

Equipamentos de Interconexão de Redes

Joberto S. B. Martins*

UFPB/GRC - Grupo de Redes de Computadores

Abstract

Neste artigo é apresentada uma abordagem de cunho técnico e prático para a identificação da funcionalidade e aplicabilidade dos equipamentos de interconexão de redes mais relevantes no status atual da tecnologia (pontes, roteadores e comportas) visando sua utilização nas redes de empresas e instituições.

Palavras-Chave: Ponte, Roteador, Comporta, Rede Corporativa, Rede Industrial, *Ethernet*, *Token-Ring*, *Token-Bus*, FDDI.

1 Introdução

A interconexão de redes é uma solução técnica cuja aplicação é de grande importância no processo de informatização crescente observado nas empresas. Na realidade, observou-se numa primeira etapa deste processo um aumento substancial no uso dos computadores. Nos dias atuais, observa-se o emprego de redes (corporativas, locais, industriais, longa-distância) com diferentes tecnologias (*Ethernet* [1], *Token-Ring* [2], *Token-Bus* [3], outras) nos diferentes setores e departamentos. Neste contexto, a necessidade de interconexão de redes surge como uma consequência da necessidade de compartilhamento de informação entre diferentes setores e, além disso, da inexistência de um tipo de rede única que satisfaça todos os requisitos de comunicação de dados impostos pelas aplicações [4].

Os equipamentos básicos para a interconexão de redes são os repetidores (*Repeater*), as pontes (*Bridge*), os roteadores (*Router*) e as comportas (*Gateway*). Estes equipamentos estão disponíveis no mercado e encontram-se num processo de evolução no qual observa-se um aumento de sua funcionalidade, uma tendência à padronização, uma melhora no seu desempenho e, também, uma redução de seus custos.

Cada equipamento de interconexão tem uma função importante na extensão da funcionalidade e da capacidade da rede com vantagens e desvantagens. Juntos, eles formam um conjunto de alternativas de projeto e configuração para o projetista e o gerente da rede que deve ser analisada à luz da estratégia de integração corporativa da empresa em questão. Neste ponto, é importante lembrar que a interconexão de redes é uma das alternativas de implementação de uma Rede Corporativa [5] [6], onde procura-se criar uma arquitetura aberta, descentralizada (sem hierarquia no processamento e na comunicação de dados), com equidade de acesso para todos os usuários (clientes/servidores) e comunicação par-a-par em alta velocidade.

Em seguida tem-se uma descrição resumida dos equipamentos de interconexão de redes mais importantes.

2 Ponte

As pontes são equipamentos que interconectam ao nível da camada de enlace (nível 2 do modelo ISO/OSI) [7] duas ou mais redes com o intuito de permitir a passagem de quadros (*Frame*) entre

*Martins, Joberto está com o UFPB/GRC - Grupo de Redes de Computadores

estas. Diferentemente dos repetidores, o protocolo de acesso das redes interconectadas podem ser de diversos tipos : IEEE 802.3/*Ethernet*, IEEE 802.5/*Token-Ring*, IEEE 802.4/*Token-Bus*, ANSI X3T9.5/FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) [8] e assim por diante.

A operação de uma ponte simples pode ser entendida como um filtro que repassa os quadros da rede 1 (R1) com destino à rede 2 (R2) (Figura 1). Consideremos, como exemplo, o caso de um quadro enviado do hospedeiro 1 (H1) em R1 (*Ethernet*) para o hospedeiro 2 (H2) em R2 (FDDI).

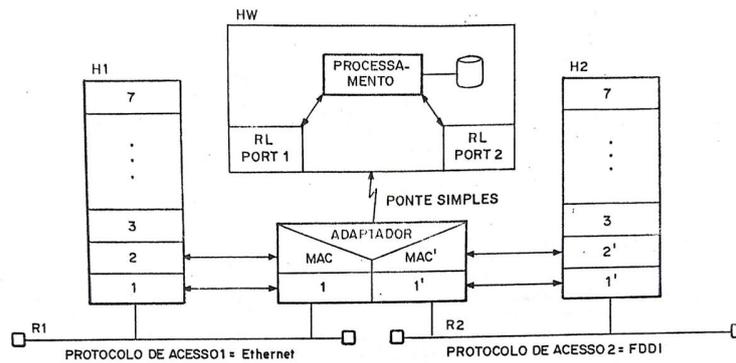


Figure 1: Princípio de operação básico das pontes

Para executar sua função, a ponte opera em modo promíscuo, escutando e retirando todos os quadros que circulam em R1 utilizando seu protocolo de acesso. De posse do quadro, ela verifica para qual rede dentre aquelas que lhe estão conectadas, o quadro deve ser enviado. Neste processo, é utilizado um algoritmo que varia segundo o tipo da ponte (simples, *Spanning Tree* [9], *Source Routing* [10]). Uma vez definida a rede de destino (R2), o quadro é formatado segundo o seu protocolo de acesso, no caso o FDDI, e transmitido.

A rede interconectada (R1+R2) é, na prática, uma extensão das redes 1 e 2 completamente transparente para os seus hospedeiros. Em efeito, os hospedeiros desconhecem tanto a existência da(s) ponte(s) como a diferença entre os protocolos de acesso das redes.

As pontes não têm um endereço (exceto para fins de gerência) e seus algoritmos utilizam os endereços finais dos hospedeiros no nível de enlace. Tal fato exige um esquema de endereçamento uniforme (sem duplicação) para os segmentos/redes interconectados. É importante observar também que os protocolos para o nível 3 e acima são uniformes (Figura 1) para garantir a comunicação par-a-par entre os aplicativos.

A ponte é um equipamento bem mais complexo que um repetidor e mais simples que o roteador apresentado adiante. Sua aplicação principal é a organização de uma grande rede à partir de sub-redes (segmentos) menores com tecnologias eventualmente diferentes, interconectados de maneira transparente para o usuário.

As pontes podem ser utilizadas para uma variedade de aplicações. A conexão das redes com meios de transmissão diferentes (coaxial, par trançado, fibra óptica) e a extensão da área geográfica de cobertura da uma rede local são exemplos bastante comuns. Uma outra aplicação importante das pontes é a melhora da vazão da rede (*throughput*) e a redução de seus problemas de congestionamento. Tal resultado é obtido através de uma divisão da rede em sub-redes e do

isolamento dos tráfegos de cada uma das sub-redes das demais. Com um número reduzido de nós por segmento obtém-se uma melhora no desempenho e, com o isolamento dos segmentos, obtém-se uma melhora na confiabilidade da rede e na segurança da comunicação.

Existem vários tipos de pontes. Numa primeira classificação as pontes podem ser locais ou remotas. Uma ponte local filtra e encaminha o tráfego entre redes diretamente conectadas ao equipamento. Uma ponte remota, também conhecida como meia-ponte (*half-bridge*), interconecta segmentos de rede remotos através de um serviço de comunicação de dados (tipicamente, utiliza-se conexões ponto-a-ponto de alta velocidade entre 64 Kbps e 2 Mbps).

Numa segunda classificação as pontes podem ser simples ou apresentar algum tipo de inteligência ou algoritmo para o encaminhamento dos quadros. Na ponte simples, o encaminhamento dos quadros é feito utilizando-se tabelas estáticas configuradas a priori pelo gerente da rede. Neste caso, a modificação da posição dos hospedeiros ou da topologia da rede implica na atualização das tabelas internas das pontes. Uma outra solução consiste em utilizar-se algoritmos que, dinamicamente, são capazes de aprender sobre modificações na topologia e tomar decisões de encaminhamento. No momento existem duas proposições principais: o encaminhamento transparente com algoritmo *Spanning Tree* e o encaminhamento com endereçamento na fonte com algoritmo *Source Routing*.

Nas pontes transparentes (*Spanning Tree*), um algoritmo interno determina uma topologia sem laços e toma decisões sobre o encaminhamento. A ponte descobre a localização das estações baseando-se no endereço de origem dos quadros recebidos. Neste caso, o encaminhamento é definido pelas pontes sem o envolvimento dos hospedeiros nos pontos finais de conexão. Esta foi uma solução idealizada tendo-se em vista as redes *Ethernet-like* sendo, no entanto, aplicável para qualquer tipo de rede.

Nas pontes com encaminhamento na fonte (*Source Routing*), o hospedeiro de origem especifica o encaminhamento a ser seguido pelo quadro (lista de identificadores de pontes e redes), incluindo esta informação no próprio quadro. Como o hospedeiro precisa especificar a rota de encaminhamento, ele executa um processo de identificação da mesma que, na realidade, é um algoritmo executado entre hospedeiros. Esta é uma solução para as pontes, suportada principalmente pelos adeptos do *Token-Ring*, que joga para os hospedeiros a tarefa de identificar as rotas de encaminhamento.

Existe um processo de padronização em curso no IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), conhecido como IEEE 802.1 *MAC Bridge Specification (MAC - Media Access Control)*. Atualmente, o encaminhamento transparente é considerado como um padrão para as pontes entre redes locais conformes ao padrão IEEE 802.2 MAC. Alternativamente, padroniza-se o encaminhamento com endereçamento na fonte especificamente para as pontes entre redes tipo *Token-Ring*. Para a interconexão entre redes (*Token-Ring* e demais tipos) utilizando pontes implementadas com ambos os algoritmos, padroniza-se igualmente uma conversão *Spanning Tree/Source-Routing*.

Numa terceira classificação, as pontes podem fazer translação ou encapsulamento. Nas pontes com translação (*Translation Bridges*) o formato do quadro é convertido entre as redes interligadas. Nas pontes com encapsulamento (*Encapsulating Bridges*) o quadro recebido é encapsulado num quadro da rede de encaminhamento para poder trafegar nesta como um dado/informação. Um exemplo típico é a interconexão de duas redes *Ethernet* através de uma rede FDDI onde, na passagem pelo *backbone* FDDI, o quadro *Ethernet* fica encapsulado como dado. As pontes com encapsulamento são soluções fechadas e não são interoperáveis. Elas apresentam esquemas proprietários de encapsulamento que impedem sua operação com pontes de outros fabricantes. A padronização em curso para as pontes utiliza o método de translação de quadros.

As pontes são equipamentos que apresentam uma grande variação na sua complexidade com um custo médio no mercado internacional entre 2KU\$ e 20KU\$. As pontes mais simples são locais, têm baixa capacidade de processamento e poucas facilidades de gerência. As pontes de maior custo são remotas, com alta-capacidade de processamento e facilidades de encaminhamentos alternativos. Este último tipo de equipamento é também conhecido como *Brouter* (*Bridge + Router*) e, na realidade, corresponde à inclusão nas pontes de algumas das funcionalidades normalmente encontradas nos roteadores.

3 Roteador

Os roteadores são equipamentos inteligentes de interconexão de redes que utilizam um protocolo de rede (nível 3 do modelo ISO/OSI) (Figura 2) para examinar, filtrar e deixar passar apenas o tráfego de uma sub-rede endereçada explicitamente para outra sub-rede.

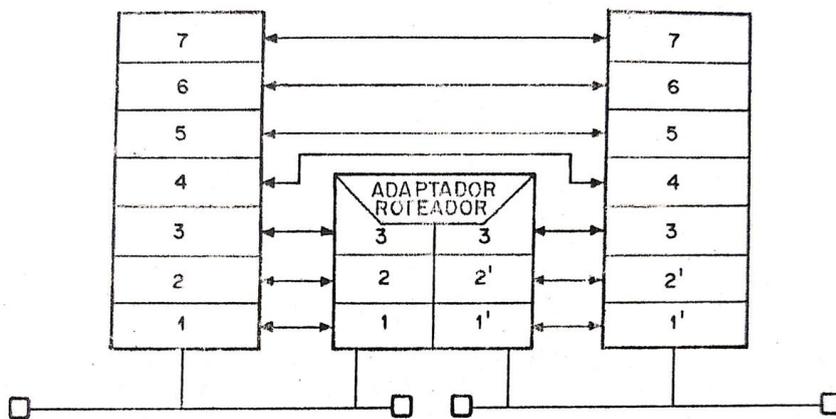


Figure 2: Roteador

Diferentemente das pontes, que executam basicamente um procedimento de filtragem, o roteador tem endereço próprio e capacidade de direcionar um pacote para seu destino através de diferentes rotas. Assim sendo, o roteador utiliza as informações do protocolo de rede contidas no pacote para definir uma rota ótima e encaminhar o mesmo através da rota escolhida.

O protocolo de rede utilizado pelo roteador é comumente chamado de protocolo Internet. Exemplos destes protocolos são o IP/CLNS (*Connectionless Network Service*) da ISO [11] e o IP (*Internet Protocol*) utilizado na família TCP/IP [12]. Normalmente, os protocolos do nível de rede utilizam datagramas para o encaminhamento da informação. Assim sendo, necessita-se de um protocolo de nível superior nos hospedeiros (p. ex.: transporte) que faça a recuperação de erros e ponha os datagramas em sequência, para obter-se uma interconexão confiável.

Os roteadores fazem uma segmentação de redes isolando as redes interconectadas, cada uma com seu próprio espaço de endereçamento. O tipo de endereçamento utilizado numa rede interconectada é normalmente hierárquico. Além disso, necessita-se de uma uniformização dos esquemas de endereçamento dos pontos finais de conexão no sentido de equalizar diferenças.

Tipicamente, alguma forma de endereçamento global é fornecido por um serviço de diretório (*Directory Service*).

As principais vantagens advindas com o uso de roteadores são uma melhor confiabilidade, segurança e gerência da rede.

Protocolos como o TCP/IP, XNS [13], ISO e outros não são os únicos protocolos usados pelos roteadores. Eles utilizam igualmente protocolos específicos de gerenciamento para manter suas tabelas internas de endereçamento, informar-se de eventos na rede, descobrir rotas ótimas e, além disso, os algoritmos internos de roteamento podem variar.

Do ponto de vista da padronização, existe uma atividade em curso nos subcomitês X3S3.3 da ANSI (*American National Standards Institute*) e JTC1/SC6/WG2 da ISO/IEC no sentido de padronizar os protocolos e algoritmos internos dos roteadores para permitir uma melhor interoperabilidade entre estes equipamentos.

Em comparação com as pontes, os roteadores são frequentemente mais lentos e apresentam um custo superior (10 KU\$ < custo médio < 20 KU\$). Nos dias atuais eles suportam múltiplas interfaces e múltiplos protocolos (XNS, DECNET [14], ISO, IP). No que diz respeito ao desempenho, não se dispõe de *benchmarks* largamente aceitos sendo que, na prática, utiliza-se algumas figuras de mérito como sua capacidade de filtragem e encaminhamento (PPS - *Packets per Second*) e, principalmente, a experiência adquirida no uso e na gerência destes equipamentos.

4 Comporta

As comportas (*Gateway*) são equipamentos utilizados para interconectar redes com arquiteturas (protocolos) completamente diferentes através de uma conversão de protocolos.

Do ponto de vista de utilização prática, as comportas interconectam principalmente redes locais diferentes, redes locais com redes longa-distância e, por extensão, redes com os *mainframes* da rede de terminais ou de uma rede proprietária.

As comportas suportam normalmente a interconexão de aplicativos no nível da camada de aplicação. A interconexão não é transparente para o usuário e o equipamento suporta mecanismos de gerência diferentes para as redes interconectadas. Além disso, as redes envolvidas apresentam comumente estruturas de endereçamento distintas. Uma das limitações das comportas é o tráfego suportado. Na realidade, a conversão de protocolos é complexa, impondo desta forma limites para o nível de desempenho deste tipo de equipamento.

As comportas são hoje em dia uma alternativa plausível para a implementação de uma transição suave para uma estratégia OSI. A título de exemplo, dispõe-se de comportas conformes com protocolos de aplicação padronizados como o X.400 (Correio Eletrônico) [15] e o FTAM (Transferência de Arquivos) [16]. Estas comportas, operando como servidores dedicados de rede, permitem aos usuários (clientes) o acesso a um serviço padronizado sem que seja necessário a instalação de toda a pilha de protocolos OSI em todos os usuários da rede.

5 Comentários Finais

A arquitetura de redes da década de 90 deve ser baseada na integração de soluções de HW/SW visando a Rede Corporativa. Neste contexto, a conectividade, a interoperabilidade de aplicativos e a interconexão de redes são aspectos técnicos importantes.

A escolha do equipamento de interconexão de redes mais adequado (repetidor, ponte, roteador ou comporta) para seu sistema é normalmente resultante de uma análise detalhada.

Cada equipamento tem suas vantagens, desvantagens e aplicabilidade bem definidos. Via de regra, eles devem ser utilizados em conjunto, numa estratégia evolutiva que deva, no final, objetivar a integração dos sistemas na corporação.

References

- [1] Robert M. Metcalfe and David R. Boggs. Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks. *Communications of ACM*, 19:395–403, 1976.
- [2] IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Token Ring Access Method and Physical Layer Specifications. Technical Report IEEE Standard 802.5, IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1989.
- [3] IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers. Token Passing Bus Access Method and Physical Layer Specification. Technical Report IEEE Standard 802.4, 1985.
- [4] Joberto S B Martins. Interconexão de Redes: Tecnologias e Protocolos para a Integração Corporativa. In *XXIV Congresso Nacional de Informática (SUCESU)*, pages 1–6, São Paulo, 1991. SUCESU.
- [5] William Giazza and Joberto S. B. Martins. Redes de Computadores. In *International Symposium on Information and Coding Theory (ISICT)*, pages 1–45, Campinas, Brazil, July 1987. Sociedade Brasileira de Telecomunicações (SBT).
- [6] Joberto S. B. Martins. Redes Corporativas - Uma Solução Integradora para a Comunicação de Dados nas Empresas. *DATANEWS*, XV:14–15, 1991.
- [7] International Organisation for Standardization. Basic Reference Model ISO-IS 7498. Technical Report, 1987.
- [8] F. Ross. FDDI - A Tutorial. *IEEE Communications Magazine*, 24(5):10–17, May 1986. Conference Name: IEEE Communications Magazine.
- [9] Radia Perlman. An Algorithm for Distributed Computation of a Spanning Tree in an Extended LAN. In *Proceedings of the ninth symposium on Data communications, SIGCOMM '85*, pages 44–53, Whistler Mountain, British Columbia, Canada, September 1985. Association for Computing Machinery.
- [10] L. Zhang. Comparison of Two Bridge Routing Approaches. *IEEE Network*, 2(1):44–48, January 1988. Conference Name: IEEE Network.
- [11] ISO/IEC. ISO/IEC 8473-1 Information Technology — Protocol for Providing the Connectionless-Mode Network Service: Protocol Specification. Technical Report ISO/IEC 8473-1:1998(E), 1998.
- [12] IETF Internet Engineering Task Force. Internet Protocol - RFC 791. RFC RFC 791, IETF - Internet Engineering Task Force, 1981.
- [13] Xerox Corporation. *Xerox Network Systems Architecture - XNS*. Number XNSG 068504. Palo Alto, California, 1985.
- [14] L. Stuart Vance. The DECnet Internet. In Tracy L. LaQuey, editor, *The User's Directory of Computer Networks*, pages 150–151. Digital Press, Boston, January 1990.
- [15] B. Plattner and H. Lubich. Electronic Mail Systems and Protocols Overview and Case Study. In *Proceedings of the IFIP WG 6.5 International working conference on message handling systems and distributed applications*, Costa Mesa, 1989. North-Hollan.
- [16] Clizenit Pinheiro and Joberto Sergio Barbosa Martins. Estruturação e Implementação do Protocolo FTAM. In *VIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC)*, pages 1–14, Campinas, Brazil, 1990. Brazilian Computer Society (SBC).