1.a- Para determinar a bridge raiz é preciso verificar quem tem menor bridge ID (prioridade + MAC address)

Neste caso todos os switches tem a mesma prioridade, logo temos de ir pelo MAC address.

Olhando para todos os switches o que tem menor MAC address é o SW4, logo ele é a bridge raiz.

1.b- A porta raiz é dada pelo que tiver menor custo. Todas as portas tem o custo de 5. Para chegar ao sw4(bridge raiz) existem dois caminhos vou vai pelo caminho direto (e2) ou vai pelo e1 que não é direto. Como referido todas as portas tem o mesmo custo, logo o que tem menor custo é o caminho direto. A porta raiz do sw1 na VLAN 14 é e2.

1.c- No sw1 a Designated Port é a e2, no sw2 é a e3 e no sw3 não existe nenhuma entrada diretamente ligada ao sw4, apenas ao sw1 e ao sw2.

A designated port vai ser aquela em que a MAC address do vizinho é mais baixo.

O que tem menor MAC address é o sw2, logo a designated port do sw3 é a e2.

O e1 do sw3 vai ser bloqueado.

1.d-

2.a- **RIP (Routing Information Protocol)** é um protocolo de routing do tipo *distance vector* em que cada router envia periodicamente a sua tabela de rotas completa para todos os seus vizinhos, independentemente de haver alterações na rede

Já o **OSPF (Open Shortest Path First)** é um protocolo *link state* mais avançado, que calcula os melhores caminhos usando o algoritmo de Dijkstra e métricas baseadas em custo, oferecendo convergência rápida, suporte a hierarquias e maior escalabilidade, ideal para redes de média e grande dimensão.

Apesar do OSPF estar ativo em certos routers e o RIP em todos os routers, todas as sub-redes são divulgadas via RIP entre todos garantindo que cada um conhece rotas para todos os destinos, logo existe conectividade total.

2.b – O R1 só tem o RIP ativo, logo conhece 195.2.88.0/24 a partir de R2 (via R3):

*Entrada RIP + 195.2.88.0/24 + custo 3 + 192.4.4.2*

2.c - Como o R2 conhece a rede de duas formas por RIP(120) pelo R1 e OSPF(110) pelo R3, logo ele dá prioridade ao que tiver menor ad que será pelo R3, então o percurso do Echo Request é R2 -> R3 – R6 – R5 – host na rede.

O o echo reply é o inverso visto que tem de ir pela default gateway.~

| **Tipo de Rota** | **AD Padrão** | **Notas** |
| --- | --- | --- |
| **Rota conectada diretamente** | **0** | A mais confiável — interface ativa local |
| **Rota estática** | 1 | Desde que seja configurada manualmente |
| **eBGP (External BGP)** | 20 | Entre sistemas autónomos diferentes |
| **OSPF** | 110 | Protocolo link-state de alta confiança |
| **RIP** | 120 | Distance vector simples, pouco confiável |
| **iBGP (Internal BGP)** | 200 | Dentro do mesmo AS, baixa prioridade sem tunning |
| **Rotas desconhecidas / inválidas** | 255 | Nunca usadas |
|  |  |  |

2.d-

3.a-

AS- **conjunto de redes IP e routers sob controlo de uma única entidade administrativa**, que utiliza **um protocolo de routing interno (IGP)** e anuncia as suas rotas para o exterior usando **BGP (Border Gateway Protocol)**.

Rota por defeito - rota especial que indica para onde enviar **qualquer pacote cujo destino não seja conhecido** (não está na tabela de routing).

Apenas um dos routers deve anunciar a default route dentro da área OSPF.

Pode ser:

E1: Soma o custo interno do caminho até ao router da fronteira com o custo externo - Escolher caminho de menor custo total

E2: Considera só o custo externo. - Manter o mesmo custo para todos os routers

Para garantir que o trafego segue o caminho com o menor custo interno devemos usar a default route E1. Ou seja, devemos configurar uma default rota do tipo E1 no router da fronteira com o menor custo interno OSPF a partir dos outros routers, com custo externo = 0, para que o custo total apenas dependa do caminho ospf interno.

3.b- Aqui os dois routers deviam anunciar a default route, mas o R1 anuncia com um custo menor que o R2, para R1 ser escolhido preferencialmente e R2 só servir de backup. Neste caso ambas as rotas são do tipo E2.

4.a- MPLS é uma técnica de roteamento que envia pacotes de um router para o outro baseado em labels em vez de endereços.

Vantagens:

- Simplificação do processo de roteamento de pacotes em roteadores.

- Capacidade completa de engenharia de tráfego.

- Simplificação da gestão de rede (uma única camada de protocolo).

As duas principais vantagens do MPLS comparativamente com o encaminhamento IP tradicional são o **encaminhamento baseado em labels**, onde reduz a complexidade e o tempo de processamento dos routers, pois o encaminhamento é baseado em labels em vez de endereços IP e a **engenharia de tráfego** que permite definir caminhos específicos para que não seguem necessariamente o caminho de menos custo, otimizando o uso de recursos da rede, assim evita-se congestionamento em certas ligações e melhora a eficiência global.

4.b- Quando se usa o **LDP (Label Distribution Protocol)** para estabelecer os LSPs, obtém-se apenas a **primeira vantagem: encaminhamento mais eficiente**.  
O LDP associa labels às rotas IGP existentes, o que não permite escolher caminhos alternativos fora do percurso calculado pelo IGP, e por isso não oferece verdadeira engenharia de tráfego.

5.a-

**Multicast em Redes IP**

* **Multicast** é um tipo de comunicação em que um emissor envia pacotes a múltiplos recetores **simultaneamente**, de forma eficiente.
* Usa endereços IPv4 do intervalo **224.0.0.0 a 239.255.255.255** (ex: 225.2.2.2).
* Em vez de replicar o pacote para cada destinatário individualmente (como no unicast), a rede encaminha os pacotes apenas pelas ligações necessárias.

**PIM Dense Mode (PIM-DM)** • To be used when most of the networks contain hosts participating in multicast sessions and, consequently, most of the routers need to route multicast packets.

-- It requires all routers to have the protocol active.

– Routers forward packets to all neighbour routers that did not send Prune messages.

– Routers use Prune messages to signal neighbour routers that they should not forward packets to them

**PIM Sparse Mode (PIM-SM)** • To be used when hosts participating in multicast sessions are on a reduced number of networks and, consequently, the number of routers that need to route multicast packets is small when compared to the total number of routers.

PIM Sparse Mode (PIM-SM) is a receiver-driven protocol.

– Routers with multicast clients must periodically announce (with Join messages) that they want to join to the multicast tree to start receiving the multicast packets.

• PIM-SM starts by establishing a Group-Shared Tree triggered by interested receiver hosts.

– The RP (Rendezvous Point) address of the Group-Shared Tree can be administratively configured in all routers.

– There are also automatic mechanisms, such as CISCO RP Discovery Protocol, that uses the multicast address 224.0.1.40.

– There may be different RPs for different multicast address ranges.

• Then, PIM-SM establishes Source-Based Trees when active sender hosts appear (for routing optimization).

Na fase inicial de PIM-SM, é criada uma árvore **centrada no RP** — a *group-shared tree* ou *RP-tree* — à qual os recetores se juntam.

R3 (rede 195.2.88.0/24) e R4 (rede 196.8.43.0/24) enviam mensagens **PIM Join** para o RP.

As mensagens são enviadas na direção do RP, através da **Reverse Path Forwarding (RPF)**, ou seja, pelo caminho mais curto em direção ao RP:

* De R3 → R2 → RP
* De R4 → R1 → R2 → RP

Os pacotes multicast são inicialmente enviados da **fonte até ao RP**, e depois **do RP para os recetores**

5.b – Preciso que alguém explique melhor porque +e que ao ter um active sender host passa a ser source-based tree

5.c-

6-

Claro! Aqui tens uma explicação clara e direta sobre os principais protocolos usados **juntamente com o SIP** nas comunicações VoIP, como **SDP**, **RTP** e **RTCP** — ideal para testes:

**✅ SDP, RTP e RTCP – Protocolos complementares do SIP**

**🧾 1. SDP – Session Description Protocol**

O **SDP** é um protocolo usado **dentro das mensagens SIP** (por exemplo, no INVITE e 200 OK) para **descrever os parâmetros da sessão multimédia**. Ele **não transporta dados**, apenas define:

* Endereço IP e porta de receção
* Codecs suportados (ex: G.711, G.729)
* Tipo de media (áudio, vídeo)
* Protocolo de transporte (normalmente RTP)

Exemplo de uso: Alice envia um INVITE com um bloco SDP a dizer “quero áudio em G.711 na porta 49170”.

**🔊 2. RTP – Real-time Transport Protocol**

O **RTP** é o protocolo que **transporta o áudio (e vídeo) em tempo real** entre os terminais.  
Características:

* Corre sobre **UDP** (baixa latência)
* Contém **número de sequência** e **timestamp** para reconstrução correta da ordem e tempo
* Não tem mecanismos de fiabilidade (isso é deixado ao buffer do receptor)

**📈 3. RTCP – RTP Control Protocol**

O **RTCP** trabalha em conjunto com o RTP e serve para **monitorizar a qualidade da sessão**.  
Envia periodicamente:

* Estatísticas (perdas de pacotes, jitter, delay)
* Identificação de participantes
* Feedback para ajustar a QoS ou codecs

**✅ Como tudo funciona junto:**

1. SIP (INVITE) → inicia sessão e inclui **SDP**
2. SDP → define codecs, IPs e portas para RTP
3. RTP → transporta a voz diretamente entre os terminais
4. RTCP → monitoriza e ajusta a qualidade da sessão

**📌 Exemplo real de fluxo:**

Alice envia: INVITE (com SDP)

Bob responde: 200 OK (com SDP)

→ RTP começa: troca de áudio

→ RTCP envia estatísticas

→ BYE termina a sessão

✅ **Resumo**:

* **SDP**: descreve a sessão (negociação)
* **RTP**: transporta os dados (voz/vídeo)
* **RTCP**: monitoriza e ajusta a qualidade da chamada

Se quiseres, posso mostrar um bloco real de SDP ou capturas RTP. Queres?