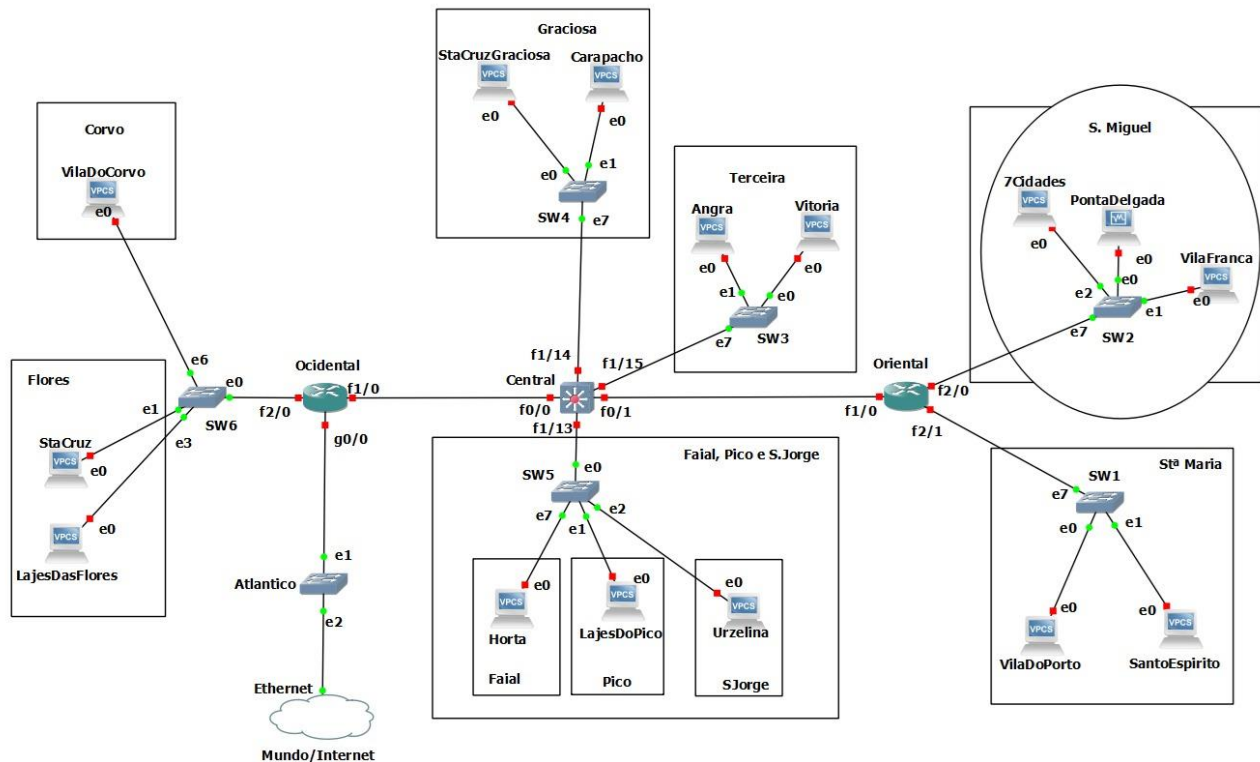


Universidade de Aveiro
Licenciatura em Engenharia de Computadores e Informática
Exame Final de Redes de Comunicações 1 – 13 de Janeiro de 2025

Duração: 2:00 horas. Sem consulta. Justifique cuidadosamente todas as respostas.



Considere que é o gestor de uma rede no arquipélago dos Açores, em que cada ilha corresponde a uma VLAN. O arquipélago tem conectividade para a Internet, diretamente (IPv4 público), através de NAT/PAT no router Ocidental, ou IPv6 global. Em relação ao seu endereçamento IPv4 público, a rede do arquipélago recebeu do seu ISP uma parte de um endereço IPv4 público de uma rede de classe C: 209.103.139.128/25. Estes endereços são distribuídos de acordo com as necessidades:

- NAT/PAT: 3 endereços;
- S. Miguel: 25 endereços; Sta. Maria: 10 endereços; S. Jorge: 8 endereços; Faial: 7 endereços; Terceira: 20 endereços; Flores: 4 endereços.

O arquipélago também usa endereços IPv4 privados dentro da rede. A rede usada é: 172.17.8.0/22. Os endereços necessários em cada localização são:

- S. Miguel: 400 endereços; Terceira: 80 endereços;
- Pico: 70 endereços; S. Jorge: 50 endereços;
- Corvo: 40 endereços; Graciosa: 60 endereços.

As interligações dos routers e ESW também usam endereçamento IPv4 privado da mesma rede. Existe um servidor DHCP configurado para atribuir endereços privados às redes.

Em relação ao IPv6, o arquipélago dos Açores recebeu do seu ISP a seguinte rede IPv6: 2002:FEDC:AB98::/52 que é distribuída da seguinte forma:

- Cada router (incluindo o ESW) gere uma sub-rede /56 diferente, que vem da /52.
- Cada ilha/VLAN deve ter uma rede /64, da rede de cada router/ESW que lhe dá conectividade.
- As interligações dos routers usam IPv6 global /126, de uma rede /56 (diferente da rede /56 associada aos routers).

Os terminais com endereçamento privado de S. Miguel **não** podem ter acesso à Internet.

1. Considerando a rede anterior:

a) Quais as interfaces de switching que requerem o suporte de várias VLANs? Justifique. (1 valor)

R: sw5: e0 e sw6: e0; Central: f1/13.

b) Existe alguma interface de um router com várias sub-interfaces? Justifique. (1 valor)

R: Ocidental: f2/0.

c) Defina sub-redes IPv4 privadas (identificador e máscara) para o arquipélago, incluindo as ligações ponto-a-ponto. Justifique. (1.5 valores)

R: S. Miguel: 172.17.8.0/23; Terceira: 172.17.10.0/25; Pico: 172.17.10.128/25; S. Jorge: 172.17.11.0/26; Graciosa: 172.17.11.64/26; Corvo: 172.17.11.128/26; P2P1: 172.17.11.192/30; P2P2: 172.17.11.196/30.

d) Defina sub-redes IPv4 públicas (identificador e máscara) para o arquipélago, incluindo os endereços NAT/PAT. Justifique. (1 valor)

R: S. Miguel: 209.103.139.128/27; Terceira: 209.103.139.160/27; Sta. Maria: 209.103.139.192/28; S. Jorge: 209.103.139.208/28; Faial: 209.103.139.224/28; Flores: 209.103.139.240/29; NAT/PAT: 209.103.139.248/29 ou /30.

e) Defina sub-redes IPv6 (identificador e máscara) para o arquipélago, incluindo as ligações ponto-a-ponto. Justifique. (1 valor)

R: 2002:FEDC:AB98::/52 divide-se em Redes Router Ocidental: 2002:FEDC:AB98::/56; Redes ESW Central: 2002:FEDC:AB98:0100::/56; Redes Router Oriental: 2002:FEDC:AB98:02100::/56; Redes P2P: 2002:FEDC:AB98:0300::/56. De cada uma das redes /56 formam-se agora as /64 em que podem usar os 2 últimos dígitos para poder diferenciar.

2. Numa comunicação da Horta para a ViladoCorvo, e considerando que as tabelas de forwarding dos switches se encontram vazias, assim como todas as tabelas ARP:

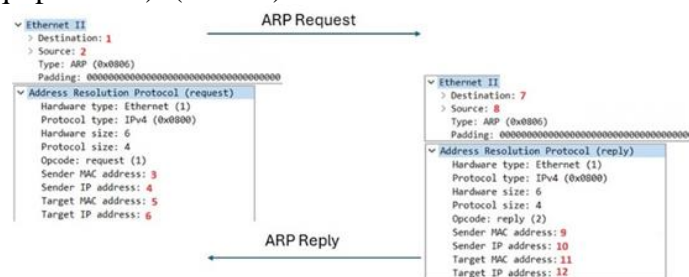
a) Há a possibilidade de LajesdoPico e LajesdasFlores receberem pacotes desta comunicação? Se sim, quais? Justifique. (1 valor)

R: Não, porque embora existam broadcasts (e até possivelmente flooding), estes serão nas VLANs dos terminais da Horta e ViladoCorvo, e não são propagados pelas outras VLANs.

b) Qual a informação das tabelas de *switching* do SW5 e SW6 após esta comunicação? Justifique. (1 valor)

R: SW5: e0 – MAC_Gw_ESW (VLAN Faial associada à f1/13); e7: MAC_Horta; SW6: e0 – MAC_Gw_R (sub-interface Corvo associada à f2/0.2, se a sub-interface para Corvo for a f2/0.2); e6: MAC_Corvo.

c) Considerando a comunicação acima, indique quais devem ser os valores 1 a 12 dos pacotes ARP Request e Reply capturados à saída e entrada da Horta, respetivamente (represente o endereço MAC por MAC_interface_equipamento). (1 valor)



R: 1: 11111...1 (broadcast); 2: MAC_Horta; 3: MAC_Horta; 4: IP_Horta; 5: 0000...0 (não sabe); 6: IP_Gw_Horta; 7: MAC_Horta; 8: MAC_Gw_Horta; 9: MAC_Gw_Horta; 10: IP_Gw_Horta; 11: MAC_Horta; 12: IP_Horta.

d) O processo ARP existe em IPv6 ou tem um substituto? Justifique. (1 valor)

R: O IPv6 tem o Neighbor Discovery através de mensagens ICMPv6, Solicitation e Advertisement.

e) Considerando apenas o endereçamento público, quais as rotas que o ESW tem de ter para ligar às várias redes e permitir a ligação das redes para a Internet? Justifique. (1.5 valores)

R: S. Miguel: 209.103.139.128/27 e Sta. Maria: 209.103.139.192/28 pelo f1/0 do Oriental; 0.0.0.0/0 pelo f1/0 do Ocidental.

f) Considerando que os terminais com endereçamento privado de S. Miguel não podem ter acesso à Internet, como devem ser as listas de acesso do NAT/PAT? Justifique. (1.5 valores)

R: permit 172.17.8.0/22; deny 172.17.8.0/23.

3. Quando 2 terminais se ligam numa rede sem fios através de um AP ligado à rede de S. Miguel, como é que eles sabem se conseguem comunicar um com o outro sem colisões? Justifique. (1 valor)

R: Sensing do meio: se estiver livre tenta transmitir; se estiver ocupado, espera um tempo aleatório. Se tiver ativo o RTS/CTS, se o meio estiver livre, começa por fazer a troca destes pacotes para garantir que não há colisões, não só no emissor, como no recetor.

4. Considere que está a executar 3 aplicações em simultâneo: uma chamada de voz (débito de 64 Kbit/s), visualizar um vídeo (débito de 1 Mbit/s) e o download de um ficheiro de 4 GB.

a) Proponha uma solução de protocolos de transporte para enviar cada um dos serviços com a qualidade necessária. Justifique. (1.5 valores)

R: Voz e vídeo por UDP; download por TCP.

b) Considere na solução apresentada o download do ficheiro de 4 GB. Se no envio deste ficheiro acontecerem várias situações de timeouts, como será a taxa de transmissão deste serviço? E qual o efeito nos outros serviços? Justifique. (1 valor)

R: A janela de congestionamento irá para 1, com apenas um pacote a iniciar até receber ACK, e depois envio exponencial (slow start). Pode, no início, provocar perdas nos outros serviços, mas como este se adapta, o impacto nos outros vai diminuir.

c) Qual o impacto da frame rate e número de pixeis na largura de banda necessária para o vídeo anterior? Justifique. (1 valor)

R: Ambos aumentam o número de bits por segundo a enviar, e consequentemente, a largura de banda necessária.

d) No final do download do ficheiro, o utilizador acedeu a um Website. Considerando que os números de sequência iniciais da ligação TCP (no estabelecimento da ligação) para o download da página web são 0 nos dois sentidos, e que 7 pacotes foram enviados pelo utilizador (com tamanho médio de 100 bytes), e 110 pacotes pelo servidor da página web (com tamanho médio de 1000 bytes), qual o número de sequência em ambos os sentidos no último pacote ACK no fecho da ligação? Justifique. (1 valor)

R: SN do utilizador: 702; SN do servidor: 110002 (pacotes de dados + SYN + FIN em cada sentido).

5. Num serviço de DNS, que possíveis otimizações podem existir para que a resposta aos pedidos seja mais rápida? Justifique. (1 valor)

R: Ter um servidor local e fazer caching dos pedidos frequentes; fazer caching localmente dos endereços dos servidores DNS de topo.

6. Como é que ambos os mecanismos, persistência e pipelining, conseguem melhorar o tempo de envio de uma página web? Justifique. (1 valor)

R: Persistência: envio de vários objetos na mesma ligação; Pipelining: envio de pedidos sempre que necessário sem ter resposta anterior de outros objetos.