A camada MAC

Equipe: Fábio,
José Luiz,
Josenilson,
Marcus,
Marlus,
Luciano,
Tarso,
Valter

Índice

Introdução

Para estudar a camada MAC (Controle Médio de Acesso – do Inglês Media Access Control), é necessário um conhecimento prévio sobre um modelo de padronização reconhecido internacionalmente e criado pela ISO (International Organization for Standardization). O modelo OSI.

O final da década de 70 apresentava um panorama curioso em termos de comunicação de dados em redes de computadores: por um lado, uma perspectiva de crescimento vertiginoso causado pelo investimento e desenvolvimento que estavam sendo feitos, mas por outro lado uma tendência que poderia acarretar em uma profunda crise no setor, a heterogeneidade de padrões entre os fabricantes, praticamente impossibilitando a interconexão entre sistemas de fabricantes distintos.

Então os fabricantes começaram a perseguir alguns objetivos necessários para a implementação de um sistema aberto. Esses objetivos são:

- interoperabilidade: capacidade que os sistemas abertos possuem de troca de informações entre eles, mesmo que sejam fornecidos por fabricantes diversos;
- interconectividade: é a maneira através da qual se pode conectar computadores de fabricantes distintos;
- portabilidade da aplicação: é a capacidade de um software de rodar em várias plataformas diferentes;
- "scalability": capacidade de um software rodar com uma performance aceitável em computadores de capacidades diversas, desde computadores pessoais até supercomputadores.

Para se atingir estes objetivos, a ISO (International Organization for Standardization) passou a se ocupar em criar um padrão de arquitetura aberta e baseada em camadas. Foi então definido o Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos (Reference Model for Open Systems Interconection - RM OSI).

Com base neste modelo e com mais alguns conceitos de dispositivos como seram vistos poderemos então, fala sobre a camada MAC, mostrando suas cararacteristicas e pontos de relavancia.

Modelo OSI

A adoção de um modelo baseado em camadas não é arbitrária. Considerando que uma rede de computadores tem como objetivo o processamento de tarefas distribuídas pela rede de forma harmônica e cooperativa entre os vários processos de aplicação, o projeto desta deve levar em conta vários fatores, como:

- considerar todos os eventos possíveis de acontecer durante a comunicação;
- conhecer todos os efeitos e causas destes eventos;
- especificar em detalhes todos os aspectos técnico-operacionais dos meios físicos a serem utilizados como suporte à comunicação;
- detalhes das próprias aplicações a serem executadas.

Podemos perceber, então, que o problema é extremamente complexo e abrangente. A fim de se lidar com esta complexidade (facilitando a implementação e manutenção), projeta-se a rede como um conjunto de camadas.

Este conjunto de camadas é hierárquico, ou seja, cada camada baseia-se na camada inferior. Reduzindo-se o projeto global da rede ao projeto de cada uma das camadas, simplifica-se consideravelmente o trabalho de desenvolvimento e de manutenção. O projeto de uma camada é restrito ao contexto dessa camada e supõe que os problemas fora deste contexto já estejam devidamente resolvidos.

Na realidade existem duas vantagens práticas na utilização de uma arquitetura em camadas. Em primeiro lugar, a complexidade do esforço global de desenvolvimento é reduzida através de abstrações (não interessa para uma determinada camada como as demais implementam o fornecimento de seus serviços, só o que elas oferecem). Na arquitetura hierárquica, a camada (N) sabe apenas que existem a camada (N-1), prestadora de determinados serviços e a camada (N+1), que lhe requisita os serviços. A camada (N) não toma conhecimento da existência das camadas (N±2), (N±3), etc.

O segundo aspecto é relacionado com a independência entre as camadas. A camada (N) preocupa-se apenas em utilizar os serviços da camada (N-1), independentemente do seu protocolo. É assim que uma camada pode ser alterada sem mudar as demais (facilidade de manutenção) - desde que os serviços que ela presta não sejam modificados. É assim também que novas aplicações podem ser implementadas, na camada apropriada, aproveitando os mesmos serviços já fornecidos pelas outras camadas (redução dos esforços para evoluções).

Porém a elaboração de um sistema aberto passa por algumas etapas obrigatórias que podemos observar claramente na definição do modelo OSI, da ISO:

- definição do modelo do sistema aberto (padrão para arquitetura do sistema aberto);
- definição dos padrões dos componentes que fazem parte do modelo (padrões de interoperabilidade e portabilidade), não só os relacionados à comunicação, mas também alguns não relacionados, como estrutura de armazenamento de dados, etc;
- seleção dos perfis funcionais.

Podemos observar que o modelo OSI da ISO corresponde exatamente ao primeiro ítem citado acima. O modelo OSI é um modelo de referência e define apenas a arquitetura do sistema. O padrão criado para o modelo OSI, então, define exatamente o que cada camada deve fazer, mas não define como isto será feito, ou seja, define os serviços que cada camada deve prestar, mas não o protocolo que o realizará. Este primeiro passo já está bem definido pela ISO.

A definição dos protocolos de cada camada, então, fica por conta do segundo passo. Esta parte também está definida pela ISO, mas é realizado por grupos de estudo diversos. Este passo é uma tarefa muito dinâmica, pois novas tecnologias de transmissão surgem a todo instante. Portanto por um lado temos alguns padrões bem documentados, mas por outro, temos tecnologias emergentes que precisam ser adaptadas às condições do modelo OSI e ainda estão em processo de definição.

Já a terceira etapa não é uma fase de responsabilidade da ISO. Esta etapa de definição de perfis funcionais é realizada por cada país, que escolhe os padrões que lhe cabem baseados em condições tecnológicas, base instalada, visão futura, etc. Por exemplo, no Brasil temos o Perfil Funcional do Governo Brasileiro. A escolha do Perfil Funcional é uma etapa importante, pois apesar de dois sistemas seguirem o Modelo OSI, se eles adotarem perfis diferentes, eles nunca vão conseguir interoperar.

A arquitetura OSI foi desenvolvida a partir de três elementos básicos:

- os processos de aplicação existentes no ambiente OSI;

- as conexões que ligam os processos de aplicação e que lhes permitem trocar informações;
- os sistemas.

Cada camada é usuária dos serviços prestados pela camada imediatamente inferior e presta serviços para a camada imediatamente superior. Esta troca de informações entre as camadas adjacentes ocorre por meio da troca de primitivas de serviços nas interfaces entre as camadas.

Apesar do modelo OSI estar dividido em sete níveis, pode-se considerar genericamente que as três camadas mais baixas cuidam dos aspectos relacionados à transmissão propriamente dita e a camada de transporte lida com a comunicação fim-a-fim, enquanto que as três camadas superiores se preocupam com os aspectos relacionados à aplicação, já a nível de usuário.

A comunicação entre sistemas ocorre a nível de camadas, ou seja, a camada de aplicação do sistema A se comunica com a camada de aplicação do sistema B e assim por diante até o nível físico, onde ocorre a comunicação física entre os sistemas.

As sete camadas são descritas desta forma:

Camada de Aplicação

É a camada 7, possui serviços de usuário para a rede e resolve problemas de compatibilidade entre os pontos terminais da comunicação, ajustando caracteres de terminal, permitindo a transferência de arquivos entre outras funções.(Ex.: Resolução de incompatibilidades entre linguagens de terminais; Correio Eletrônico; Serviços de Arquivo; Execução remota de programas; Consulta a diretórios.

Camada de Apresentação

É a camada 6, ao contrário de todas as camadas inferiores, não se preocupa mais com a comunicação em si, com transferência de informações binárias de ponto a ponto, mas sim com o formato destas informações. Suas funções abrangem: Controle de sintaxe e semântica das informações transmitidas; Codificação da mensagem usando estrutura de dados e de codificação de bytes comuns às máquinas envolvidas na comunicação em si (Ex. ASCII, EBCDIC etc); Definição da representação dos dados, como técnicas de compressão, criptografia etc.

Camada da Sessão

É a camada 5, permite o estabelecimento de sessões entre os usuários localizados nas diversas máquinas da rede. Entre suas funções estão: Estabelecimento de sessões, com controle de fluxo, determinando se a sessão será usada em modo simplex, half-duplex ou duplex. Em cada um dos casos, é a camada de sessão quem vai controlar o fluxo das transmissões de dados. Este gerenciamento pode ser feito de diversas formas. Uma das mais comuns é o uso de fichas, ou tokens, que determinam qual dos lados pode estabelecer uma comunicação em determinado momento (apenas quem possui o token pode se comunicar em determinado momento); Sincronização do trabalho de comunicação. No caso de comunicações de longa duração, a inexistência de pontos intermediários de check e sincronização pode causar problemas sérios. Imagine por exemplo uma linha de comunicação que apresente um tempo médio entre falhas de uma hora. Um processo de transferência de informação que demorasse duas horas

jamais ocorreria se não existisse um trabalho de sincronização em pontos intermediários.

Camada de Transporte

É a camada 4, funciona como uma interface entre as três camadas superiores, normalmente formadas por softwares especializados e as três camadas inferiores, que normalmente são constituídas em sua grande parte pelos componentes de hardware envolvidos. Entre suas responsabilidades estão: Receber as informações vindas da camada de sessão e adequá-las ao trabalho da camada de rede. Para isto às vezes se faz necessária divisão da informação em unidades menores, garantindo o recebimento das informações no outro lado; Criar um número n de conexões na camada de rede suficiente para atendimento à camada de sessão com o desempenho esperado. Isto pode implicar em aumentar o número de conexões em relação à camada de sessão ou até mesmo reduzir, caso seja antieconômico usar uma conexão com a camada de rede para cada conexão com a camada de sessão multiplexação); Em um ambiente moderno, muitas vezes o emissor e o receptor são representados por computadores e sistemas operacionais bastante evoluídos, onde diversos processos podem estar sendo executados simultaneamente. Isto implica na utilização de um único canal para a transmissão de diversos fluxos de mensagens. Para permitir o gerenciamento deste tipo de ambiente, a camada de transporte deve ser responsável pelo estabelecimento e pelo encerramento de conexões, que permitem a identificação da origem e destino em cada comunicação; Determinar o tipo de serviço oferecido. Normalmente temos conexões especializadas para cada tipo de serviço. Alguns exemplos típicos são os seguintes: ponto a ponto livre de erros, que garante a entrega das mensagens na mesma ordem do envio, mensagens de multicast passíveis de erro, que enviam a mensagem para múltiplos destinos, sem garantir a chegada em todos os destinos etc. O tipo de serviço normalmente é determinado no momento do estabelecimento da conexão; A eventual diferença de velocidade entre equipamentos de diferentes tecnologias implica na necessidade de controle de fluxo na comunicação, para evitar que um transmissor muito rápido afogue um receptor mais lento com dados. Isto também é responsabilidade da camada de transporte; A camada de transporte é a primeira camada fim a fim no modelo OSI. Nas camadas inferiores, muitas vezes os programas intermediários realizavam a comunicação entre diversos IMPs, localizados no caminho entre as máquinas de origem e destino. Ja na camada de transporte, a comunicação é fim a fim, ou seja, as máquinas conversam diretamente da origem para o destino e vice-versa, utilizando os cabeçalhos já definidos anteriormente.

Camada de Rede

É a camada 3, faz o controle do tráfego dentro das sub-redes. Suas funções são: Controle da operação da sub-rede; Definir rotas. Estas podem ser estáticas, ou seja, baseadas em tabelas definidas pelo administrador da rede ou dinâmicas, que são definidas durante a realização do tráfego entre duas ou mais estações.Normalmente quem determina o tipo de rota que deve ser utilizada é o perfil da aplicação utilizada; No caso de muitos pacotes simultâneos na sub-rede, estes ficarão engarrafados em determinados pontos. O controle desses congestionamentos também é realizado pela camada de rede; Contabilização do uso de recursos da sub-rede. Normalmente associado ao meio utilizado para a transmissão de dados, esta contabilização pode ser

utilizada para distribuir os custos de comunicação entre os pontos que o estão utilizando; Interligação entre múltiplas plataformas. Isto se traduz na possibilidade de conversão de formatos de endereço, tamanhos de pacote e protocolos; Em função das necessidades reduzidas de controle de tráfego em uma sub-rede baseada no modelo por difusão, a camada de rede normalmente é bastante simplificada neste modelo, sendo mais complexa nas redes baseadas no modelo ponto a ponto.A unidade de armazenamento de informação na camada de rede é o pacote.

Camada de Enlace

É a camada 2, tem como principal função transformar a linha física real em uma linha que pareça à camada de rede totalmente imune a erros de comunicação. Para isto ela: Fragmenta os dados vindos da camada superior, inserindo delimitadores antes do envio para a camada física. Na prática, embora a camada física não transmita diversos blocos separados (os dados são transmitidos sequencialmente em um bloco único), os delimitadores permitem a identificação dos diversos blocos pela camada de enlace do receptor. Os padrões de bits utilizados nos delimitadores podem ocorrer dentro dos blocos de dados transmitidos, o que implica em cuidados especiais; No caso de re-transmissão de um quadro, é importante que o receptor seja capaz de distinguir qual é o segmento correto e qual é o errado; Realiza controle de fluxo, evitando o afogamento do receptor por um transmissor mais rápido. A unidade de armazenamento de informação na camada de enlace é a **frame**, ou **moldura**.

A camada de enlace é dividida em duas em duas subcamadas, a de Controle de Ligação Lógico (LLC – do Inglês: Logical Link Control) e a de Controle de Acesso Médio (MAC – do Inglês: Media Access Control), sendo a segunda citada nosso objetivo de estudo.

Camada Física

É a camada 1, questões de projeto envolvidas na camada física geralmente estão relacionadas a interfaces mecânicas, elétricas e de procedimentos, além das características do próprio meio físico. Por este motivo, o estudo desta camada faz parte do domínio da engenharia elétrica. A unidade de armazenamento de informação na camada física é o **bit**. Esta camada define: Quantos volts devem ser usados para representar o **0** e o **1**; Quantos micro-segundos dura um bit; Se a comunicação é SIMPLEX, HALF-DUPLEX ou FULL-DUPLEX; Quantos pinos tem o conector utilizado e qual a função de cada um deles; Qual o tipo e quais os limites do cabo a ser utilizado.

Conceitos Básicos

Repetidor: é um dispositivo que repassa bits adiante, de uma rede para outra, fazendo com que duas redes pareçam logicamente uma só. Vale lembrar que o repetidor é um dispositivo burro, pois não implementa nenhuma rotina de tratamento. Diferente das pontes que veremos em seguida. Os repetidores atuam somente na camada 1 (camada física).

Ponte: é um dispositivo utilizado para ligar duas redes na camada de enlace de dados. Ex.: Uma conexão entre uma rede Ethernet e outra Token Bus. As pontes são dispositivos inteligentes, por implementarem rotinas que tratam da transmissão dos pacotes. Elas atuam nas camadas de enlace física.

Roteador: é um dispositivo que interliga duas redes e usam a mesma camada de transporte, mas possuem camadas de redes diferentes. Os roteadores atuam em todas as camadas apresentadas no modelo OSI.

A camada MAC

Quando o comitê IEEE 802 inventou essa sub camada, seus integrantes pensavam em localizá-la no piso da camada 2 (camada de enlace). A ISO inicialmente discordou pensando que esta pertencia ao topo da camada 1. De qualquer forma ela fica entre os protocolos de transmissão física e os protocolos de enlace de dados. Ela determina que deve ser o próximo a poder usar a rede, quando essa rede consiste em um único canal compartilhado.

Mostrar as características da camada MAC, que permite transmissão de múltiplos protocolos via pontes. Desde que a pontes faça o filtro ou retorne decisão baseada no destino e no endereço fonte do pacote, ela precisa examinar somente a primeira porção do quadro. Desde que mais pontes também tomem decisões baseadas em tipos de pacotes que estão sendo enviados, elas também examinam o tipo do campo, que indica qual o protocolo da camada superior que está sendo usado.

Examinando estes três campos, a ponte que obtém informações significantes sobre o emissor, o receptor e o protocolo que estão sendo usados para prover um significante aumento na funcionalidade para o usuário. As pontes redirecionam o pacote de um caminho sem se importar qual o protocolo da camada superior está sendo usado, a não ser que o usuário tenha especificado qual a ponte da ação, considerando um tipo de pacote particular ou endereço.

Conversão de Sinal

Uma outra funcionalidade, muito explorada nas pontes é a conversão de sinal. Que consiste em adaptar o sinal de uma LAN para que este possa ser transmissível em uma WAN.

Limitação de Distância

Dependendo do tipo de cabeamento (meio), o sinal transmitido em uma LAN pode ficar distorcido. Por exemplo usando o IEEE 802.3 10base5 Ethernet Fino este limite é de 200 m e para o IEEE 802.3 10base2 Ethernet Grosso é de 500 m. Uma solução para este problema seriam as pontes que regeneram o sinal.

Auto Reconhecimento e Configuração

Baseando-se na tabela de endereços de origem as pontes tem a capacidade de descobrir se um determinado pacote é remoto ou local. Isto é possível, por causa do algoritmo STP que determina qual ponte é raiz e elimina os loops.

Filtragem e Roteamento Programável

Atualmente todas as pontes tem capacidade de filtragem, algumas pontes permitem a configuração das redes estando em funcionamento sendo que outras precisão ser

reiniciadas. E quase todas as pontes permitem ordenar a verificação (checagem) pelo endereço destino e origem e pelo tipo de pacote.

Segurança

Podem ser utilizados vários tipos de filtros, técnicas e características de segurança, na avaliação de pontes.Por exemplo, o administrador da rede pode limitar o acesso a um arquivo. Pode-se utilizar o Halley, por exemplo, que provê o gerenciamento facilitado auxiliando o administrador da rede a setar o acesso de entrada ou saída dividindo-o em valores que variam de 1 a 15.

Divisão de Tráfego

Pontes também foram desenvolvidas para segmentar o tráfego em uma rede que tem a carga muito intensa. Segmentando o tráfego uma melhor performance é alcançada. Resolver problemas de LAN é fácil quando a rede é gerenciada em várias subredes administráveis. Localizando o tráfego o problema é logo localizado, por meio disso limitando o número de usuários que estão afetando (causando) o problema pela rede remota. As primeiras pontes foram somente locais e suportavam somente um método e um meio de acesso.

Ligação de LAN's

Pontes podem ser locais ou remotas. Pontes locais conectam LANs na mesma localização física. Pontes remotas são conectadas via algum meio de "facilitador" de transmissão. Eles são usados para conectar LANs distantes geograficamente. Pontes estão disponíveis em uma grande variedade de interfaces de comunicação tanto para velocidades baixas quanto para altas velocidades. Broadbandy, fibras óticas, infravermelho, microondas e satélites também são utilizados.

A ponte tem a responsabilidade de filtrar o tráfego do adaptador de uma rede LAN e reconstrói, armazena e reenvia o destino do tráfego para a LAN remota. Muitas pontes implementam algum tipo de técnica de compressão de dados para maximizar a eficiência do link de comunicação. Eles também implementam algum tipo de protocolo próprio em torno do link. Este protocolo é responsável pela checagem de erro e retranmissão de pacotes ruins ou incompletos.

O comitê padrão está se organizando para produzir um protocolo ponto a ponto que pode fazer a comunicação de pontes diferentes (modelos e marcas diferentes). Os usuários poderam misturar pontes para satisfazer as necessidades da rede.

Expectativa de Performance

Quando você estiver implementando tecnologia bridges, considere a diferença de performance introduzida quando houver redução da velocidade do link. O tempo de resposta em um segmento local e significativamente mais longo do que em um segmento local.

Visto que a alta performance é usualmente associado a alto custo, o engenheiro de rede tem que balancear o custo com a performance.

Técnica de Bandwidth-Saving

Técnica utilizada para minimizar o tráfego na rede. Primeiro, carregar a aplicação em um drive local ou servidor de LAN. Segundo, se um tráfego interativo é necessário, somente alterações de tela e teclado serão enviados através do link. Terceiro, transferir arquivos grandes nos horários de menor tráfego.

Protocolo de Árvore Expandida

O Protocolo de Árvore Expandida (STP) permite múltiplos ou redundantes caminhos entre 802.3 LANs sem violar a especificação. Desde a especificação 802.3 proibi-se loops em uma topologia de rede de trabalho, o algoritmo da árvore expandida provê uma solução para determinar um caminho simples de bridges e LANs entr4e qualquer dois nodos em uma rede de trabalho. Desta forma, para o algoritmo STP trabalhar, cada bridge deve ter uma única identificação. Cada LAN precisa ter um único endereço do grupo conhecido por todos as outras pontes desta LAN. Além disto, cada porá de cada ponte precisam ser unicamente identificadas.

Todas as bridges em uma rede de trabalho participam em um processo de definição de STP. Este processo acontece sem intervenção humana. Informações são trocadas entre bridges por meio de Unidades de Dados de Protocolo de Bridge (BPDUs). BPDUs incluem informações tais como, a identificação da root bridge, o caminho para a raiz e o período da mensage da BPDU. Cada 4 segundos a root bridge transmite BPDUs contendo informações da brige e da identificação da porta. Uma designação de bridge também envia uma BPDU em cada uma das portas designadas cada vez que recebe uma porta root. Isto limita o número de BPDUs para menor que ou igual ao número de BPDUs enviados através da root bridge.

Para começar um processo, uma root bridge é escolhida baseada em um valor da identificação única associada com cada bridge. O identificador é feito de um campo de prioridade e um campo secundário designado para prover unicidade. A root bridge é a bridge que tem a melhor prioridade.

Se duas bridges tem a mesma prioridade, então um root é escolhido baseado no valor de seu campo secundário. Uma vez que a root bridge é selecionada, cada uma das bridges determina qual de suas portas serão fechadas para a root bridge (a porta com a menor distância de caminho para o root). Distâncias de caminhos são computadas para calcular o inverso da velocidade da porta em bit/s.

Se a bridge cessar o envio de BPDUs, as outras bridges esperam até expirar em um tempo máximo e então começam o processo de eleição para determinar qual das bridges restantes será a nova bridge designada. As portas bloqueadas vão para um estado de escuta onde BPDUs são enviadas e recebidas, mas sem tráfego na estação.

As portas então mudam para o estado de aprendizagem o qual é similar ao estado de escuta, exceto que as informações recebidas na porta são enviadas para o processo de aprendizagem.

As bridges descrevem a cerca de sua configuração inicial e mudanças de configurações subsequentes transparentemente.

Carregamento Partilhado

Um dos principais motivos para implementar o STP é que os links redundantes paralelos podem existir na configuração da rede de trabalho sem violar a especificação 802.3 IEEE. Na especificação é proibida a formação de loops na topologia da rede de trabalho então os pacotes podem não ser recebidos de mais que uma direção por qualquer estação da rede de trabalho. Um de dois links paralelos em um bloqueio ou estado de backup o STP permite links redundantes para existir a rede de trabalho.

Roteamento de Origem

Roteamento de origem é um mecanismo de roteamento frequentemente usado em algumas redes Token-Ring para determinar o caminho ótimo de comunicação entre estações. A técnica se baseia num objeto que tem origem no envio de uma estação de trabalho fora de uma rota, determinada mensagem broadcast. Esta mensagem, broadcast, é propagada para todas interconexões em anel localizando para a estação um endereço identificado em um pacote ou campo de destinação. Como a mensagem broadcast é copiada de anel para anel, a informação de roteamento inclui o anel e o número da ponte que é/está adicionado ao pacote.

Carga partilhada a dois modos de determinação de rotas broadcast são todas as rotas broadcast e uma única All Routes Broadcats.

O All Routes Broadcast ordena para todas as pontes copiar o pacote para o próximo anel que resulta em um número exponencial de pacotes que alcançam o destino e são devolvidos ao nó original. Por isto, a Single Routes Broadcast é mais comumente usada. Um único pacote é enviado para cada anel onde uma única ligação designada remete uma única cópia do pacote ao próximo anel. As pontes em cada anel se comunicam para decidir qual ponte é a ponte designada. Quando o pacote chega na estação de destino, a rota que o pacote atravessou pode não ter sido a melhor, assim a estação receptora manda de volta o pacote de determinação de rota ao remetente por um All Routes Broadcast.

Este método especifica quais as múltiplas copias de pacotes que são enviadas numa única direção da rede. O resultado é que a estação fonte pode escolher a melhor rota para a estação destino.

Considerando que as estações fonte mantém as próprias tabelas de rota e insere estas informações em todos os pacotes que enviam, os roteadores não mantém nenhuma tabela de informações de rotas. Eles baseiam a decisão de envio numa simples função de comparação padrão. Se uma nova ligação é incluída na rota, tanto o identificador da ligação quanto dos anéis em ambos os lados da ponte serão inseridos na rota. Se quaisquer destes endereços for perdido ou estiver incorreto, a ponte não redirecionará o pacote. Para evitar a circulação infinita de pacotes ao redor do anel, pontes conferem para ver se o número do próximo anel já não está incluído no campo de informação de rota do pacote. Se a ponte "percebe" que o pacote ja passou pelo que seria o próximo anel, não remeterá o pacote para este anel.

Um das características roteador fonte é que ele permite a determinação da ótima rota entre quaisquer duas workstations da rede. Este processo de determinação de rota também pode ser uma obrigação. Como cada ponte na rede copia cada um dos pacotes de determinação de rota, o número de pacotes gerado por um único All Routing Broadcast se torna exponencial para cada ponte que é atravessada.