

Ejercicios VPN

martes, 26 de marzo de 2024 11:45

Ejercicios de Examen

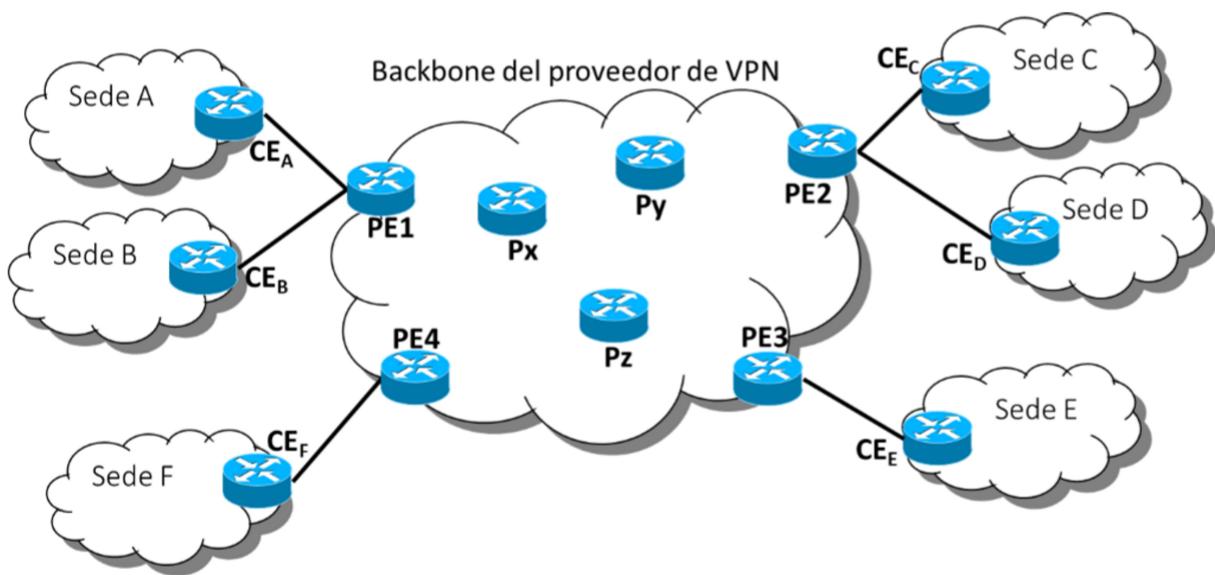
APELLIDOS: SOLUCIÓN

NOMBRE:

DNI:

EJERCICIO 1. Puntuación: 3 puntos. Tiempo estimado: 25 minutos

La siguiente figura muestra un escenario en el que un proveedor ofrece un servicio de VPN de nivel 3 con MPLS como el visto en el tema 1 de la asignatura (“Aplicaciones avanzadas de la tecnología MPLS”), incluyendo el núcleo de red, varios de los nodos y algunas de las sedes de clientes.



- a) ¿Cuántas VRF hay configuradas en total en este escenario y en qué equipo se configura cada una? Razona la respuesta. (0,4 puntos)

Hay un total de 6 VRF configuradas, una por cada sede. Las VRF se configuran en los PE, y hay una por cada enlace del PE con el CE de una sede; por tanto: en PE1 se configuran 2 VRF (sedes A y B), en PE2 se configuran 2 VRF (sedes C y D), en PE3 se configura 1 VRF (sede E) y en PE4 se configura la VRF restante (sede F).

En este escenario se captura una pareja de mensajes UPDATE de MP-iBGP entre PE1 y PE3 con los siguientes contenidos:

Mensaje 1: PE1 → PE3	Mensaje 2: PE3 → PE1
Destino = 65001:88:10.4.3.0/24 Etiqueta MPLS = 99 Next-hop = 192.168.3.3 Lista de RT = 65001:45	Destino: 65001:77:10.2.1.0/24 Etiqueta MPLS = 55 Next-hop = 192.168.7.2 Lista de RT = 65001:45

Teniendo en cuenta únicamente esta información, responda razonadamente a las preguntas (b) a (e).

- b) ¿Es posible asegurar si estos dos UPDATE están referidos a sedes que van a poder comunicarse directamente a través del servicio de VPN (ej. por ser parte de la misma VPN tipo "full-meshed")? Razone la respuesta. (0,4 puntos)

No se puede asegurar (tampoco desmentir), ya que los mensajes UPDATE muestran información sobre las listas de RT de exportación de dos VRF (una del PE1 en caso del mensaje 1, y la del PE3 en el caso del mensaje 2). Al desconocer las listas de RT de importación de esas VRF, no se puede saber si esas sedes podrán comunicar entre sí de manera directa.

- c) ¿A qué sede o sedes puede pertenecer el prefijo IPv4 10.4.3.0/24 que forma parte del destino del mensaje 1? ¿A qué sede o sedes puede pertenecer el prefijo IPv4 10.2.1.0/24 que forma parte del destino del mensaje 2? Razone la respuesta. (0,4 puntos)

El mensaje 1, enviado por PE1, exporta un prefijo VPNv4 relativo a cualquiera de las sedes directamente conectadas a PE1. Por tanto, 10.4.3.0/24 hace referencia a un prefijo de la sede A o de la sede B. El mensaje 2 hace lo análogo al respecto de PE3. Como PE3 solo tiene una sede directamente conectada, 10.2.1.0/24 hace referencia a un prefijo de la sede E

- d) ¿Qué equipo tiene la dirección IP 192.168.3.3? Razone la respuesta. (0,4 puntos)

Esa dirección es el valor del campo Next-hop del mensaje 1. Cuando un nodo PE envía un UPDATE, ese campo es él mismo, por lo que esa dirección es de PE1.

APELLIDOS: **SOLUCIÓN**

NOMBRE:

DNI:

- e) En el plano de datos, si se observa un paquete que tiene una cabecera MPLS con valor de etiqueta = 55 debido al mensaje 2, ¿Qué nodo o nodos podrá(n) haber puesto esa etiqueta en el plano de datos? ¿Qué nodo o nodos podrá(n) quitar esa etiqueta en el plano de datos? Si el paquete lleva una pila de dos etiquetas MPLS, ¿cuál de las dos está relacionada con el mensaje 2? Razone la respuesta. (0,6 puntos)

Ese valor de etiqueta se lo anuncia PE3 a PE1 para que este último etiquete el tráfico con ese valor cuando vaya destinado al prefijo anunciado. Por tanto, el único nodo que podrá haber puesto esa etiqueta es PE1.

1nr

esu

Por lo indicado anteriormente, es un valor de etiqueta que sirve a PE3 al recibir el tráfico del plano de datos desde PE1 que vaya destinado al prefijo anunciado en el mensaje 2. Por tanto, el único nodo que podrá quitar esa etiqueta es PE3.

Si hay una pila de 2 etiquetas, la etiqueta que se anuncia mediante MP-iBGP es la relativa a la VPN, y será la etiqueta más interna de la pila (la externa será la del LSP entre los PE que actúa de túnel entre ambos).

A continuación, se muestran otros dos mensajes UPDATE de MP-iBGP, referidos al mismo escenario, y que se observan además del mensaje 1 y mensaje 2 anteriores:

Mensaje 3: PE1 → PE3	Mensaje 4: PE3 → PE1
Destino = 65001:66:10.4.3.0/24 Etiqueta MPLS = 100 Next-hop = 192.168.3.3 Lista de RT = 65001:75	Destino: 65001:77:10.2.5.0/24 Etiqueta MPLS = 500 Next-hop = 192.168.7.2 Lista de RT = 65001:45

Diga, para cada uno de ellos, si permite o no asegurar que hay algún problema de configuración o de numeración IP en el escenario, ya sea relativo al servicio de VPN o interno a las sedes. Razone su respuesta detalladamente, haciendo referencia a los datos concretos del enunciado, y teniendo en cuenta los valores de los cuatro mensajes 1 a 4.

- f) Caso del Mensaje 3 (0,4 puntos):

No necesariamente indica un problema, ya que el destino tiene un RD distinto del mensaje 1, por lo que está referido a la otra VRF de PE1, y por tanto está anunciando un prefijo referido a la otra sede conectada a PE1. Aunque sea el mismo prefijo IPv4, las sedes A y B podrían estar en ámbitos IP aislados entre sí y por tanto la repetición del prefijo no tiene por qué causar problemas. Los dos valores de etiqueta son distintos en ambos mensajes, algo correcto y que permitirá desambiguar la VRF a la que se refiera el tráfico entrante desde el otro PE.

g) Caso del Mensaje 4 (0,4 puntos):

Este mensaje tampoco indica ningún problema. Comparando este mensaje con el mensaje 2, el RD del destino es el mismo, y también contiene el mismo valor de RT (lógico, puesto que PE3 tiene una única VRF). Los prefijos IPv4 de la sede E a los que se refieren estos dos anuncios son: 10.2.1.0/24 y 10.2.5.0/24, que no se solapan, por lo que no se deduce ningún problema de numeración IP en la sede E. El mensaje 4 contiene un valor de etiqueta MPLS distinto del mensaje 2 pero esto no es necesariamente erróneo: el PE3 puede decidir asignar valores distintos para distintos prefijos de la misma VRF.

EJERCICIO 2. Puntuación: 0,5 puntos. Tiempo estimado: 5 minutos

Compare las VPN de nivel 2 y de nivel 3 que se han estudiado en el tema 1 de la asignatura en cuanto a qué políticas de comunicación entre sedes se pueden definir con unas y con otras. Explique también qué parámetros se utilizan para configurar estas políticas en uno y otro caso.

VPN nivel 3: Posibilidad de políticas complejas de comunicación entre sedes, con la granularidad de poder decidir para cada sede a qué otras sedes se puede enviar tráfico (parámetros: listas de RT de exportación e importación en cada VRF: si la lista de importación de una sede tiene solape no nulo con la de exportación de otra, desde la primera se podrá enviar tráfico a la segunda).

VPN nivel 2: Una única política de comunicación entre sedes: mismo dominio de broadcast de Ethernet comutada (parámetros: un único RT por VPLS; si dos puertos tienen el mismo RT, se encontrarán dentro del mismo dominio de broadcast).

Abril 2023

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	REDES Y SERVICIOS AVANZADOS Examen de evaluación continua EC1. 19 de abril de 2023 APELLIDOS: SOLUCIÓN	
	NOMBRE:	DNI:

EJERCICIO 1. Puntuación: 2,7 puntos. Tiempo estimado: 25 minutos

La Figura 1 muestra un escenario en el que un proveedor ofrece un servicio de VPN de nivel 3 con MPLS como el visto en el tema 1 de la asignatura (“Aplicaciones avanzadas de la tecnología MPLS”), incluyendo el núcleo de red, varios de los nodos y algunas de las sedes de clientes. Entre cada pareja de nodos PE-CE directamente conectados se utiliza OSPF para intercambiarse información de prefijos IP.

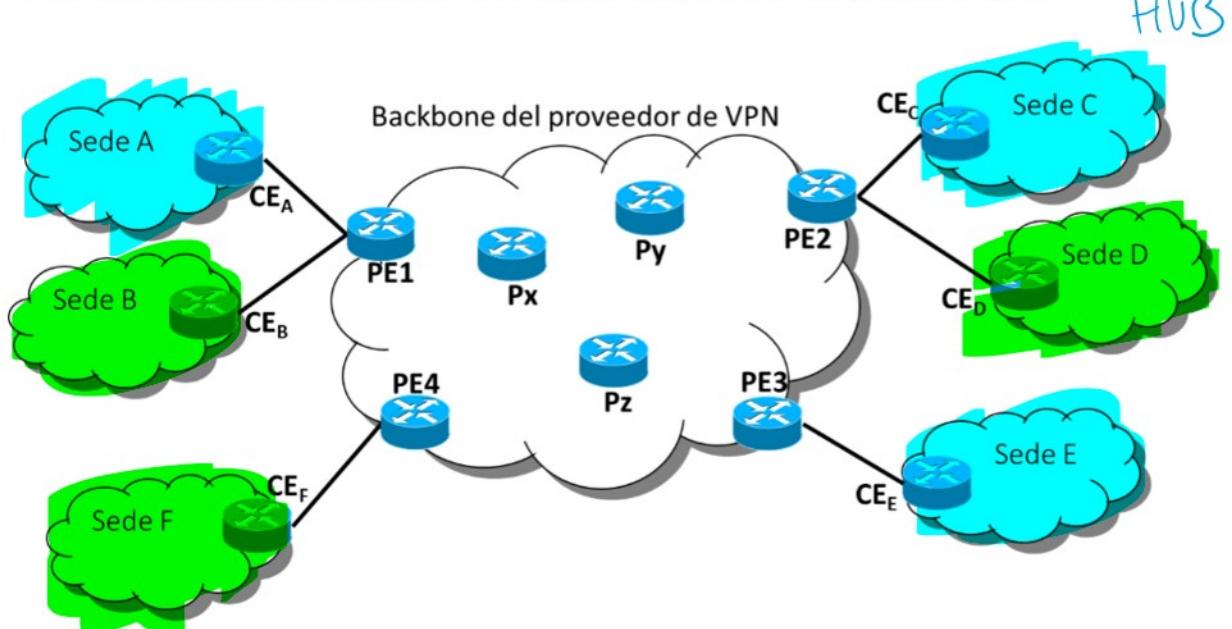


Figura 1

Observe la siguiente tabla de valores de VRF relacionados con la Figura 1:

Tabla 1. Valores de VRF

VRF (router en el que se configura y enlace al que está asociada)	RD	RT importación	RT exportación
Router PE1, enlace con CE _A	65001:1	65001:333	65001:111
Router PE1, enlace con CE _B	65001:2	65001:444, 65001:666	65001:222
Router PE2, enlace con CE _C	65001:3	65001:111, 65001:555	65001:333
Router PE2, enlace con CE _F	65001:4	65001:222, 65001:666	65001:444

ROUTER PE1, enlace con CEA	65001:1	65001:333	65001:111
Router PE1, enlace con CE _B	65001:2	65001:444, 65001:666	65001:222
Router PE2, enlace con CE _C	65001:3	65001:111, 65001:555	65001:333
Router PE2, enlace con CE _D	65001:4	65001:222, 65001:666	65001:444
Router PE3, enlace con CE _E	65001:5	65001:333	65001:555
Router PE4, enlace con CE _F	65001:6	65001:222, 65001:444	65001:666

- a) ¿Qué política de comunicación entre las sedes definen los valores de la Tabla 1? (0,5 puntos)

• Las sedes A-C-E son una Hub and Spoke siendo la sede **HUB C**
 • Las sedes B-D-F son una Full-meshed

- b) Suponga que las siguientes parejas de sedes contienen prefijos privados que se solapan. En cada uno de los casos, indique razonadamente si es o no una situación problemática (es decir, si puede crear ambigüedad a la hora de encaminar tráfico). En caso de serlo, ponga un ejemplo concreto de una situación en la que se observe esa ambigüedad. (0,6 puntos)

Pareja de sedes que contienen prefijos que se solapan	¿Es problemático este solape?	Razonamiento (imprescindible), incluyendo en caso de ser problemático, un ejemplo concreto de ambigüedad
B y D	Sí	Estas dos sedes pueden comunicar directamente entre ellas, por lo que si en una de ellas (ej. B) se genera tráfico IP destinado a una dirección IP que forma parte del solape de los prefijos, habría ambigüedad al respecto de si el destino se encuentra en B o en D.
A y E	Sí	A y E no pueden comunicar directamente entre ellas, pero son dos sedes Spoke de la misma VPN Hub&Spoke. Por tanto, si en la sede Hub (sede C) se genera tráfico IP destinado a una dirección IP que forma parte del solape de los prefijos, habría ambigüedad al respecto de si el destino se encuentra en A o en E.

APELLIDOS: **SOLUCIÓN**

NOMBRE: DNI:

En este escenario, el router PE3 envía un mensaje UPDATE de MP-iBGP destinado a otro PE, que está relacionado con propagar a sedes remotas información sobre el siguiente prefijo IPv4 de la sede E: 192.168.0.0/16.

- c) Complete razonadamente en la siguiente tabla la información que se podría encontrar en dicho mensaje UPDATE teniendo en cuenta los datos del escenario y las VRF indicados anteriormente (0,6 puntos):

Campo del mensaje UPDATE	Valor	Razonamiento
Etiqueta MPLS	47	--
Prefijo destino	65001:5:192.168.0.0/16	<p>En un mensaje UPDATE entre nodos PE el destino es un prefijo VPNv4 compuesto por la concatenación de a) el Route Distinguisher de la VRF relacionada con la sede para la que se anuncia el prefijo y b) dicho prefijo. En este caso la VRF adecuada es la del Router PE3, enlace con CEE</p>
Next-hop	PE-3	<p>Pr. IP de PE-3, este campo indica el siguiente salto al que deberá ir el Tráfico a la sede E, en este caso es el router PE-3.</p>
Lista de RT	65001:SSS	<p>RT que exporta la VRF que corresponde a la VRF Sede conectada al PE y a la que corresponde el Tráfico enviado.</p>

d) Responda razonada y detalladamente, haciendo referencia a todos los datos concretos del escenario que sean pertinentes en cada caso (1 punto):

- ¿Qué comprobaciones y acciones (del plano de control) llevará a cabo el router PE1 si recibe dicho mensaje UPDATE?

Comparará la lista de RT del mensaje UPDATE (en este caso un solo valor: 65001:555) con las listas de RT de importación de sus dos VRF, para ver si hay algún RT en común. En el caso de PE1, ninguna de sus dos VRF contiene ese valor entre los importados, por lo que descarta el mensaje UPDATE (no hace nada más al respecto).

- ¿Qué comprobaciones y acciones (del plano de control) llevará a cabo el router PE2 si recibe dicho mensaje UPDATE?

- Comparará la lista de RT del mensaje UPDATE (en este caso un solo valor: 65001:555) con las listas de RT de importación de sus dos VRF, para ver si hay algún RT en común. En el caso de PE2, una de sus dos VRF contiene ese valor entre los importados: la relacionada con el enlace con CEC, por lo que prosigue con las siguientes acciones.

- Anota el prefijo IPv4 contenido en el prefijo VPNv4 (192.168.0.0/16) en esa VRF.

- Anota junto a ese prefijo cuál es el siguiente salto (= PE3) a utilizar para el tráfico que llegue desde CEC destinado a una dirección IP de ese prefijo.

- Anota también asociado a ese prefijo el valor de etiqueta MPLS (47) a utilizar para etiquetar el tráfico de datos destinado a ese prefijo que le llegue de CEC, cuando se lo envíe a PE3 utilizando el túnel entre ambos.

- Anuncia mediante OSPF el prefijo 192.168.0.0/16 a CEC.

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	REDES Y SERVICIOS AVANZADOS Examen de evaluación continua EC1. 19 de abril de 2023 APELLIDOS: SOLUCIÓN NOMBRE: _____ DNI: _____	

EJERCICIO 2. Puntuación: 0,8 puntos. Tiempo estimado: 10 minutos

Si el escenario de la Figura 1 del ejercicio anterior correspondiera a la provisión de VPN de nivel 2 (en lugar de nivel 3) con MPLS del tipo de las vistas en el tema 1 de la asignatura (“Aplicaciones avanzadas de la tecnología MPLS”), responda razonadamente a las siguientes preguntas:

- a) ¿Se podría tener la misma política de comunicación entre sedes (*) que se obtenía con los valores de la Tabla 1 del ejercicio anterior para el caso de VPN de nivel 3? ¿Por qué? (0,2 puntos)

() Entendiendo por esto comunicaciones permitidas y no permitidas entre sedes utilizando el servicio de VPN, sin entrar en el nivel 2 o 3 al que se define dicha comunicación.*

 Para la VPN full-meshed (sedes B, D y F) sí se puede, pero en el caso de la VPN Hub&Spoke no, ya que la única política de comunicación que se puede obtener con una VPLS es comunicación todas con todas entre las sedes (equivalente a mismo dominio de broadcast de nivel 2).

- b) ¿Se intercambiarían los nodos CE y PE directamente conectados información de prefijos IP mediante un protocolo de encaminamiento? ¿Por qué? (0,2 puntos)

 No, porque el servicio que se ofrece en esa interfaz es de nivel 2, por lo que no hay intercambio explícito de información de prefijos IP entre nodos CE y nodos PE (algo que sí pasa en las VPN de nivel 3).

- c) ¿Se tendrían túneles en el plano de datos entre las parejas de PE? ¿Por qué? (0,2 puntos)

 Sí, ya que este mecanismo que permite independizar el direccionamiento de las VPN y el direccionamiento del núcleo de red al enviar tráfico de datos entre los PE se utiliza tanto en las VPN de nivel 3 como en las de nivel 2.

- d) ¿Se podrían repetir prefijos IP en sedes que pertenecieran a la misma VPLS? ¿Por qué? (0,2 puntos)

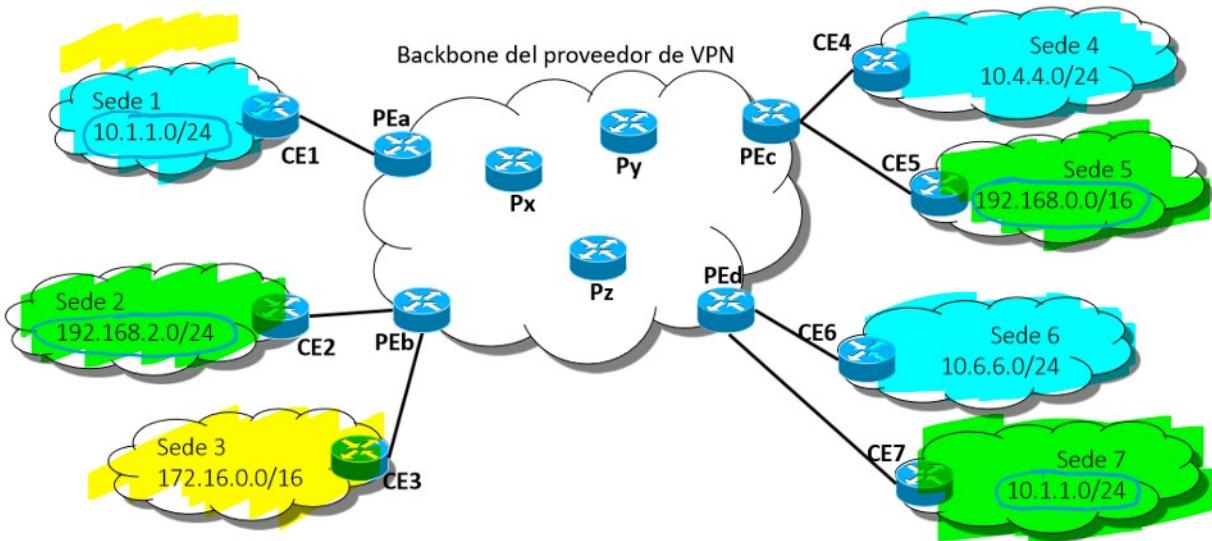
 No, ya que el servicio de VPN de nivel 2 define un mismo dominio de broadcast de nivel 2 entre las interfaces de los CE que los unen a los PE. Al ser de nivel 2, si las sedes tienen tráfico IP, la visibilidad a nivel 3 entre las sedes de la misma VPLS se mantiene y por tanto no deben repetirse prefijos.

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	REDES Y SERVICIOS AVANZADOS Examen de evaluación continua EC1. 6 de abril de 2021	
APELLIDOS: SOLUCIÓN		
NOMBRE:	DNI:	

Publicación de notas: miércoles 21 de abril de 2021.
 Revisión: viernes 23 de abril de 2021 a las 9:30 horas.

EJERCICIO 1. Puntuación: 3,5 puntos. Tiempo estimado: 30 minutos

La siguiente figura muestra un escenario en el que un proveedor ofrece un servicio de VPN de nivel 3 con MPLS como el visto en el tema 1 de la asignatura. Dicho proveedor tiene un núcleo de red (backbone) y se muestran varias sedes de clientes junto con los prefijos de red en cada una, así como los routers involucrados.



La siguiente tabla contiene valores de VRF relacionados con la figura:

VRF (router en el que se configura y enlace al que está asociada)	RD	Lista RT importación	Lista RT exportación
Router PEa, enlace con CE1	65001:1	65001:55, 65001:99	65001:55, 65001:99
Router PEb, enlace con CE2	65001:2	65001:77	65001:77
Router PEb, enlace con CE3	65001:3	65001:99	65001:99
Router PEc, enlace con CE4	65001:4	65001:55	65001:55
Router PEc, enlace con CE5	65001:5	65001:77	65001:77
Router PED, enlace con CE6	65001:6	65001:55	65001:55
Router PED, enlace con CE7	65001:7	65001:77	65001:77

Suponga al inicio que no hay "Route Reflectors" en este escenario, y que se utiliza la configuración más simple en cuanto a las vecindades de protocolos de encaminamiento en el núcleo.

- a. Rellene la siguiente tabla escribiendo una “X” en los cruces que correspondan a dos sedes de la figura que pueden comunicarse entre sí a través del servicio VPN, y deje en blanco los cruces que corresponden a dos sedes que no pueden comunicarse a través de dicho servicio. Todas las comunicaciones permitidas entre parejas de sedes son bidireccionales, por eso solo debe llenar la parte de la tabla por encima de la diagonal. (0,5 puntos)

	1	2	3	4	5	6	7
1	--		X	X		X	
2	--	--			X		X
3	--	--	--				
4	--	--	--	--			X
5	--	--	--	--	--		
6	--	--	--	--	--	--	
7	--	--	--	--	--	--	

- b. ¿Qué prefijos VPN-IPv4 anunciará PEb (escriba los prefijos completos)? ¿A qué nodos se los anunciará? ¿Mediante qué protocolo? (0,6 puntos)

- c. ¿Es posible que para los prefijos anunciados por PEb se repita el valor de la etiqueta MPLS anunciada? Explique por qué. (0,5 puntos)

- No, puesto que los prefijos pertenecen a distinta VRF y las etiquetas asociadas a los mismos deben permitir a PEB distinguir, en el plano de datos, a qué VRF compete un paquete que reciba más adelante con ese valor de etiqueta “de la VPN” (o interna, si los túneles son LSP de MPLS).

- d. Entre los prefijos mostrados en la figura hay varias ocasiones en que o bien son idénticos o bien se solapan. Identifique estos casos y para cada uno de ellos diga si es problemático que exista esa coincidencia (o solape) o no lo es, y por qué. (0,6 puntos)

Entre sede 1 y Sede 7: No es problemático ya que no pertenecen a la misma VPN y por tanto no comparten tráfico.

Entre Sede 2 y Sede 5: Sí es problemático ya que pertenecen a la misma VPN y por tanto puede haber ambigüedad en el direccionamiento

APELLIDOS: **SOLUCIÓN**

NOMBRE:

DNI:

- e. Suponga ahora que se configura un nuevo nodo en la red para que actúe como Route Reflector (RR) de BGP. En este caso, responda a las siguientes preguntas de manera concreta (1 punto):

¿Qué nodos de la figura se configurarían como los clientes del RR?	Los 4 PE
¿Cuál es el número de vecindades BGP que tenía cada uno de los nodos de la respuesta anterior antes de la configuración del RR y con qué nodos? (*)	3, 1 con cada Uno de los otros PE
¿Cuál es el número de vecindades BGP que tiene cada uno de los nodos de la primera respuesta después de la configuración del RR y con qué nodos? (*)	1, con el RR
¿Cuál es el número de vecindades BGP que tiene el RR y con qué nodos?	4, 1 con cada PE.
Si se introduce un segundo RR en la red que dé servicio al mismo cluster por motivos de disponibilidad, ¿Cuál es el número de vecindades BGP que tendría cada uno de los dos RR y con qué nodos?	5, 1 con cada PE y 1 con el RR

(*) No tenga en cuenta el intercambio de información de encaminamiento entre parejas CE-PE para estas respuestas.

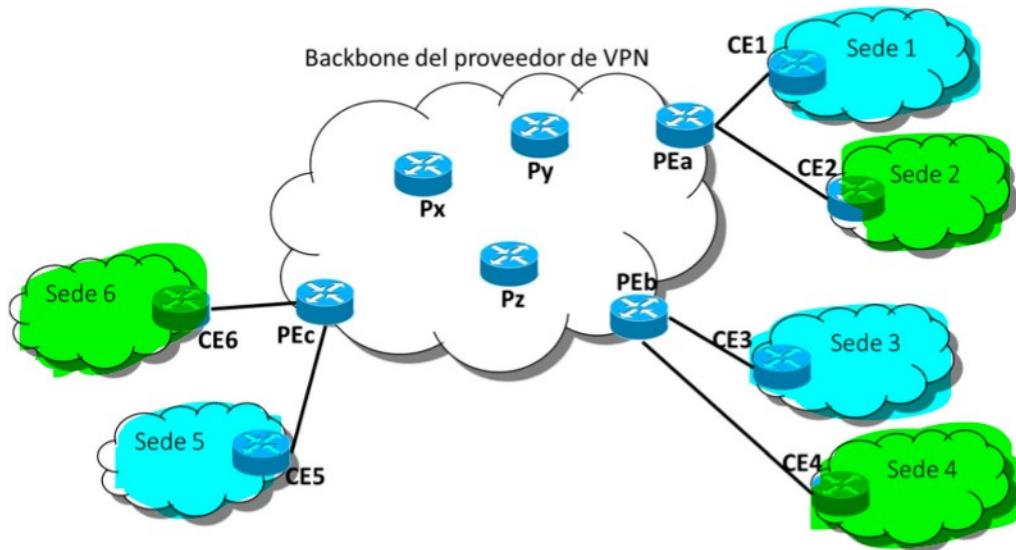
- f. Con el propósito de no actuar en el plano de datos, ¿qué campo de los anuncios de prefijos que el RR reciba por parte de un cliente dejará inalterado cuando refleje ese anuncio a otro cliente? (0,3 puntos)

Next Hop

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	REDES Y SERVICIOS AVANZADOS Examen de evaluación continua EC1. 29 de marzo de 2022	
APELLIDOS: SOLUCIÓN		
NOMBRE:	DNI:	

EJERCICIO 1. Puntuación: 2,1 puntos. Tiempo estimado: 25 minutos

La siguiente figura muestra un escenario en el que un proveedor ofrece un servicio de VPN de nivel 3 con MPLS como el visto en el tema 1 de la asignatura ("Aplicaciones avanzadas de la tecnología MPLS"), incluyendo el núcleo de red, varios de los nodos y algunas de las sedes de clientes.



La política de comunicación que se debe implementar entre las sedes es la siguiente:

- Las sedes impares deben formar una VPN full-meshed (any-to-any, todos con todos).
- Las sedes pares deben formar una VPN hub&spoke (en estrella), siendo el hub la sede 2.

- a. ¿Cuántas VRF debe tener cada uno de los nodos PE de la figura, y a qué está asociada cada una de ellas? (0,2 puntos)

Cada PE debe Tener 2 VRF, 1 por cada enlace CE → PE (Sede)

- b. Para cada una de las VRF que ha identificado en la respuesta anterior, dé valores de RD (route distinguishers) y RT (route targets), tantos como sean necesarios y del tipo adecuado en cada caso, para lograr la política de comunicación indicada anteriormente. Suponga que estos valores son de tipo: Nº de Sistema Autónomo seguido de un identificador. (0,8 puntos)

SA = 65001

VRF	RD	RT Exp	RT Imp
PE _a →CE1	65001:10	65001:11	65001:11
PE _a →CE2 (HUB)	65001:20	65001:22	65001:33
PE _b →CE3	65001:30	65001:11	65001:11
PE _b →CE4	65001:40	65001:33	65001:22
PE _c →CE5	65001:50	65001:11	65001:11
PE _c →CE6	65001:60	65001:33	65001:22

- c. Partiendo de la política de comunicación definida anteriormente, se desea que la sede 3 pase a ser otra de las spoke de la VPN hub&spoke (junto con las sedes 4 y 6), sin eliminar ninguna de las posibilidades de comunicación previamente permitidas. Especifique qué VRFs añadiría, eliminaría y/o modificaría de las que ha identificado anteriormente, detallando todos sus valores. (0,5 puntos)

No se deben eliminar ni añadir VRFs, sencillamente es necesario modificar la VRF presente en el PE_b relacionada con su enlace con el CE3 (que da acceso a la sede 3) para añadir los valores correspondientes a sus listas de RT de importación y de exportación que permitan integrarla como una spoke de otra VPN, quedando como sigue:

VRF	RD	RT exp	RT imp
PE _b →CE ₃	65001:30	65001:11 65001:33	65001:11 65001:22