9. Pilhas de Protocolos Comerciais

Foram desenvolvidas muitas redes locais comerciais, muitas das quais cairam em desuso. Algumas das mais importantes serão apresentadas a seguir com seus protocolos organizados segundo o Modelo de Referência OSI.

O projeto dividido em camadas permite que cada parte de nossa "pilha de protocolos" seja relativamente independente das outras. Isto facilita o projeto e depuração dos protocolos e dá uma maior flexibilidade ao usuário, que pode combinar os protocolos mais convenientes para a sua aplicação.

É importante ter em mente a distinção entre este modelo de referência e os protocolos da ISO. Estes formam uma pilha de protocolos particular, que segue o modelo de referência, mas não impede que o modelo sirva de ferramenta de estudo de outras pilhas (como veremos a seguir). A maior parte dos protocolos que serão estudados aqui foram desenvolvidos sem levar em conta este modelo, o que faz com que diversos autores discordem das divisões exatas mostradas aqui. Nem por isso a organização adotada deixa de ser útil.

9.1. NetBIOS

O software básico dos computadores tipo IBM PC é dividido em duas partes: o BIOS (sistema básico de entrada e saída) e o DOS (sistema operacional de disco). A idéia é que o BIOS isolaria o resto do software das características de um hardware particular, permitindo que qualquer aspecto pudesse ser alterado sem afetar o DOS e as aplicações. Por problemas de desempenho as aplicações acabaram geralmente fazendo uso direto do hardware, o que diminuiu o sucesso (mas não a validade) desta arquitetura. Ao projetar sua primeira rede para micros, a PC LAN, a IBM resolveu criar o NetBIOS para permitir que as aplicações pudessem independer do hardware da rede. Como mostra a figura 9.1, uma aplicação pode usar o NetBIOS no nível de enlace, para trocar pacotes isolados e sem confirmação, ou estabelecer uma conexão a nível de sessão.

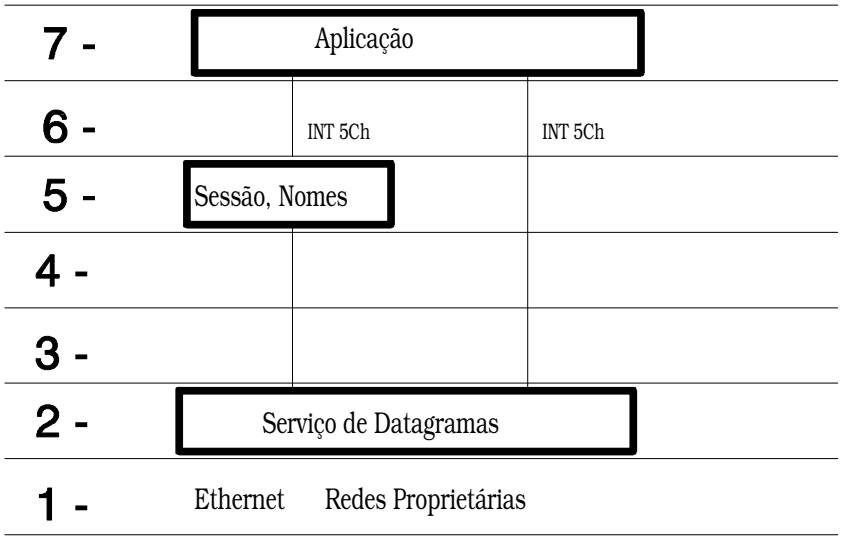


Figura 9.1 - NetBIOS

A mesma interface, a chamada INT 5Ch, é usada pela aplicação para se comunicar com o nível de sessão e o nível de enlace do NetBIOS. Uma característica marcante desta pilha de protocolos é que não foram padronizadas as unidades de dados de protocolos (PDUs) a serem enviados pelas camadas do software. Isto significa que, apesar de todas as aplicações desenvolvidas em cima da implementação do NetBIOS de um fabricante funcionarem perfeitamente com a implementação de outro fabricante, raramente as duas implementações poderão ser instaladas nas mesma rede. Outro aspecto bastante óbvio é a ausencia de um nível de rede, o que explica por que redes tipo NetBIOS normalmente se restringem a redes departamentais isoladas.

Uma estrutura de dados denominada bloco de comando de rede (NCB) é apontado pelos registradores ES:BX como parâmetro da chamada INT 5Ch. Esta estrutura contém informações como: comando a ser executado, resultado do comando, número da sessão, número do nome, endereço dos dados a serem transferidos, valores de "timeout" e diversas outras informações.

O primeiro grupo de comandos são as funções gerais: **reset** (reinicializa o hardware e tabelas usadas pelo NetBIOS), **cancel** (cancela um comando que ainda não tenha sido completado), **adapter status** (obtem diversas informações e estatísticas) e **unlink** (completa uma operação de "boot" pela rede).

Um dos conceitos mais importantes do NetBIOS é a idéia de nomes. Uma estação pode registrar um nome e receber mensagens por este nome no lugar do endereço físico (note que apesar de no diagrama acima a função de nomes estar indicada no nível de sessão, o nível de datagramas também usa nomes para o envio de mensagens). Cada estação pode ter até 17 nomes de 16 caracteres cada, onde o primeiro nome contém o endereço físico seguido por zeros. Os nomes podem ser únicos ou de grupo, o que permite operações de "multicast" e "broadcast". Um comando para registrar um nome único só tem sucesso se nenhuma outra estação estiver usando este nome. Assim, as seguintes funções são bastante óbvias: **add name**, **add group name** e **delete name**.

As funções do serviço de datagramas são as que se poderia esperar: **send datagram** (envia uma mensagem para uma estação ou um grupo), **send broadcast datagram** (envia uma mensagem para todos), **receive datagram** (recebe mensagem) e **receive broadcast datagram** (recebe uma mensagem destinada a todos).

No nível de sessão podemos usar os seguintes comandos: **call** (tenta estabelecer uma conexão com outra estação), **listen** (aguarda que outra estação tente conectar com esta), **hang up** (encerra uma conexão de sessão), **send** (envia uma mensagem usando a sessão indicada), **chain send** (envia várias mensagens em seqüência), **receive** (recebe uma mensagem da sessão indicada), **receive any** (recebe uma mensagem de qualquer sessão aberta) e **session status** (informações sobre sessões).

Dos 19 comandos apresentados, 16 podem ser invocados com a opção "NO WAIT" que permite que o programa continue executando enquanto o comando é processado. Neste caso, um dos campos do NCB indica o endereço de uma rotina a ser chamada quando o comando tiver terminado. Assim, é normal um programa dar vários "receive" e continuar fazendo outras coisas. Quando chega uma mensagem, esta é processada pela rotina apropriada. A razão de se deixar diversos "receive" pendentes é que mensagens que chegam são perdidas se não estiverem sendo esperadas.

9.2. Appletalk

A figura 9.2 mostra que, apesar de ter sido desenvolvido para uma máquina específica, o Appletalk é a pilha de protocolos que segue mais de perto o modelo de referência. Existem duas implementações do Appletalk: o "Phase 1" e, mais recentemente, o "Phase 2". As diferenças entre as duas não são muito grandes e não serão mencionadas aqui, sendo esta descrição a do "Phase 2".

O hardware "LocalTalk" é simplemente a porta serial que faz parte de todo Macintosh (capaz de transmitir 230kbps). Podem também ser usadas placas Ethernet ou Token Ring. Para cada hardware

existe um protocolo de acesso de nível de enlace (LAP - Link Access Protocol) correspondente. No caso do Ethernet os pacotes seguem a norma IEEE 802.3, e não a DIX (Dgital, Intel, Xerox). É acrescentado o cabeçalho tipo SNAP (Sub-Network Access Protocol) para conter um campo com o tipo de pacote. Um protocolo de resolução de endereços (AARP - Apple Address Resolution Protocol) mantém a relação entre os endereço físico do hardware e o endereço lógico do nó (de 8 bits).

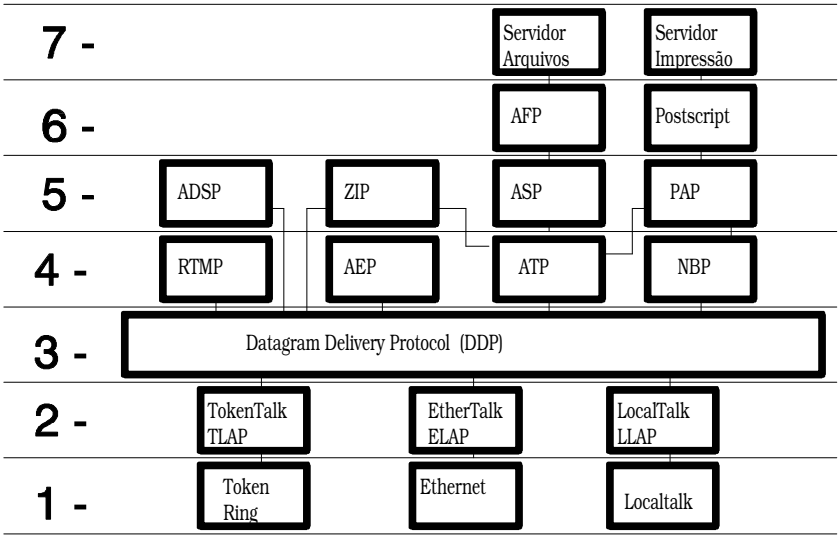


Figura 9.2 - AppleTalk

O nível de rede é implementado pelo protocolo de entrega de datagramas (DDP) que cuida do roteamento entre redes. As interfaces com as entidades de nível superior (SAPs) são identificadas por um número de soquete. O DDP, então, entrega datagramas entre soquetes identificados por: número do soquete (8 bits) mais número do nó (8 bits) mais o número da rede (16 bits).

Os protocolos de transação, ou transporte, (ATP - Apple Transaction Protocol) e de sessão (ASP - Apple Session Protocol) dispensam maiores explicações. O protocolo de impressão (PAP - Printer Access Protocol) é uma alternativa no nível de sessão e o protocolo de seqüência de dados (ADSP - Apple Data Stream Protocol) é outra. As impressoras usam a linguagem Postscript como nível de apresentação enquanto os servidores de arquivos se valem do protocolo de arquivos (AFP - Apple Filing Protocol).

Existem uma série de protocolos auxiliares. No nível de transporte eles são: protocolo de gerenciamento de tabela de roteamento (RTMP - Routing Table Maintenance Protocol), protocolo de eco (AEP - Appletalk Echo Protocol) e de associação de nomes (NBP - Name Binding Protocol). O nível de rede consulta certas tabelas para rotear os datagramas e o RTMP mantém dinamicamente atualizadas estas tabelas. A administração manual destas tabelas era o maior inconveniente de redes mais antigas. O protocolo de eco simplesmente manda de volta tudo o que recebe. Isto permite isolar problemas com a rede e testar desempenho. Números de 32 bits não são convenientes para serem manipulados por pessoas, e nem é uma boa idéia guardar estes números em arquivos ou programas em faces de possíveis reconfigurações da rede. O Appletalk permite o uso de nomes compostos por três partes de até 32 caracteres cada (objeto:tipo@zona) no lugar de endereços. O NBP cuida de manter a correspondencia entre nomes e endereços. Note que o fato do endereço completo de um soquete também ter três componentes é pura coincidência não havendo nenhuma relação, por exemplo, entre o nome da zona e o número da rede. Um nome típico pode ser "File Server 1:AFP Server@Marketing".

9.3. Novell

Com a introdução, em 1983, do NetWare 286 (NetWare 2.X) a Novell assumiu uma posição de liderança no mercado de redes para PCs e mantém esta posição até hoje. Uma das razões desse sucesso foi a definição de um sistema operacional mais poderoso que o DOS para o servidor de arquivos. As estações de trabalho podiam operar com o DOS e até operar com aplicações desenvolvidas para o NetBIOS, como mostra a figura 9.3. Mais tarde foi desenvolvido software para permitir que computadores Macintosh ou com o sistema OS/2 pudessem usar servidores Novell.

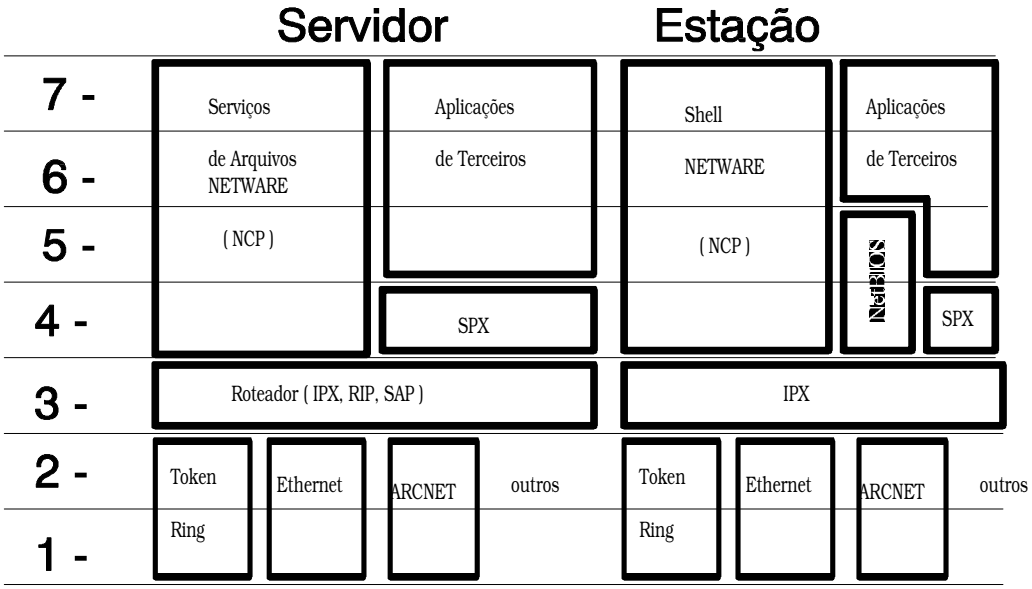


Figura 9.3 - Novell 2.X

O NetWare Core Protocol é, como o nome diz, o coração de todo o sistema. Outras aplicações que operem no servidor usam o protocolo de troca de pacotes seqüenciados (SPX - Sequenced Packet Exchange) no nível de transporte. Já o NCP incorpora seu próprio protocolo de transporte otimizado para acesso a arquivos.

No nível de rede a Novell resolveu adaptar protocolos desenvolvidos pela Xerox (IDP da XNS - Internetwork Datagram Protocol da Xerox Network System) e criou o IPX (Internetwork Packet Exchange). Este é o único protocolo deste nível nas estações, já que apenas os servidores podem servir de roteadores. O protocolo de informação de roteamento (RIP - Routing Information Protocol) serve, então, para manter as tabelas usadas pelo IPX nos servidores. O protocolo de propaganda de serviços (SAP - Service Advertising Protocol) permite a troca de informações sobre os serviços disponíveis na rede.

A experiência acumulada com o Novell 2.X permitiu o lançamento do NetWare 386, mostrado na figura 9.4. O software das estações não sofreu grandes alterações em função da compatibilidade com versões anteriores, mas o servidor passou operar com uma vasta gama de protocolos.

O nível de enlace ficou mais padronizado com o ODI, o que facilita o uso de múltiplas pilhas de protocolo simultaneamente na estação e/ou no servidor. Agora também é possível carregar e eliminar estas pilhas de protocolos a qualquer instante, e não mais apenas no "boot" do sistema

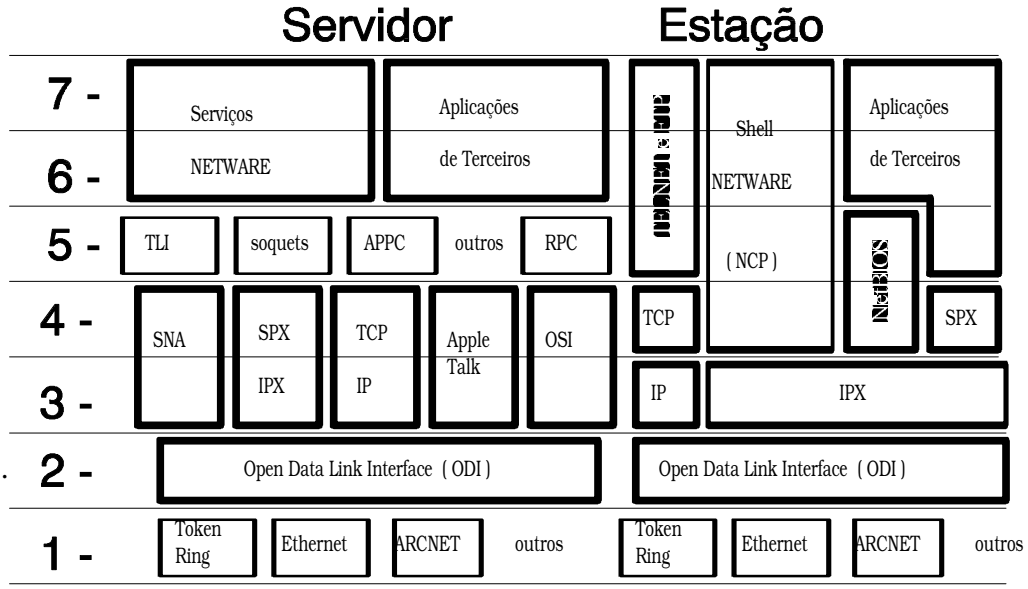


Figura 9.4 - Novell 3.X

Alguns protocolos adicionais não estão na figura: AFRP (protocolo de fragmentação para ARCNET), o protocolo de erro e o de eco. A fragmentação é necessário no caso do ARCNET por esta rede não trabalhar com o tamanho de pacote que os níveis superiores do Novell usam.

O IPX trabalha com endereços de 12 bytes: 4 bytes para indicar a rede, 6 bytes contém o endereço físico do nó e mais 2 bytes para indicar o número do soquete (SAP) do nível de transporte.

9.4. Vines

Um dos concorrentes mais importantes no mercado de redes com servidores dedicados para PCs é o Vines da Banyan Systems Inc. Baseado num sistema operacional Unix modificado para o servidor, o Vines tenta abrigar o máximo de protocolos possível, como mostra a figura 9.5.

Note que o servidor contém uma implementação completa do Appletalk para poder se comunicar com máquinas tipo Macintosh. Dos protocolos próprios do Vines, é interessante notar que a fragmentação de pacotes acontece no nível de enlace (VFRP). A pilha de protocolos TCP/IP também é implementada no servidor para a comunicação com máquinas que usem este tipo de protocolo.

O nível de rede Vines é baseado em protocolos proprietários (VIP - Vines Internetwork Protocol, VRTP - Vines Routing Update Protocol, VARP - Vines Address Resolution Protocol e VICP - Vines Internet Control Protocol) que são muito parecidos, mas incompatíveis, com o TCP/IP.

Dois protocolos proprietários foram definidos para o nível de transporte - o VIPC (Vines Interprocess Communications Protocol) que oferece um serviço de datagramas, e o VSPP (Vines Sequenced Packet Protocol) que é um serviço orientado a conexões.

Os protocolos de mais alto nível podem usar chamadas remotas de procedimentos (NetRPC) ou abrir soquetes como no Unix de Berkeley. Uma interface padrão SMB (Server Message Block) fornece compatibilidade com o LAN Manager da Microsoft.

Cada estação recebe um endereço lógico de 48 bits. Os primeiros 32 Bits são o número de série do servidor (indicado por um hardware que liga na interface paralela do micro) e os outros 16 indicam a estação. O número de estação 1 indica o próprio servidor. Uma entidade de nível de transporte tem uma

porta indicada por um número de 16 bits. Assim, qualquer entidade de transporte pode ser indicada por um endereço de 64 bits.

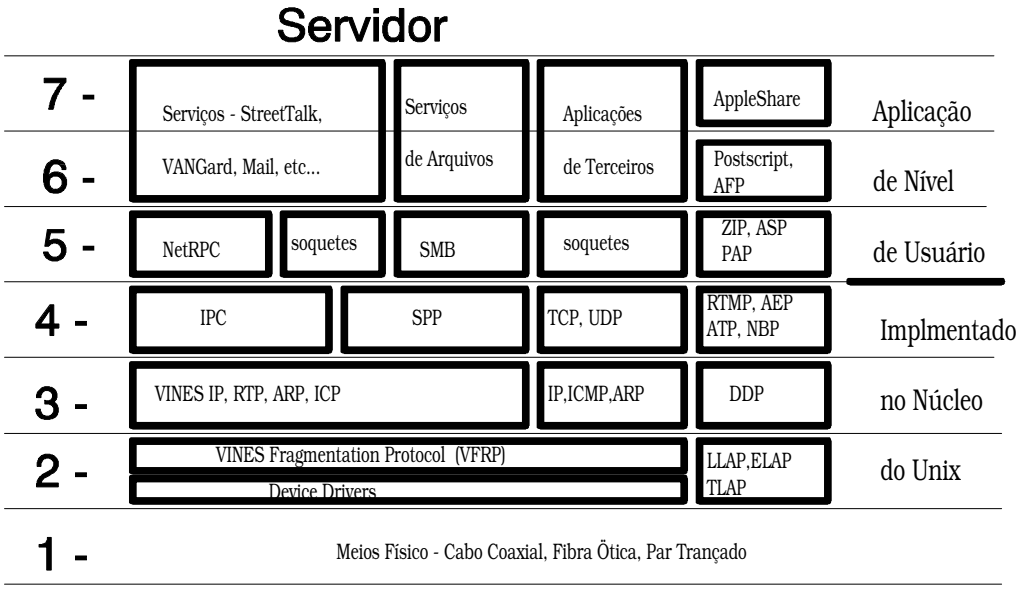


Figura 9.5 - Vines

9.5. Outras

Algumas das mais importantes pilhas de protocolos comerciais não foram apresentadas aqui, como o LanManager da Microsoft, o DECNet Phase IV da Digital Equipment Corporation ou o SNA da IBM. Está claro que se fossemos aprofundar este assunto, o tempo necessário seria maior do que o disponível para o curso inteiro.

O mais importante, aqui, é dar uma rápida visão de como a teoria de redes de computadores se compara com a prática das implementações comerciais.

Exercícios

1. A maior parte das pilhas de protocolos estudadas possuem um protocolo de resolução de endereços: o AARP do AppleTalk, o ARP do TCP/IP e o VARP do Vines. Por que o Novell não tem algo equivalente?

2. O NetBIOS usa nomes lógicos no lugar de endereços. O AppleTalk e o TCP/IP usam ambos e precisam de protocolos para fazer a conversão de um para outro. Qual é a vantagem de usar nomes simbólicos em redes de computadores?

3. Aplicações desenvolvidas para o NetBIOS podem operar em estações de trabalho Novell. E quanto ao servidor Novell, elas podem ser executadas lá ou não? Justifique.

4. Uma **estação** com o Novell 3.0 pode se comunicar com um computador com o TCP/IP, mas não com outro que opera com o NetBIOS. Por que?

5. O NetBIOS não possue nível de rede e, portanto, não admite interligação de mais de uma rede. Se fosse acrescentado este nível ao NetBIOS, o seu uso de nomes no lugar de endereços passaria a ser um grande problema. Por que?

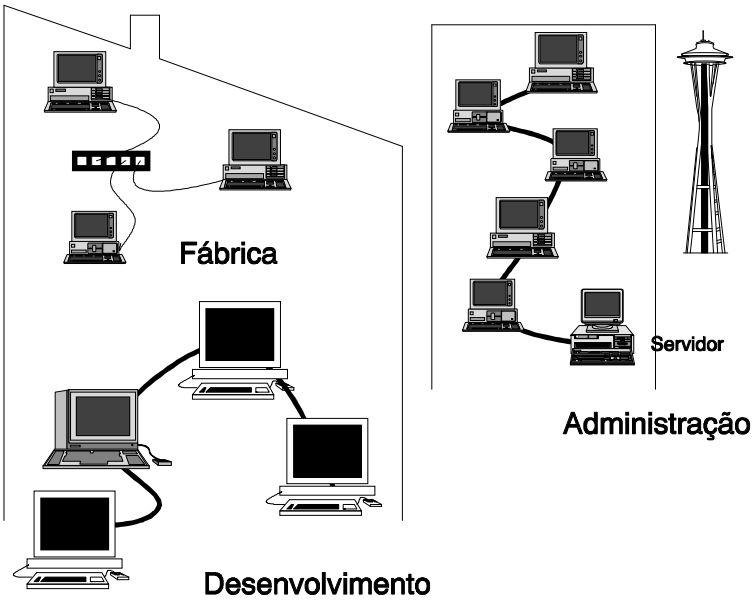
6. Na situação descrita abaixo, quais são os equipamentos que devem ser adquiridos para resolver o problema? Indique de maneira genérica (ex.: ponte Arcnet/MAP) de maneira não ambígua usando os termos definidos no curso: repetidor, ponte, meia-ponte, roteador e "gateway".

7. Quais são as limitações da solução proposta em sua resposta à pergunta anterior?

Uma empresa tem um prédio com escritórios na Lapa e uma fábrica junto ao departamento de desenvolvimento no bairro do Jaguaré. A figura abaixo mostra a configuração atual dos computadores usados na firma.

Na parte administrativa foi instalada uma rede Novell 3.11 usando PCs e ATs como estações de trabalho e uma máquina 486SX como servidora.

O departamento de desenvolvimento usa três estações SUN Sparcstation e uma HP-PA RISC, todas rodando Unix e interligadas numa rede Ethernet 10 base 2 (Cheapernet) e software TCP/IP e sistema de arquivos remotos NFS que fazem parte do próprio Unix.

A fábrica em si optou por interligar seus PCs que fazem parte dos equipamentos de automação por uma rede Token Ring de 16 Mbits/segundo. O software atual é o LAN Manager da Microsoft em cima do NetBIOS, mas o LAN Manager pode ser configurado para operar com o TCP/IP.

A idéia é integrar todas as máquinas da empresa para que possa haver no mínimo troca de arquivos entre elas.