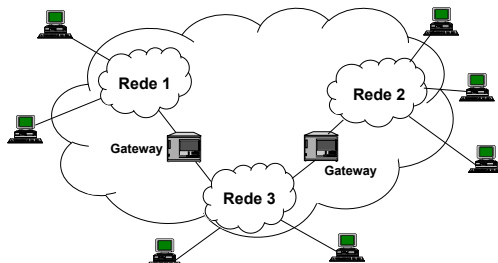


Estendendo, Segmentando e Interligando Redes

Profa. Débora Christina Muchaluat Saade
debora@midia.com.uff.br

1

Estendendo, Segmentando e Interligando Redes



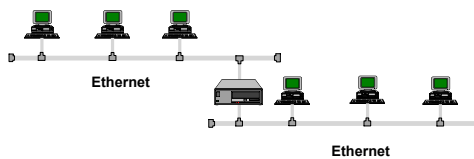
2

Gateways

- **Nível Físico:**
 - *repetidor*
- **Nível de Enlace:**
 - *ponte*
- **Nível de Rede:**
 - *roteador*
- **Nível de Transporte:**
 - *Gateway de Transporte*
- **Nível de Aplicação:**
 - *Gateway de Aplicação*

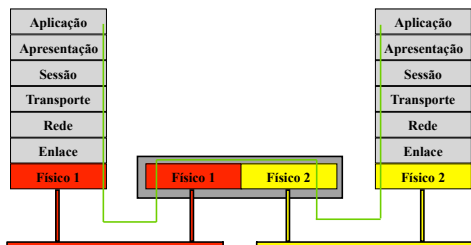
3

Repetidores



5

Repetidores



6

Repetidores

- Interligam níveis físicos diferentes com mesmo MAC (método de controle de acesso)
- Redes com protocolo de acesso baseado em contenção
 - *o repetidor detecta colisão em um segmento e sinaliza no outro*
 - *ao computar o tamanho mínimo do pacote em redes CSMA/CD, levar em consideração o retardo introduzido pelos repetidores*

7

Repetidores

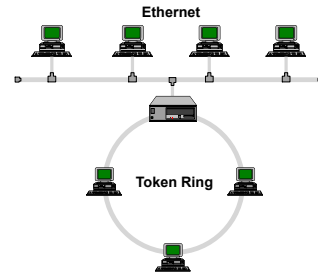
Redes de Computadores

- Não pode haver um caminho fechado de repetidores
- Gera tráfego extra inútil quando o pacote não é inter-segmento

8

Pontes

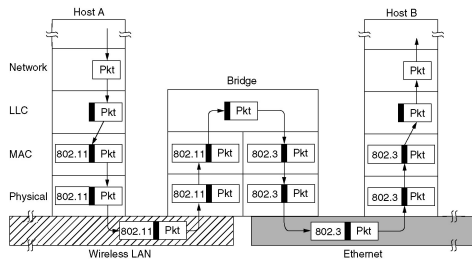
Redes de Computadores



9

Bridges from 802.x to 802.y

Redes de Computadores



Operation of a LAN bridge from 802.11 to 802.3.

10

Pontes

Redes de Computadores

- Interligam redes com níveis MAC distintos
- Vantagens
 - *expansão*
 - número limitado de estações
 - comprimento limitado do meio físico de transmissão
 - *confiabilidade*
 - *segurança*
 - *desempenho*

12

Pontes

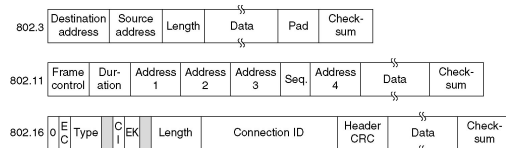
Redes de Computadores

- Conversões entre formatos (802.3, 802.4, 802.5, 802.11)
 - *tempo de processamento*
 - *novo cálculo de CRC*
 - *probabilidade de erros*
 - *taxas de transmissão diferentes*
 - *cálculo dos temporizadores das camadas superiores para reconhecimento dos quadros*
- Problemas
 - *esquemas de prioridade diferentes*
 - *tamanho máximo de quadros diferentes*

14

Bridges from 802.x to 802.y (2)

Redes de Computadores



The IEEE 802 frame formats. The drawing is not to scale.

15

Padrão IEEE 802.1D

Redes de Computadores

• Pontes Transparentes

- *Opcionalmente implementam roteamento na origem (source routing)*

17

Pontes Transparentes

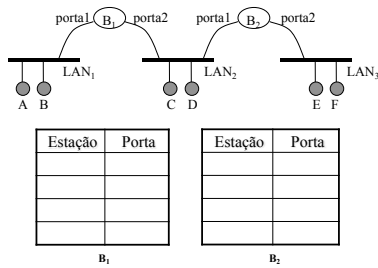
Redes de Computadores

- Desenvolvida originalmente pela Digital Equipment Corporation e adotado pelo comitê 802.1
- **Transparência:** LANs não são modificadas ao serem interconectadas por esse tipo de ponte
- Operam em modo promiscuo com esquema de transmissão *store-and-forward*
- Tabela de rotas atualizada dinamicamente
 - *começa vazia e é preenchida à medida que chegam os quadros (learning bridges)*
 - *entradas na tabela são atualizadas com anotação da hora*
 - periodicamente, processo limpa entradas não utilizadas há algum tempo

18

Pontes Transparentes - Exemplo

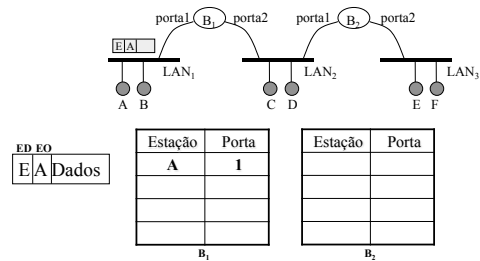
Redes de Computadores



20

Pontes Transparentes - Exemplo

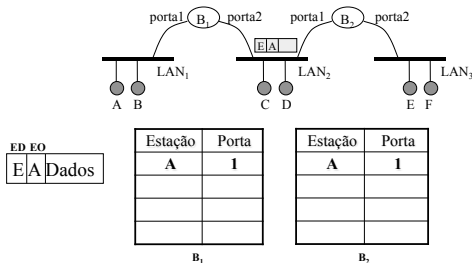
Redes de Computadores



21

Pontes Transparentes - Exemplo

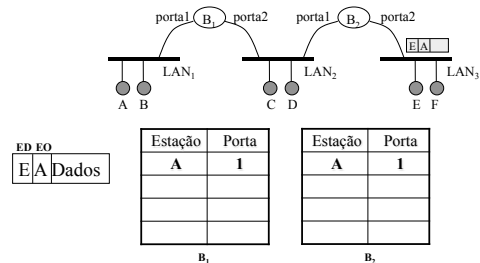
Redes de Computadores



22

Pontes Transparentes - Exemplo

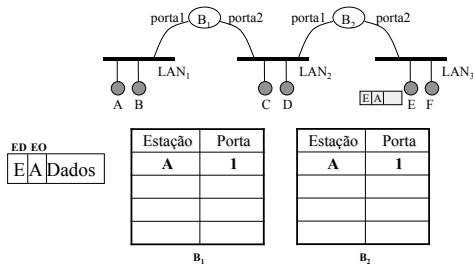
Redes de Computadores



23

Pontes Transparentes - Exemplo

Redes de Computadores



ED EO
E|A|Dados

Estação	Porta
A	1

B₁

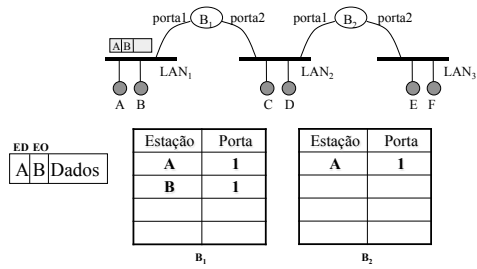
Estação	Porta
A	1

B₂

24

Pontes Transparentes - Exemplo

Redes de Computadores



ED EO
A|B|Dados

Estação	Porta
A	1
B	1

B₁

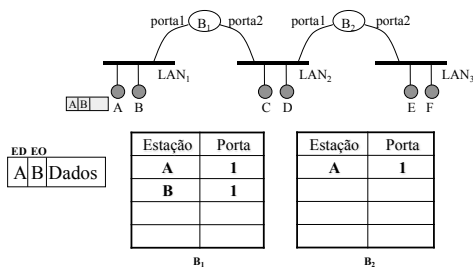
Estação	Porta
A	1

B₂

25

Pontes Transparentes - Exemplo

Redes de Computadores



ED EO
A|B|Dados

Estação	Porta
A	1
B	1

B₁

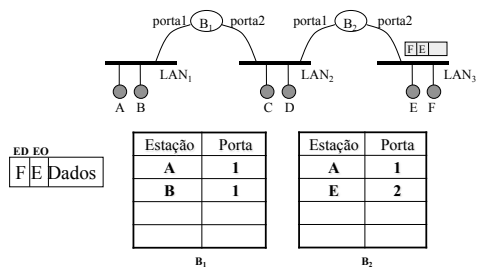
Estação	Porta
A	1

B₂

26

Pontes Transparentes - Exemplo

Redes de Computadores



ED EO
F|E|Dados

Estação	Porta
A	1
B	1

B₁

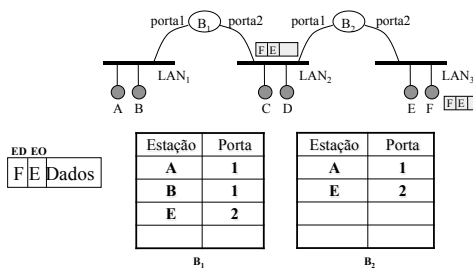
Estação	Porta
A	1
E	2

B₂

27

Pontes Transparentes - Exemplo

Redes de Computadores



ED EO
F|E|Dados

Estação	Porta
A	1
B	1
E	2

B₁

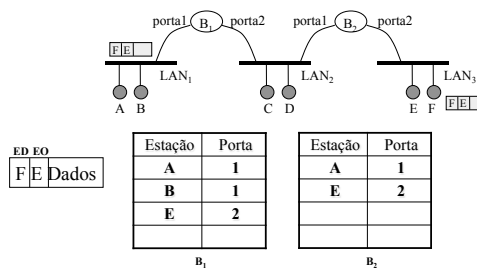
Estação	Porta
A	1
E	2

B₂

28

Pontes Transparentes - Exemplo

Redes de Computadores



ED EO
F|E|Dados

Estação	Porta
A	1
B	1
E	2

B₁

Estação	Porta
A	1
E	2

B₂

29

Pontes Transparentes - Exemplo

Redes de Computadores

ED	EO
D	C
Dados	

Estação	Porta
A	1
B	1
E	2
C	2

Estação	Porta
A	1
E	2
C	1

30

Pontes Transparentes - Exemplo

Redes de Computadores

ED	EO
D	C
Dados	

Estação	Porta
A	1
B	1
E	2
C	2

Estação	Porta
A	1
E	2
C	1

31

Pontes Transparentes

Redes de Computadores

```

    graph TD
      Start[Recebeu quadro sem erro na porta X] --> ED{ED encontrado na tabela?}
      ED -- NÃO --> Retransmit[Retransmite pacote em todas as portas exceto a porta X]
      ED -- SIM --> Port{Porta de saída = X?}
      Port -- NÃO --> Retransmit
      Port -- SIM --> Send[Retransmite pacote na porta de saída]
      Send --> EO{EO encontrado na tabela?}
      EO -- NÃO --> Inclui[Inclui EO, porta X e o tempo na tabela]
      EO -- SIM --> Atualiza[atualiza porta X e tempo na tabela]
      Inclui --> FIM[FIM]
      Atualiza --> FIM
  
```

32

Pontes Transparentes

Redes de Computadores

- Problema:**
 - Quando a conexão das LANs através de pontes forma um caminho fechado

33

Pontes Transparentes

Redes de Computadores

- Problema:**
 - Quando a conexão das LANs através de pontes forma um caminho fechado
- Solução:**
 - Computar caminho único entre cada par de LANs
 - SPANNING TREE
 - Para todo grafo conexo, consistindo em nós e arcos conectando pares de nós (as LANs são os nós, e as pontes, os arcos do grafo), existe uma árvore de arcos que estende-se sobre o grafo, que mantém a conectividade do grafo, porém não contém caminhos fechados

34

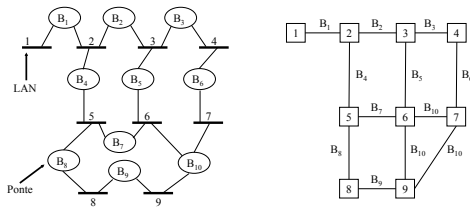
Pontes Transparentes - Spanning Tree

Redes de Computadores

35

Pontes Transparentes - Spanning Tree

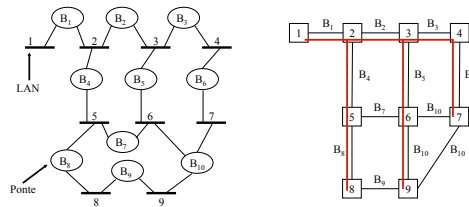
Redes de Computadores



38

Pontes Transparentes - Spanning Tree

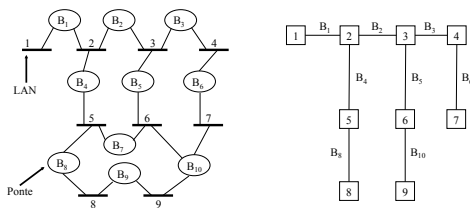
Redes de Computadores



37

Pontes Transparentes - Spanning Tree

Redes de Computadores



- As pontes passam a só propagar os quadros que são recebidos em portas que fazem parte da spanning tree.

38

Pontes Transparentes - Spanning Tree

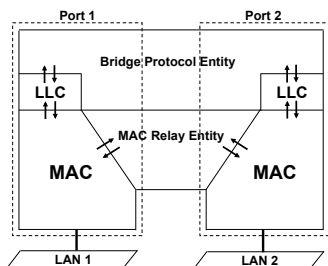
Redes de Computadores

- Spanning Tree computada dinamicamente
- As pontes trocam mensagens de configuração, difundindo essas mensagens nas LANs onde estão conectadas
 - mensagens são enviadas para o SAP de destino 01000010, com informações de (ID_Raiz, ID_Ponte, Custo), onde custo é o número de saltos
 - ID_Ponte – menor MAC entre suas portas ou outro endereço de 48 bits e ainda 2 bytes de prioridade

39

Arquitetura das Pontes IEEE 802.1D

Redes de Computadores



40

Pontes Transparentes - Spanning Tree

Redes de Computadores

- As pontes elegem a raiz da árvore: ponte com menor endereço (ID_Ponte)
- Cada ponte computa o seu menor caminho para a raiz
- As mensagens de configuração têm tempo de vida
- A raiz, de tempos em tempos, envia novas mensagens de configuração
- Se uma ponte ou rede falhar, computa nova árvore

41

Pontes Transparentes

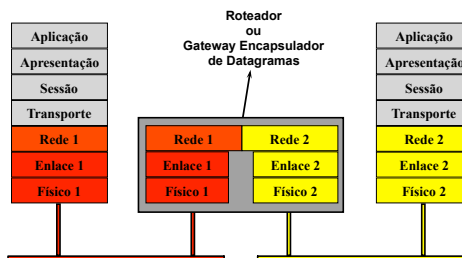
Redes de Computadores

- **Vantagem**
 - *Facilidade de instalação*
- **Desvantagem**
 - *Não utiliza a largura de banda da rede de forma ótima, pois só usa um subconjunto da topologia (spanning tree)*

42

Roteadores

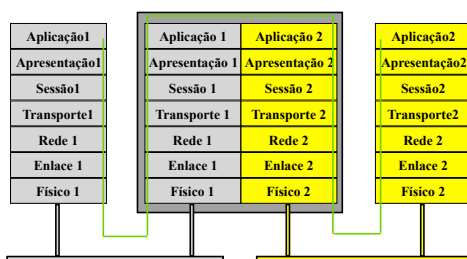
Redes de Computadores



43

Gateways

Redes de Computadores



46

Hubs

Redes de Computadores

- Repetidores multiporta (não são *store-and-forward*)
- Também chamados de *switch nível 1*
- Melhoram a confiabilidade da rede com relação à disposição do cabeamento
- Hub inteligente (*Learning Hub*)
 - *só transmite o quadro para a porta onde a estação destino se encontra*
 - *transmite sinal de colisão nas demais portas*
 - *pode ser visto como um aspecto de segurança na rede (uma estação não recebe os pacotes das outras)*
 - *mais de uma estação pode estar conectada na mesma porta (cascateamento de hubs)*
 - *não implementa spanning tree => não pode haver ciclos na topologia*

47

Switches

Redes de Computadores

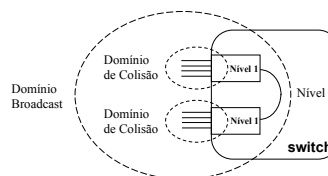
- *"A marketing term that means fast."* - R. Perlman
- Também chamados de *switch nível 2* ou ainda *smart hubs*
- Pontes multiporta (*store-and-forward*)
 - *transmite o quadro apenas na porta interessada*
 - *não existe mais colisão*
 - *implementam spanning tree*
 - *permite compatibilizar portas com diferentes velocidades (ex.: 10 e 100 Mbps)*
 - *aumenta a banda passante agregada da rede, pois permite comunicações em paralelo*
 - **store-and-forward:**
 - *armazena todo o quadro antes de passá-lo adiante, verificando CRC*
 - **cut-through forwarding:**
 - *armazena só o endereço destino do quadro antes de passá-lo adiante*
 - *cuidados devem ser tomados quando as portas possuem velocidades diferentes*

48

Switches

Redes de Computadores

- Alguns implementam *switching nível 1 e nível 2*



- Se nível 3 envia pacote broadcast (ARP), ele será entregue a todas as portas do domínio broadcast

49

Switch

Redes de Computadores

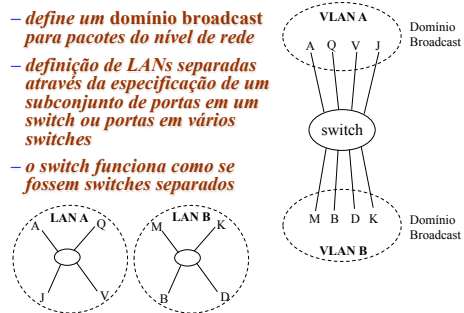
- **R. Perlman:**
 - “I never know what to say when someone comments that switches have replaced bridges and routers. A switch is just a generic term that has come to mean a box that moves data quickly. Some of them (layer 2 switches) are bridges. Others (layer 3 switches) are routers. So this is not a meaningful statement”.

50

VLAN

Redes de Computadores

- **Virtual LAN**
 - define um domínio broadcast para pacotes do nível de rede
 - definição de LANs separadas através da especificação de um subconjunto de portas em um switch ou portas em vários switches
 - o switch funciona como se fossem switches separados

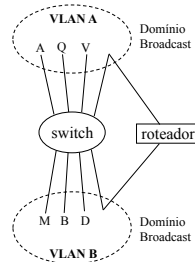


51

VLAN

Redes de Computadores

- **Virtual LAN**
 - para interligar diferentes VLANs, é necessário um elemento a mais - roteador
 - o roteador também pode estar implementado no próprio switch (não ocupa uma porta em cada VLAN que interliga)



52

Mapeando portas em VLANs

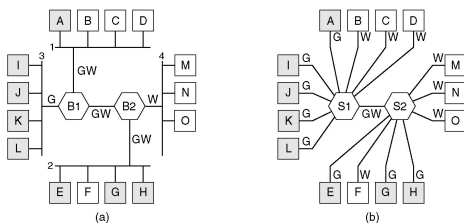
Redes de Computadores

- **O mapeamento de portas em VLANs pode ser feito através de configuração no switch:**
 - porta => VLAN
 - endereço MAC => VLAN (determina dinamicamente o mapeamento porta/VLAN quando identifica em que porta está o endereço MAC)
 - endereço IP => VLAN (determina dinamicamente o mapeamento porta/VLAN baseado no endereço IP de origem do datagrama recebido por uma porta)
 - tipo do protocolo => VLAN (determina dinamicamente o mapeamento porta/VLAN quando identifica o tipo do protocolo ou DSAP do cabeçalho do quadro de enlace)

54

Virtual LANs (2)

Redes de Computadores

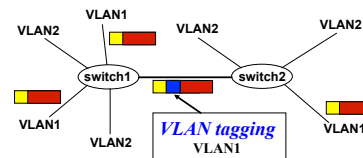


- (a) Four physical LANs organized into two VLANs, gray and white, by two bridges. (b) The same 15 machines organized into two VLANs by switches.

56

Ligação Switch-Switch

Redes de Computadores



É necessário um *VLAN tag* na comunicação entre switches para identificar a VLAN a que se destina o pacote (VLAN ID tem 12 bits)

57

VLAN *tagging* em Redes IEEE802.3/Ethernet

Redes de Computadores

