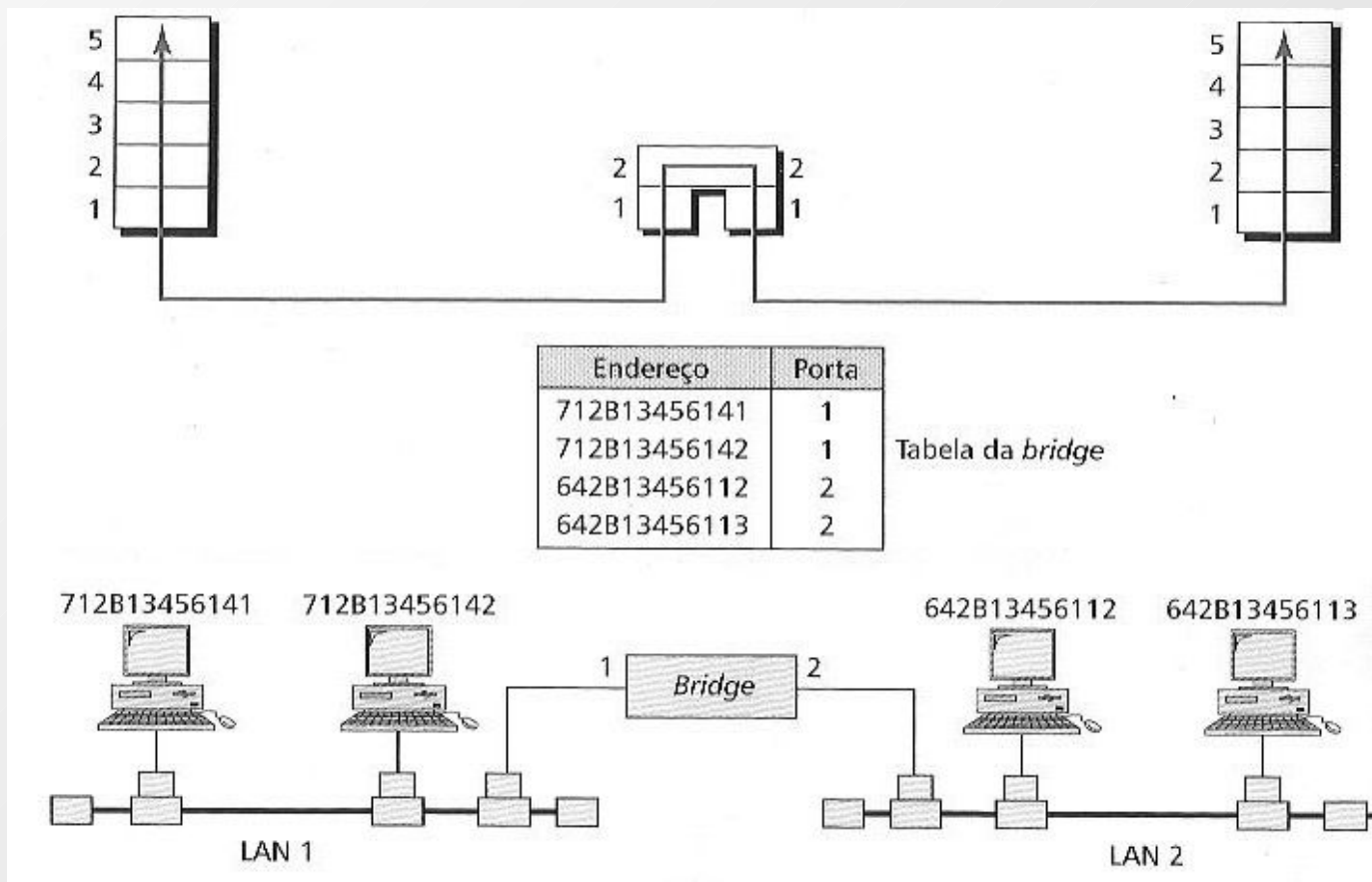


# **Redes Locais: Interligação de LANs e STP**

# Interligando LANs

## **Pontes e switches: ativos de camada de enlace**



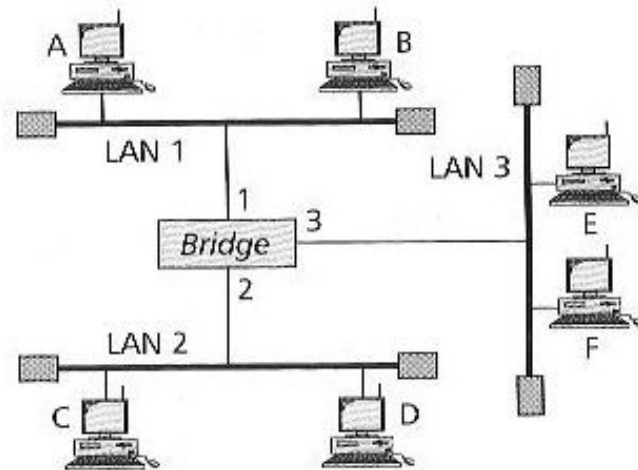
# Interligando LANs

Pontes e switches: aprendem que estações estão em cada porta

Mas pode haver problemas !

Considere a existência de laços na rede ...

Regida pela norma IEEE 802.1d



Endereço	Porta

a. Original.

Endereço	Porta
A	1

b. Após uma transmissão de A para D.

Endereço	Porta
A	1
E	3

c. Após uma transmissão de E para A.

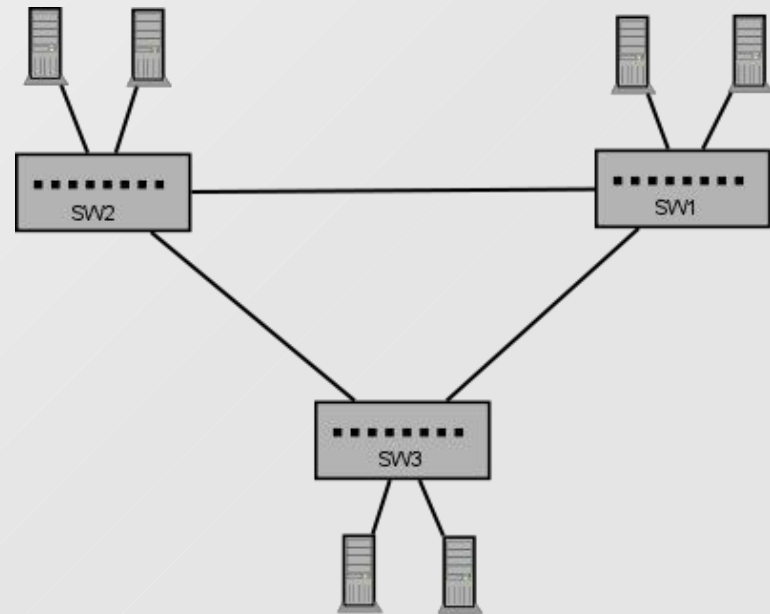
Endereço	Porta
A	1
E	3
B	1

d. Após uma transmissão de B para C.

# Interligando LANs

## **Pontes e switches: enlaces redundantes**

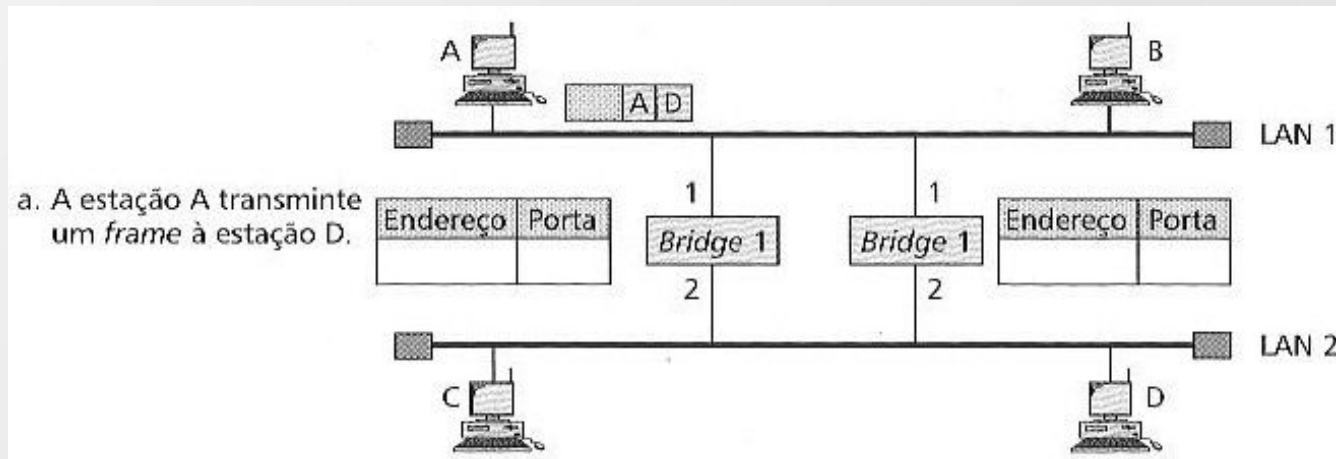
- Prover enlaces de backup – tolerância a falhas na rede
- Esses enlaces formam loops
- Quadros em *broadcast* ficam circulando eternamente no loop
- Switches aprendem erroneamente localização de estações



# Interligando LANs

## **Pontes e switches: enlaces redundantes**

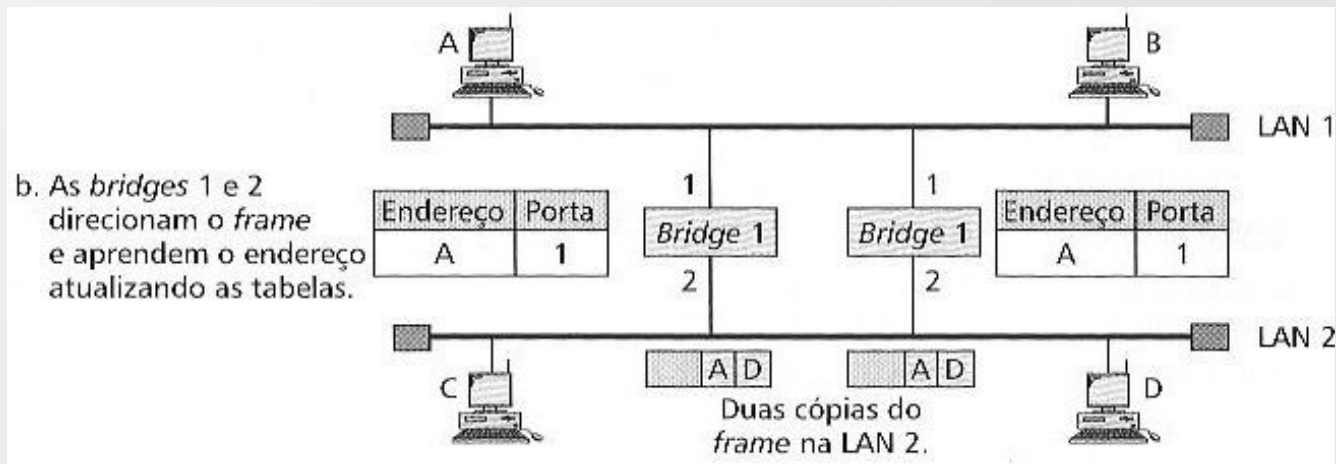
- Estação A envia para estação D: ambas pontes recebem o quadro na LAN1



# Interligando LANs

## **Pontes e switches: enlaces redundantes**

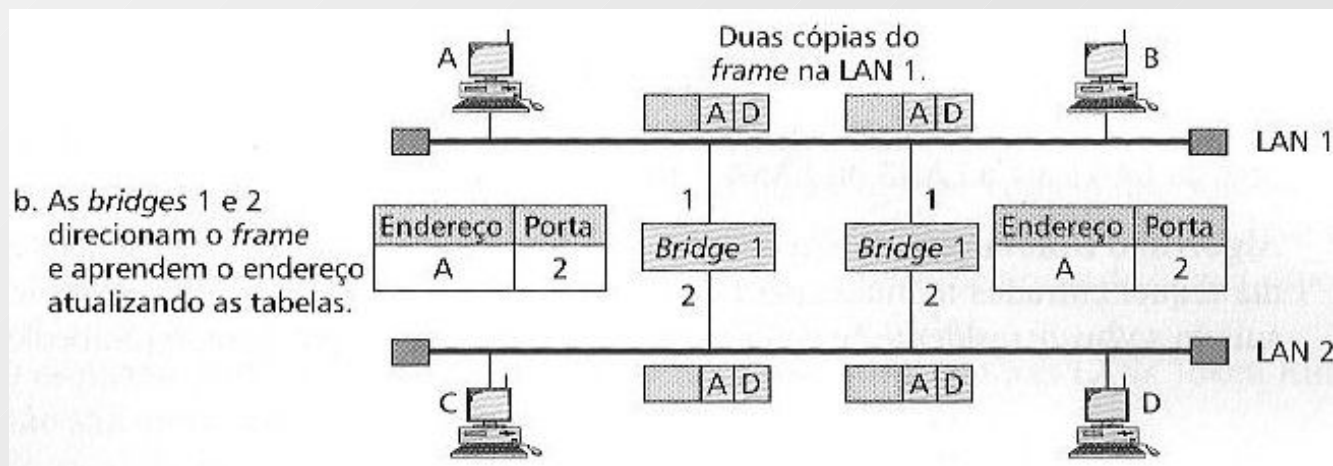
- Ambas pontes aprendem que A está na LAN1
- Ambas encaminham o quadro para a LAN2: duas cópias do quadro original aparecem na LAN2



# Interligando LANs

## **Pontes e switches: enlaces redundantes**

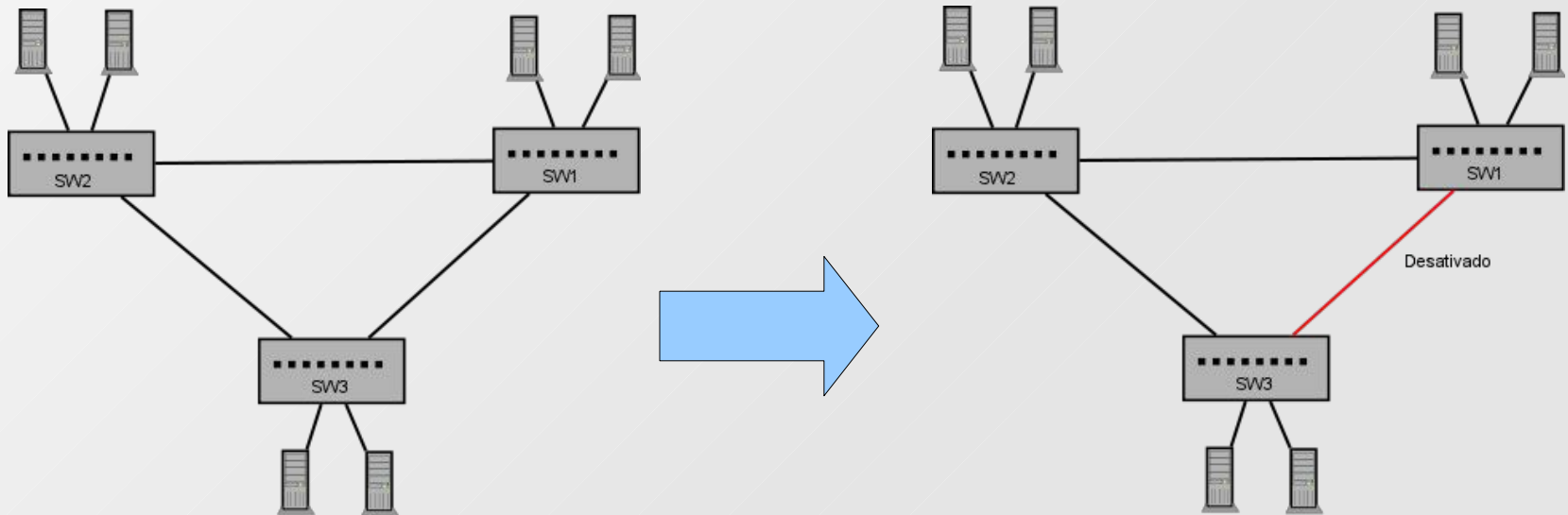
- Cada ponte recebe na LAN2 a cópia do quadro encaminhada pela outra ponte
- Cada ponte agora pensa que A está na LAN2 !
- Além disto, cada ponte encaminha uma cópia do quadro de volta para a LAN1
- O processo continua indefinidamente ...



# Interligando LANs

## **Pontes e switches: problema dos loops**

- Solução usada: desativar enlaces administrativamente para quebrar os *loops* ...
  - *Problema*: quais enlaces devem ser desativados ?





# *Interligando LANs*

## ***Pontes e switches: Algoritmo Spanning Tree***

- Gera uma topologia sem laços (em árvore)
  - Faz-se com que exista apenas um caminho entre cada par de estações
- Cria-se assim uma topologia lógica sobreposta à topologia física
- Usa prioridades para identificar a raiz da árvore
- Usa métrica baseada em custo para selecionar os enlaces a serem preservados

# *Interligando LANs*

## ***Pontes e switches: Algoritmo Spanning Tree***

- Processo em quatro etapas:
  1. Cada ponte recebe um ID. Aquela com menor ID deve se tornar a ponte raiz.
  2. Identifica-se em cada ponte a porta com menor custo até a ponte raiz, chamada de porta raiz.
  3. Identifica-se em cada LAN a ponte com menor custo até a raiz. Esta será a ponte designada, e a porta que a conecta à LAN será a porta designada.
  4. As portas designadas e raiz serão marcadas como portas de encaminhamento (encaminha quadros recebidos), e as demais portas serão portas bloqueantes (não os encaminha).

# Interligando LANs

## ***Pontes e switches: Protocolo Spanning Tree***

- Protocolo *Spanning Tree* (STP) o implementa de forma automática e distribuída
- Em redes IEEE 802: definido na norma IEEE 802.1D (versão atual: *802.1w RSTP – Rapid STP*)
- *Requisitos para o STP:*
  - Um endereço MAC *multicast* para o protocolo (*Bridge Group Address = 01:80:C2:00:00:00*)
  - Um ID único para cada ponte
  - Um ID único para cada porta, no escopo da ponte que a possui

# Interligando LANs

## **Pontes e switches: STP**

- Informações necessárias pelo RSTP:
  - Prioridade relativa de cada ponte na rede
  - Prioridade relativa de cada porta em uma ponte
  - O *custo de caminho* de cada porta
- *RSTP configura o estado de cada porta nas pontes:*
  - *Forwarding*: porta encaminha quadros e aprende endereços
  - *Learning*: porta apenas aprende endereços MAC
  - *Blocking*: porta não encaminha quadros recebidos
  - *Discarding*: porta não aprende endereços, nem encaminha quadros

# Interligando LANs

## ***Pontes e switches: funcionamento do STP***

- 1. *Seleciona a ponte raiz:*** ponte com menor ID; se duas pontes tiverem mesmo ID, vence aquela com menor endereço MAC
- 2. *Determina os caminhos de menor custo até a raiz:*** custo de caminho é a soma dos custos de cada segmento até a raiz
  - ✓ **Porta raiz:** porta de uma ponte com menor custo até a raiz
  - ✓ **Porta designada:** porta que dá acesso à ponte com menor custo até raiz, no escopo de uma determinada LAN
- 3. *Desabilita todas as outras portas***

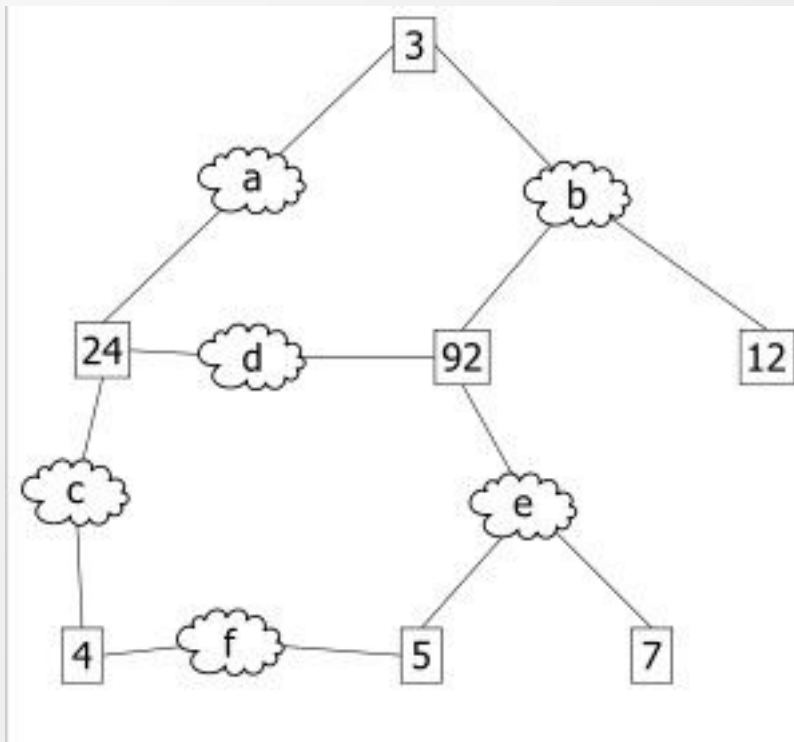
# Interligando LANs

<b>Data rate</b>	<b>STP Cost (802.1D-1998)</b>	<b>STP Cost (802.1t-2001)</b>
4 Mbit/s	250	5000000
10 Mbit/s	100	2000000
16 Mbit/s	62	1250000
100 Mbit/s	19	200000
1 Gbit/s	4	20000
2 Gbit/s	3	10000
10 Gbit/s	2	2000

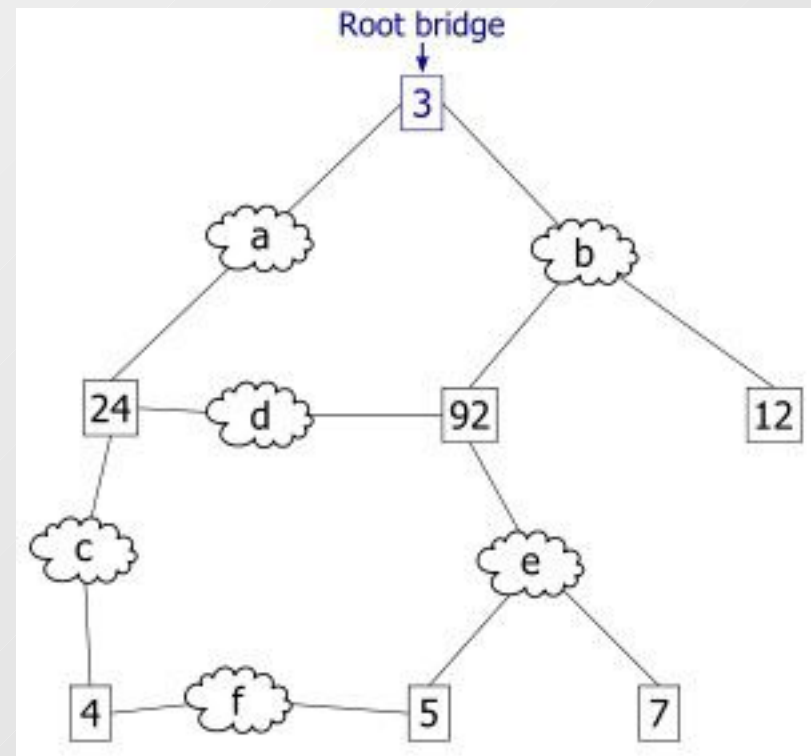
Custos de portas segundo norma IEEE 802.1D

# Interligando LANs

## ***Pontes e switches: exemplo de funcionamento do STP***



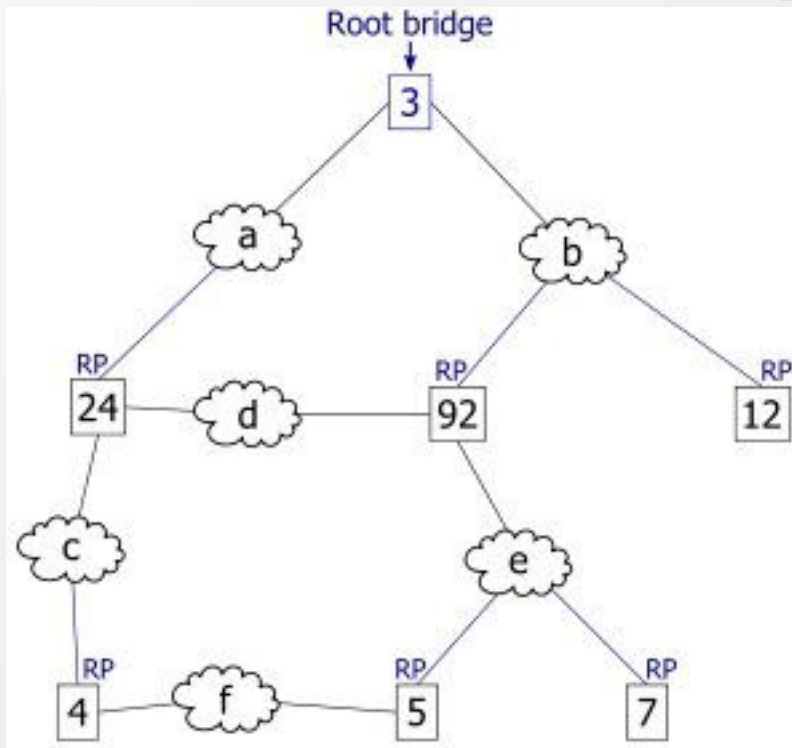
Início



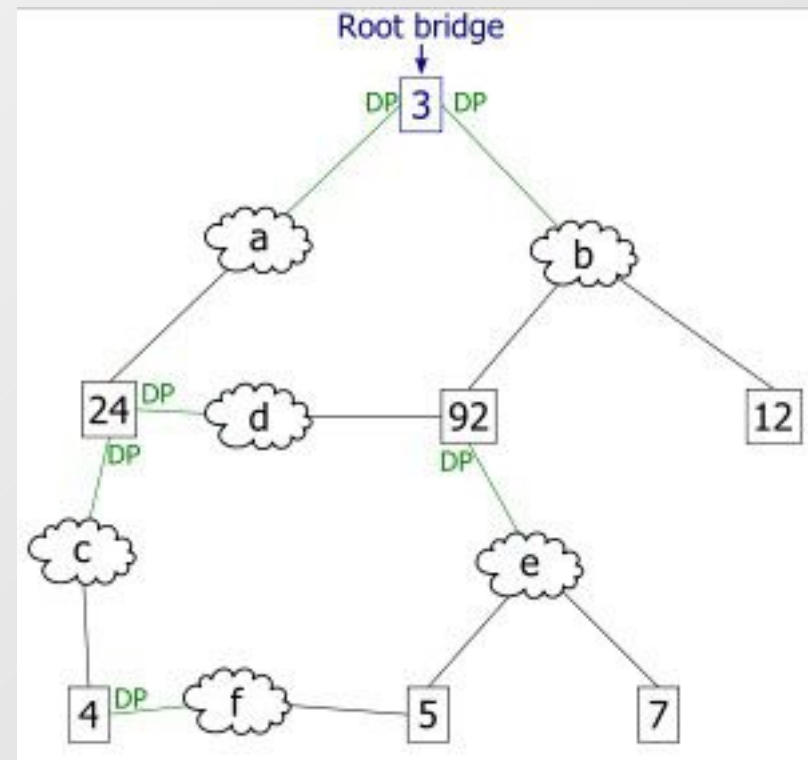
Ponte raiz escolhida

# Interligando LANs

## **Pontes e switches: exemplo de funcionamento do STP**



Portas raiz identificadas

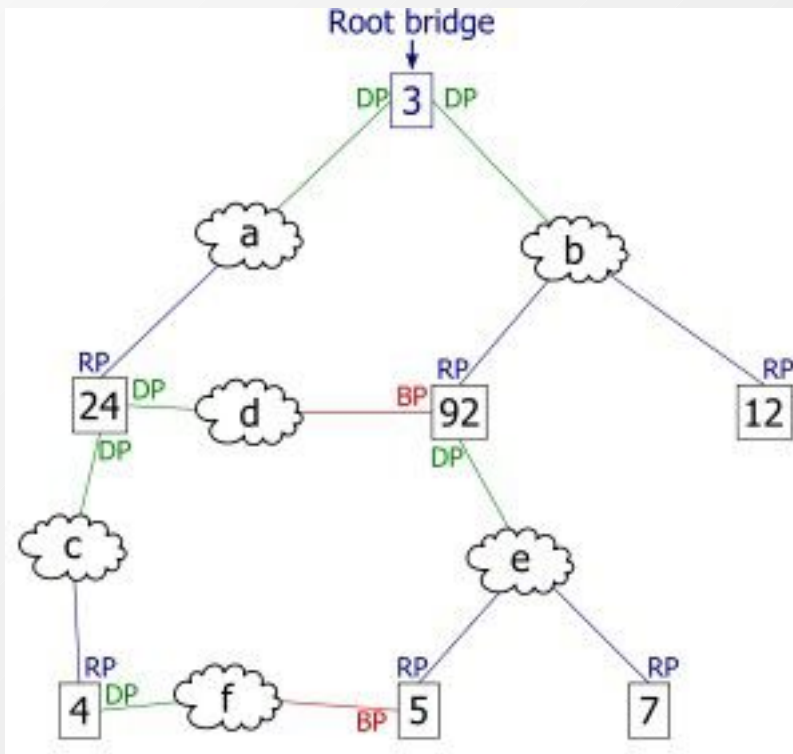


Portas designadas

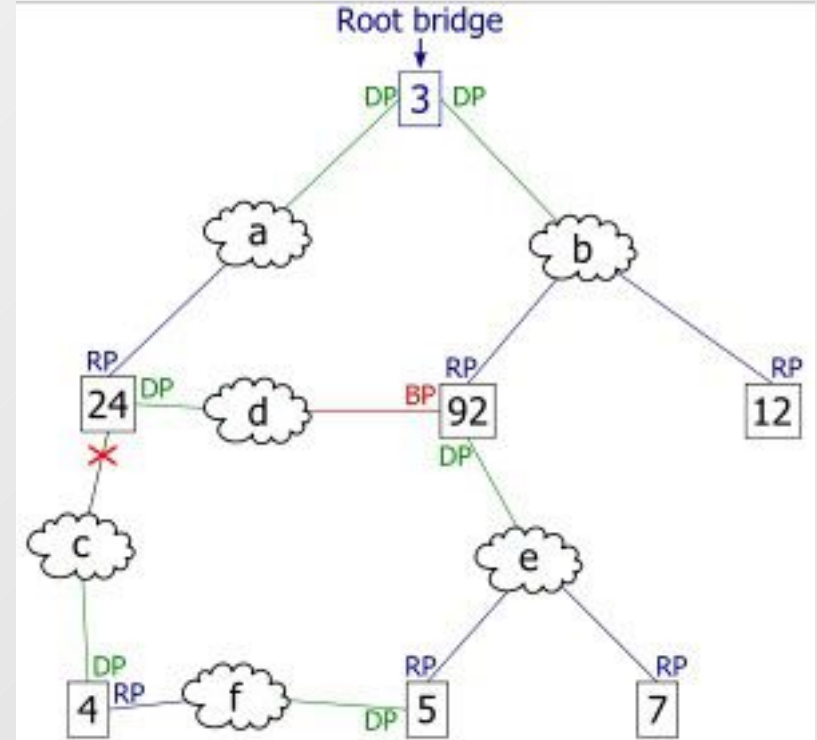


# Interligando LANs

## **Pontes e switches: exemplo de funcionamento do STP**



Portas bloqueadas



Falha de enlace e  
mudança de topologia

# Interligando LANs

## ***Pontes e switches: funcionamento do STP***

Mensagens representadas por BPDUs (*Bridge PDUs*):

- ***Configuration BDPUs***: para execução do Spanning Tree
- ***Topology Change Notification (TCN)***: anuncia mudança na topologia, sendo gerado por uma ponte comum e enviado para a ponte raiz
- ***Topology Change Notification Acknowledgment (TCA)***: enviado pela ponte raiz após o recebimento de um TCN
- BPDUs são enviadas regularmente (2 seg por default)

# Interligando LANs

## **Pontes e switches: funcionamento do STP**

Formato de BPDU:

Field Length,  
in Bytes



**Flag:** bit 0 indica TCN, e bit 1 indica TCA

**Root ID:** ID da raiz = prioridade (2 bytes) e MAC Address

**Root Path Cost:** custo até a raiz

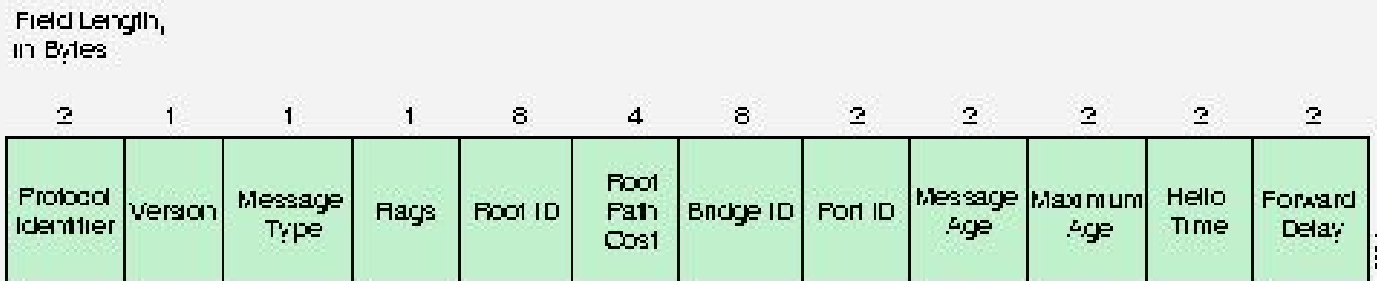
**Bridge ID:** ID da ponte que enviou o BPDU

**Port ID:** Identificador da porta na ponte

# Interligando LANs

## **Pontes e switches: funcionamento do STP**

Formato de BPDU (cont.):



**Message Age:** tempo desde última configuração enviada pela raiz

**Maximum Age:** quando esta mensagem deve ser apagada

**Hello Time:** intervalo entre configurações enviadas pela raiz

**Forward Delay:** tempo a esperar antes de mudar estados de portas