

Engenharia de Computação
Disciplina: Redes de Computadores II – 8º Período
Professor: José Maurício S. Pinheiro

AULA 5 - Switching

Uma rede corporativa permite que todos os funcionários da empresa estejam ligados entre si, aos clientes, aos parceiros de negócio, às aplicações importantes e à Internet. A vantagem é o fácil acesso e compartilhamento de informações e aplicações entre todos os membros. A atual demanda por maior largura de banda afeta principalmente o backbone e em menor escala os segmentos da Rede Local. Quando a carga na rede é muito alta, o resultado é um grande número de colisões e frames que se perdem, o que reduz a produtividade dos usuários, um fenômeno conhecido por congestionamento. Uma das possíveis soluções para o problema é segmentar a rede de tal forma que a quantidade de estações por segmento seja pequena o suficiente para evitar que este congestionamento ocorra.

A utilização de tecnologias de *switching* permite fornecer aos funcionários, mesmo aos que se encontram em localizações remotas, acesso a todas as aplicações, informações e ferramentas corporativas. Com todos os funcionários ligados às mesmas ferramentas, é possível aumentar a produtividade dos mesmos. Essa solução permite o conceito de “Switch”, que é uma evolução do conceito de bridge.

1. PONTES E CHAVEADORES

O objetivo de uma ponte ou *bridge* é fazer a segmentação de uma rede local e permitir que o nível de colisão nos segmentos da rede seja aceitável para que o usuário trabalhe normalmente. Uma *bridge* pode repassar o frame recebido em uma porta e transmiti-lo em uma ou mais portas. Entretanto, enquanto a bridge suporta apenas uma conexão de cada vez, não podendo fazer conexões simultâneas, o switch permite fazer uma quantidade muito grande de conexões simultâneas.

Reconhecendo as limitações de operação das *bridges*, os fabricantes incorporaram a tecnologia de *switching* em um equipamento chamado de *Intelligent Switching Hub* ou *Switch*. Este equipamento foi desenvolvido baseado na tecnologia que utiliza uma matriz de comutação originalmente empregada em sistemas de telecomunicações. Adicionando memória para armazenar uma tabela de endereços, os frames podem ser lidos simultaneamente e encaminhados pela estrutura de comutação para a porta de saída correspondente.

Um *switch* consiste de buffers, uma tabela de endereços (BAT), lógica e uma estrutura de comutação que permite que frames entrando em uma porta sejam roteados para qualquer porta do *switch*. O endereço de destino no frame é utilizado para determinar a porta associada com o endereço de origem através de uma pesquisa na tabela de endereços (Figura 1).

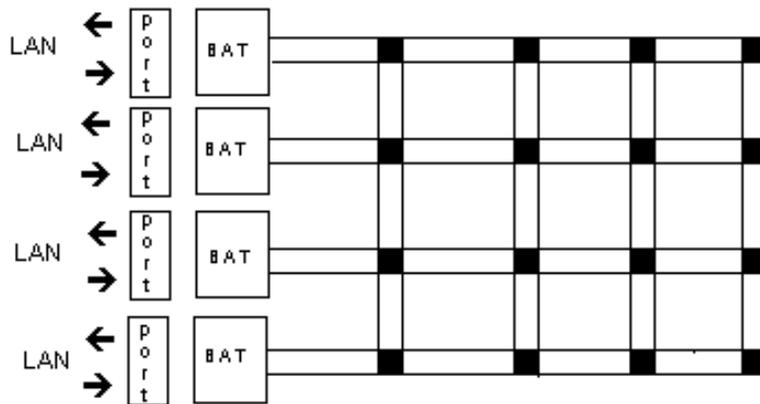


Figura 1 - Componentes básicos de um switch

No método que permite que o endereço de destino seja comparado em uma tabela de endereços e associado a um número de porta; quando a igualdade ocorre entre o endereço de destino de um frame e o endereço de uma porta da tabela de endereços, o frame é copiado para o switch e roteado através da estrutura de comutação para a porta de destino, onde é colocado na rede que está conectada àquela porta. Se a porta de destino está em uso devido a uma conexão estabelecida anteriormente, o frame é mantido na memória (buffer) até que o switch possa encaminhá-lo para o destino.

Para ilustrar a construção e utilização de uma tabela de endereços de uma porta, assumir a utilização de um switch de quatro portas, com uma estação conectada em cada porta. O endereço MAC de cada estação é dado por A, B, C e D como indicado na Figura 2.

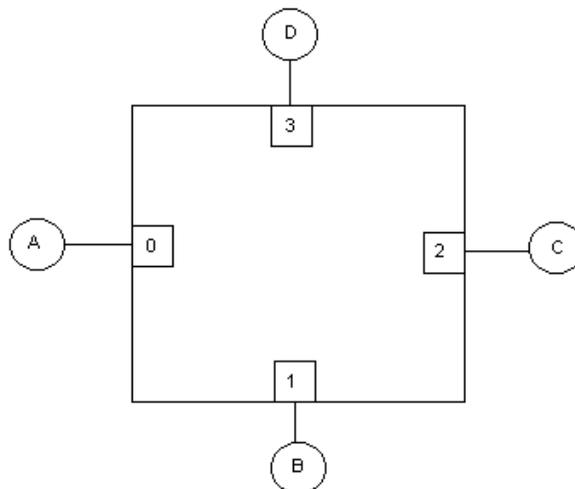


Figura 2 - Utilização de tabelas de endereços

Quando o endereço A necessita mandar um frame para o endereço C, depois que o *switch* foi inicializado, a tabela de endereços de cada porta está vazia e preenchida com zeros binários (estado inicial). O processo de mapeamento dos endereços é descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Mapeamento de endereço nas portas do switch

	Execução da Função	Operação Executada
1	“A” envia frame para “C”	Frame enviado para as portas 1, 2, 3 como destino não conhecido. Porta 1, 2 e 3 atualizam a tabela de endereço da porta e agora sabem que o endereço A está associado a porta 0
2	“C” envia frame para “B”	Frame enviado para as portas 0, 1 e 3 como destino não conhecido. Portas 0, 1 e 3 atualizam suas tabelas de endereços e agora sabem que o endereço C está associado com a porta 2.
3	“C” envia frame para “A”	Tabela de endereço da porta 2 tem entrada para o destino A e permite a conexão com a porta 0

2. TEMPO DE ATRASO

O switching ocorre frame a frame. Desta forma, frames podem ser intercalados de duas ou mais portas para uma porta de destino comum com um mínimo de atraso (*delay*). Por exemplo, considerar um frame Ethernet de 1518 bytes a uma taxa de transmissão de 10 Mbps em que o tempo de bit é 100 ns. Para rotear este frame o atraso mínimo se um frame precede este na tentativa de ser roteado para um destino comum é: $1518 \text{ bytes} \times 8 \text{ bits} \times 100 \text{ ns} = 1214400 \text{ ns}$ ou 1.21 ms.

O resultado obtido representa o atraso de bloqueamento resultante de frames em duas portas que tem um destino comum e não pode ser confundido com outro atraso chamado de latência. Latência representa o atraso associado com a transferência física de um frame de uma porta para outra através de *switching*.

3. TÉCNICAS DE SWITCHING

Existem três técnicas básicas de switching: *cut through*, onde examinam o endereço MAC do quadro Ethernet e comutam instantaneamente, encaminhando imediatamente o quadro para a porta de saída, *store-and-forward*, onde armazenam o quadro Ethernet e o examinam, podendo fazer filtragem (LANs virtuais) e compatibilizar diferentes velocidades e tecnologias e o método híbrido, que alterna entre os dois métodos baseados na taxa de erros de frame. Cada técnica tem suas vantagens e desvantagens associadas com a operação.

- Cut Through** - é baseado no exame do destino do frame (Figura 3). O *switch* utiliza o endereço de destino (1) como critério de decisão para obter a porta de destino de uma tabela de pesquisa (*table look up*). Uma vez que a porta é obtida (2), a conexão através do switch é iniciada; como resultado, o frame é roteado para a porta de destino (3).

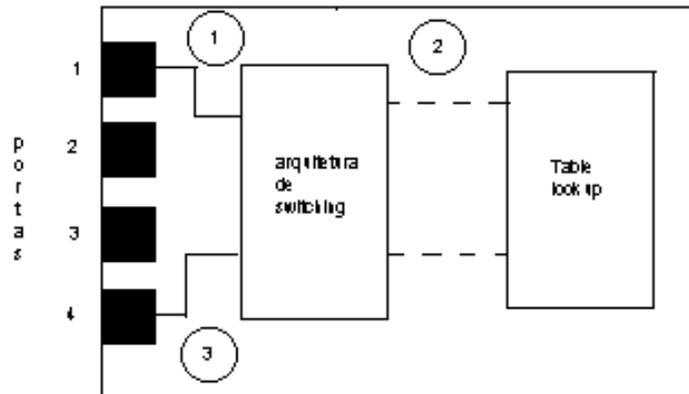


Figura 3 - Cut Through

- Store and Forward** - cada frame que chega (1) é armazenado em buffer e verifica-se a existência de erros (2); se tudo estiver correto, a tabela de endereços é consultada (3) e o frame é enviado para a porta de destino (4). A vantagem desta técnica é evitar que frames com erros sejam transmitidos e consumam banda da rede desnecessariamente. A desvantagem é que aumenta a latência no switch. Esta técnica é mais indicada em redes que apresentam altas taxas de erro (Figura 4).

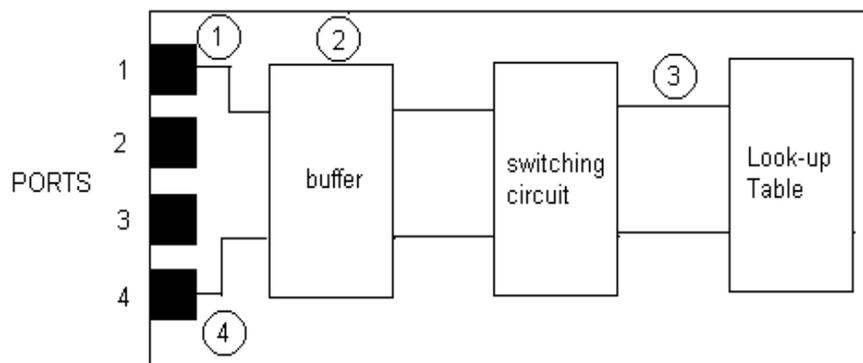


Figura 4 - Store and Forward

- Híbrido** - busca reunir as melhores características das técnicas anteriores. Um *switch* híbrido opera normalmente em modo *Cut Through*, mas constantemente monitora a taxa de frames inválidos ou danificados que são

enviados. Se a taxa de erros supera certo valor de tolerância (ou *threshold*), então o *switch* deixa de operar em modo *Cut Through* e passa a operar em modo *Store and Forward*. Se a taxa de erro diminui abaixo do valor de tolerância, o *switch* volta a trabalhar no modo *Cut Through*. Entretanto, se um *switch* necessita executar conversão de velocidade, o que é um caso muito comum quando estamos utilizando um backbone de alta velocidade, o *switch* deve operar em modo *Store and Forward*.

4. SUPORTE A ENDEREÇOS DE PORTA

Adicionalmente às técnicas utilizadas para categorizar os *switches*, podemos ainda classificar de acordo com o suporte a um único endereço ou múltiplos endereços na mesma porta: *port-based switching* e *segmented-based switching*, respectivamente.

- **Port-Based Switching** - o *switch* suporta apenas um endereço por porta, o que restringe o *switch* a um único equipamento por porta (Figura 5). Entretanto, diminui a quantidade de memória necessária e melhora a velocidade de busca na table-look up quando for executar o roteamento do frame entre as portas. Neste caso, não existe competição pelo meio físico.

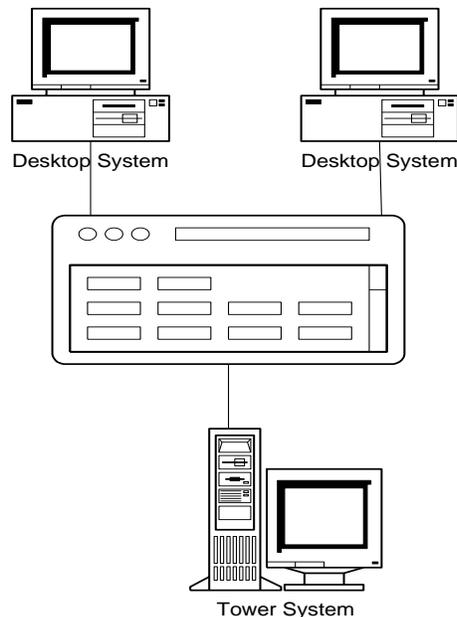


Figura 5 - Port-Based Switching

- **Segment-Based Switching** - o *switch* suporta múltiplos endereços por porta. Através deste tipo de *switching*, podemos adicionar flexibilidade de rede,

como por exemplo, conectar um *hub* a uma porta do *switch*. Nesta técnica ocorre a competição pelo meio físico.

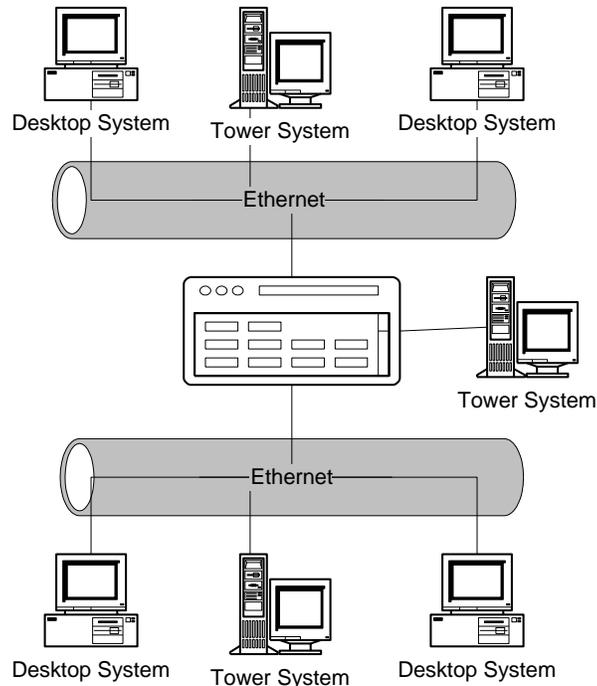


Figura 6 - Segment-Based Switching

Na Figura 6, quando um nó da rede transmite um frame, não existe o processo de switching. Cada frame recebido pela porta de switch é analisado na tabela interna do *switch* para verificar há necessidade de roteamento; se não houver necessidade de roteamento o frame é descartado.

Através do *segment-based*, podemos manter o servidor que atende a rede local, dentro do segmento. Quando for necessário acessar o servidor corporativo, o switch encaminha o frame através de um processo de switching de porta. Podemos estabelecer filtros de acesso em cada porta, e assim, permitir que somente estações selecionadas possam acessar o servidor corporativo.

5. SWITCHING E ROTEAMENTO

Tipicamente os roteadores operam na camada 3 do modelo OSI (camada de rede) roteando pacotes, embora possam ser usados internamente em Redes Locais como bridges. Os switches operam na camada 2 (enlace de dados) encaminhando quadros Ethernet pelo endereço MAC.

Os switches operam ao nível de endereço MAC como as bridges, mas, diferentemente delas, o switch é capaz de suportar muitas conexões, segmentando

a rede de forma simples e eficaz. Como fazem a filtragem de quadros pelo endereço MAC, eles são indicados para uso na Rede Local. Para essa finalidade eles são mais velozes e mais baratos do que os Roteadores.

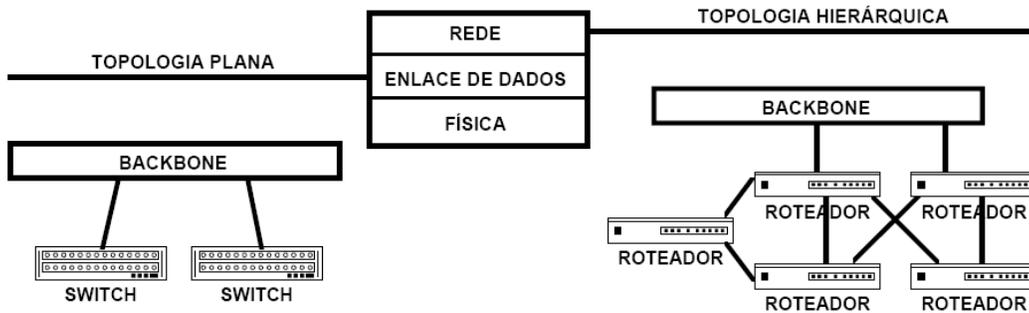


Figura 7 - Switching x Roteamento

Com essa tecnologia é possível resolver o problema de congestionamento no backbone. A idéia básica é conectar os segmentos Ethernet ao switch e não ao backbone. O switch passa a fazer então o papel do backbone. Nesse caso, dizemos que o switch é um “backbone in a box” (backbone numa caixa) ou “collapsed backbone” (backbone colapsado). Na Tabela 2, um comparativo das características entre switch e roteador.

Tabela 2 - Comparação Switch x Roteador

SWITCH	ROTEADOR
Encaminhamento de quadros pelo endereço MAC por hardware	Encaminhamento de pacotes pelo protocolo de rede por software
Independente de protocolo	Dependente de protocolo
Comportamento de broadcast	Escolhe a melhor rota entre as estações
Suporta protocolos não roteáveis	Fluxo de tráfego controlado

O backbone colapsado é muito mais do que simplesmente segmentar a rede para diminuir a quantidade de estações por segmento. É a eliminação do backbone convencional por completo. No exemplo da Figura 8, o switch central, onde estão conectados todos os Servidores (*Server Farm*), faz o papel do backbone colapsado e deve suportar a largura de banda necessária para as estações centrais (representadas por uma pirâmide) e concentrar os demais segmentos da rede local através de cabeamento óptico.

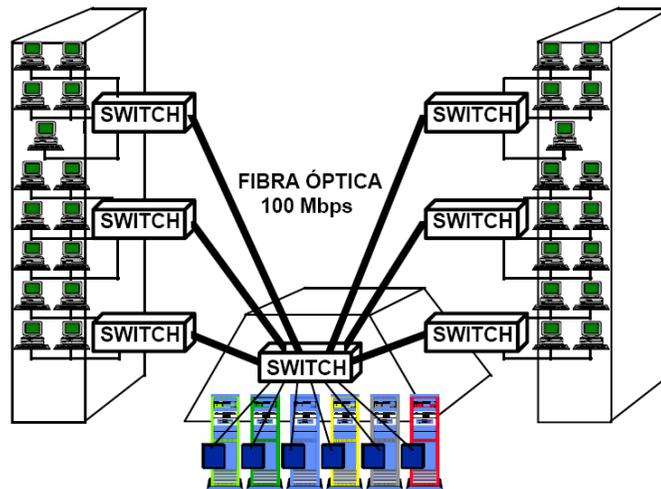


Figura 8 - Conexão do Switch na rede local

Exercícios

1. Qual o principal objetivo no uso de bridge numa rede local de computadores?
2. Como é constituído um switch?
3. Para um switch, qual a finalidade do endereço de destino no frame?
4. Caracterize "latência".
5. Quais são as técnicas básicas de switching?