routing ospf network add network=10.0.0.2/32 area=backbone  
[admin@P1] > █  
[admin@P2] > routing ospf network add network=10.0.0.3/32 area=backbone  
[admin@P2] > █  
[admin@PE2] > routing ospf network add network=10.0.0.4/32 area=backbone  
[admin@PE2] > █
```

```
[admin@PE1] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#    DST-ADDRESS    PREF-SRC    GATEWAY    DISTANCE
0 ADC 10.0.0.1/32      10.0.0.1    lo1         0
1 ADo 10.0.0.2/32      201.0.0.2   110
2 ADo 10.0.0.3/32      201.0.0.2   110
3 ADo 10.0.0.4/32      201.0.0.2   110
4 A S 192.168.1.0/24   200.0.0.1   1
5 ADo 192.168.2.0/24   201.0.0.2   110
6 ADC 200.0.0.0/30      200.0.0.2   ether1       0
7 ADo 200.0.0.4/30      201.0.0.2   ether2       0
8 ADC 201.0.0.0/30      201.0.0.1   110
9 ADo 201.0.0.4/30      201.0.0.2   110
10 ADo 201.0.0.8/30     201.0.0.2   110
[admin@PE1] > █
```

```
[admin@P1] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#    DST-ADDRESS    PREF-SRC    GATEWAY    DISTANCE
0 ADo 10.0.0.1/32      201.0.0.1   110
1 ADC 10.0.0.2/32      10.0.0.2    lo1         0
2 ADo 10.0.0.3/32      201.0.0.6   110
3 ADo 10.0.0.4/32      201.0.0.6   110
4 ADo 192.168.1.0/24   201.0.0.1   110
5 ADo 192.168.2.0/24   201.0.0.6   110
6 ADo 200.0.0.4/30      201.0.0.6   110
7 ADC 201.0.0.0/30      201.0.0.2   ether1       0
8 ADC 201.0.0.4/30      201.0.0.5   ether2       0
9 ADo 201.0.0.8/30     201.0.0.6   110
[admin@P1] > █
```

```
[admin@P2] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#    DST-ADDRESS    PREF-SRC    GATEWAY    DISTANCE
0 ADo 10.0.0.1/32      201.0.0.5   110
1 ADo 10.0.0.2/32      201.0.0.5   110
2 ADC 10.0.0.3/32      10.0.0.3    lo1         0
3 ADo 10.0.0.4/32      201.0.0.10  110
4 ADo 192.168.1.0/24   201.0.0.5   110
5 ADo 192.168.2.0/24   201.0.0.10  110
6 ADo 200.0.0.4/30      201.0.0.10  110
7 ADo 201.0.0.0/30      201.0.0.5   110
8 ADC 201.0.0.4/30      201.0.0.6   ether1       0
9 ADC 201.0.0.8/30      201.0.0.9   ether2       0
[admin@P2] > █
```

```
[admin@PE2] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#    DST-ADDRESS    PREF-SRC    GATEWAY    DISTANCE
0 ADo 10.0.0.1/32      201.0.0.9   110
1 ADo 10.0.0.2/32      201.0.0.9   110
2 ADo 10.0.0.3/32      201.0.0.9   110
3 ADC 10.0.0.4/32      10.0.0.4    lo1         0
4 ADo 192.168.1.0/24   201.0.0.9   110
5 A S 192.168.2.0/24   200.0.0.5   1
6 ADC 200.0.0.4/30      200.0.0.6   ether1       0
7 ADo 201.0.0.0/30      201.0.0.9   110
8 ADo 201.0.0.4/30      201.0.0.9   110
9 ADC 201.0.0.8/30      201.0.0.10  ether2       0
[admin@PE2] > █
```

3. (0.5 puntos) Habilita el Label Distribution Protocol (ldp) y utiliza la dirección loopback como Transport IP address. Esto permitirá descubrir vecinos y establecer adyacencias TCP con el resto de routers en la nube MPLS.

```
PEX#mpls ldp set enabled=yes transport-address=10.0.0.X  
PEX#mpls ldp interface add interface=etherX
```

```
PX#mpls ldp set enabled=yes transport-address=10.0.0.X  
PX#mpls ldp interface add interface=etherX
```

```
[admin@PE1] > mpls ldp set enabled=yes transport-address=10.0.0.1  
[admin@PE1] >> mpls ldp interface add interface=ether2  
[admin@PE1] >> █
```

```
[admin@P1] > mpls ldp set enabled=yes transport-address=10.0.0.2  
[admin@P1] > mpls ldp interface add interface=ether1  
[admin@P1] > mpls ldp interface add interface=ether2  
[admin@P1] > █
```

```
[admin@P2] > mpls ldp set enabled=yes transport-address=10.0.0.3  
[admin@P2] > mpls ldp interface add interface=ether1  
[admin@P2] > mpls ldp interface add interface=ether2  
[admin@P2] > █
```

```
[admin@PE2] > mpls ldp set enabled=yes transport-address=10.0.0.4  
[admin@PE2] > mpls ldp interface add interface=ether2  
[admin@PE2] > █
```

4. (0.5 puntos) Verifica la forwarding-table MPLS en todos los routers del proveedor.

```
PX#mpls forwarding-table print
```

```
[admin@PE1] > mpls forwarding-table print  
Flags: H - hw-offload, L - ldp, V - vpls, T - traffic-eng  
# IN-LABEL OUT-LABELS DESTINATION INT...  
0 expl-null  
1 L 16 16 10.0.0.3/32 ether2  
2 L 17 17 201.0.0.8/30 ether2  
3 L 18 192.168.1.0/24 ether1  
4 L 19 20 192.168.2.0/24 ether2  
5 L 20 10.0.0.2/32 ether2  
6 L 21 201.0.0.4/30 ether2  
7 L 22 21 200.0.0.4/30 ether2  
8 L 23 22 10.0.0.4/32 ether2  
[admin@PE1] > █
```

```
[admin@P1] > mpls forwarding-table print
Flags: H - hw-offload, L - ldp, V - vpls, T - traffic-eng
#   IN-LABEL      OUT-LABELS      DESTINATION      INT...
0   expl-null
1   L 16          10.0.0.3/32      ether2
2   L 17          201.0.0.8/30     ether2
3   L 18          18              192.168.1.0/24   ether1
4   L 19          10.0.0.1/32      ether1
5   L 20          16              192.168.2.0/24   ether2
6   L 21          21              200.0.0.4/30     ether2
7   L 22          22              10.0.0.4/32      ether2
[admin@P1] > █
```

```
[admin@P2] > mpls forwarding-table print
Flags: H - hw-offload, L - ldp, V - vpls, T - traffic-eng
#   IN-LABEL      OUT-LABELS      DESTINATION      INT...
0   expl-null
1   L 16          16              192.168.2.0/24   ether2
2   L 17          201.0.0.0/30     ether1
3   L 18          19              10.0.0.1/32      ether1
4   L 19          18              192.168.1.0/24   ether1
5   L 20          10.0.0.2/32      ether1
6   L 21          200.0.0.4/30     ether2
7   L 22          10.0.0.4/32      ether2
[admin@P2] > █
```

```
[admin@PE2] > mpls forwarding-table print
Flags: H - hw-offload, L - ldp, V - vpls, T - traffic-eng
#   IN-LABEL      OUT-LABELS      DESTINATION      INT...
0   expl-null
1   L 16          192.168.2.0/24   ether1
2   L 17          10.0.0.3/32      ether2
3   L 18          17              201.0.0.0/30     ether2
4   L 19          18              10.0.0.1/32      ether2
5   L 20          19              192.168.1.0/24   ether2
6   L 21          20              10.0.0.2/32      ether2
7   L 22          201.0.0.4/30     ether2
[admin@PE2] > █
```

5. (0.5 puntos) Prueba de conectividad. Verifica ping entre los siguientes dispositivos:

PC-1 con PC-2:

```
PC-1> ping 192.168.2.2
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=1 ttl=58 time=8.156 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=2 ttl=58 time=5.859 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=3 ttl=58 time=5.527 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=4 ttl=58 time=5.378 ms
84 bytes from 192.168.2.2 icmp_seq=5 ttl=58 time=6.100 ms
PC-1> █
```

Si la respuesta a cualquiera de estos ping es negativa, resuelve los problemas de configuración y corrige cualquier error.

6. (1 punto) Lanza una captura de tráfico entre P1 y P2, verifica que Wireshark se ha iniciado, filtra el tráfico entre PC-1 y PC-2, luego ejecuta ping entre PC-1 y PC-2, verifica la conectividad y analiza la estructura del paquete. La opción ping `x.x.x.x -2` nos permitirá emular un envío UDP.

PC-1#ping 192.168.2.2 -2

Identifica la cabecera de las capas 2, 3, 4 y 7, ¿Qué diferencia encuentras con la captura de tráfico obtenida en la pregunta 1?

219	188.960790	192.168.1.2	192.168.2.2	ECHO	102 Request
220	188.963412	192.168.2.2	192.168.1.2	ECHO	102 Response
221	189.967261	192.168.1.2	192.168.2.2	ECHO	102 Request
222	189.969971	192.168.2.2	192.168.1.2	ECHO	102 Response

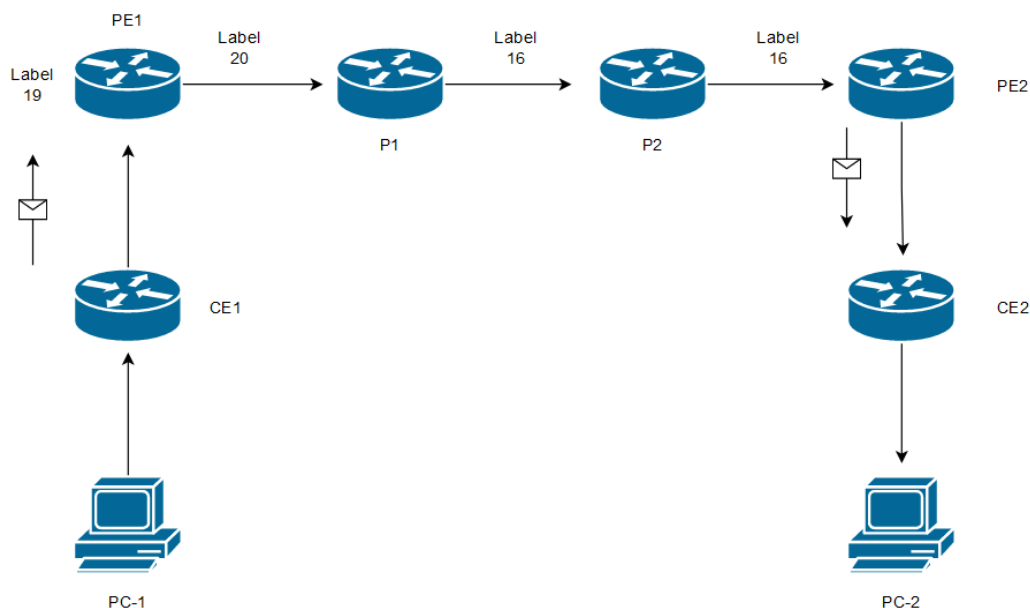
▶ Frame 219: 102 bytes on wire (816 bits), 102 bytes captured (816 bits) on interface 0
▶ Ethernet II, Src: 0c:27:7d:39:e8:01 (0c:27:7d:39:e8:01), Dst: 0c:27:7d:04:51:00 (0c:27:7d:04:51:00)
▶ MultiProtocol Label Switching Header, Label: 16, Exp: 0, S: 1, TTL: 61
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.2, Dst: 192.168.2.2
▶ User Datagram Protocol, Src Port: 7500, Dst Port: 7
▶ Echo

Hay una nueva cabecera entre las capas 2 y 3 correspondiente al MPLS

¿Qué número de etiquetas MPLS se ha asignado al paquete?

Se ha asignado la etiqueta 16.

7. (0.5 puntos) Identifica y crea un mapa con la ruta de etiquetas por la cual debe pasar un paquete de PC-1 a PC-2.



8. (1 punto) ¿Cuáles son las ventajas o desventajas entre establecer una sistema connectionless o uno connection-oriented?

Los sistemas Connection-Oriented son más fiables y sabremos que todos los paquetes tomarán el mismo camino hasta llegar a su destino. Sus desventajas principales son el proceso necesario de handshaking y el mayor tamaño de su cabecera comparada con otros protocolos.

Los sistemas Connectionless son más rápidos, la cabecera suele ser más pequeña y no hace falta ningún tipo de handshaking. Sus desventajas son que no son tan fiables y que los paquetes pueden no seguir el mismo camino pudiendo así perderse antes de llegar al destino.