

Instituto Politécnico de Lisboa (IPL)
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL)
Área Departamental de Engenharia da
Eletrónica e Telecomunicações e de Computadores (ADEETC)
LEETC, LEIC, LEIM, LEIRT, MEIC
Redes de Internet (RI) – Trabalho nº 1 (VLAN/STP/RIP)
Inverno de 2020/2021 - Data limite de entrega: **Ver Moodle**

Este trabalho tem como objetivo o aprofundamento dos conhecimentos sobre as VLAN, protocolos STP e RSTP, encaminhamento estático e RIP.

O trabalho prático é de execução por grupos de até 3 alunos, podendo existir avaliação do grupo e/ou individual sobre a realização do mesmo e o tema que envolve. O docente decidirá conforme os relatórios entregues e as notas individuais se fará, e com que grupos fará, a discussão final dos trabalhos.

Este trabalho, tal como os seguintes, é considerado pedagogicamente fundamental (“[NORMAS DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS](#)”, Conselho Pedagógico do ISEL, ponto 2.3.1).

É assumido que os alunos sabem utilizar convenientemente os comandos de configuração dos equipamentos, incluindo os de *show* e *debug*, para validar o seu trabalho e resolver os desafios que lhes vão sendo apresentados.

O simulador de redes aconselhado para ser utilizado neste trabalho é o Packet Tracer. Poderá ser usado outro simulador como, por exemplo, o GNS3.

O relatório deve incluir uma capa com a identificação. Para além do número do grupo, o dos alunos, os respetivos nomes e o curso. Deve incluir, em anexo os ficheiros de configuração nas várias fases do trabalho, e a justificação das escolhas efetuadas. No ato da entrega do relatório, **não esquecer** que deverá também ser fornecido o(s) ficheiro(s) **.pkt**.

Para minimizar o tempo necessário à realização do trabalho junto com este enunciado é disponibilizada a topologia utilizada para o Packet Tracer. Se utilizar a topologia fornecida e no enunciado aparecer “adicione” deve assumir como “ative”.

Nota: Ler TODO o enunciado antes de começar a configurar os equipamentos!

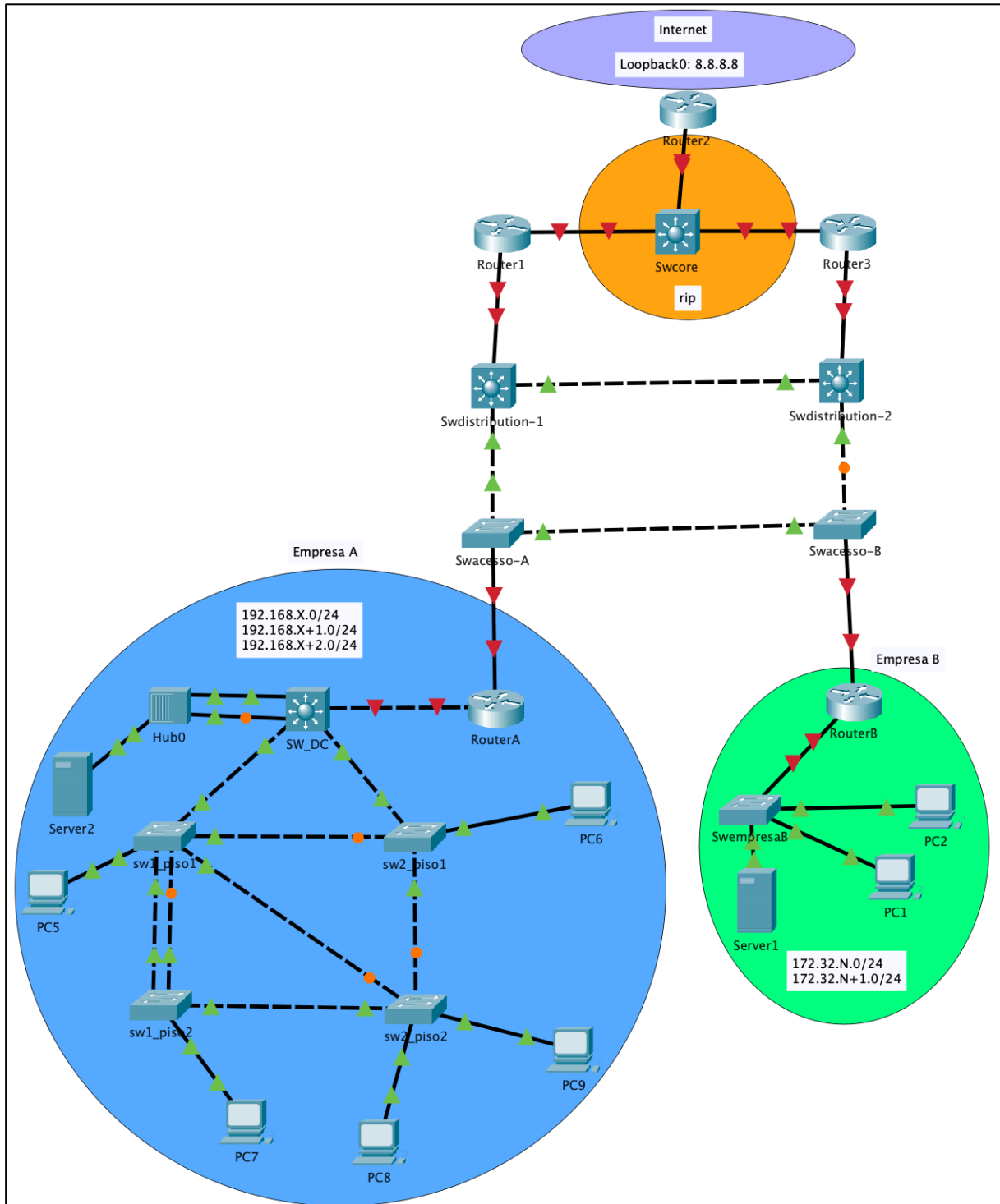
Introdução

Este trabalho tem como objetivo familiarizar os alunos com a temática das VLAN, com o protocolo de proteção contra *loops* na camada 2 (STP), encaminhamento estático e com o protocolo de encaminhamento dinâmico RIP.

O relatório deve incluir as respostas às perguntas efetuadas e os exemplos de configuração necessários para se entender a abordagem efetuada na resolução dos diversos passos a implementar. As configurações completas deverão ser apresentadas apenas em anexo ao relatório.

Objetivo

Pretende-se que os alunos criem a topologia indicada na figura, passo a passo, aumentando progressivamente a complexidade.



Nota: O estado dos *links* na figura são apenas um exemplo. Os da sua implementação poderão ser diferentes dependendo da configuração efetuada e das características dos equipamentos envolvidos.

Numa primeira fase os alunos deverão implementar a topologia da Empresa A. Nesta os alunos reforçarão os conhecimentos adquiridos em RCp e a matéria sobre redundância a nível 2 do modelo OSI (STP/RSTP), sobre as VLAN e sobre RIP.

Numa segunda fase pretende-se que os alunos expandam a topologia, passo a passo, aumentando progressivamente a complexidade até terem implementado na sua totalidade a topologia da figura. A topologia representa uma infraestrutura muito simplificada de um *Internet Service Provider* (ISP) que fornece conectividade/trânsito a duas empresas. Este ISP coloca equipamentos nas instalações de cada empresa que servem como um *Network Demarcation Device* (NDD).

Apesar de no exemplo acima o ISP apenas possuir dois clientes (empresas), numa situação real poderia possuir centenas ou milhares.

O ISP atribuiu blocos de endereços IP distintos a cada empresa para uso interno destas. As empresas possuem vários departamentos e, como tal, necessitam de possuir a sua rede segmentada em várias sub-redes, sendo o *gateway* de cada sub-rede sempre o *router* de cada empresa (Routers A e B). O ISP utiliza ainda duas redes /30 (P2P em *layer3*) de interligação entre os seus *routers* (Routers 1 e 3) e os de cada empresa.

Cada empresa possui uma rota estática *default* a apontar para o *router* do ISP. Este por sua vez, anuncia através de rotas estáticas as redes que atribuiu às empresas.

É utilizado o protocolo RIPv2 no *core* do ISP para os seus *routers* trocarem informações de rotas. O R2 do ISP possui uma ligação à Internet que é simulada como uma interface virtual (Loopback0). Nota: Num ISP real não seria usado RIP, mas aqui é apenas usado para se praticar o protocolo em questão.

Pretende-se que com a topologia indicada se consiga implementar a maior redundância possível sem comprometer a eficiência ou necessitar de novos equipamentos.

Tarefas

- 1) Implementar a rede correspondente à Empresa A e responder às questões apresentadas (não se esqueça de justificar as suas respostas):
 - a) Use o comando: "*no ip domain-lookup*". Qual o objetivo deste comando?
 - b) Quais as VLAN por omissão que existem [*sh vlan*] antes de ser configurada qualquer VLAN em qualquer equipamento?
 - c) Qual a *tag* que as tramas pertencentes à VLAN 1 transportam?
 - d) Quais as consequências de passarmos os *timers* "Max Age"=20 sec e "Forward Delay"= 15 sec para metade desses valores? Qual é a *Root Bridge* (RB)? Justifique.
 - f) Por omissão qual é o tipo de Spanning-Tree (STP) ativo [*sh span*]?
 - g) Quantas árvores (*spanning trees*) existem na topologia implementada?
 - h) Para a empresa A, construa a tabela de cálculo do custo dos caminhos e de determinação de quais são as portas Root, Designated e Blocking e calcule os respetivos valores. Os resultados a que chegou são coerentes com os que o simulador apresenta?
 - i) Qual o custo do caminho mais curto até ao Router A desde o PC9?
 - j) Force a *root bridge* para ser o SW_DC através da prioridade. Possui alguma porta bloqueada?
 - k) Na literatura sobre *spanning tree* encontra-se frequentemente a afirmação de que todas as portas de um *root switch/bridge* são portas Designated. Comente tendo em consideração o SW_DC.

l) Ative o modo *Per-Vlan rapid spanning tree*. Verifique se é necessário ativá-lo em todos os *switches*?

m) Quantas árvores passaram a existir?

n) Existem duas ligações entre o sw1_piso1 e o sw1_piso2, uma delas bloqueada. Altere a configuração de maneira a desbloquear a ligação bloqueada e a desbloquear outra. [Opcional] Indique qual a forma de proceder de maneira a que as duas ligações pudessem ser usadas em simultâneo.

o) Explique de forma detalhada a razão do sw2_piso2 escolher o caminho por omissão em detrimento de outro possível. Realize as alterações que considerar necessárias para que o caminho preferido seja outro que não o escolhido (por omissão).

p) Considere a seguinte afirmação: “Com o SW_DC como *root bridge*, a substituição do Hub0 por um *switch*, interligado entre o sw1_piso1 e o SW_DC, iria melhor a conectividade entre o PC5 e o Server2 pois o caminho ficava mais curto.”. Indique, justificando, se a mesma é falsa ou verdadeira atendendo a que todas as ligações ao *switch* novo funcionam a 100 Mbps.

2) Segmente a topologia da Empresa A utilizando VLAN para ficar de acordo com as regras abaixo (poderá criar outras VLAN se necessário). Como resultado pretende-se a implementação no simulador da topologia indicada e o resultado dos testes indicados na última alínea que comprovem que a topologia está implementada como indicado nos passos (alíneas) seguintes:

Nº Vlan	Nome	IP do Gateway	Rede	PCs
N_Grupo*10+10	Contabilidade	Ver enunciado	192.168.X.0/24	PC7,PC9
N_Grupo*10+20	Secretariado	Ver enunciado	192.168.X+1.0/24	PC5,PC8
N_Grupo*10+30	Informática	Ver enunciado	192.168.X+2.0/25	Server2
N_Grupo*10+35	Gestão da rede	Ver enunciado	192.168. X+2.128/25	PC6

a) Implemente as VLAN de acordo com a tabela.

b) Configure as portas em modo *access* ou *trunk* dependendo das necessidades. Desligue o protocolo *Dynamic Trunking Protocol* (DTP) em cada interface que configurar como *access* ou *trunk*.

c) Configure o endereçamento IP de todos os PC tendo em consideração indicado na tabela.

d) Verifique se existe conectividade entre os equipamentos em cada uma das VLAN.

e) Verifique se existe conectividade entre os equipamentos de VLAN distintas.

Na tabela “N_Grupo” representa o número do seu grupo e o X é obtido segundo a seguinte formula:

$$x = \left(\sum_{k=1}^n \text{numeroaluno}_k \right) \bmod 254$$

Nota: *n* é o número de alunos no grupo em causa. O módulo 254 usado na fórmula de cálculo tem a ver com o facto dessa parte do endereço IPv4 onde é usado o X dever estar contida entre 0 e 255.

3) Adicione o RouterA à topologia, ligado ao SW_DC apenas. Configure o RouterA e SW_DC, segundo uma topologia *router-on-a-stick*, e de acordo com as indicações que se seguem de maneira a estes ficarem com as configurações de acordo com as *best practices*. Procure implementar, ao configurar as VLAN e o encaminhamento nos *routers*, as seguintes regras (sem recorrer a listas de acesso (ACL)):

- Da rede da Contabilidade não se deve poder comunicar com nenhuma outra rede/VLAN interna ou externa;

- Da rede do Secretariado deve-se poder comunicar apenas com a VLAN da Informática (Sugestão: Se no exterior esta rede não for “conhecida”, os outros *routers* não enviarão tráfego para ela através do *router* A);
- Da rede da Informática deve ser possível comunicar com a VLAN do secretariado e para fora da Empresa A;
- Os equipamentos na VLAN Gestão da rede da empresa A devem poder comunicar todos entre si (Nota: Todos os equipamentos de suporte da rede da empresa devem poder ser acedidos a partir do PC6 de maneira a poder ser realizada gestão remota).

Nota: No futuro, quando evoluir na matéria de Redes, utilizando listas de acesso (ACL) irá constatar que podem ser implementadas com facilidade outras alternativas à limitação da comunicação (filtros) entre equipamentos em redes distintas, mas isso não é requerido neste trabalho dado que essa matéria é aprofundada apenas mais à frente.

- a) Configurar e ativar as *interfaces* utilizadas de acordo com a regras enunciadas e as VLAN criadas (tenha em atenção que no uso de *subinterfaces*, neste caso a correspondente interface física não possui configuração de IP). Exemplos:

```
RouterN(config)# interface Fa0/1
RouterN(config-if)# description [Fa0/1] Link to SWY G1/0/5
RouterN(config-if)# no shutdown
RouterN (config-if)#exit
RouterN(config)# interface Fa0/1.10
RouterN(config-subif)# description [Fa0/1] Link to SWY G1/0/5 na VLAN 10
RouterN (config-subif)#encapsulation dot1Q 10
RouterN (config-subif)#ip address xxx.yyy.zzz.www mmm.mmm.mmm.mmm
RouterN(config-subif)# interface Fa0/1.20
RouterN(config-subif)# description [Fa0/1] Link to SWY G1/0/5 na VLAN 20
RouterN (config-subif)#encapsulation dot1Q 20
RouterN (config-subif)#ip address xxx.yyy.kkk.www mmm.mmm.mmm.mmm
RouterN (config-subif)#exit
```

Nota: Deve saber para que servem todos os comandos que utilizar.

- b) Atribuir o nome aos *routers/switches* com o comando `hostname`:

```
Router(config)# hostname RouterN
RouterN(config)#
```

- c) Configure uma mensagem inicial para quem entra no equipamento:

```
RouterN (config)# banner login ^C
---                               Router N                               ---
--- -----
---      UNAUTHORISED ACCESS IS PROHIBITED      ---
--- Entradas nao autorizadas sao punidas por lei ---
---      (lei 109/2009 de 15 de Setembro)        ---
^C
```

- d) Salve as configurações no *router* não se esquecendo da primeira vez de verificar se ficou mesmo salvo, se funcionou:

RouterN# copy running-config startup-config ou apenas *RouterN# write*

- e) Verifique se a conetividade entre os PC de diferentes VLAN está de acordo com as regras anteriormente indicadas. Pode utilizar o *Ping*. Caso tenha problemas, faça o *troubleshooting* para verificar se o problema está na *vlan/rede* (possível causa nos *switches/vlan* não criadas/passadas; portas em *access/trunks* ou a própria configuração dos PC/endereço/máscara do PC/GW)) execute um *ping* ao seu GW ou utilize um *traceroute* para verificar em que “hop” está o problema. Se estiver a tentar “pingar” o PC7 do PC5 e se cada PC possuir conetividade com o seu GW, então o problema estará no *router*. Pode usar comandos como:

show arp	: Shows the Address Resolution Protocol
show mac-address-table	: Shows the MAC Address Table
tracert <ip address>	: Execute a traceroute to a destination
ip show interface <interface> <number>	: Interface status and configuration
show ip interface brief	: Brief summary of IP interface status and configuration

(Nota: As alíneas seguintes desta pergunta são opcionais. O auxílio por parte do seu docente será mínimo. Deixe-as para o fim.)

- f) **[Opcional]** Ativar o modelo AAA e definir que a autenticação é local:

```
RouterN (config)# aaa new-model
RouterN (config)# aaa authentication login default local
```

- g) **[Opcional]** Configurar um *username* e *secret* bem como proteger o modo de *enable* da forma mais segura possível. (Se não usar *password/secret* de nível 5, garanta que pelo menos o serviço de encriptação de *passwords* está ativo - *service password-encryption*)

Nota: Como *username* e *passwords*, use sempre "isrl".

- h) **[Opcional]** Ativar o acesso via protocolo SSH

```
RouterN (config)# ip ssh version 2
RouterN (config)# ip domain name ri.pt
RouterN (config)# crypto key generate rsa
RouterN (config)# ip ssh time-out 60
```

- i) **[Opcional]** Configure de forma correta as *lines* de consola e *vty*, para garantir que o *router* não interrompe com mensagens de *debug* e outras a introdução de comandos através do CLI (*logging synchronous*); o tempo de uma sessão seja no máximo 30 minutos (*exec-timeout 30 0*); o acesso por *telnet* não é permitido, apenas por SSH (*transport input ssh*); é escolhido o tamanho máximo do *buffer* para os comandos introduzidos na CLI (*history size 256*). Nota importante: Ainda faltava configurar nas *lines vty access-control-lists* que permitissem o acesso a estas apenas a partir de determinadas redes, mas este tipo de conteúdo é lecionado em TAR.

- j) **[Opcional]** Realize as configurações necessárias para que seja possível aceder por SSH/Gestão ao SW_DC. Teste o acesso. Realizado no PT fazer ssh a partir do RouterA para o SW_DC para testar

- 4) Implemente a topologia da Empresa B, sabendo que o ISP forneceu a esta duas redes blocos de endereços IPv4 /24, mas que para efeitos de racionamento de endereçamento a Empresa B utiliza apenas a primeira /27 de cada bloco, onde N representa o número do grupo.

Nº Vlan	Nome	IP do Gateway	Rede	PCs
20	Servidores	172.32.N.30	172.32.N.0/27	Server1
40	Engenharia	172.32.N+1.30	172.32.N+1.0/27	PC1, PC2

- 5) Implemente a topologia do ISP de interligação com os clientes:

- a) O ISP utiliza duas redes /30 (P2P em *layer3*) de interligação entre os seus *routers* e o de cada empresa. As redes e respetivas VLAN são:

- i) Vlan 90 (EmpresaA) -> 10.20.N.0/30
- ii) Vlan 95 (EmpresaB) -> 10.20.N.4/30

Construa os caminhos das VLAN na malha de *switches* (configurando as interfaces em *trunk* ou *access* quando necessário), sabendo que para efeitos de redundância de camada 2, o ISP construiu um circuito entre as duas empresas, logo este é para ser usado caso necessário. No caso de falha de um equipamento deve ser possível manter o serviço mesmo que haja troços que fiquem com tráfego maior. **No endereço IP, "N" corresponde ao número do grupo.**

- b) Atribua o endereçamento IP ao Router1, Router3, RouterA e RouterB, sabendo que os *routers* do lado do ISP possuem sempre os primeiros endereços IP disponíveis na respetiva rede. Teste a conectividade ponto a ponto (R1->RA e R3->RB).
- c) Configure no ISP:
- O modo de STP é o *Per-Vlan spanning tree*.
 - O Swdistribution-1 é a Root Bridge (RB) *primary* da *vlan 90* e RB *secondary* da *vlan 95*.
 - O Swdistribution-2 é a RB *primary* da *vlan 95* e *secondary* da *vlan 90*.
 - Faça “prune” nos *trunks* da topologia de *switching* do ISP para que apenas passem nos *trunks* as VLAN necessárias/utilizadas. Qual a vantagem/objetivo?
 - Verifique quantas árvores de STP estão presentes?
 - vi) Indique as portas bloqueadas da *vlan 90* e *95*. Justifique o bloqueio nestas portas.
- 6) Configurar o *routing* estático. No final deste ponto, os PC com comunicação para o exterior da EmpresaA devem conseguir pingar o Router1 e os PC da EmpresaB devem conseguir pingar o Router3.
- Configure nos *routers* das empresas as rotas estáticas *default*. Qual o “next-hop” destas rotas? Qual o objetivo?
 - Neste momento os PC das empresas já conseguem pingar o seu respetivo *router* do ISP? Justifique.
 - Configure as rotas estáticas que entender necessárias no R1 e R3 para que exista conectividade entre estes e as redes atribuídas a cada empresa. Qual o objetivo desta configuração?
- 7) Implementação do RIPv2 e conectividade global à Internet: No final deste ponto deve existir conectividade entre os PC das empresas e a Internet.
- Adicione os equipamentos Swcore e Router2 à topologia e as respetivas ligações como indica a figura.
 - Foi atribuída a rede 10.0.0.0/26 ao *core* do ISP. Configure as *interfaces* de cada *router*.
 - É necessário efetuar alguma configuração do Swcore? Porquê?
 - Configure o RIP no *core* do ISP com os seguintes objetivos:
 - Pretende-se que seja *classless* e que utilize a versão 2 do RIP.
 - Que forme vizinhos apenas nas *interfaces* viradas para o *core*.
 - Necessita de colocar o R1 e R3 a anunciar para os seus vizinhos que participam no RIP as rotas estáticas que possuam.
 - O R2 propaga automaticamente a rota por omissão (*default*) através do RIP para o R1 e R3?
 - Configure a *interface* loopback0 no R2 com o ip 8.8.8.8/32, simulando desta forma a Internet.
 - É necessário colocar a rede 8.8.8.8/32 no RIP? Porquê?
 - O trabalho está completo quando existir a conectividade global prevista no enunciado com a redundância possível com os equipamentos utilizados.

Bibliografia

- Documentos de apoio da UC e material fornecido pelo seu docente
- VLAN Configuration Guide, Cisco IOS Release 15.2:
(https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960x/software/15-2_2_e/vlan/configuration_guide/b_vlan_1522e_2960x_cg.html)
- STP/RSTP , Cisco IOS Release 15.2:
(https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960/software/release/15-2_2_e/configuration/guide/b_1522e_2960_2960c_2960s_2960sf_2960p_cg/b_1522e_2960_2960c_2960s_2960sf_2960p_cg_chapter_010000.html)