

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica

Relatório de Estágio Integrado

Redes Estatísticas

Sérgio Ferreira de Brito

Campina Grande (PB), Setembro de 1999.



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Sumário

1	Conceitos Básicos	4
1.1	Frame Relay	4
1.1.1	Conceitos básicos de Frame Relay	5
1.1.2	Uma breve visão sobre redes Frame Relay	5
1.1.3	Por que Frame Relay foi desenvolvido ?	6
1.1.4	Apostando em Frame Relay	7
1.1.5	Frame Relay: Uma mistura de Tecnologias	9
1.2	Como funciona o protocolo Frame Relay	10
1.2.1	Circuitos Virtuais	11
1.2.2	Cabeçalho Frame Relay e DLCI	12
1.2.3	Uma regra simples: Se existir algum problema com o quadro, descarte-o.	13
1.2.4	Processamento Frame Relay <i>versus</i> X.25	14
1.2.5	Correções de erros nas camadas superiores do protocolo	14
1.2.6	Descartes de quadros causados por erros de bits	15
1.2.7	Descartes de quadros por congestionamento	16
1.3	Mecanismos de sinalização do Frame Relay	16
1.3.1	Necessidade de mecanismos de sinalização	17
1.3.2	Mecanismos de sinalização de congestionamentos	17
1.3.3	<i>Status</i> de Conexões (PVC's e SVC's)	21
1.3.4	Circuitos Virtuais Comutados	21
1.3.5	Aplicações de SVC's	22
2	Plataforma Nortel	24
2.1	Séries Passport 4400	24
2.1.1	Características de <i>software</i>	24
2.1.2	Características de <i>hardware</i>	32
2.1.3	Especificações	33
2.1.4	Perspectivas futuras	34
2.2	Magellan DPN-100	34
2.2.1	Visão geral	34
2.2.2	Características de <i>software</i>	35
2.2.3	Características de <i>hardware</i>	38
2.2.4	Especificações	39
2.3	Magellan Passport	41
2.3.1	Tópicos importantes quanto a série 6400	41
2.3.2	Especificações	43

3 Estudos de Caso	45
3.1 Estudo de caso 1 - Cliente IPD-DETRAN	46
3.2 Estudo de Caso 2 - Cliente Grupo Carlos Lyra	48
4 Atividades Práticas	50
4.1 Teste de meio de transmissão	50
4.1.1 Laço Analógico Digital - LAL	50
4.1.2 Laço Digital Local - LDL	51
4.1.3 Laço Digital Remoto - LDR	51
4.2 Controle e Gerenciamento	52
4.3 Testes pioneiros da tecnologia ADSL	53
5 Conclusões e Agradecimentos	55

Lista de Figuras

1.1	Rede Frame Relay	5
1.2	Modelo de Interconexão de Sistemas Abertos (OSI).	10
1.3	Estrutura básica de quadros para alguns dos protocolos síncronos mais populares.	12
1.4	Estrutura do quadro e formato de cabeçalho utilizado em Frame Relay.	13
1.5	O DLCI indica qual a porta em que o equipamento terminal de destino está localizado.	14
1.6	Modelo simplificado do processamento X.25 <i>versus</i> frame relay.	15
1.7	A importância de gerência de congestionamentos.	17
1.8	Bits de sinalização FECN, BECN e DE.	18
1.9	O uso dos bits FECN e BECN na sinalização explícita.	19
3.1	Topologia da rede IPD-DETRAN.	46
3.2	Topologia da rede do grupo Carlos Lyra.	49
4.1	Configuração do circuito para um teste típico de meio de transmissão.	50
4.2	Laço Analógico Local.	51
4.3	Laço Digital Local.	51
4.4	Laço Digital Remoto.	52
4.5	Topologia do teste piloto da tecnologia ADSL.	54

Capítulo 1

Conceitos Básicos

Na primeira seção deste capítulo, introduziremos o leitor aos conceitos de Frame Relay e como ele funciona. Em outras palavras, daremos uma visão básica do que necessitamos para continuarmos explorando essa tecnologia. Daí, então, exploraremos as tendências de redes de computadores que combinadas, criaram uma necessidade de mercado para a tecnologia Frame Relay. Ainda na primeira seção, falaremos também sobre os benefícios de se usar FR na sua rede de pacotes. Além disso, faremos uma comparação das características do FR e de outras tecnologias de redes de pacotes como: *Time Division Multiplexing* (TDM), circuitos comutados e comutação de pacotes por X.25.

1.1 Frame Relay

Enquanto os engenheiros de telecomunicações contemplavam a tarefa de como gerenciar o crescimento de solicitações de usuários e aumento de complexidade da rede, FR estava sendo concebido nos laboratórios Bell como parte das especificações das interfaces do ISDN. As propostas iniciais foram submetidas ao ITU-T (*International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector*), e formalmente ao CCITT (*Consultative Committee for International Telegraph and Telephone*) em 1984.

Em 1990, *Cisco Systems, StrataCom, Northern Telecom* and *Digital Equipment Corporation* colaboraram para o aperfeiçoamento das especificações do FR. “*The gang of Four*”, como eram conhecidas, formaram mais tarde o *Forum Frame Relay*, incorporado em 1991.

O uso de Frame Relay tem crescido bastante com a disponibilidade dos serviços públicos FR, e continuará crescendo como um serviço de acesso tornando assim os troncos em ATM cada vez mais populares e viáveis.¹ Muitos gerentes de rede estão analisando a migração do tráfego de voz para FR no intuito de aumentar os benefícios que originam-se das opções de baixo custo, e muitas empresas vendedoras de equipamentos estão pensando em desenvolver isto. Com a rede de pacotes FR instalada, porque não tomar proveito, da melhor maneira possível, desta largura de faixa para tráfego de voz e posicioná-la para acesso ATM quando esta já está disponível ?

Hoje, os serviços FR já estão num alto patamar da tecnologia. Como muitas aplicações executam-se desde 56/64 kbits/s a 512 kbits/s, essa tecnologia tem demonstrado ser o serviço de acesso adequado para troncos ATM.

¹Populares e viáveis pelo fato de que, sendo os troncos (*backbones*) ATM, essa configuração de redes estatísticas com serviço de acesso em Frame Relay e *backbone* em ATM torna o projeto, em geral, de baixo custo.

A camada de acesso, seja a rede FR ou ATM, necessita ser orientada a Circuitos Virtuais Comutados ou SVC's (*Switched Virtual Circuits*) ao invés de usar PVC's (*Permanent Virtual Circuits*), o que fará com que estas redes tornem-se mais eficientes e de baixo custo.

1.1.1 Conceitos básicos de Frame Relay

Frame Relay é uma tecnologia de comunicações de alta velocidade que é usada em centenas de redes em toda parte do mundo para conectar LAN (Redes Locais), SNA (*System Network Architecture*), Internet e até mesmo aplicações com voz.

Frame Relay é uma tecnologia a qual, de uma certa forma, transmite informações numa WAN (*Wide Area Network*) particionando a informação em frames ou pacotes. Cada frame tem um endereço que a rede utiliza para determinar o destino do mesmo. Esses frames antes de chegar ao seu destino passa por comutadores (*Switches*) em uma rede FR e chega ao seu destino.

Essa tecnologia emprega uma forma simples de comutar pacotes de dados a qual é adequada para potentes PCs, estações de trabalho (*Workstations*) e servidores que operam com protocolos inteligentes, tais como: SNA e TCP/IP.

Como resultado, FR oferece alta vazão e confiabilidade que são perfeitos para aplicações (transações) de negócios que existem atualmente.

1.1.2 Uma breve visão sobre redes Frame Relay

Uma rede FR consiste de terminais (por exemplo, PCs, servidores, *hosts*), equipamentos de acesso FR (por exemplo, pontes (*bridges*), roteadores, *hosts*) denominados comumente de DTE's (*Data Terminal Equipments*) e equipamentos de rede (por exemplo, *switches*, roteadores, multiplexadores T1/E1) denominados comumente de DCE's (*Data Communication Equipments*).

Em acessos à rede usando uma interface padrão FR, o equipamento de acesso é responsável por endereçar frames no formato prescrito. A função dos equipamentos de rede é comutar ou rotear o frame através da rede para chegar ao equipamento de rede do usuário destinatário. Veja Figura 1.1.

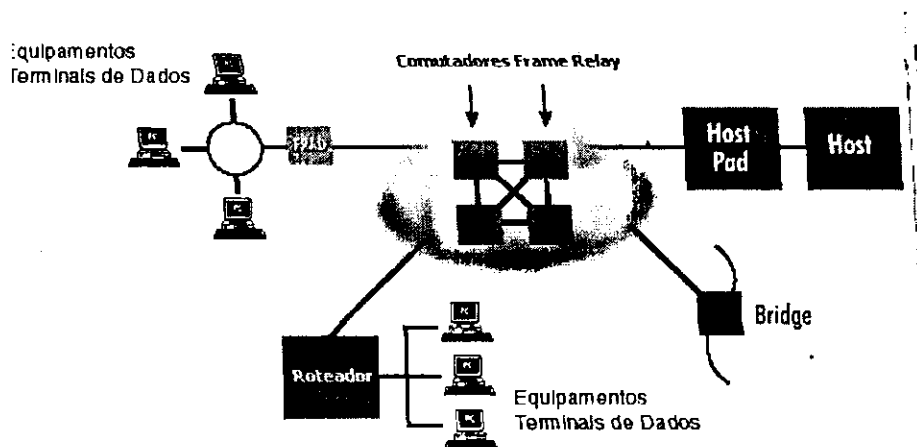


Figura 1.1: Rede Frame Relay

Uma rede de pacotes FR será constantemente representada por uma nuvem, pois a rede

FR não é uma conexão física simples entre um terminal e outro. Ao invés disso, um caminho lógico é definido na rede. Esse caminho lógico é denominado Circuito Virtual. Neste circuito virtual, largura de faixa é alocada pacote a pacote a medida que os dados necessitem ser transmitidos.

1.1.3 Por que Frame Relay foi desenvolvido ?

No início, FR foi entusiasticamente aceito pelos usuários pois foi desenvolvido em resposta ao mercado que existia devido a necessidade de alta velocidade e alta performance de transmissão. A tecnologia FR também proporciona baixo custo para uso das facilidades e serviços digitais já disseminados e poder de processamento, encontrado nos equipamentos terminais de dados dos usuários. Desenvolvidos para e por usuários de comunicações de dados, FR foi simplesmente a tecnologia certa na época certa. Vamos explorar agora as tendências que contribuíram para o desenvolvimento do FR.

Ao final dos anos 80, algumas tendências combinadas criaram demanda e proveram transmissões de alta velocidade através de uma WAN:

- Mudança de textos primários para interações gráficas .
- Aumento de aplicações de tráfego intenso.
- Equipamentos terminais inteligentes (PCs, estações de trabalho (*workstations*), terminais X-Windows) com o aumento do poder de processamento.
- Proliferação de LAN's e processos de cliente/servidor.
- Redes digitais disseminadas.

Necessidade do aumento de velocidade

Hoje em dia, o armazenamento rápido de dados e a aquisição de imagens para aplicações interativas é tão comum quanto foi, nos anos 70 e 80, transmitir telas inteiras de textos. Brevemente, os usuários de aplicações gráficas, os quais estão acostumados com transferências rápidas de informações em suas LAN's, esperam ter tempo de resposta pequeno quando transmitindo dados numa WAN. Desde que solicitações da largura de faixa para aplicações gráficas tornaram-se substancialmente maiores que transações em formato texto, o aumento da largura de faixa e vazão foram claramente necessárias caso as expectativas de tempo de resposta tivessem que ser alcançadas.

Solicitações de largura de faixa dinâmica

Os usuários de LAN's tinham a necessidade de largura de faixa em abundância, seguido de períodos de tempo ociosos. *Bursty traffic*, como denominamos estes tipos de solicitações de tráfego, é adequado para compartilhamento estatístico da largura de faixa, a qual é uma característica da tecnologia FR.

Equipamentos inteligentes acoplados

Como as solicitações de interconexão variam, o poder de processamento resultou em uma proliferação de PC's inteligentes, estações de trabalho (*workstations*) robustas, e servidores,

todos conectados por LAN's. Estes novos equipamentos terminais (DTE's) também ofereceram a possibilidade de execução de processamento de protocolos, tais como detecção e correção de erros. Isto significa que a WAN poderia ser poupada desta carga que é o processamento de protocolo da camada de aplicação - outra performance perfeita para FR.

Os equipamentos terminais estavam se tornando cada vez mais sofisticados quanto a sua capacidade de reconhecer erros e retransmitir pacotes de dados, ao mesmo tempo em que as facilidades digitais têm reduzido as taxas de erro nas redes. Além disso, os protocolos das altas camadas tais como TCP/IP, acrescentam inteligência aos DTE's.

Sem o cabeçalho associado com a detecção e correção de erros, a tecnologia FR poderia oferecer maiores vazões que outras soluções de interconexão, tais como X.25.

Altas performances

Muitas LAN's, em geral, e em específico o protocolo IP, supriram a necessidade de interconectar LAN's em WAN's, outro fator que contribuiu para o crescimento dos serviços públicos globais FR.

Alguns usuários tentaram resolver o desafio de interconexão simplesmente acoplando pontes (*bridges*) ou roteadores em LAN com linhas dedicadas. Esta solução funcionou para LAN's simples mas quando a complexidade aumentava, os problemas tornavam-se aparentes: alto custo de transmissão, baixa confiabilidade, gerenciamento de rede e diagnósticos limitados, e ineficiências desconhecidas.

Logo tornou-se aparente que a melhor solução para interconexão de LANs era conectar pontes e roteadores num tronco (*backbone*) confiável e gerenciável projetado para fazer melhor uso de facilidades e oferecer altas performances aos usuários.

A tecnologia FR oferece vantagens diversas para WANs. Primeiro, este foi o protocolo mais eficiente em WAN do que o IP, usando apenas cinco *bytes* de cabeçalho contra 20 do IP. Além disso, FR era e é facilmente comutado. A comutação IP não era amplamente disponível numa WAN, e o roteamento IP adiciona atrasos desnecessários e consomem mais largura de faixa na rede.

Disseminação das facilidades digitais

Como a infra-estrutura das telecomunicações públicas migraram das facilidades analógicas para as facilidades digitais de alta qualidade, a disponibilidade de largura de faixa aumentou e as taxas de erro diminuíram. A capacidade de correção de erros do X.25 e SNA, os quais foram desenvolvidos para gerenciar com sucesso os erros inerentes de linhas analógicas, não foram além do necessário em redes WANs digitais.

1.1.4 Apostando em Frame Relay

O sucesso de uma nova tecnologia é com certeza dependente da queda de custos para implementações. Ao longo dos anos, desde sua concepção, os usuários de FR têm a consciência de que essa nova tecnologia provê um número de benefícios além daqueles oferecidos por tecnologias alternativas:

- ① Baixo custo de Investimentos

- ② Padrões bem estabelecidos e amplamente adotados que permitem uma arquitetura aberta e implementação de serviços *plug-and-play*².
- ③ Cabeçalho pequeno, combinado com alta confiabilidade.
- ④ Escalabilidade de rede, flexibilidade e segurança.
- ⑤ Interconexão com outros novos serviços e aplicações, tais como ATM.

Custo de Investimento

Frame Relay provê aos usuários menos custo de investimento do que as tecnologias alternativas pelas seguintes razões:

- Suporta aplicações múltiplas de usuários, tais como TCP/IP, NetBIOS, SNA e voz, acabando com as múltiplas linhas privadas para que suportassem diferentes aplicações no mesmo *site*.
- Permite que múltiplos usuários numa certa localidade acessem apenas um circuito simples e portas FR. Isto faz com que se utilize bem a largura de faixa graças à capacidade de multiplexação estatística.
- Apenas um simples circuito e porta de acesso é solicitado para cada *site*, com isso percebe-se que a economia de custo devido às facilidades de transmissão é bastante grande.
- Os usuários perceberam uma significativa diminuição de *hardware*, tais como número de placas roteadoras e DSU/CSUs, reduzindo os custos drasticamente e estabilizando o custo de manutenção quando comparando com as tecnologias ponto-a-ponto.

Padronização

Bem estabelecidos e largamente adotados os padrões é a chave para a interoperabilidade de equipamentos e aplicação eficiente de capital. Com relação ao frame relay os usuários podem ficar tranquilos pois os padrões FR são adotados também nos Estados Unidos e em todo o mundo. Isto nos certifica de que serviços e equipamentos existentes hoje terão uma longa e duradoura operação sem interrupção, com constantes envolvimento de padrões para suportar novas aplicações e alçar às necessidades do mercado dinâmico.

Alta confiabilidade e Baixa quantidade de bits de cabeçalho

Usando apenas dois ou cinco *bytes* de cabeçalho, frame relay faz um eficiente uso de cada frame. Isto significa que a banda frame relay está sendo mais usada para transmitir dados de usuários do que dados de cabeçalho. A utilização da largura de faixa em frame relay é quase equivalente às linhas dedicadas e melhor que várias outras tecnologias, tais como X.25 ou IP.

Quando os efeitos são difundidos numa rede com um número de sites muito grande, os resultados crescem rapidamente como segue:

- Comutação simplificada implica em menor atraso;

²Serviços que permitem que ao instalar ou acoplar qualquer que seja o equipamento o sistema o autoconfigura, ou seja, como o próprio nome diz é acoplar e usar sem ter o trabalho de configurar o *hardware*

- Multiplexação estatística implica em utilização eficiente de banda.
- Menos dados de cabeçalho significa que banda está sendo utilizada quase que para transmitir apenas dados de usuários.

Escalabilidade, flexibilidade e estabilidade da rede

Para o usuário final, a rede frame relay aparece como se fosse um simples usuário conectado diretamente à nuvem frame relay. Uma rede frame relay é baseada em circuitos virtuais os quais podem ser híbrido ou ponto-a-ponto, e estes *links* podem ser permanentes ou comutados.

Devido a esta estrutura, frame relay é bem mais escalável do que uma rede fixa ponto-a-ponto. Isto significa que expansões e mudanças na rede são transparentes para o usuário final, oferecendo aos engenheiros de telecomunicações a flexibilidade de modificar as topologias de rede facilmente e dimensionar as redes a medida que as aplicações crescem e o número de *sites* aumenta.

Esta inerente flexibilidade providencia rotas alternativas em casos de falhas, congestionamentos, dentre outros distúrbios na rede, os quais são, na maioria dos casos, transparentes para o usuário.

Interoperabilidade com novas aplicações e serviços

Comparadas com o uso de linhas dedicadas, frame relay adequa-se a redes híbridas, *hubs* e redes para voz da mesma forma. Isto significa que frame relay acomoda facilmente novas aplicações e perspectivas das rede existentes, por exemplo, a migração de SNA para APPN.

Adicionalmente, os padrões frame relay têm sido desenvolvido para interconectar com novos serviços tais como ATM. Assim, com o aumento de novas aplicações e junto com elas as solicitações de banda, a rede pode migrar para uma tecnologia apropriada sem que se descarte os equipamentos existentes na rede.

1.1.5 Frame Relay: Uma mistura de Tecnologias

Frame relay combina características X.25 como multiplexação estatística e compartilhamento de portas assim como alta velocidade e baixo atraso que são características do TDM. Definido como um serviço de pacotes, frame relay organiza os dados em unidades (frames) ao invés de colocá-los em janelas de tempo fixas (*time slots*). Isto oferece ao frame relay características como multiplexação estatística e compartilhamento de portas.

Ao contrário do X.25, o frame relay elimina completamente o processamento do nível 3, como mostra a Figura 1.2.

Apenas algumas funções do nível 2 são utilizadas, tais como checagem de validade e erros dos frames, mas sem solicitar retransmissões caso seja encontrado erros nos frames. Daí, muitas funções de protocolos já implementadas nos níveis mais altos, tais como números de sequência, rotações de janelas, reconhecimentos e emissão de frames supervisores, não são duplicadas numa rede FR.

Salvo estas funções, frame relay aumenta drasticamente a vazão (ou seja, o número de frames processados por segundo para uma determinado custo de *hardware*), visto que cada frame requer muito menos processamento. Por esta razão, o atraso em frame relay é muito menor que o atraso do X.25, embora seja maior que o atraso do TDM.

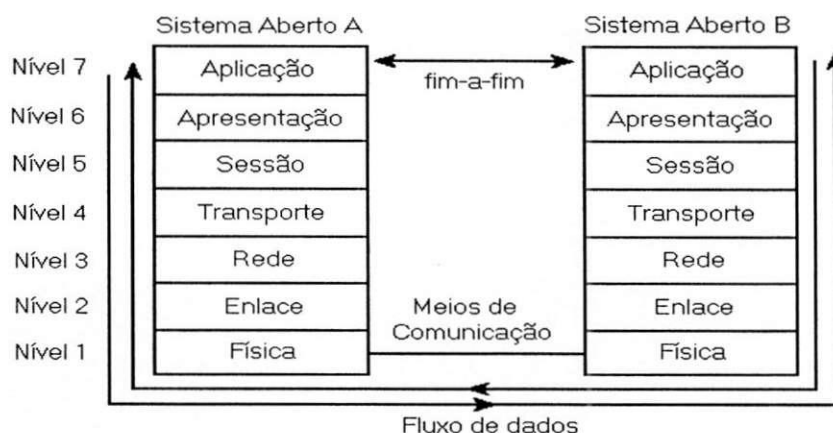


Figura 1.2: Modelo de Interconexão de Sistemas Abertos (OSI).

Ao invés de retirar esta funcionalidade da rede frame relay, os DTE's têm que se certificar de que os frames têm ou não erros em transmissões de dados fim-a-fim. Infelizmente, muitos equipamentos, especialmente aqueles conectados às LAN's, têm inteligência e poder de processamento para executar esta função.

A Tabela 1.1 resume as características do TDM, X.25 e frame relay.

	TDM	X.25	Frame Relay
Multiplexação de janelas de tempo (<i>time slots</i>)	sim	não	não
Multiplexação estatística (Circuitos Virtuais)	não	sim	sim
Compartilhamento de portas	não	sim	sim
Alta velocidade (por \$)	sim	não	sim
Atraso	muito pequeno	grande	pequeno

Tabela 1.1: Comparação do TDM, X.25 e Frame Relay.

Frame relay utiliza um campo de comprimento do frame o qual, dependendo do tipo de dados do frame, varia de poucos a milhares de caracteres. esta característica, similar ao X.25, é essencial para interoperabilidade com LAN's e outros tráfegos síncronos de dados, os quais requerem um variável que informa o tamanho do frame. Isto também implica que os atrasos (embora sempre menores que os do X.25) variarão, dependendo do comprimento do frame.

1.2 Como funciona o protocolo Frame Relay

Nesta secção discutiremos em detalhes como o protocolo Frame relay Funciona. Concentraremos nossa atenção principalmente sobre o fluxo de dados numa rede Frame Relay.

Adicionalmente, além de darmos um *overview* sobre circuitos virtuais mostraremos também como é a estrutura do quadro Frame Relay, como eles são transportados pela rede e quais as possibilidades desses quadro serem descartados. Também faremos neste uma comparação entre X.25 e Frame Relay.

1.2.1 Circuitos Virtuais

Como o protocolo Frame Relay está basicamente definido através do conceito de circuitos virtuais, é imprescindível que deixemos claro como estes circuitos funcionam e se estabelecem. Os circuitos virtuais têm transmissão *duplex*, ou seja, existe transmissão bidirecional de dados. São rotas de dados entre dois *sites*, definidos por *software*, os quais se comportam como se fossem linhas privadas (LP's) na rede. Atualmente existem dois tipos de circuitos virtuais, Circuitos Virtuais Comutados (SVC's) e Circuitos Virtuais Permanentes (PVC's), onde os PVC's foram os serviços originalmente oferecidos. Assim, os PVC's foram mais explorados que os SVC's ao longo do tempo, mas as aplicações para os SVC's vêm aumentando a cada dia.

Circuitos Virtuais Permanentes - PVC's

Os PVC's são configurados pelos operadores da rede (quando se trata de uma rede privada ou pública) via sistema de gerenciamento da rede. PVC's são definidos como se fossem uma conexão entre dois *sites* ou DTE's numa rede. PVC's são adicionados numa rede quando existe demanda de novos *sites*, maior largura de banda, rotas alternativas ou quando novas aplicações exigem que uma porta conecte-se com outra.

PVC's são rotas fixas, e assim como nas linhas dedicadas, não estão sendo disponíveis e pagas sobre demanda ou por chamadas. Embora a rota as vezes possa variar, em caso de um roteamento automático, os *sites* inicial e final do circuito não mudam. Assim, podemos afirmar que os PVC's, como já foi mencionado, comportam-se como se fossem linhas dedicadas, a única diferença que existe é a alocação dinâmica de banda que existe nos PVC's.

Os PVC's são populares pelo fato de serem eficientes quanto ao custo quando comparados com as linhas privadas. Prover uma PVC requer profundo planejamento, conhecimento de tráfego e utilização de banda.

Circuitos Virtuais Comutados - SVC's

Os Circuitos Virtuais Comutados são disponibilizados chamada-a-chamada, ou seja, estabelece-se SVC's somente no momento em o usuário realmente deseja estabelecer conexão. Estabelecer um SVC é comparável ao uso de um telefone típico. Os usuários especificam o endereço de destino similar a um número de telefone.

Implementar SVC numa rede é mais complexo que implementar um PVC, mas isso tem que ser transparente aos usuários finais. Primeiro, a rede tem que estabelecer dinamicamente conexões sob requisições de múltiplos usuários (ao contrário dos PVC's os quais eram pré-configurados pelos operadores da rede). Neste caso, a rede deve estabelecer a conexão rapidamente e alocar banda suficiente para a aplicação a qual o usuário exige. Finalmente, a rede deve monitorar a chamada e bilhetá-la de acordo com o serviço que foi oferecido.

Embora os SVC's tenham sido definidos desde o início das especificações, estes não foram implementados pelos primeiros provedores e vendedores desta tecnologia. Atualmente, aplicações estão se tornando adequadas para serem implementadas com SVC's, por exemplo, voz sobre Frame Relay. Enquanto os PVC's oferecem ganho estatístico de banda, os SVC's oferecem conectividade *any-to-any* que pode resultar em economias e flexibilidade, devido a sua utilização da rede sob demanda.

1.2.2 Cabeçalho Frame Relay e DLCI

Agora que conhecemos os circuitos virtuais, e as fundamentais diferenças entre PVC's e SVC's, vamos estudar a estrutura básica do quadro Frame Relay e como ele acomoda (ou interopera) com outras tecnologias.

Nos protocolos síncros mais populares, dados dados são transmitidos através de meios de comunicações em quadros que são similares ao da Figura 1.3

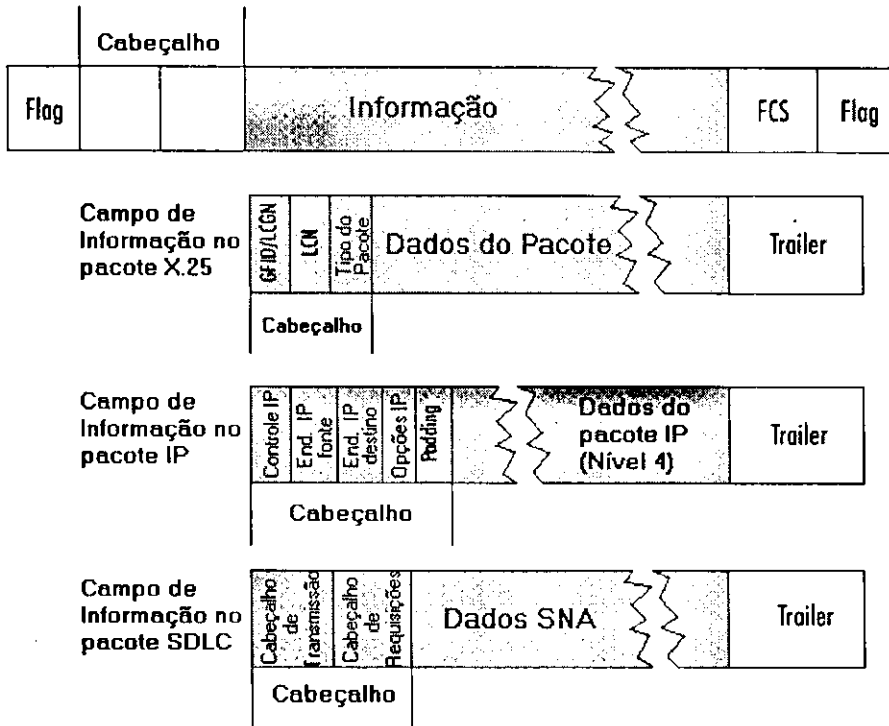


Figura 1.3: Estrutura básica de quadros para alguns dos protocolos síncronos mais populares.

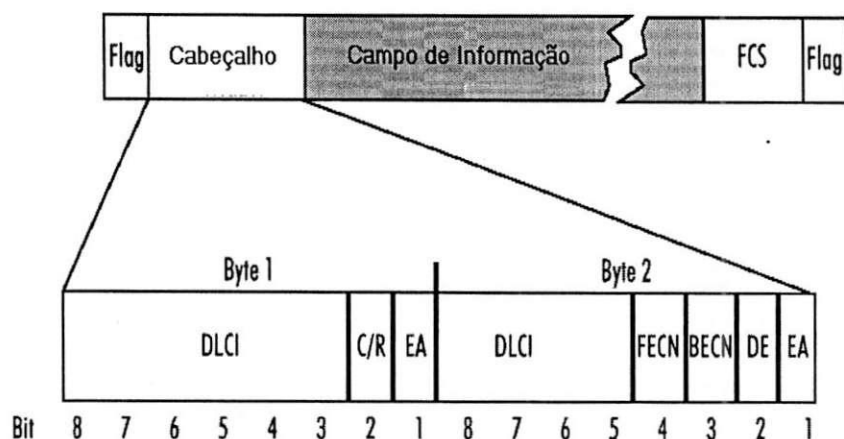
No Frame Relay, os pacotes não são modificados ao longo de seu percurso ao destino em hipótese alguma. Ao ser encapsulado, a rede Frame Relay simplesmente acrescenta dois bytes de cabeçalho a cada quadro.

A Figura 1.4 mostra a estrutura do quadro Frame Relay e seu cabeçalho detalhadamente.

Então, vamos estudar uma boa parte do cabeçalho Frame Relay que é a parte destinada ao número DLCI. Os seis bits restantes serão mostrados adiante.

O quadro Frame Relay contém um número de 10 bits denominado *Data Link Connection Identifier* (DLCI). O DLCI é o número do circuito virtual (número esse com significância local) o qual corresponde a um determinado destino (Em caso de conexão LAN-WAN, o DLCI indica a porta em que a LAN de destino está conectada). Como mostrado na Figura 1.5 as tabelas de roteamento em cada nó (ou comutador) da rede (privada ou pública) trata de rotear ao devido destino.

[Nota:] - Nas figuras que estão ilustrando redes Frame Relay, os equipamentos de usuários estão frequentemente mostrados como roteadores de LAN's, pois esta é uma solução típica Frame Relay. Esses equipamentos também poderiam ser pontes de LAN's, hosts, FRAD's (Equipamentos de Acesso Frame Relay), ou qualquer outro equipamento com



- DCLI = Data Link Connection Identifier
- C/R = Command/Response Field Bit (application specific - not modified by network)
- FECN = Forward Explicit Congestion Notification
- BECN = Backward Explicit Congestion Notification
- DE = Discard Eligibility Indicator
- EA = Extension Bit (allows indication of 3 or 4 byte header)

Figura 1.4: Estrutura do quadro e formato de cabeçalho utilizado em Frame Relay.

interface Frame Relay.

O DLCI permite que dados trafeguem pelos comutadores Frame Relay (frequentemente denominados de nós) para serem enviados através da rede, utilizando um processo simples de três etapas mencionadas a seguir que está sendo mostradas na figura 1.6 como algoritmo.

1. Checar a integridade do quadro utilizando um dos dados de cabeçalho denominado *Frame Check Sequence* (FCS) - Caso seja encontrado algum erro o quadro é descartado.
2. Verificar o DLCI na tabela de rotas - Caso o DLCI não esteja definido para este link, descarta-se o quadro.
3. Enviar o quadro conforme for o endereço de destino transmitindo-o pela porta ou tronco especificado na tabela.

1.2.3 Uma regra simples: Se existir algum problema com o quadro, descarte-o.

Na intenção de simplificar o protocolo Frame Relay o máximo possível, criou-se uma regra simples a ser seguida pelos nós numa rede Frame Relay; se existe algo errado com o quadro Frame Relay, simplesmente descarte-o. São duas as principais razões pelas quais o quadro pode ser descartado:

- Detecção de erros nos dados do quadro.
- Congestionamento (A rede está sobrecarregada).

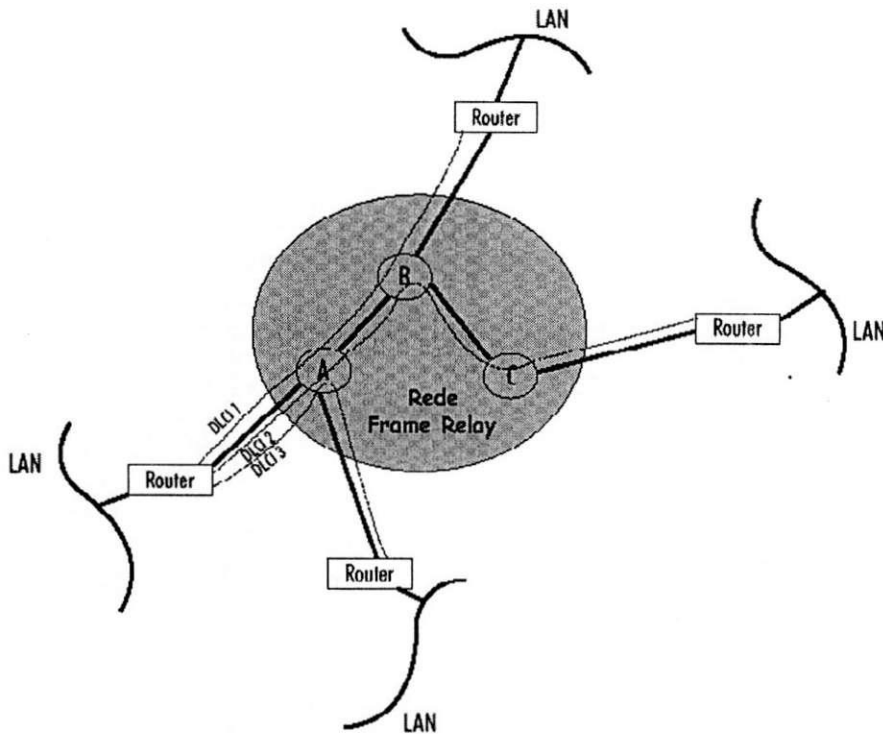


Figura 1.5: O DLCI indica qual a porta em que o equipamento terminal de destino está localizado.

Mas como a rede pode descartar frames sem destruir a integridade das informações transmitidas? A resposta está na inteligência dos equipamentos terminais ou finais, tais como PC's, *hosts*, e estações de trabalho. São esses equipamentos que contêm os vários níveis do protocolo e que não só detectam e recuperam perdas de dados na transmissão como também retransmitem os quadros descartados e não reconhecidos pelos nós da rede.

1.2.4 Processamento Frame Relay *versus* X.25

Os nós Frame Relay processam de uma maneira muito simples comparada a outros protocolos característicos, tais como o X.25. A Figura 1.6 contrasta simplicidade do Frame Relay com os complexos processamentos do X.25 (O diagrama indica o caminho de um pacote válido, mostrando os passos do processo de recuperação de erros e outros processamentos de dados de cabeçalho em X.25, o que torna-o muito complicado.).

1.2.5 Correções de erros nas camadas superiores do protocolo

Como podemos observar na Figura 1.6, a tecnologia Frame Relay simplifica o processamento dos quadros, e isso cabe aos equipamentos terminais de dados para compensar a perda de quadros durante a transmissão.

Como fazem os níveis superiores do protocolo para recuperar a informação e corrigir possíveis erros? Os níveis superiores do protocolo Frame Relay verifica o número de sequência de quadros (campo FCS do cabeçalho) que o equipamento envia e/ou recebe. Então, reconhecimento são enviados para sinalizar ao transmissor que tais números de sequência de quadros chegaram com sucesso. Se algum número de sequência estiver faltando, o receptor

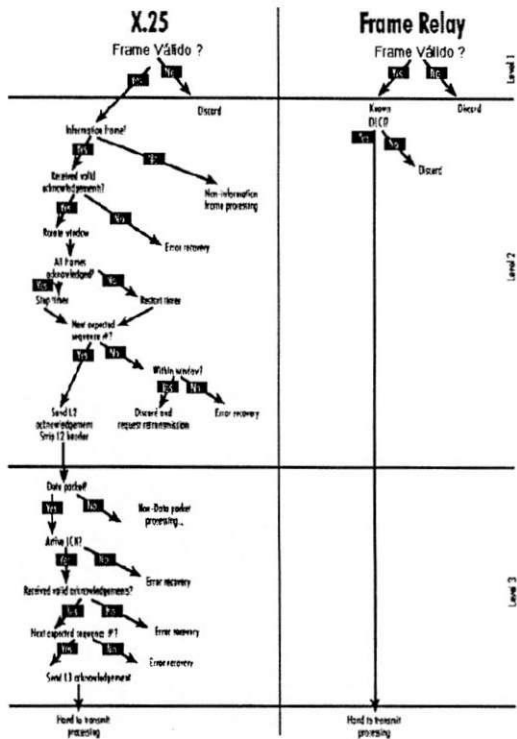


Figura 1.6: Modelo simplificado do processamento X.25 versus frame relay.

requisita uma retransmissão depois de esperar o período de *time-out*.

Desta maneira, os equipamentos terminais de dados nos certifica que todos os quadros estão sendo recebidos sem erros. Esta função ocorre na camada 4, camada de transporte, em protocolos como o TCP/IP e na classe de transporte do modelo OSI (nível 4). No entanto, em redes X.25 esta função é executada nas camadas 2 e 3. Com isso, os equipamentos terminais não precisam duplicar a função na camada 4. Embora os níveis superiores recuperem os quadros descartados confiavelmente, o processo de recuperação da integridade da informação fim-a-fim custa caro. Pois havendo erro em um dos quadros de toda a sequência que corresponde a informação, tem-se que retransmitir todos os quadros não reconhecidos pelo receptor. Esta recuperação requer tempo e memória extra nos computadores terminais, e isto utiliza largura de banda extra para retransmitir múltiplos quadros.

O pior de tudo é que isso ocasiona atrasos; devido aos *time-outs* que o transmissor deve esperar para que possa retransmitir os quadros não reconhecidos, e tempo de retransmissão. Assim, os níveis superiores podem recuperar a informação quando descartes ocorrem ao longo da rota. O melhor fator de desempenho de uma rede é a habilidade com que a rede minimiza descartes de quadros.

Existem dois motivos pelos quais o descarte de quadros ocorre, são eles: erros nos bits do quadro e em casos de congestionamentos na rede.

1.2.6 Descartes de quadros causados por erros de bits

Quando erros ocorrem em um quadro, tipicamente causados por ruídos na linha, estes são detectados através da verificação do campo de cabeçalho FCS (Veja Figura 1.4).

Ao contrário do X.25, os nós de redes Frame Relay não corrigem erros. Ao detectá-los os nós simplesmente descarta o quadro com erro. Isso requer inteligência nos PC's ou estações de trabalho que transmitem os dados, pois ao reconhecer que houve um erro estes devem retransmitir o quadro. Como o custo de recuperação da informação fim-a-fim feita pelos níveis superiores é muito caro, esta solução teria um efeito desastroso quanto a eficiência da rede caso fossemos utilizar linhas ruidosas para transmitir os quadros, gerando muitos erros.

Felizmente, as linhas para *backbones* são em fibra óptica e isto nos certifica de baixíssimas taxas de erro. Isso baixa a frequência com que erros ocorram na transmissão e, conseqüentemente, eliminando o problema de recuperação de dados fim-a-fim dos níveis superiores efetivamente. Portanto, a tecnologia Frame Relay somente é utilizada em linhas digitais com baixas taxas de erro. Enquanto o X.25 pode ter bom desempenho em linhas com altas taxas de erro, mas com isso nunca chegaria as velocidades de transmissão de dados que o Frame Relay proporciona.

1.2.7 Descartes de quadros por congestionamento

Congestionamentos em redes Frame Relay ocorrem por duas razões. Primeira, o nó recebe mais quadros do que pode processar. Este é chamado de congestionamento de receptor. Segunda, o nó da rede precisa enviar quadros pela linha a uma velocidade maior que a permitida por ela, este é denominado de congestionamento de linha.

Da mesma forma, os *buffers* dos nós (memória temporária de armazenamento de quadros que, estão na fila e prestes a ser processados ou quadros prestes a serem transmitidos) estão totalmente ocupados e o nó tem que descartar quadros até que o *buffer* tenha memória disponível suficiente para operar.

Como o tráfego em LAN's ocorre extremamente em "rajadas", a probabilidade de congestionamento é muito maior. A não ser (claro!) que o usuário superdimensiona as linhas e comutadores da rede - e no entanto pague um preço alto por isso. Por isso, é muito importante que tenhamos um gerenciamento de congestionamento e tráfego pois isso minimiza muito as ocorrências de descartes de quadros, quando necessários. Na próxima seção discutiremos com mais detalhes sobre as características de gerenciamento de congestionamentos em redes Frame Relay.

1.3 Mecanismos de sinalização do Frame Relay

Nesta seção discutiremos como a tecnologia Frame Relay lida com sinalizações de interface para controle. Parece ser complicado mas, raciocinando no sentido de que sinalização de interface provê informações a respeito de que está acontecendo na rede, o usuário pode obter tempo de resposta que eles esperam e a rede terá a melhor eficiência possível. Mecanismos de sinalização também podem oferecer opções de construirmos diferentes tipos de rede de modo a atender as aplicações utilizadas e o desempenho da demanda do cliente.

Nesta seção, além de explorarmos os mecanismos de sinalização, veremos também um pouco sobre as especificações LMI (*Local Management Interface*), que é mais um mecanismo de obtermos o "status" das conexões.

1.3.1 Necessidade de mecanismos de sinalização

Quando o Frame Relay foi inicialmente proposto, este protocolo era centrado numa regra simples: manter o protocolo o mais simples possível e que os níveis superiores tratem do restante dos problemas. Mas após muito estudo, tornou-se notório para as organizações de padronização que a implementação de redes Frame Relay, na prática, necessitaria especificações de mecanismos de sinalização de modo a focalizar os seguintes tópicos:

- Permitir a rede sinalizar existência de congestionamentos
- Informar o "status" das conexões (PVC's)
- Configurar novas chamadas (SVC's)

Embora esses mecanismos acrescentem complexidade ao protocolo Frame Relay, os padrões já têm um importante item que permite que o Frame Relay permaneça simples: o uso de mecanismos de sinalização é opcional. Ou seja, o vendedor de equipamentos desta facilidade e deste serviço não é obrigado a implementar estas características.

Sem os mecanismos de sinalização a interface Frame Relay permaneceria de acordo com os padrões e os dados serão enviados sem problemas. Entretanto, com os mecanismos de sinalização, a vazão (*throughput*) da rede, o tempo de resposta ao usuário, eficiência de utilização do meio e do *host* são garantidos. Vamos agora verificar como estes mecanismos de sinalização funcionam.

1.3.2 Mecanismos de sinalização de congestionamentos

Mecanismos de gerenciamento de congestionamentos, assim como outros mecanismos de sinalização, são opcionais, mas eles afetam no desempenho. A importância de gerenciamento de congestionamentos é ilustrada na Figura 1.7.

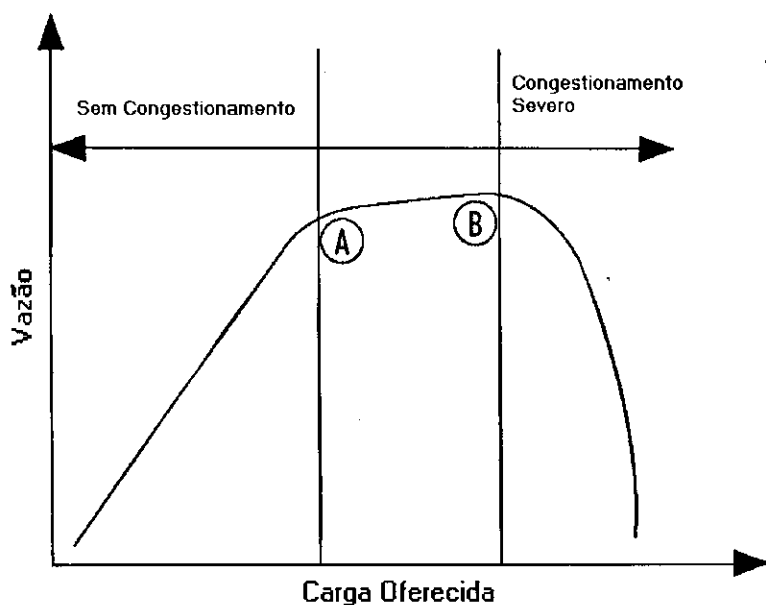


Figura 1.7: A importância de gerência de congestionamentos.

O tráfego que é injetado na rede é denominado de “carga oferecida”. A medida que a carga oferecida cresce, a vazão da rede cresce linearmente. O início do congestionamento é representado pelo ponto A, quando a rede não suporta mais tanta carga, ela começa a o fluxo de carga oferecida.

Se a carga oferecida continua aumentando, esta chega ao estado de congestionamento severo no ponto B, no qual a vazão efetiva da rede começa a decair devido ao número de retransmissões. Isto faz com que um dado frame seja enviado pela rede várias vezes até ser recebido com sucesso.

No congestionamento severo, a vazão média na rede pode diminuir. E a única maneira de retornar a estabilidade da rede é a redução de tráfego transmitidos à rede pelos equipamentos terminais de dados. Sendo esta sinalização aos equipamentos terminais de dados antecipada, antes mesmo que chegasse ao ponto A a redução de tráfego na rede já estaria sendo diminuída, o que evitaria que o estado de congestionamento da rede chegasse até mesmo ao ponto B, ou seja, evitaria o congestionamento severo.

As especificações ANSI são muito claras quanto aos mecanismos usados para a indicação da existência de congestionamento na rede. Existem dois tipos de mecanismos para minimizar, detectar e recuperar as situação de congestionamento, as quais controlam o fluxo de dados na rede:

- Sinalização de congestionamento explícita
- Elegibilidade de descarte de quadro

Um outro mecanismo que também pode ser utilizado pelos equipamentos terminais de dados (ETD's) é a sinalização de congestionamento implícita.

Estes mecanismos utilizam bits existentes no cabeçalho de cada quadro para que os nós da rede e os ETD's saibam identifiquem esta sinalização. A localização destes bits no cabeçalho de cada quadro é mostrada na Figura 1.8. Vamos ver agora como funciona cada um destes mecanismos.

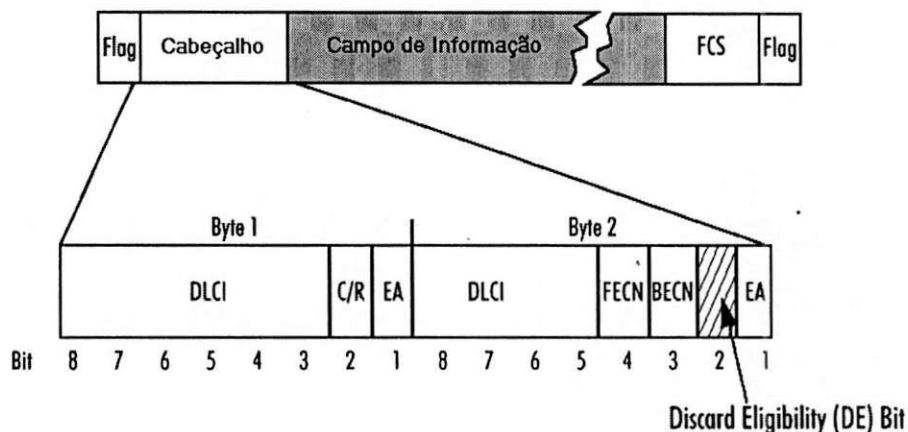


Figura 1.8: Bits de sinalização FECN, BECN e DE.

Sinalização explícita de congestionamentos

O primeiro mecanismo utiliza dois bits de sinalização de congestionamento explícito no cabeçalho de cada quadro. Eles são denominados de FECN (*Forward Explicit Congestion*

Notification) e BECN (*Backward Explicit Congestion Notification*). A Figura 1.9 mostra como funciona esta sinalização.

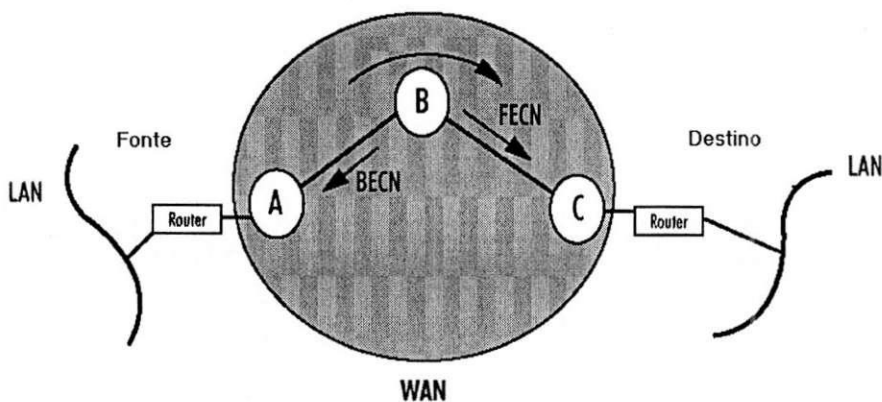


Figura 1.9: O uso dos bits FECN e BECN na sinalização explícita.

Vamos supor que o nó B está na iminência de congestionamento. Isto pode ser causado por um pico de tráfego temporário vindo de nós adjacentes ou por um pico de tráfego no meio entre B e C. Então, a sinalização FECN funciona da seguinte maneira:

- O nó B detectaria a iminência de congestionamento, baseado em medidas internas de *buffers* ou tamanho da fila no nó B.
- O nó B sinalizaria ao nó C do congestionamento, alterando o estado do bit FECN de 0 para 1 de todos os quadros no sentido do congestionamento (no sentido do nó C).
- Todos os nós no sentido do congestionamento (nós no sentido do nó C) irão tomar conhecimento do congestionamento e quais DLCI foram afetados.

Dependendo do protocolo que estão sendo usados, da capacidade de cada ETD e dos comutadores de rede, isto é muito útil notificar ao transmissor da existência de congestionamento, e assim poder diminuir o fluxo de tráfego na rede até que a situação da mesma se normalize. Esta sinalização é chamada de BECN (*Backward Explicit Congestion Notification*) (Assumindo-se que o transmissor seja capaz de reagir a sinalização.). Vamos ver agora como ocorre a sinalização BECN:

- Nó B recebe quadros vindos de outras direções para o *link*.
- Nó B muda o bit BECN de todos aqueles quadros no sentido oposto ao congestionamento de modo que a sinalização chegue ao transmissor e todos os ETD's na mesma direção.

Os processos FECN e BECN podem ocorrer simultaneamente em vários DLCI's em resposta ao congestionamento numa linha ou nó, sinalizando aos transmissores e receptores da existência de congestionamentos. A sinalização de congestionamento explícita é uma ferramenta importante para que se minimize situações de congestionamentos.

Sinalização implícita de congestionamento

Níveis superiores de alguns protocolos, tais como o TCP (*Transport Control Protocol*), operando em ETD's têm uma forma implícita de detectar congestionamentos. Estes protocolos podem inferir que um congestionamento está ocorrendo através das informações de aumento de atraso ou através da detecção de quadros perdidos, por exemplo.

Estes níveis superiores foram desenvolvidos para operarem em redes com capacidades indeterminadas. Tais protocolos limitam a taxa de transmissão através de uma "janela", a permite que um número limitado de frames seja transmitidos antes que o reconhecimento seja recebido.

Quando inicia-se uma situação de congestionamento, o protocolo pode diminuir esta janela, o que reduz a carga na rede. À medida que o congestionamento vai diminuindo, a janela aumenta gradualmente.

Este mesmo ajuste de tamanho da janela é a maneira com que os ETD's respondem às sinalizações FECN e BECN. A padronização ANSI informa que sinalizações de congestionamento implícitas e explícitas podem ser usadas juntas para obtermos melhor desempenho da rede.

Elegibilidade de descarte de quadros

Os padrões do Frame Relay indicam que os ETD's devem reduzir o fluxo de dados à rede em resposta às sinalizações de congestionamento. A implementação destas ações que estão sendo recomendadas resultará na diminuição do tráfego na rede, conseqüentemente reduzindo o congestionamento. Se o equipamento do usuário é incapaz de responder aos mecanismos de sinalização, a rede pode simplesmente ignorar os sinais de congestionamento e continuar a transmitir dados a mesma taxa que estava transmitindo. Isto acarretará continuidade ou aumento de congestionamentos.

Neste caso, como a rede irá se proteger? A resposta está na regra básica de Frame Relay: se existe algum problema com os dados do quadro, descarte-o. Entretanto, se o congestionamento ocasiona uma sobrecarga, mais quadros irão ser descartados. Isto irá aumentar o tempo de resposta da rede e reduzirá a vazão da rede, mas a rede não falhará.

Quando congestionamentos ocorrem, os nós têm que decidir quais quadros devem ser descartados. A solução mais simples seria descartar quadros aleatoriamente. O problema é que esta solução aumenta o número de ETD's que irão pedir retransmissões de quadros causadas por quadros perdidos.

O melhor método seria pré-determinar quais quadros devem ser descartados. Esta solução está relacionada ao uso de CIR (*Committed Information Rate*). O CIR é a capacidade média de informação transmitida através de um circuito virtual. Quando contratamos ou compramos serviços e equipamentos Frame Relay de uma empresa prestadora, especificamos o CIR dependendo quanta informação a sua rede irá precisar.

Em cada cabeçalho, existe um bit chamado DE (*Discard Eligibility*, veja Figura 1.8). O bit DE é ajustado em 1 (um) pelo ETD ou comutador quando a taxa de transmissão está acima daquela taxa CIR pré-estabelecida no contrato. Quando o bit DE é 1 (um), significa que este quadro está sujeito a descarte em resposta a situações de congestionamentos. Um quadro com o bit DE igual a 1 (um) são descartados antes que os quadros com o bit DE igual a 0 (zero). Caso o descarte dos quadros elegíveis a descarte não tenha sido suficiente para que a rede saísse da situação de congestionamento severo, quadros adicionais serão

descartados sem levar em consideração o estado do bit DE.

1.3.3 Status de Conexões (PVC's e SVC's)

O seguinte mecanismo de sinalização opcional define como os dois lados da interface Frame Relay (por exemplo, a rede e o roteador) podem se comunicar com relação ao *status* da interface e dos vários PVC's da interface.

Como mencionado, estes parâmetros são opcionais. Isto é possível de ser implementado numa interface Frame Relay e passar dados sem que estes parâmetros sejam implementados. Este mecanismo de sinalização simplesmente habilita a rede a receber mais informações sobre o *status* das conexões e interfaces.

Esta informação de *status* esta relacionada com o uso de gerenciamento especial de quadros com valor único de DLCI o qual pode ser passado da rede para a interface de acesso. Estes quadros monitora o estado das conexões e provê as seguintes informações:

- Se a interface ainda está ativa - este é chamado de sinal *keepalive* ou *heartbeat*.
- A validade dos DLCI's definidos para aquela interface.
- O *status* de cada circuito virtual; por exemplo, se este circuito virtual está congestionado ou não.

A conexão do mecanismo de *status* de conexões é denominada especificação LMI (*Local Management Interface*). Atualmente existem três tipos de versões de especificações LMI:

Protocolo	Especificação
LMI	<i>Frame Relay Forum Implementation Agreement (IA)</i> FRF.1 posteriormente sucedida por FRF.1.1
Anexo D	ANSI T1.617
Anexo A	ITU Q.933 baseado em FRF.1.1

Tabela 1.2: Especificações LMI.

Quando as especificações LMI foram utilizadas coloquialmente para a FRF.1 IA, esta também poderia ter sido usada como um termo genérico a referenciar qualquer e todos os protocolos. A versão revisada FRF.1.1 IA corresponde a antiga FRF.1 mais algumas modificações após a aprovação do Anexo A do ITU Q.933.

Cada versão inclui uma sucinta diferença na maneira como são implementados os protocolos de gerenciamento. Aparentemente, todos os fabricantes suportam especificações LMI e a maioria suporta o Anexo D, enquanto o Anexo A é suportado por poucos fabricantes de equipamentos. Para nos certificar da interoperabilidade entre equipamentos de fabricantes diferentes, é necessário que a versão do protocolo de gerenciamento tenha a mesma versão em cada ETD.

1.3.4 Circuitos Virtuais Comutados

O mecanismo de sinalização final que iremos discutir é a sinalização de um SVC. Ao contrário dos dois últimos métodos de sinalização já discutidos - sinalização de congestionamentos e *status* de conexões - a sinalização de SVC's não oferece ao operador da rede qualquer informação da rede. Ao invés disso, as especificações de sinalizações de SVC's permitem uma

alternativa para os circuitos virtuais permanentes. Assim, a sinalização de SVC's têm que prover estabelecimento e desconexão de chamadas. O estabelecimento de chamadas inclui informações de chamada, tais como taxa de transmissão, aceitação, endereçamento e medição de dados transmitidos. SVC's também oferecem oportunidades para novas aplicações e novas utilizações em redes Frame Relay. Esta secção irá discutir estas alternativas e oportunidades.

Acordo de Implementação dos SVC's

O Acordo de Implementação FRF.4 define as mensagens e procedimentos necessários para estabelecer um SVC. Basicamente, a rede avisa ao destinatário de um possível estabelecimento de uma chamada e o destinatário decide se aceita a chamada ou não. Caso a chamada seja aceita pelo destinatário, a rede estabelece um SVC através dos seus comutadores. Uma vez estabelecido o SVC, os dois pontos da rede podem transmitir informações. Quando qualquer dos pontos não mais quiser a conexão, pode enviar uma mensagem à rede informando que não mais deseja a conexão, encerrando-se a conexão.

Benefícios de SVC

Atualmente os PVC's vêm sendo adequados à grande maioria das aplicações, mas a capacidade dos SVC's vem ganhando prestígio momentâneo para uso em rede públicas e privadas.

Os usuários podem requisitar configuração de conexões virtuais apenas quando for necessário, e negociar taxa de vazão, taxa de transmissão de dados, tamanho de quadro, etc., dependendo da aplicação.

1.3.5 Aplicações de SVC's

Alguns dos benefícios tornam claras as várias aplicações nas quais os SVC são adequados.

Conectividade remota

Nos extremos de uma rede ou em *sites* nos quais a necessidade de conexões é menor que em outras localidades, SVC's é uma excelente maneira de oferecer uma conexão de custo efetivo. O usuário paga apenas pelo que utilizou na rede quando necessário, sem requerer PVC's na interface usuário-rede. Esta aplicação é uma grande promessa de implementações de acessos de altas velocidades a localidades remotas.

Estouro da capacidade de Tráfego

Pode existir horas do dia ou da noite em que apenas o PVC principal não pode satisfazer a necessidade de excesso de capacidade de tráfego. Como os SVC's podem ser estabelecidos chamada-a-chamada, ocuparíamos a banda esporadicamente e teríamos acessos sob demanda. Isto diminuiria o tráfego em horários de pico pois só utilizaríamos banda da rede somente naquele momento necessário, desocupando-a quando fosse encerrado o SVC.

Intranets e Extranets

Estas duas aplicações vêm a tona pois elas permitem que acessos Frame Relay, através de SVC's, sejam feitos pela INTERNET. Para usuários insatisfeitos com as variações de qualidade da INTERNET, construir uma intranet ou extranet utilizando Frame Relay pode

ser uma boa alternativa. Isto representa uma gama de serviços que poderiam ser oferecidos pelas prestadoras.

Acessos Discados

Para ter acesso a um serviço Frame Relay de uma prestadora, o "loop" local conecta o usuário ao ponto-de-presença (POP) mais próximo. Este *loop* local pode ser tanto uma linha dedicada como uma linha convencional. As ligações de usuários poderiam se conectar a rede Frame Relay através de PVC's ou SVC's.

Recuperação de situações de congestionamentos e rotas alternativas

Para redes que utilizam rotas de *back-up*, rotas de recuperação de situações de congestionamentos de alguns *sites*, ou rotas alternativas, SVC's pode oferecer uma alternativa econômica comparadas as linhas dedicadas, serviços comutados ou PVC's. Eles oferecem flexibilidade adequada a rede quando as linhas dedicadas não estão disponíveis ou não tem-se tempo para configurarmos um PVC's.

Capítulo 2

Plataforma Nortel

2.1 Séries Passport 4400

A série Passport (formalmente conhecida como Magellan Passport Access) oferece serviços para *backbones* (trancos), integração de voz, fax, LAN e tráfego de dados. Consiste dos modelos 4430 de 3 *slots* (ranhuras) e do modelo 4450 de 5 *slots* (ranhuras) e fonte de alimentação sobressalente. Além disso, estende os benefícios do Passport às redes de comutação ATM, incluindo SVCs fim-a-fim e qualidade de serviços na rede. Integra aplicações a nível de *backbone* e permite compatibilidade com novas tecnologias e serviços, provendo aos clientes vantagens competitivas.

A série Passport 4400 é otimizada para aplicações em trancos, provendo múltiplos tipos de tráfego incluindo aplicações com voz (tanto digitais como analógicas), fax, LAN e dados. Sua flexibilidade de projeto permite configuração para dados, LAN, multimídia e permite velocidade de 56 kbits/s para T1/E1. Esta série é completamente gerenciável através do sistema de gerenciamento Magellan (*Magellan Management System*).

2.1.1 Características de *software*

Serviços de voz e dados

A série Passport 4400 suporta tanto interfaces analógicas (FXO, FXS, E&M Type I, II, IV, e V) como digitais (ISDN, BR1, T1, E1).

Comutação de voz

Chamadas de voz podem ser estabelecidas entre dois *sites* quaisquer sobre um *backbone* Passport. O usuário disca um número de telefone normal e o Passport transforma esse número em um endereço de rede e estabelece um SVC. O plano de numeração telefônica da rede de usuários não precisa ser modificado.

O serviço de voz da série 4400 é completamente integrado com a interconexão de voz Passport. O acoplamento de PBX é oferecido, mas o roteamento de chamadas é feito sem nenhum trânsito através de um PBX. A chamada fim-a-fim, entretanto, é uma conexão lógica simples com uma fase simples de compressão/descompressão (nenhuma conexão *tandem* solicitada). Isto oferece uma qualidade de voz excepcional com uma proporção de compressão de 8:1. Além disso, a comutação de voz elimina a necessidade de canais de voz dedicados no lado do *host*, permitindo que o tráfego de voz seja planejado com uma razão apropriada de contenção. Isto reduz o número de canais de voz solicitados tanto

na central PBX quanto no equipamento de interconexão central - tendo significativas baixas de custo sobre as alternativas não comutadas.

❑ Compressão de voz

Todos os modelos passport 4400 usam as mais avançadas tecnologias de compressão de voz do mercado (G.729, CS-ACELP) para minimizar as solicitações de largura de faixa para voz. Canais de voz com alta qualidade são suportados com apenas 8 kbits/s de largura de faixa. Além disso, suporta supressor de silêncio, permitindo que transmita-se voz apenas quando estiver realmente alguém falando no momento. Durante os períodos de silêncio a faixa de frequência é alocada automaticamente para outras informações. Levando em consideração que em média um canal de telefone externo é suficiente para 4 extensões, a largura de faixa solicitada por canal pode ser tão pequena quanto 1kbit/s.

❑ Demodulação de fax

Demodulação de fax é padronizada em todo canal de voz. Essa tecnologia permite que o Passport converta sinais analógicos de fax para sua forma digital original de 9.6 kbits/s. Isto é bem mais eficiente e de baixo custo que usar 64 kbits/s de largura de faixa que correspondem às solicitações que normalmente ocorrem para transmissões de fax. O resultado final é que faxes podem ser transmitidos juntamente com dados e voz numa linha comum.

❑ Roteamento Integrado

Para serviços de dados em LAN's, cada tronco Passport 4430 ou 4450 comunica-se com um roteador central (núcleo), o qual interconecta várias LAN's formando um *backbone* numa WAN. As funções dos roteadores centrais podem estar disponíveis nos comutadores Passport *InterLAN*, num Passport 4400 ou num roteador externo. Para troncos em LAN's, tanto *Ethernet* quanto *Token Ring* (Anel com ficha), podemos interconectar diretamente aos Passports 4430 ou 4450. As vezes um tronco proveniente de um roteador central pode ser conectado a um Passport 4430 ou 4450 via porta frame relay DCE PVC (ambas as configurações podem ser feitas se for preciso).

Os Passports da série 4400 podem ser configurados como roteadores completos, com IP ou IPX, RIP e *bridging* transparente para outros protocolos. Podem interconectar-se com outros roteadores usando frame relay PVC's ou SVC's e encapsulamento padrão RFC 1490. Uma outra alternativa seria configurá-los como roteadores finais com a tecnologia *EasyRouter* e interconectá-los a Passports como solução de otimização de acesso a uma LAN. *EasyRouter* é um protocolo de roteamento final o qual oferece uma configuração simples e de melhor utilização da banda quando comparada com o roteamento completo.

❑ Conexões Virtuais fim-a-fim

As conexões virtuais fim-a-fim provêem alguns benefícios sobre outras soluções de interconexão (redes multiplexadas e redes IP), tais como:

- **Um rico conjunto de serviços de rede para *backbones*** - serviços como roteamento automático instantâneo, redirecionamento de chamadas, e alta confiabilidade de transporte. Conexões virtuais e confiabilidade em troncos são as bases do sucesso das linhas de produto DPN-100 e Passport há muitos anos.

- **Estabilidade das redes** - todo nó Passport pode rerrotear o tráfego dinamicamente em resposta às condições de rede fazendo com que a rede fique estável a congestionamentos e falhas. Isto oferece alta confiabilidade e disponibilidade de soluções de interconexão para ramificações das redes. Além disso, com estas características torna-se mais simples configurar redes em protocolo VC (Virtual Circuits) do que redes em IP, oferecendo uma solução mais simples para balanceamento da carga numa rede.
- **Comunicações conforme padrões** - Padrões como RFC 1490 são usados por Passports da série 4400 para tráfego de transporte a fim de permitir interconexão, a nível de serviços, entre os serviços internos do Passport e os dos equipamentos externos conectados diretamente a ele.
- **Multiplexação eficaz com conexões virtuais (VC's)** - A série Passport 4400 usa diferentes VC's para separar tráfego com diferentes destinos ou diferentes qualidades de solicitações de serviços.
- **Garantia QoS** - Disponível para tipos de tráfegos individuais como solicitações via classe de serviços fim-a-fim.
- Protocolos de redes de pacotes eficientes que permitem melhor utilização da banda do que os outros alternativos. Juntamente com VC's estes provêm alta performance com menor cabeçalho que o IP.
- Os Passports 4400 oferecem soluções muito expansíveis, especialmente dada a capacidade do Passport, para trabalhar com um grande número de conexões virtuais simultâneas.
- Serviços vinculados ao nível de transporte provêm simplicidade e precisão na operação, reduzindo o número de conexões fim-a-fim pré-definidas.
- **Arquitetura extensível** - Futuramente o nível de transporte poderá ser substituído (por exemplo, por ATM) com mínimo impacto aos serviços finais deste nível.

□ Circuitos Virtuais Comutados

A série Passport 4400 utiliza conexões comutadas padronizadas. SVC's são usadas para voz e outros serviços que requerem conectividade dinâmica. PVC's comutados (SPVC's) são usados por conexões permanentes. As conexões comutadas (SVC's) oferecem os seguintes benefícios:

Configuração Simplificada - O principal benefício dos SVC's é prover configuração e gerenciamento simplificados. Ao invés de mapear e fazer planejamento de conexões permanentes entre *switches* e FRAD's (*Frame Relay Access Devices*) numa rede, que têm que ser atualizadas toda vez que o tráfego muda, os operadores da rede usando o Passport 4400 e Passport não precisam pré-configurar as conexões. Este benefício tem um maior impacto em redes muito grandes (WAN's).

Conectividade dinâmica *any-to-any* - Os Passports 4400 utilizam o endereço do usuário final para estabelecer SVC's entre os DCE's, ao contrário dos a PVC's que normalmente requerem soluções utilizando FRAD's. O usuário pode estabelecer chamadas diretamente ao destino ao contrário das PVC's. O tráfego do usuário final não é restrito aos destinos predefinidos.

Uso eficiente dos recursos de rede - Conexões comutadas fim-a-fim para tráfego de voz elimina a necessidade de PBX *tandem* (as quais normalmente executam as função de comutar e também comprimir e descomprimir os dados de tráfego de voz). Nas centrais, os canais não necessitam ser dedicados a PVC's e podem ser compartilhados por diferentes chamadas, reduzindo o custo com equipamentos nas centrais. Rotas de *backups* ou rotas alternativas, em caso de falhas e/ou congestionamento, não precisam ser pré-configuradas.

Endereçamento flexível - A série Passport 4400 estabelece um endereçamento de rede (DNA) para cada DTE. O Passport, no entanto, é capaz de rotear dinamicamente, levando em conta as atuais condições da rede, para ter certeza de que toda a informação chegou ao seu destino rápida e confiavelmente.

PVC's comutados - Ou SPVC's é o mecanismo usado para implementar serviços com PVC utilizando Passports 4400 numa arquitetura comutada. SPVC's são padronizadas segundo X.76, frame relay NNI (*network-to-network interface*). Atualmente, NNI é o único definido para PVC's. Como resultado, a corporação de padronizações, ITU-T, definiu uma solução para mapear SVC's e PVC's, denominada SPVC a qual faz parte das especificações do X.76. esta é uma outra área a qual a série Passport 4400 segue padronizações nas implementações.

❑ **Sofisticado gerenciamento de tráfego**

Prioridade de tráfego é baseada em dois critérios: importância e sensibilidade a atraso da aplicação. O sistema de gerenciamento de tráfego certifica-se de que tráfegos críticos (por exemplo, transações financeiras) sempre serão contornados, e que tráfego sensível a atraso (por exemplo, voz e vídeo) é transmitido com qualidade aceitável. Numa ramificação de rede dedicada a bancos, por exemplo, transmissões confiáveis de transações financeiras podem ser de prioridade máxima, ficando o tráfego de voz numa WAN em segundo plano. Além disso, este artifício de enfileirar pacotes conforme for sua prioridade, nos certifica de que mesmo para tráfegos de baixa prioridade a vazão mínima é garantida e não podem parar, devido aos grandes volumes de dados dos tráfegos de prioridade mais alta.

No nível de rede (OSI), o gerenciamento de tráfego dos Passports ou 4450 determina as prioridades de emissão de dados num *link* Passport, e é mapeado para as classes de serviços Passports numa WAN. Esta capacidade de gerenciamento é projetada para complementar o gerenciamento de tráfego do Passport e compatibilizar-se com a implementação do sistema de múltipla prioridade Magellan (*MPS - Magellan Multiple Priority System*).

❑ **Serviços SNA**

A série Passport 4400 incorpora a comprovada robustez do roteamento a nível de enlace de dados Magellan SNA (DLR). DLR (*data link routing*) permite que corporações migrem de redes em SNA para uma outra rede dinâmica e comutada sem causar implicações nas configurações de redes existentes.

Consolidação do tráfego SNA - Numa ramificação de rede, o estabelecimento de um *link* combina equipamentos de múltiplo acesso com diferentes tipos de chamadas e velocidades num simples enlace físico. Isto diminui os custos e aumenta a eficiência, alocando e compartilhando a banda para as aplicações que realmente precisam.

Classe de serviços fim-a-fim - Enlaces de dados são cessados em ambas as extremidades por *stop polls* (aviso de término do enlace) os quais são enviados através da WAN. Todos os enlaces de dados são convertidos em QLLC (qualified logical link control) os quais provêem avisos em SNA em casos críticos, com transporte confiável e padronizado em uma WAN.

O encapsulamento SNA sobre Frame Relay usa RFC 1490, IBM's BAN, e encapsulamento BNN. Isto permite que a série Passport 4400 e os Passports se comuniquem diretamente com os FRAD's SNA ou roteadores, e com FEP's conectados diretamente a frame relay.

Variiedade de interfaces de acesso e roteamento dinâmico de pacotes - SNA DLR dos Passports 4400 suportam X.25/QLLC, SDLC, *token ring* (anel com ficha), e SNA sobre interfaces assíncronas, e interage tanto com serviços SNA DLR do DPN-100 quanto com serviços Passport SNA DLR, bem como os serviços de agrupamento (*hunt group*) e redirecionamento de chamadas.

Altas performances, alta confiabilidade - O FEP pode ser diretamente conectado ao Passport ou DPN-100. Num *site*, alta confiabilidade, redundância, alta performance é importante para a central de tráfego de dados.

Soluções de acesso competitivas, as quais requerem outro equipamento de acesso ou múltiplos equipamentos de acesso no *site*, não implicam numa solução ótima num *site host*.

Migração do SNA puro para o SNA/LAN - Uma aplicação chave adicional é a migração de *sites* em ramificações da rede de tráfego SNA puro numa interface *token ring* para uma mistura de tráfegos LAN e SNA. Uma configuração muito comum é a adição de *Lotus notes* na ramificação, as quais adicionam tráfego IP ao tráfego SNA existente. A série 4400 é idealmente adequada pra ajudar na migração de SNA puro à mistura LAN/SNA numa ramificação.

□ Frame Relay

A série Passport 4400 oferece ao DCE (*data communication equipment*) frame relay serviço de acesso PVC, estes equipamentos funcionam como DCE's e DTE's, tais como roteadores que agem como DTE's. Apenas PVC é suportado por este serviço.

Os PVC's até são mapeados pelo Passport 4400 em PVC's de enlaces de rede Passport, de modo que estes podem se conectar de uma WAN Passport a qualquer equipamento remoto. Dessa forma, a série Passport 4400 pode ser vista como uma extensão Passport de serviços Frame relay fora da ramificação local FR.

O serviço frame relay DCE PVC da série Passport 4400 é um subconjunto de serviços Passports FR. A intenção é que dois serviços possam ser interconectados, mas a compatibilização ainda não está planejada.

Através do *backbone* Passport, SPVC's são usados na intenção de que apenas as duas extremidades dos PVC's necessitem de planejamento e não todas.

□ Dados transparentes

A série 4400 Passport provê um serviço de dados transparentes (*transparent data*) o qual é oferecido a fim de consolidar qualquer equipamento legado de baixa velocidade

localizados em ramificações. Para tráfego HDLC, tais como X.25, padrões são reconhecidos e suprimidos como um serviço transparente HDLC. Outras formas destes padrões podem ser também suprimidos. Para protocolos desconhecidos, bits são transmitidos transparentemente fim-a-fim. Este modo de operação é planejado para operação em baixas velocidades (9.6kbits/s).

O serviço de transparência de dados é um serviço para *backbones* Passport e não faz interconexão com BTDS Passport (*bit transparent data service for Passport*) ou HTDS (*HTDS transparent data service*). Os serviços de transparência de dados na série Passport 4400 são mais direcionados para aplicações legadas¹ de baixa velocidade do que para serviços de transparência Passport.

□ Dados legados

Serviços de dados legados² em Passports 4400 utilizam 6 portas de dados legados ou módulos *token ring*. Este serviço interopera com serviços Passports e serviços DPN-100. A oferta inicial de serviços de dados legados inclui suporte de:

- SNA/SDLC;
- X.25;
- Protocolos assíncronos;
- Frame relay.

□ Enlaces de rede Passport

FRAD's convencionais que oferecem serviços de voz têm que fragmentar todos os frames longos para certificar-se de que os pacotes de voz não estarão atrasados a ponto da qualidade da voz tornar-se inaceitável. Isto aumenta o número de dados de cabeçalhos num *link* de uma WAN. Também requer FRAD's compatíveis em ambas as extremidades da conexão para reestabelecer os frames de dados.

Alguns destes FRAD's requerem que o tráfego de dados já estejam fragmentados por um equipamento externo antes que o tráfego passe pelo FRAD de voz. - isto acrescenta dados de *overhead* (cabeçalho) adicionais ao tráfego.

O protocolo de enlace de uma rede Passport 4400 também fragmenta frames longos quando é necessário inserir frames de voz, mas reestabelece-os na outra extremidade do enlace de rede (ou seja, antes que ele entre na WAN). Isto implica em uma ótima operação do tráfego de voz, assim como oferece as seguintes vantagens sobre os FRAD's convencionais:

- Elimina a necessidade de um FRAD para o *site* central que pode não oferecer a confiabilidade ou performance que os Passports oferecem como alternativas para o *site* central.
- Pequeno atraso para tráfego de voz.
- Menor *overhead* (cabeçalho) numa WAN desde que os frames de dados sejam enviados intactos sem cabeçalhos adicionais de *headers/trailers* requeridos por cada fragmento.

¹Aplicações legadas são aplicações de tecnologias bem antigas e que não têm compatibilidade com as tecnologias atuais.

²Dados provenientes ou enviados para ramificações onde existem aplicações de tecnologias bem antigas e que não são compatíveis com as atuais.

- Circuitos virtuais independentes num *backbone* permite fluxos de dados independentes na WAN com classe de serviço fim-a-fim.
- Interconexão com equipamentos remotos ou serviços Passport internos usando padrões RFC 1490 para encapsulamento FR. Isto não seria possível se os frames de dados fragmentados e enviados através da WAN.
- Segue padrões de voz sobre padrões FR (VoFR-FRF.11)

A fragmentação é otimizada para *links* entre Passports 4400 e Passports, independentemente, os quais são tipicamente de baixa velocidade (64 kbits/s, por exemplo), e na extremidade do *host*, que pode ser um *link* de alta velocidade. Com FRAD convencional de voz, a fragmentação fim-a-fim é uma configuração global e é usualmente utilizada para fragmentação não ótima para *links* de alta velocidade.

Numa rede de *backbones* Passport o tráfego beneficia-se da padronização na execução de PORS (*path oriented routing system*), fragmentação de frames para otimizar atrasos e tratamento de prioridades.

□ Backup de chamadas ISDN

A fim de proteger a conexão de falhas, é importante fornecer *backup* de *links* permitindo os Passports 4400 estabelecerem uma conexão alternativa via ISDN. Os Passports 4400 incluem opcionalmente uma porta de interface com taxas integrais de ISDN básico para ser usada para *links* de *backup* em casos em que eventos indesejáveis (tais como falhas e/ou congestionamento) aconteçam. A conexão de *backup* é feita do equipamento Passport 4400 ao Passport, suportando o *link* primário. Isto permite que o *backbone* Passport continue oferecendo conexões WAN sem interromper a transmissão de dados.

Caso aconteça uma falha no *link* primário, a unidade Passport 4400 automaticamente estabelece um *link de backup via ISDN*. Conexões de transmissão de dados são automaticamente reestabelecidas a destinos previamente configurados, e novas chamadas de voz também usam este *link de backup*.

□ Passports 4400 em cascata

Múltiplos Passports 4400, localizados em ramificações diferentes numa mesma cidade, podem ser conectados em cascata para utilização eficiente de largura de faixa de uma WAN de longas distâncias. Normalmente isto permite uma melhor utilização de custo efetivo, ao invés de alongar um *backbone* Passport a outro *site* mais próximo.

□ Gerenciamento de rede

A arquitetura de gerenciamento de rede para Passports 4400 é a mesma utilizada nos Passports - baseadas em SNMP e em plataforma *HD/OpenView*, com escolha para Magellan NMS, *ServiceMonitor* ou OMS (*Open Management System*) como uma função a mais no nível de aplicação.

❑ Sistema de gerenciamento de rede (NMS)

NMS provê um bom conjunto de funções de gerenciamento de rede, como citados a seguir:

- Gerenciamento dedicado a casos de falhas;
- Gerenciamento de configuração distribuída;
- API's (*Application Programming Interfaces*);
- Comandos de operação agregados.

A integração de sistemas NMS (*Magellan Management System*) provê vantagens significantes aos operadores de rede sobre os produtos os quais não têm uma solução para gerenciamento de rede.

Gerenciamento dos elementos da série Passport 4400 é baseado em SNMP, com todo o tráfego de gerenciamento de rede transportados via protocolo IP. A série Passport 4400 é gerenciada pelo Magellan NMS com alto nível de integração a fim de provê o que denomina-se "*look and feel*" para gerenciamento de falhas, planejamento, distribuição de *software*, performance de gerenciamento, e segurança.

A arquitetura distribuída suporta redes com milhares de Passports 4400. Além disso, múltiplas centrais de gerenciamento e múltiplos usuários, cada um apto a executar todas as funções, permitem um gerenciamento eficaz de uma WAN, assim como alcançam alta disponibilidade para o gerenciamento próprio do sistema.

Passports 4400 podem fazer *download* de novos *softwares* imagem ou dados de configuração enquanto com a unidade em operação. Novos *softwares* ou dados de configuração são ativados, e em caso de problemas, o Passport 4400 pode reestabelecer as versões antigas (ou de configuração ou de *software*). O carregamento (*downloading*) de *softwares* ou dados de configuração através do Passport 4400 utiliza TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*). Distribuições de configurações e *softwares* centralizados reduz o custo em caso de mudanças no sistema.

O grande benefício é a simples implementação e operação de uma grande quantidade de Passports numa rede Magellan.

Redes virtuais privadas (VPN - *Virtual Permanent Network*), estatísticas e funções de bilhetagem são amplamente implementadas pelas capacidades existentes num Magellan Passport. Além disso, Passports são gerenciáveis pelo *ServiceMonitor* como parte de um serviço VPN com gerenciamento customizado.

❑ *ServiceMonitor*

A série Passport 4400 e seus serviços, são suportados por ferramentas Magellan para VPN's.

ServiceMonitor provê gerenciamento de rede do ponto de vista de serviços. Fornecendo serviços de carregamento gerenciado tanto para o usuário da rede quanto para um usuário final. Isto abrange um *portfolio* de produtos permitindo que serviços gerenciáveis sejam oferecidos numa rede Passport, DPN-100, assim como Passport 4400.

❑ Gerenciamento de sistemas

O sistema *Magellan OMS/HP Open View* oferece um leque de aplicações de gerenciamento para Passport 4400, com uma interface gráfica com o usuário consistente ao gerenciamento Magellan.

Uma outra característica de gerenciamento Magellan, tendo as localizações dos vários pontos na rede, é a detecção de eventos indesejáveis na rede, capacidade de gerar diagnósticos numa rede em tempo real e estatísticas de *link* e módulos usando SNMP.

O SNMP e *HP Open View* bases do *OMS/HD Open View*, permitem compatibilidade com um acervo de sistemas de gerenciamento que podem interfacear com estas plataformas padronizadas.

2.1.2 Características de *hardware*

A série Passport 4400 pode ser configurada para uma vasta gama de aplicações, solicitações de sites através da seleção dos diferentes tamanhos de chassis, equipamentos de módulos diferentes e opções de performance.

Tanto o Passport 4430 (chassis de 3 *slots*) quanto 4450 (chassis de 5 *slots*) são disponíveis. Só existe 4430 com alimentação AC, mas o 4450 existe tanto com alimentação AC quanto com DC. A alimentação redundante é opcional num 4450 com alimentação AC ou DC.

Os equipamentos Passports 4400 têm uma placa principal de processamento, memória e interfaces externas. Ligados à placa de circuitos central estão os processadores, memórias duais, interface LAN, interface de gerenciamento de rede, e interface de portas seriais. A placa central suporta uma conexão ethernet - tanto AUI quanto 10BaseT. As interfaces de acesso WAN são disponibilizadas com módulos *plug-in* os quais se conectam a dois *slots* na placa central, são elas:

- Um adaptador para terminal ISDN integral;
- CSU/DSU de 56/64 kbits/s;
- Uma porta serial configurável para V.24, V.35, V.36, X.21.

Software e dados de configuração são armazenados em memórias estáticas na placa central com capacidade suficiente para duas imagens.

Módulos opcionais dos Passports 4400 podem ser instalados nos *slots* restantes, são eles:

- Placas analógicas digitais de voz;
- Placas com 6 portas para dados legados mais uma interface *token ring* opcional;
- Placas de expansão de 4 ou 8 portas (até duas por Passport)

Voz/fax integrados analógicos

O módulo *ClearVoice* (CVM) e o módulo *Turbo Universal Voice* (TUVV) permite transmissões de voz e fax analógicos para compartilhar as mesmas conexões de baixo custo, utilizados para tráfego LAN. CVM e TUVV são opcionais para todos os modelos 4400. As características CVM incluem:

- Avançados algoritmos de compressão de voz (tais como G.729 CS-ACELP) para conexões de alta qualidade utilizando apenas 8 kbits/s de banda;

- Autodetecção de suporte a fax para todo o Grupo 3 de aparelhos de taxas na faixa de 2.4 a 9.6 kbits/s;
- Voz ou fax numa mesma linha telefônica;
- Interfaces - E&M tipos I, II, IV, e V; FXS *Loopstart*, FXO *Loopstart*.

O TUVM é uma placa de voz/fax integrados que suporta características CVM. Isto está disponível numa versão com dois canais onde o CVM está disponível nos dois canais.

☐ Voz/fax integrados digitais

Os módulos digitais disponibilizam uma interface de voz PBX T1/E1 e uma interface T1/E1 para WAN. Estes módulos utilizam compressão de voz/fax de alta densidade, produzindo um serviço de qualidade superior e reduzindo o custo de comunicações remotas. Podem instalados em ambos os modelos 4400.

As placas de módulo de acesso T1 (TAM) e módulo de acesso E1 (EAM) disponibilizam suporte a voz nos padrões T1 e E1, respectivamente. As placas TAM/EAM fornecem portas de voz digital e suporte de até 6 canais digitais. Duas placas de expansão (DVEM's) podem ser acrescentadas com 12 canais cada, sendo sua capacidade de no máximo 30 canais de voz (E1). Módulos de voz digital (DVM's) suportando um canal de voz cada, são acrescentados um de cada vez às placas TAM/EAM/DVEM, para uma máxima flexibilidade. Entretanto, ao configurar um 4400 numa ramificação de rede com uma interface para PBX digital com um número limitado de canais solicitados, o operador da rede não é forçado a adquirir e usar uma placa com *hardware* para um grande número de canais em desuso.

☐ Módulos para dados legados/*token ring*

O módulo para dados legados/*token ring* consiste de 6 portas mais a opção de uma interface LAN *token ring*. Serviços de dados legados incluem SDLC, X.25, async e frame relay assim como SNA e suporte a tráfego LAN numa interface *token ring*.

☐ Módulos de expansão

Esses módulos são placas de expansão de 4 a 8 portas. Cada Passport 4400 pode ser acrescentado de até duas placas para fornecer suporte a frame relay DCE (PVC) ou serviços de transparência de dados.

2.1.3 Especificações

☐ iDimensões do equipamento

Alimentação simples (altura x largura x profundidade): 165mm x 445 mm x 305 mm (6.5" x 17.5" x 12.0").

Alimentação com redundância (altura x largura x profundidade): 277 mm x 445 mm x 305 mm (10.75" x 17.5" x 12.0").

Opções de montagem: *desktop*, *wall* ou *rackmount*

2.1.4 Perspectivas futuras

Os Passports 4430 e 4450 são mais do que equipamentos de acesso para os atuais ambientes de rede. Elas são plataformas projetadas para crescer com solicitações futuras de acesso. A utilização de padrões para voz, dados, gerenciamento e ambientes de desenvolvimento, permitirão uma rápida compatibilização ao mercado para novas características.

2.2 Magellan DPN-100

Magellan DPN-100 é um sistema de redes de dados padronizado para interconexão de diversos *hosts*, aplicações e usuário final. DPN-100 direciona as necessidades de organizações para serviços multiprotocolares confiáveis tais como frame relay, SNA, X.25, async nas velocidades T1/E1. Este suporta uma grande faixa de interfaces físicas incluindo V.24, V.35, V.36, X.21, G.703, *token ring* e outras. A mais alta disponibilidade possível, 99,999%, é alcançada graças às características de interconexão, redundância e uma estrutura modular que permite expansões sem que o serviço seja interrompido.

2.2.1 Visão geral

A linha de produto Magellan DPN-100 da Nortel (*Northern Telecom's*) é usada em mais de 200 países em todo o mundo, em redes de provedores e financeiras, linhas aéreas, militares, governamentais e de corporações.

A linha de produto oferece conectividade para todos os tamanhos de rede. Esta tem um *portfolio* de produtos bem diversificados e serviços numa plataforma comum. Seus produtos são completamente expansíveis desde 300 bits/s a 16Mbits/s. Além disso, o DPN-100 provê uma migração gradual para outros *switches* Nortel.

Magellan DPN-100 suporta um rico acervo de serviços e protocolos e provê uma seleção de serviços de acesso e característica da rede numa plataforma de dados WAN simples. Serviços de pacotes tradicionais como serviços *frame relay* e conectividade a LAN's são suportados. Também suporta serviços de pacotes ITU-T tais como IBM SNA, transações financeiras, protocolos de linhas aéreas, roteamento LAN, *frame relay* e protocolos customizados.

DPN-100 é projetado de uma forma modular de modo que o crescimento e evolução de uma rede é feita gradualmente de acordo com as variações de solicitações do usuário.

Existem poucos módulos básicos utilizados para montar redes DPN-100. O DPN-100 pode ser atualizado em pequenos e modulares incrementos. A incorporação de novas tecnologias e mudanças na rede são acomodadas fácil e paulatinamente sem interrupção de serviços no restante da rede.

Isto significa que corporações podem obter redes de longa durabilidade e funcionamento e ainda serem adequadas às suas atuais necessidades, ao invés de sobredimensionar a rede para expansões futuras.

Reconhecido pela sua alta confiabilidade e pouca manutenção, o DPN-100 oferece uma infra-estrutura de rede a qual supre as necessidades e solicitações de aplicações críticas por corporações bancárias, militares e de linhas aéreas. Adicionalmente, os elementos que compõem a rede nos informam condições de *status*, estatísticas e de alarme automaticamente permitindo uma resposta rápida a qualquer distúrbio na rede.

DPN-100 tem uma ampla variedade de características as quais implicam em alta confiabilidade, roteamento em casos de falhas sem interrupção, redirecionamento de chamadas,

hunt groups, e *backup's* automáticos de ligações.

A capacidade dos DPN-100 de direcionamento automático roteia o tráfego com alta qualidade, custo efetivo e utiliza a primeira rota disponível. Isto nos certifica de que mudanças de topologias e distúrbios em tráfegos são contornados paulatinamente. Além disso, o direcionamento automático é auxiliado pelo sistema de múltiplas prioridades. A rede logo certifica-se de que o roteamento do tráfego está funcionando bem e que os tens vazão, atraso, prioridade, e classes de prioridades os quais são dependentes do tempo estão em ordem.

Com o DPN-100, substanciais benefícios de custo podem ser adquiridos através da consolidação das múltiplas redes discretas numa rede de dados simples. Assim, a rede DPN-100 minimiza as solicitações totais de banda através do compartilhamento da banda entre aplicações. Ao longo de um tronco eficiente de frames, este compartilhamento dinâmico implica diretamente em economias sobre os custos da linha. Enquanto múltiplas aplicações de rede requerem uma substancial responsabilidade sobre os recursos, uma única rede DPN com gerenciamento integral do ambiente de rede requerem solicitações muito menores sobre os recursos. Liberando recursos para serem utilizados na maior parte do tempo de acordo com as necessidades dos usuários ao invés de se fazer manutenção na rede frequentemente.

Além das capacidades tradicionais de rede, o DPN-100 tem uma faixa seletiva de características que oferecem segurança e facilidades de uso. Características de segurança incluem grupos fechados de usuários (CUG), identificadores de usuários de rede (NUI), *hunt groups*, características de segurança na operação, gerenciamento de acesso de gateway e validade de endereços, controle de acesso de ligações e validades dos endereços de chamadas.

Característica do *broadcast* do DPN-100 habilita os usuários a enviar uma única mensagem para vários destinos, reduzindo o procesamento do *host* e utilizando eficientemente os recursos da rede. Assim, as características das redes virtuais DPN-100 permitem que corporações segmentem uma rede, onde cada segmento tem suas capacidades próprias de gerenciamento.

2.2.2 Características de *software*

O Magellan DPN-100 provê uma seleção refinada dos serviços de acesso e características de rede numa simples WAN. Serviços tradicionais de pacotes, serviços frame relay, e LAN's são suportados em qualquer plataforma. O DPN-100 suporta também pacotes de serviços ITU-T, IBM SNA, transações financeiras, protocolos de empresas aéreas, roteamento em LAN's, frame relay e protocolos customizados.

Serviços de pacotes ITU-T

Os padrões de pacotes ITU-T suportados incluem X.25, X.25 *gateway*, X.25 *multilink*, X.3 / X.28 / X.29 (ITI), X.75, X.32, X.21, X.31, ISDN e multiplexação X.224. Extensões destes padrões (tais como X.75' para o mercado nos Estados Unidos) são suportados também.

Serviço ponto-a-ponto assíncrono

O Magellan DPN-100 suporta um protocolo ponto-a-ponto assíncrono assim como uma extensão ao serviço ITI. Um serviço DPN-100 configurado para PPP conecta PC's eficientemente discando via rede telefônica para serviços de provedores de Internet (ISP) ou acesso remotos a LAN's. A rede DPN-100 oferece um mecanismo eficiente de transporte

conectando PC's remotos aos serviços centrais enquanto reduz-se a carga PSTN (*Public Switched Telephone Network*).

Um usuário PPP pode tomar proveito dos CUG's (*Closed User Groups*), NUI's (*Network User Identifiers*) e outras possibilidades de configurações de chamadas. Isto inclui a habilidade do Magellan SAS (*Source Access Server*) de trabalhar internamente com PPP, provendo validação NUI, translação de endereços, e roteamento de chamadas como desejado. Após a configuração, o PAD reverte o modo PPP puro para o de duração de chamada.

A funcionalidade PPP assíncrono reconhece trabalha com frames PPP, atraso com tempo de atraso reduzido e crescente vazão quando comparado com o ITI. O serviço não transporta frames que não contenham dados a fim de não desperdiçar a banda. Este serviço é suportado nas atuais interfaces periféricas (IP's) V.24 e MI-8. Com esta capacidade, uma rede DPN-100 pode ser expandida para suportar Internet e acesso remoto a LAN's com um custo adicional mínimo.

Com a ascensão dos novos roteadores PI's *ethernet* e *token ring*, o DPN-100 agora pode finalizar chamadas PPP assíncronas e prover uma conexão direta de LAN's a um ISP ou LAN corporativa sem a necessidade de um equipamento externo remoto.

□ Frame Relay

A escala de frame relay do DPN-100 vai de 2400 bits/s V.24 a 1.544 Mbits/s (T1) e 2.048 Mbits/s (E1). Este serviço está completamente de acordo com as especificações, suportando UNI (*User-to-Network Interface*) e NNI (*Network-to-Network Interface*) conectividade PVC com gerenciamento LMI (*Local Management Interface*). A taxa de transmissão média combinada entre o usuário e a rede CIR (*Committed Information Rate*) e a taxa de excesso de de informação transmitida EIR (*Excess Information Rate*) são sempre disponíveis para serem planejadas. DPN-100 implementa as notificações *Forward Explicit Congestion Notification/Backward Explicit Congestion Notification* (FECN/BECN) e *Discard Eligibility bit* (DE-bit) para gerenciamento de congestionamentos. O DPN-100 também grava a bilhetagem e permite uma cópia remota desta gravações de bilhetagem em caso de problemas na rede.

□ Serviços de transparência de dados

O DPN-100 oferece suporte para dois tipos de serviços de transparência de dados:

- Serviços de transparência de dados HDLC (HTDS) que interconectam qualquer equipamento com encapsulamento do tipo HDLC a fim de suportar formatos de protocolos atípicos.
- Interface bisíncrona (BSI) suporta equipamentos com encapsulamed bisíncrono e controladores frequentemente implementados por terminais RJE 2780 ou 3780.

□ Serviços SNA IBM

DPN-100 implementa múltiplas opções de conectividade e funções PAD a fim de suportar o IBM bisíncrono, SNA hierárquico e APPN (*Advanced Peer-to-Peer Networking*). A funcionalidade de roteamento de enlacede dados dos DPN's em vários PAD's interconecta equipamentos SNA via *links* seriais ou sessões *token ring*, provê monitoramento dos *links*, e provê interconexão via QLLC (*Qualified Logical Link Control*) implicando em conexões virtuais entre X.25, SDLC e equipamentos *token ring*.

Para o SNA hierárquico, o DPN-100 implementa um *host* PAD e é um terminal PAD tanto para SDLC e *token ring*. Um terminal assíncrono PAD suporta o acoplamento de terminais SNA sobre facilidades assíncronas *dial-up* usando protocolo *start/stop* da IBM (SSSDLC). Adicionalmente, além do roteamento de enlace de dados, o DPN-100 provê um *multihost* e terminais de multiplexação PAD que configuram e comutam sessões LU entre LU's e LU's encontrados em *hosts* diferentes. A conexão física SDLC pode ser dedicada, *dial-in* ou *dial-out* através do PSTN.

Para o APPN, o DPN-100 implementa um transparente PAD para roteamento de enlace de dados de nós SNA tipo 2.1 sobre SDLC e *token ring*. Assim, DPN's implementam roteadores T2.1 provendo sessão de comutação dinâmica para conectar nós tipo 2.1 sobre SDLC e *token ring*.

Evoluções aos serviços IBM dos DPN's expande opções de conectividade APPN e SNA entre DPN-100 e nós APPN provenientes de Magellan Passports. Alta performance de roteamento em DPN's-100 permite que DPN's se conectem a equipamentos T2.1 solicitando serviços de nós Passport.

❑ Serviços de transações financeiras

O DPN-100 tem vários serviços dedicados às transações financeiras, tais como loteria. A interface de *polling* assíncrona permite serviço discado ou acesso dedicado *multidrop* para terminais de transações compatíveis com ANSI X3.28. O serviço T3POS (como o padrão Bellcore dos protocolos de transações VISA) suporta uma ampla faixa de serviços POS (*point-of-sale*). Este serviço é suportado em interfaces DS-0B e em interfaces V.24 modo ponto-a-ponto ou ponto-a-multiponto. *Datafono* - uma variação do T3POS - é um exemplo de protocolo customizado implementado no DPN-100.

❑ Serviços de linhas aéreas

O DPN-100 é uma tecnologia globalmente dominante em indústria de companhias aéreas. As redes DPN-100 transportam, em tempo real, tráfegos de radares aeroespaciais para administração do controle de tráfego aéreo na Alemanha, França no Norte da Europa, dentre outros. Vários serviços customizados têm sido implementados para necessidades de cada cliente. Um número de grandes companhias aéreas utilizam o DPN-100 para se conectar aos empregados, aos equipamentos de rastreamento e manutenção nos aviões e processos de carga.

❑ Serviços de roteamento em LAN's

O DPN-100 utiliza um serviço inteligente de roteamento ISRB (*Intelligent Source Routing Bridge*) PAD que interconecta qualquer equipamento *token ring* acoplado que suporta roteamento tipo SRB (*Source-Route Bridging*) para plataformas SNA ou não. Com o ISRB, as vantagens de interconexão dos DPN's provêm alta escalabilidade e interação entre equipamentos SRB em qualquer parte da rede. O DPN ISRB tem crescido com interconexões com equipamentos Magellan em frame relay. Além disso, interagem com com serviços de interconexão LAN Passport provendo capacidade de serviço LAN integrado. O DPN também implementa dois tipos de roteadores através de duas PI's (Placas de Interface). A PI roteadora *ethernet* é projetada para atender a *sites* que requerem interconexão entre LAN's ethernet e serviços de dados WAN. Isto maximiza tanto a capacidade de uma WAN quanto de roteamento LAN com tecnologias características padrões de indústrias. A placa roteadora *token ring* para atender a ramificações primárias ou

sites remotos. Isto provê capacidades de roteamento e *bridging* a DPN's e MAS's (*Magellan Access Switches*). Tanto a placa roteadora *ethernet* quanto a *token ring* têm sido atualizadas com novos *softwares* e grandes configurações de memória. Elas suportam a última versão do IOS (*Cisco Internetwork Operating Software*) versão 11.2.

Serviços de rede do DPN-100

Características que enriquecem a funcionalidade de redes com o DPN-100 estão inclusos servidores de *broadcast*, endereçamento de chamadas mnemônicas, *hunt groups*, e Redes Virtuais Privadas (VPN's). Dentre as características que aumentam a receita e reduzem o custo estão as opções alternativas de conectividade modular, disponibilidade de banda sob demanda (BWoD) e *links* de *back-up*.

2.2.3 Características de *hardware*

A arquitetura DPN-100 permite que tenhamos acesso e serviços para uma variedade de redes de pacotes padronizadas. Sendo assim, nos certificamos de que a rede terá flexibilidade e configuração de cabeçalho minimizada, além da diminuição de custos. Um módulo DPN-100 consiste de sub-bastidores cada um com duplo barramento (com alimentação AC ou DC), oferecendo a capacidade de múltiplas placas processadoras e de interface. Duas placas estão disponíveis para aquisição, são elas: PE386 e a HPPE (*High Performance PE*). Cada PE monitora e gerencia o módulo, oferece capacidade de gerenciamento de redes e suporta troncos UTP além de protocolos utilizados na interconexão entre módulos. Eles também suportam vários acessos de DPN's-100 e serviços de *gateway* através de várias PI's. As PI's provêem interfaces de conectividade física como V.24/RS-232, V.35, V.36, X.21, G.703, T1/E1, *token ring* e modems integrados. A maioria das PI's podem ser configuradas via *software* para executar os serviços. Redundância de *hardware* permite que façamos um *back-up* memória, armazenamento, controle e barramentos de interfaces.

Placa de processamento de alto desempenho (HPPE)

A HPPE suporta a maioria dos melhores protocolos e PI's para atender as necessidades de diversidade e crescimento de clientes. As placas HPPE continuam obtendo grande desempenho e capacidade de processamento de quadros por segundo que também atendem a implementações em *links* de rede de alta velocidade. Quando utilizada com as EPR PI's (*Enhanced Primary Rate Peripheral Interface*), a HPPE permite a máxima utilização de facilidades T1/E1.

Perspectivas Futuras

A plataforma DPN-100 limita-se a atender WAN's com velocidades até T1/E1. A evolução deste equipamento irá continuar focalizando em avanços quanto a sua funcionalidade e custo reduzido. Uma vantagem muito grande e muito importante, que fará com que este equipamento continue tendo avanços, está na flexibilidade de conectarmos DPN-100, Passports e membros da família de equipamentos de acesso Magellan. Estes avanços também devem focalizar avanços quanto aos serviços e desempenho.

Evoluções de serviços

A evolução dos serviços incluem serviços de acesso e características de conexão. A maior promessa são: acesso discado, aplicações tradicionais de dados e conectividade assíncrona PPP para Internet. O RDSI também está dependendo de avanços em placas PRI X.31 e em placas BRI.

Avanços de desempenho

Avanços em desempenho do DPN-100 é, com certeza, o mais esperado dos avanços. Uma PI turbo está em pesquisas, a fim de oferecer uma PI com múltiplas portas que forneça velocidades de transmissão de até 512 kbps.

2.2.4 Especificações

Suporte a protocolos IBM

- Serviços de roteamento SNA SDLC.
- Serviços de roteamento SNA *token ring*.
- SNA assíncrono.
- Roteamento APPN.

Suporte a protocolos de interconexão de LAN's

- *Token ring* ISRB para protocolos de roteamento incluindo SNA, APPN, NetWare e NetBIOS.
- Interfaces de roteamento ethernet e *token ring*.

Frame Relay

- Interfaces UNI e NNI.
- LMI.
- CIR e EIR com controle de fluxo CIR automático.
- Gerenciamento de congestionamentos utilizando as sinalizações FECN/BECN e DE.
- Opções de Classes de serviço.

Serviços de transparência de dados

- Serviços de transparência de dados HDLC (HTDS).
- Interface bi-síncrona.

Suporte a protocolos do ITU-T

- X.25, X.25 multilink, X.25 *gateway*, X.25 multilink *gateway*.
- X.75, X.75 multilink, X.75'.
- X.32.
- X.21.
- ISDN: X.31, Q.921, Q.931, X.25 LAPD.

Características de e opções da rede

- Endereçamento X.121 e E.164.
- Circuitos Virtuais Comutados (SVC's).
- Circuitos Virtuais Permanentes (PVC's).
- Chamadas diretas.
- Rápidas configurações de opções.
- Grupos fechados de usuários (CUG's).
- Identificador de Usuário na rede (NUI).
- *Hunt Groups*.
- Redirecionamento de chamadas.

□ Velocidades e Troncos

- As velocidades de acesso variam desde 300 bits/s a 1.544/2.048 Mbit/s (T1/E1).
- Suporte a redes *token ring* desde 4 a 16 Mbits/s.
- Velocidades de links entre módulos que variam desde 1.544/2.048 Mbits/s (T1/E1).

□ Interfaces Físicas

- RS-232/V.24
- V.35
- V.36
- X.21
- X.22
- G.703
- Taxas primárias T1/E1 (1.544/2.048 Mbits/s)
- *Token ring*
- ethernet
- DS-0B
- IDN
- DM-A1

□ Gerenciamento

- Suporte a sistemas de gerenciamento de redes Magellan.
- Suporte a SNMP
- Gerenciamento IBM NetView através do MagellanView.
- Suporte a interfaces CMIP e API's.

□ Dimensões do equipamento

Dimensões (**h** x **w** x **d**)

1830mm x 720mm x 710mm (Cabine)

455mm x 640mm x 535mm (um sub-bastidor)

Alimentação pode ser AC ou DC.

2.3 Magellan Passport

A série de comutadores Nortel Passport 6400 reduzem a complexidade, diminuem o tempo de instalação de novas aplicações, disponibiliza crescimento da rede e a redução de custos de investimento. Esta série de comutadores multi-serviços estão inclusos o Passport 6480, o 6440 e o 6420. Estes equipamentos integram LAN's/WAN's numa solução simples. Além disso, transportam toda uma variedade de tráfegos de LAN's, serviços de dados, voz e vídeo em linhas dedicadas, privadas ou públicas em Frame Relay ou ATM.

2.3.1 Tópicos importantes quanto a série 6400

Estes produtos permitem que um engenheiro de redes estatísticas obtenha:

- Baixo custo da rede Isto é obtido através da consolidação de redes com compressão de voz, alocação dinâmica de banda e suporte a serviços WAN.
- Aumento do desempenho das redes Através da comutação de múltiplos protocolos e roteamento automático, quadros flexíveis e transporte de quadros para vários tipos de tráfego, além de gerenciamento e aceitação da sinalização de congestionamentos.
- Operação de redes LAN/WAN segura, confiável e flexível Através de filtragem de pacotes e *firewalls*, capacidades de implementação de redes virtuais privadas e continuidade de serviço.
- Otimização dos recursos da rede Através do sofisticado gerenciamento de tráfego WAN, múltiplas classes de prioridade, rápido retorno de capital de investimento, poderosas ferramentas de gerenciamento e monitoração de serviços.

Baixo custo da rede

A série Passport 6400 consolida, numa rede simples, tráfegos de dados, voz e vídeo e suporta uma grande faixa de opções de entrocamentos, oferecendo tanto infra-estrutura quanto economias de custos operacionais da rede. Corporações podem utilizar a série Passport para construir redes privadas com linhas dedicadas, envolvendo redes TDM e ATM existentes as quais suportam aplicações que consomem muita banda a baixo custo. Como os Passports utilizam várias técnicas de compressão de voz, aumenta a capacidade de transmissão de voz. Além disso, os Passports interpretam as sinalizações de protocolos de PABX e roteia chamadas individuais diretamente, ao invés de serem rotadas através de PABX *tandem*. Isto simplifica o projeto de rede e reduz os custos operacionais. Completamente flexível, o Passport pode facilmente oferecer serviços ATM e Frame Relay, permitindo que as corporações levem vantagem quanto ao desempenho e custos dos serviços públicos.

Aumento do desempenho das redes

Projetado para alto desempenho na indústria, os Passports maximizam a utilização dos recursos da rede e minimizam o impacto sobre o desempenho da rede em caso de falhas ou congestionamentos. Um sofisticado sistema de múltiplas prioridades, o MPS (*Multiple Priority System*), permite ainda mais a otimização dos recursos da rede, alocação dinâmica de banda, reduz as situações de congestionamentos e oferece o mínimo atraso possível de modo a garantir o nível de serviços para todo e qualquer tipo de tráfego. Dentre as características

de interconexão de LAN's estão incluídas a comutação integrada e roteamento de múltiplos protocolos assim como a capacidade de filtragem de pacotes. Estas características são desenvolvidas na plataforma distribuída de processadores para comprovar o alto desempenho mesmo em *sites* onde deve existir muita segurança. O roteamento do tráfego de voz elimina dados de cabeçalho e produz uma ótima qualidade de voz utilizando a menos banda possível.

Passports também suportam a tecnologia de comutação na camada 3 (modelo OSI). Desenvolvida pela Nortel, a tecnologia de comutação VNS (*Virtual Network Switching*) elimina atrasos associados a camada de roteamento, oferecendo aos engenheiros de redes a possibilidade de dividir a WAN em várias redes virtuais privadas (VPN's) e simplificar a configuração e implementação de redes em novas localidades. VNS provê um transporte flexível de quadros e células e comprova o desempenho de interconexão de LAN's/WAN's para tráfegos IP ou IPX assim como outros tráfegos.

Operação de redes LAN/WAN segura, confiável e flexível

A implantação da série Passport 6400 aumenta a flexibilidade de uma rede corporativa e estende as opções de conectividade. Em aplicações onde o acesso a redes públicas oferecem uma alternativa de baixo custo para infra-estruturas de redes privadas, a série Passport oferece padronização, segurança e pouca operacionalidade em redes frame relay e ATM. Isto possibilita que os engenheiros de redes façam projetos de custo efetivo, e redes híbridas redundantes. A alta confiabilidade de redes Passport (até 99,99%), inclui alimentação redundante e configurações de processadores de maneira que estejam disponíveis para momentos críticos na rede.

Os produtos da linha Passport 6400 suportam NetSentry - avançada filtragem de pacotes e *software firewall*. Utilizando parâmetros de rastreamento, a rede monitora se há intrusos na rede. Se ocorrer alguma invasão, a rede sinaliza ao sistema de gerenciamento que irá investigar o possível invasor. Além disso, para a detecção de intrusos na rede, as corporações podem criar múltiplas intranets, dividindo e diminuindo ainda mais as áreas de procura, facilitando o trabalho de rastreamento de intrusos.

Otimização dos recursos da rede

A capacidade avançada de gerenciamento de tráfego do Passport inclui a alocação dinâmica de banda utilizando um sofisticado sistema de gerenciamento de prioridades. Isto permite que o transporte de informações ao longo de uma WAN como se cada tipo de tráfego estivesse sendo transmitido em uma rede independente dedicada. Os níveis de prioridade do Passport permite que os engenheiros personalizem as prioridades de acordo com as necessidades de confiabilidade que a corporação deseja, otimizando a banda, minimizando congestionamentos e maximizando o desempenho da rede. As características de redução de banda e consolidação de redes Passport oferece custos efetivos e a certeza de rapidez quanto ao retorno do capital de investimento. A capacidade de gerenciar, monitorar e prover serviços de alarmes é imbatível quando comparado com outros tipos de redes. Esta plataforma foi projetada para uma variedade de necessidades, operações e aplicações de corporações.

2.3.2 Especificações

Comutação múltiplos protocolos de LAN's

- Protocolos de rede incluindo TCP/IP e IPX
- Encapsulamento FDDI
- Técnicas de roteamento
- Conexões com múltiplos protocolos sobre Frame Relay.

ATM

- Troncos ATM
- Alto desempenho dos canais virtuais e comutação de rotas virtuais ATM utilizando SVC's e SPVC's
- Multiplexação inversa para ATM (IMA)

Circuitos de voz

- Compressão ADPCM
- Detecção de tom de modem e fax
- Detecção ativa de conversação e fax
- Discriminação de chamadas de voz/dados

Frame Relay

- Interfaces de altas velocidades de transmissão
- Gerenciamento por diferentes classes de tráfego
- Circuitos Virtuais Comutados
- Circuitos Virtuais Permanentes
- Interfuncionamento entre Frame Relay-ATM

Troncos

- Variam entre taxas de transmissão de 9.6 kbits/s a 155 Mbits/s

Interfaces Físicas

- V.11 (X.21), V.35
- DS1 e E1 canalizada ou não-canalizada
- DS1, E1, TTC-2M de voz
- DS2,E3

- FDDI ethernet, *token ring*
- DS1, E1 ATM
- OC-3, STM-1 ATM
- J2 ATM

Gerenciamento

- NMSAdvisor e plataformas HP OpenView
- Ferramentas de planejamento e análises de rede
- Levantamento de alarmes, estatísticas, armazenamentos *logs*
- Monitoração de desempenho da rede
- Relatórios SLA personalizados

	Passport 6480	Passport 6440	Passport 6420
Número de <i>slots</i>	16 <i>slots</i>	5 <i>slots</i>	3 <i>slots</i>
Capacidade de transmissão	1.6 Gbits/s	1.6 Gbits/s	1.6 Gbits/s
Dimensões			
Largura	610mm	267mm	406mm
Profundidade	693mm	559mm	487mm
Altura	1969mm	445mm	158mm
Opções de alimentação	AC e DC	AC e DC	AC
Redundância de alimentação	Sim	Sim	Não disponível

Capítulo 3

Estudos de Caso

O projeto de uma rede Frame Relay é um pouco diferente do projeto de redes típicas de linhas privadas.

As redes Frame Relay podem ter melhor desempenho que redes com linhas dedicadas devido a alocação dinâmica de banda (“Banda sob demanda”) e capacidades de suportar aplicações com necessidades críticas de vazão em períodos curtos, ou seja, requer altas velocidades de transmissão em curto espaço de tempo que denominamos de “rajadas”. Entretanto, para que possamos tirar proveito de todas essas características da rede é necessário ter um conhecimento profundo dos tipos de tráfegos, qual a média de tráfego consumida pelo usuário e os picos de tráfego na transferência de informações de *site a site*. Este conhecimento é geralmente descartável quando tratamos da maioria das rede com linhas dedicadas, pois a filosofia natural destas redes é “se estiver lento, aumenta a taxa de transmissão do *link*”. Uma outra vantagem de redes Frame Relay é que mesmo se o projeto inicial da rede é muito pequeno em termos de velocidades de portas e/ou CIR’s em PVC’s, estes parâmetros podem ser rapidamente mudados que em redes com linhas dedicadas. O desempenho destas redes é feito periodicamente através de monitoramento de tráfegos médio e de pico dos circuitos virtuais do cliente. Esta triagem é personalizada para cada usuário, de modo a reconfigurar a rede do mesmo até que se alcance configurações mais em conta, dependendo das aplicações que a sua rede utiliza. A rede do usuário também pode estar consumindo mais banda na rede que o estabelecido no contrato. Daí, são feitas discussões para decidir o aumento da configuração de CIR’s e EIR’s da rede virtual do usuário que, conseqüentemente, pagará mais por isso.

também Um dos principais problemas de todos os projetos de rede Frame Relay está no alcance de seus objetivos, pois é muito empírica a determinação de configurações exatas para a rede as quais satisfaçam tanto ao cliente quanto ao provedor de serviços (nós). Sabemos também que isso não só acontece em redes Frame Relay, este problema estende-se para todos os tipos de redes, desde LAN’s a SNA. O risco de ter configurado uma rede bem “exuta” para um usuário, é não ter como analisar o relativo sucesso ou falha daquele projeto particular de rede - Frame Relay ou não. Pois, dependendo das aplicações, serviços e períodos, o cliente utiliza mais banda ou menos banda que aquela configurada no projeto. O que geralmente se faz é o sobredimensionamento do projeto e, ao longo do tempo, monitorar-se os *links* do cliente através de estatísticas e daí toma-se decisões definitivas e coerentes de projeto, tanto para o cliente quanto para o provedor de facilidades Frame Relay.

Na próxima seção iremos ver um dos estudos de caso desenvolvidos pela equipe de engenharia de redes de pacotes da TELEMAR-AL, no qual fui responsável pela configuração da rede. Ao mesmo tempo iremos observar quais são passos para o dimensionamento e

configurações de uma rede.

3.1 Estudo de caso 1 - Cliente IPD-DETRAN

Antes de mais nada, é necessário que o consultor da empresa vá ao cliente e passe para a área de engenharia o desenho da rede a qual o cliente deseja e quais as taxas de transmissão necessárias para cada *site*. Depois desta visita ao cliente, a área de engenharia analisará, junto ao consultor e o cliente, quais as aplicações que estão sendo utilizadas, se os serviços a serem prestados são dados, voz, vídeo ou uma miscelânea destes, etc. Neste caso, o cliente IPD-DETRAN somente queria interligar suas redes de dados distribuídas em todo o estado. Feito todos os procedimentos necessários obtivemos a seguinte configuração da rede IPD-DETRAN, onde a nuvem já sabemos que significa uma maneira simples de representarmos a rede Frame Relay da TELEMAR-AL.

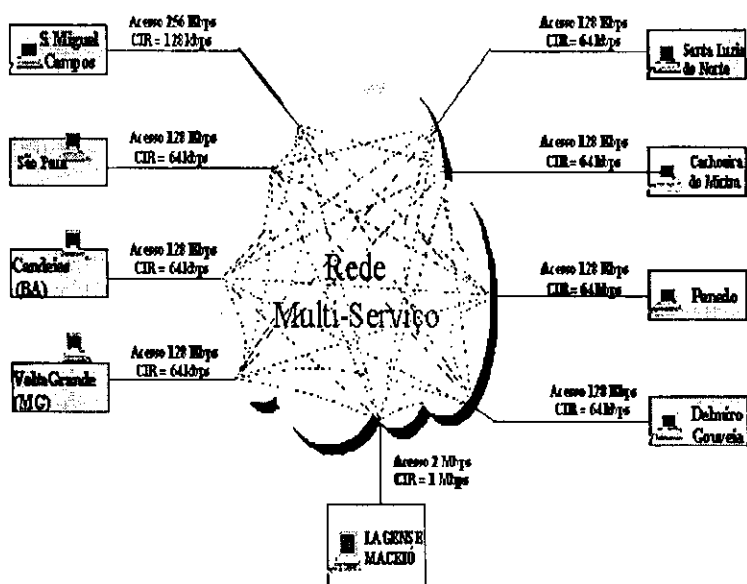


Figura 3.1: Topologia da rede IPD-DETRAN.

Existem quatro passos no projeto de qualquer rede Frame Relay, são eles:

1. *Desenhar o mapeamento de PVC's.* Devemos desenhar neste mapeamento, todas as localidades que necessitem ser conectadas. Pois dependendo da localidade do *site* podemos escolher o provedor de serviços. Como neste caso todas as localidades são dentro do estado e, por enquanto, só temos como provedor de serviços Frame Relay a TELEMAR-AL, o cliente livra-se desta preocupação. Veremos no próximo estudo de caso que a maioria dos sites do cliente Carlos Lyra são dentro da abrangência da TELEMAR, mas existem sites que estão localizados em estados nos quais o provedor de serviço é outro.

é Como não precisa que todas as localidades precisassem conectarem-se umas as outras, pois como podemos ver, os PVC's (linhas pontilhadas) dirigem-se ao site onde existem a base de dados do cliente, evitando assim que um site no interior tenha que se conectar a outro para obter informações mesmo. Dessa forma, como os dados estão centralizados,

diminui-se o número de PVC's na rede e, conseqüentemente, o custo que o cliente deve pagar por ela.

2. *Determinar a necessidade de tráfego de cada PVC.* Este passo no projeto de redes Frame Relay foi pré-determinado a partir do momento em que o cliente nos informou as taxas de informação necessárias em cada localidade, também mostradas na Figura 3.1. Assim, se uma empresa qualquer deseja que uma de suas localidades não deva conectar-se diretamente com todas as outras localidades, isso pode ser feito sem que esta localidade deixe de ter as informações da rede que necessita. Como foi mencionado, neste caso, por exemplo, nenhuma localidade do interior do estado deve ter um PVC a nenhuma outra, pois não é necessário já que as informações que todas elas necessitam estão centralizadas na localidade de Maceió (Base de dados).

Na maioria dos casos, a questão do estabelecimento de PVC's entre localidades depende da quantidade de tráfego entre as duas. Caso haja pouco ou nenhum tráfego entre elas optamos em não colocarmos e, assim, baixarmos o custo do projeto. Mas isto só é perceptível após iniciado o funcionamento da rede. PVC's são conexões lógicas, de transmissão de dados bidirecional. O provedor de serviços pode configurar diferentes taxas CIR em cada direção de um PVC. Mas o que geralmente se faz é colocar a mesma taxa CIR em ambos os sentidos.

A Determinação das necessidades de tráfego em cada localidade da rede ajudará a determinarmos a taxa CIR para cada PVC. Pois é melhor colocarmos um número maior de localidades conectadas por PVC's que menor. Pois quando o cliente está satisfeito com o serviço nem pensa em mudar de prestadora.

Já existem algumas ferramentas de análise de redes Frame Relay que são executadas em estações de trabalho UNIX. Estas aplicações são muito caras. Por isso, é muito difícil a aquisição destes *softwares* pois não compensa. Com isso podemos tirar uma importante conclusão quanto aos benefícios de uma rede Frame Relay: A rede ajusta o tráfego, ao invés de fazer com que o tráfego ajuste a rede, como é o caso da maioria das redes de linhas dedicadas.

3. *Determinar a taxa CIR para cada PVC.* Algumas corporações gastam muito tempo fazendo medidas padrões de tráfego na intenção de determinar, precisamente, a taxa CIR a partir de medidas como média e picos de utilização de banda. Outras corporações ajustam a taxa CIR de acordo com a que seria utilizada caso estivessemos utilizando linhas dedicadas. Ambas as opções são válidas no sentido de se chegar ao valor da taxa CIR ideal. Como a corporação TELEMAR-AL não dispõe de ferramentas para se determinar o valor exato de CIR, praticamos a segunda opção, que seria aplicarmos valores de CIR iguais a metade do que seria se fosse uma linha dedicada, e EIR a outra metade da capacidade de transmissão do *link*. Vale salientar que a determinação de CIR é muito relativa, pois conta-se mais com o bom senso de quem está projetando a rede que de cálculos exatos. A determinação de CIR em PVC's depende de uma série de fatores, o que torna o valor de CIR variável. A escolha de um CIR baixo, na maioria dos casos, não implica em baixo desempenho da rede do usuário. Podemos dizer, empiricamente, que 70% dos quadros em excesso a taxa CIR chegam ao seu destino. O que é uma boa para o usuário, pois está utilizando uma banda maior do que a que ele está pagando. e
4. *Determinar a velocidade de conexão da porta de cada site.* Uma vez que tenham sido determinadas todas as taxas CIR's dentro e fora de cada localidade, a velocidade da

porta de cada localidade para o comutador Frame Relay já pode ser dimensionada. Considerações financeiras e de desempenho devem entrar no projeto. Pois quanto maior a velocidade da porta, melhor o desempenho da rede mas ,no entanto, mais caro sairá o projeto.

A única regra real para a determinação de velocidade de cada porta depende do somatório de CIR's naquele determinado *link*. É necessário que também tomemos muitos cuidados quanto as velocidades das portas nos nós (comutadores da rede FR), pois, em caso de congestionamento, os quadros em excesso nos nós são descartados, enquanto que nos FRAD's (*Frame Relay Access Devices*) ou roteadores estes podem ficar um bom tempo armazenados em *buffers*. A prática de configurar CIR a 256 kbits/s em uma porta com velocidade de transmissão de 128 kbits/s e conhecida como "*over-subscription*". Uma taxa CIR a 256 kbits/s em uma porta de 128 kbits/s é um sobredimensionamento de 200%. A prática de "*over-subscription*" é utilizada no sentido de utilizar portas com velocidades mais baixas que o valor de CIR configurada para ela.

Se prestarmos atenção, foi o que foi feito na rede IPD-DETRAN. Se fizermos a soma de todas as taxas CIR de todos os PVC's que dirigem-se ao *site* principal teremos um valor 377,6 kbits/s, acarretando um *over-subscription* de 147,5%. Isto é possível pois o tráfego de dados desta rede é somente texto, ou seja, não existe tráfego de interfaces gráficas ou vídeo. Além disso, pode-se provar estatisticamente que nem todos as localidades irão acessar o *site* principal ao mesmo tempo e ainda com a carga máxima. O que nos dá a certeza de que o sistema funcionará perfeitamente.

3.2 Estudo de Caso 2 - Cliente Grupo Carlos Lyra

Assim como no primeiro estudo de caso, este segundo estudo também passou por todos aqueles passos para consolidar uma rede de bom desempenho e baixo custo. A diferença desta rede para a rede que vimos anteriormente é que além de ser uma rede com serviços de voz e dados, existem sites do cliente que situam-se fora do estado de Alagoas, o que deixa o estudo deste caso bastante interessante. Observando a Figura 3.2, podemos perceber que não temos mais aquela simples configuração do equipamento da rede Frame Relay como é no caso anterior. Percebemos que o número de PVC's para esta rede é muito grande pois como o cliente tem serviço de voz é interessante que todas as localidades falassem com todas as outras e, portanto, muita mão-de-obra para o pessoal da configuração.

Nesta rede existem duas características gritantes quanto a facilidades e economia que uma rede como essa pode oferecer. A primeira e mais gritante delas é que o Sr. Carlos Lyra, por exemplo, pode ligar daqui para São Paulo sem ter que pagar interurbano. Pois como a rede estatística de Alagoas está conectada a rede estatística da Bahia e desta com São Paulo através de uma LP, a ligação percorre toda a rota até chegar ao *site* do cliente em São Paulo (Toda a tarifação desta rota ao longo do percurso já estão inclusas no preço do projeto da rede, pago pelo cliente). Quando a chamada chega ao PABX de São Paulo, este libera uma linha para que a ligação seja local em São Paulo. Ou seja, o cliente não paga interurbano e sim uma ligação local. Foi feito um levantamento de quanto o grupo gastava com interurbanos todo mês antes da implantação da rede. Constatou-se que a economia com esta facilidade da rede Frame Relay foi tal que, com o dinheiro economizado até agora já pagou o que eles estão pagando a TELEMAR-AL.

A segunda característica é a facilidade com que uma pessoa em uma localidade do grupo

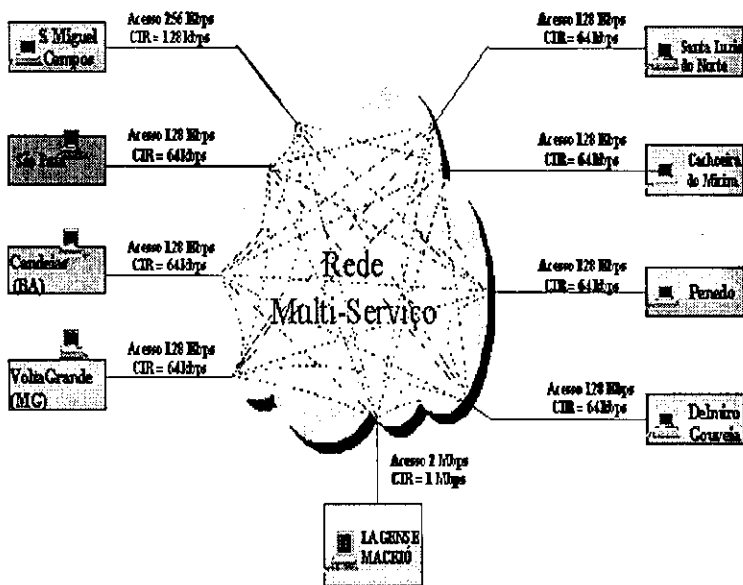


Figura 3.2: Topologia da rede do grupo Carlos Lyra.

faz um telefonema para outra localidade. Após muitas configurações nos PABX em cada site e na rede estatística conseguiu-se fazer com que, ao discar somente um número na localidade de Cachoeira do Mirim, por exemplo, a ligação seria roteada até Volta Grande-MG sem que o usuário nada mais discasse.

Dessa forma, pode-se dizer que esta rede privada virtual do grupo Carlos Lyra causa um grande impacto em termos de automação, economia e facilidades.

Capítulo 4

Atividades Práticas

Dentre as várias atividades práticas que desenvolvi ao longo destes 6 (seis) meses de estágio, irei agora relatar as mais importantes. Por motivos de indisponibilidade de tempo, não relatarei alguns problemas que tivemos durante o estágio e suas soluções. Estes serão relatados ao longo da defesa.

4.1 Teste de meio de transmissão

Este teste de meio de transmissão é um teste básico para que comecemos a tentar isolar um dado problema em um circuito de dados. Como mostra a Figura 4.1, faz-se um *loop* no equipamento numa extremidade do circuito, geralmente através de uma outra pessoa, e conecta-se o instrumento (PF-140) na outra extremidade, que fará o monitoramento dos quadros que estão sendo enviados por ele e recebidos. Este equipamento ao receber quadros enviados por ele, analisa-os. Caso tenha havido erro nos quadros na recepção é porque o meio está com algum problema, se não, o meio está perfeito. Daí, se o circuito tem outros trechos a serem analisados, estende-se o *loop* ao trecho seguinte e se faz tudo novamente.

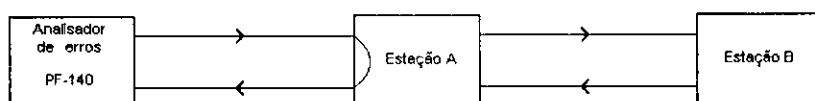


Figura 4.1: Configuração do circuito para um teste típico de meio de transmissão.

A seguir mostraremos como normalmente faz-se *loops* em modems e conversores para que possamos testar meio, modems e até mesmo cabeamento.

4.1.1 Laço Analógico Digital - LAL

Neste teste os dados de transmissão do ETD são retornados para a recepção do ETD. O laço é realizado dentro da interface G.703, passando por todo circuito analógico do conversor, como visto na Figura 4.2.

O equipamento permanecerá nestas condições enquanto a tecla de *loop* LAL estiver pressionada. Ao ser desacionada, o equipamento voltará a funcionar normalmente.

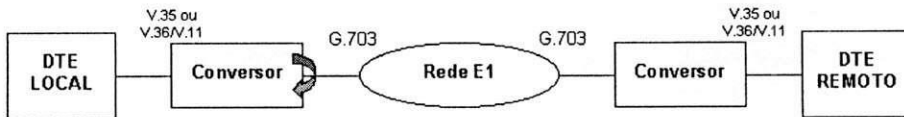


Figura 4.2: Laço Analógico Local.

4.1.2 Laço Digital Local - LDL

No laço digital local os dados de transmissão do ETD são retornados para a recepção do ETD. O laço é realizado dentro da interface V.35 ou V.36/V.11 do conversor. Simultaneamente, o sinal recuperado na linha entrando na interface G.703 é retransmitido novamente para a linha que sai da interface, ou seja, o laço também é realizado entre os *drivers* de recepção e transmissão da interface G.703.

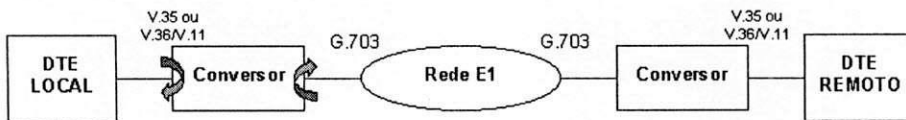


Figura 4.3: Laço Digital Local.

Este teste verifica a conexão e a interface com o ETD local. Assim como a conexão com o lado remoto. O laço remoto é idêntico ao realizado quando é pedido um laço remoto.

4.1.3 Laço Digital Remoto - LDR

Neste teste, ao solicitarmos o laço digital remoto, o equipamento transmitirá um pedido de ativação de laço remoto pela linha saindo da interface G.703 para o lado remoto. Os dados de transmissão são interrompidos imediatamente. Como o pedido é transmitido pelo *link* E1, o laço só será realizado se o lado remoto receber o código de ativação.



Figura 4.4: Laço Digital Remoto.

Quando o lado remoto detecta o pedido de LDR, este envia um sinal de confirmação de fechamento de *loop*.

4.2 Controle e Gerenciamento

No início dos trabalhos, me foram passados todos os documentos da rede estatística para que eu fosse, aos poucos, fazendo o controle de placas, portas, circuitos virtuais, troncos, etc. Primeiramente fiz o que chamamos de *bay-face* de cada equipamento comutador Frame Relay, para que ficasse claro para um técnico leigo no equipamento, por exemplo, fazer um serviço remotamente sem que o pessoal da engenharia tenha que viajar. Ou seja, o *bay-face* é uma visão de frente e trás do equipamento que dá para qualquer pessoa manusear com equipamento visualizando o tal *bay-face*.

Depois de um tempo, quando comecei a entender de placas e interfaces do equipamento, comecei a fazer um controle no qual constava onde cada cliente estava conectado (ou seja, placa, porta), a que velocidade de transmissão de dados, qual a localidade do cliente na ponta do circuito, etc. Com isso, fomos tendo um total controle de facilidades da rede de modo que, caso surgisse um cliente interessado nas facilidades Frame Relay, verificássemos de haveria ou não condições de atendê-lo no momento. Se não, contrataríamos equipamentos para atendê-lo. Isto é, este controle foi feito para que haja um planejamento da rede estatística e do cronograma a ser dado ao cliente. Isto é muito importante para a empresa, pois se damos um prazo muito grande ao cliente ele corre ao concorrente, que com certeza dará um menor. Assim, ao percebermos que as facilidades estão se esgotando, contratamos logo sem ter que esperar que se esgote devido a demanda. É assim que é e foi feito o planejamento da nossa rede.

Embora tenha trabalhado pouco na gerência da rede estatística, aprendi a fazer as principais triagens e testes que se deve fazer em caso de problemas com circuitos na rede. Dentre estas triagens, aprendi a fazer um teste de meio através da gerência, no qual era feito um *loop* no equipamento remoto e o comutador Frame Relay enviava quadros, pela porta do circuito em questão, assim como fazia o equipamento PF-140 em outros tipos de circuitos de dados. Dentre os resultados mostrados apareciam o número de quadros enviados e recebidos, número de quadros defeituosos, etc.

Também aprendi a visualizar parâmetros de equipamentos remotos que indicam sintomas de problemas no equipamento ou no circuito. Por exemplo, aprendi como se faz para dar um telnet para um equipamento de acesso Frame Relay, e nele verificar se está tendo chamadas de voz, quantas chamadas estão em andamento, quem chamou, a vazão de dados daquele equipamento no momento, ocupação da CPU, etc. Essas informações são muito importante em casos de reclamações, quando temos que indentificar onde está a falha no funcionamento

de certos serviços do equipamento.

Após muito tempo de estudos do equipamento e familiarização com estudos de caso, o supervisor do estágio na TELEMAR-AL, o engenheiro Cláudio Cavalcanti, me ofereceu a incumbência de fazer um projeto de expansão da rede estatística, que inclusive está sendo feita no momento, onde nesta além de analisarmos a engenharia do projeto analisamos também o custo por cada porta das facilidades a serem contratadas. Todo o projeto descritivo está em anexo junto com as topologias da rede atual e da rede após a expansão.

4.3 Testes pioneiros da tecnologia ADSL

Dentre todos os estados de abrangência da TELEMAR, o único estado que oferece o serviço ADSL é o estado da Bahia. Este serviço proporciona ao usuário ter acesso ao seu telefone e ainda conectar sua rede local à prestadora ou provedor para acessos a INTERNET, com sua linha convencional. A fim de começarmos a comercialização de serviços ADSL, foram feitos contatos com o fabricante de modems *Digitel* que nos cedeu um par de modems para testes de implementação e desempenho.

Primeiramente fizemos um teste de bancada, para testarmos e confirmarmos se a configuração que havíamos feito funcionaria como tínhamos planejado, e se os modems conseguiriam se comunicar. Após algumas dificuldades iniciais, o funcionamento e configuração dos modems ficaram claros e entendidos.

Dado certo o teste de bancada, decidimos então por em prática alguma solução, de maneira que simulássemos um atendimento ao cliente utilizando esta tecnologia. Daí, surgiu a idéia de interconectarmos a Divisão de Comunicações de Dados (DICD, situada na antiga edificação da TELASA) à rede corporativa (situada no prédio sede). Esta rede foi ativada enquanto não tinha sido consolidado o projeto de interligar todas as redes locais da TELEMAR-AL, que estava sendo executado por uma empresa particular. Dessa forma, nos foi dada a autorização e autonomia de executarmos o projeto piloto para que, posteriormente, pudéssemos analisar o desempenho na rede da DICD. Assim, nos foi cedida uma linha telefônica para que pudéssemos conectar os modems ponta-a-ponta, de modo que o funcionamento do telefone fosse interrompido o menos tempo possível, já que estava em horário de expediente. Aproveitando o cabeamento estruturado da rede da DICD, colocamos um *hub* conectado na interface LAN do modem ADSL na rede da DICD, que já estava cabeada. A topologia do projeto está sendo mostrada na Figura 4.5

Configurados todos os roteadores e o *firewall* da rede corporativa, com relação a existência da rede da DICD, tudo funcionou como planejávamos, ou seja, voz e dados com apenas um par trançado. Inicialmente, o desempenho da rede da DICD está normal, como se fosse uma sub-rede dentro do prédio sede. Este teste ficará em funcionamento por 3 (três) semanas, prazo suficiente para que se consolide o projeto de interligação das redes locais da corporação TELEMAR-AL, já em andamento.

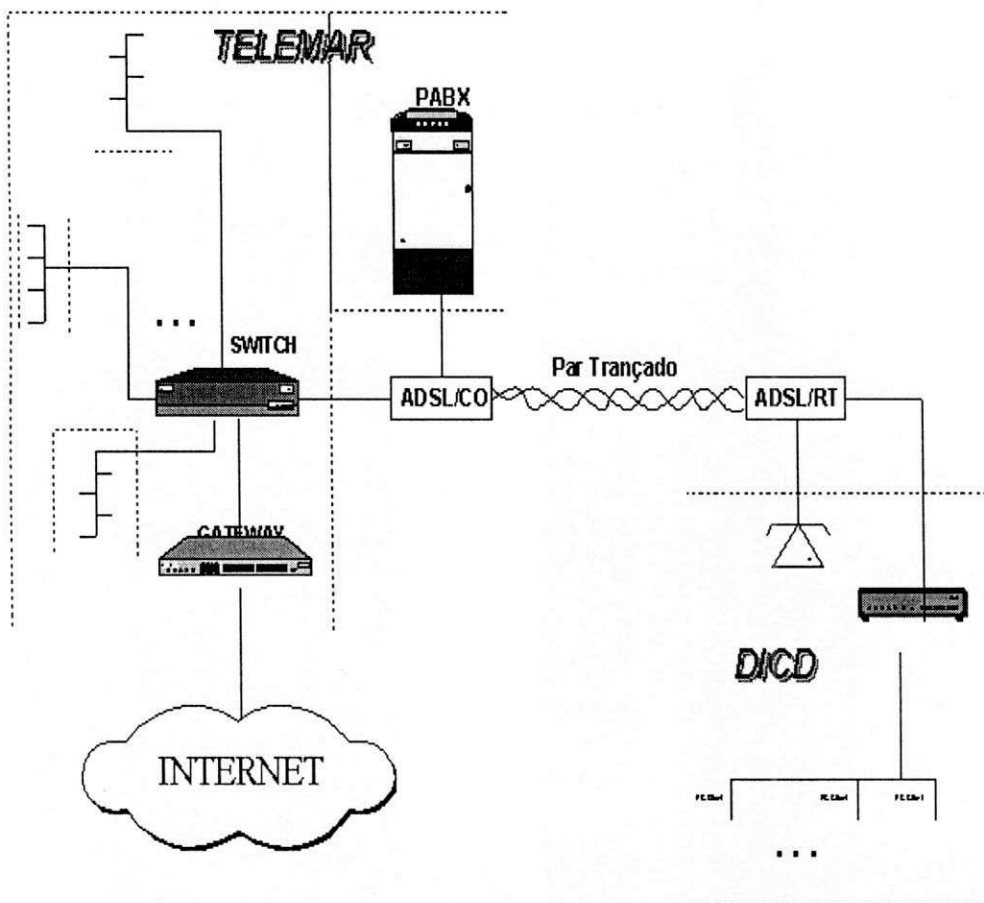


Figura 4.5: Topologia do teste piloto da tecnologia ADSL.

Capítulo 5

Conclusões e Agradecimentos

À luz do exposto, é inevitável mencionar que embora a TELEMAR-AL seja uma empresa bem mais pobre, em termos de recursos, que outras filiais e núcleos, me proporcionou um estágio em engenharia de telecomunicações que somará muito no meu currículo e na minha carreira profissional. Pode-se ver pela abrangência do que foi relatado neste, que além de fazer engenharia, aprendi muitas coisas da área técnica, engenharia econômica (Análise de viabilidade de projeto) e de projetos. Aprendi coisas além do escopo do meu estágio, como por exemplo, como se faz o perfil de um enlace de rádio-modem, manuseando com mapas, latitude e longitude que não é um trabalho muito fácil pois não tinha cursado qualquer matéria de microondas na universidade.

Podemos também perceber que, embora fosse um mero estagiário, recebi muita atenção, orientação e respeito de todos que trabalhavam na área de engenharia. Recebi treinamentos de Frame Relay, SDH e Comunicações por Satélite. A todas essas oportunidades devo sinceros agradecimentos a todo pessoal da área de engenharia mas em especial ao supervisor do meu estágio na TELEMAR-AL, o engenheiro Cláudio Cavalcanti, que por todo o estágio, na medida do possível, me orientou e dedicou boa parte de seu precioso tempo para me ensinar e orientar.

Referências Bibliográficas

- [1] Frame Relay Forum. *The Basic Guide to Frame Relay Network*
- [2] *Nortel Technical Documentations*
- [3] Manual do Usuário - Conversor 705. *DataCom*
- [4] Manual do Usuário - ZipComm. *Digitel*
- [5] Educação e Treinamento em Telecomunicações - CPqD *Frame Relay - Serviços e aplicações (Básico - Visão Técnica)*
- [6] Walter Goralski *Evaluating Frame Relay Technology for your Organization*

José Gutemberg (Professor orientador)

Bruno Albert Barbosa. (Professor orientador)

Sérgio Ferreira de Brito. (Estagiário)

ANEXOS

PROJETO: EXPANSÃO DA REDE ESTATÍSTICA ATM / FR TELEMAR-AL

1. OBJETIVOS

Atender novas demandas por serviços de faixa larga, para clientes SEFAZ (Secretaria da Fazenda), Lojas INSINUANTE, CEAL (Companhia Energética de Alagoas), ECT-AL (Empresa de Correio e Telégrafos de Alagoas), ILPISA, Via Box, Elo Atacadista, Grupo Nivaldo Jatobá, Grupo Olival Tenório.

2. SITUAÇÃO ATUAL

Atualmente, temos uma plataforma NORTEL/PROMOM, configurada conforme o **Quadro I** apresentado abaixo:

Quadro I										
Portas de Acesso Instaladas										
Estação	v35	OC3	v24.2	E1 CH	ATM	E1 DPN	E1 MPANL	EPRPI	HPPE v36	E1 voz
Farol PP6480	12	0	0	0	8	4	4	0	0	4
Farol RM	16	0	16	0	0	0	0	1	0	0
Arapiraca AM	16	0	16	0	0	0	0	3	0	0
Total	44	0	32	0	8	4	4	4	0	4

E ocupação conforme apresentada no **Quadro II**:

Quadro II										
Portas de Acesso Ocupadas										
Estação	v35	OC3	v24.2	E1 CH	ATM	E1 DPN	E1 MPANL	EPRPI	HPPE v36	E1 voz
Farol PP6480	12	0	0	0	3	2	1	0	0	4
Farol RM	8	0	8	0	0	0	0	1	0	0
Arapiraca AM	14*	0	2	0	0	0	0	1	0	0
Total	34	0	10	0	3	2	1	2	0	4

Estação	v35	OC3	v24.2	E1 CH	ATM	E1 DPN	E1 MPANL	EPRPI	HPPE v36	E1 voz
Farol PP6480	0	0	0	0	5	2	3	0	0	0
Farol RM	8	0	8	0	0	0	0	0	0	0
Arapiraca AM	2	0	14	0	0	0	0	2	0	0
Saldo Atual	10	0	22	0	5	2	3	2	0	0

* Os dois *links* que ocupam as 2 portas de uma das placas 8PTV35 do DPN 100 – Arapiraca são de 128kbps, inutilizando o restante das portas. Pois esta placa suporta no máximo 8 *links* de 64kbps ou somente 2 *links* de 128kbps. Este limite ao número de portas a 128kbps é devido a limitação de processamento da placa. Portanto, utilizam-se 2 portas de 128kbps mas ocupam-se 8 portas.

3. DEMANDA EXISTENTE

3.1 INSINUANTE

Este é um projeto da TELEMAR-BA para a rede de lojas INSINUANTE, a qual deseja interligá-las com voz e dados. Assim sendo, nos foi solicitado disponibilização das seguintes portas segundo acordado com a TELEMAR-BA:

- 1) 4 portas a 64 kbps V.35 para atender aos dois *sites* de Maceió, ao site de São Miguel dos Campos e ao site de Rio Largo que, devido as localizações dos mesmos, deverão ser ocupadas no DPN 100/RM-Farol.
- 2) 4 portas a 64kbps V.35, para atender ao *sites* de Palmeira dos Índios, Santana do Ipanema, Penedo e Arapiraca que, devido as localizações dos mesmos, deverão ser ocupadas no DPN 100/RM – Arapiraca ou Passport 7440 - Arapiraca.

TABELA DE OCUPAÇÃO DO CLIENTE SEBRAE

Estação	V.35
Farol PP6480	0
Farol RM	4
Arapiraca AM	4
Total	15

3.2 CEAL

Dada a topologia de projeto da rede da CEAL, que deseja integrar voz e dados á sua rede, pudemos observar e analisar que o cliente necessita:

- 1) 1 porta a 2Mbps ($CIR_{\text{calculado}} = 300 \text{ kbps} / CIR = 448 \text{ kbps}$) V.35 para atender ao *site* SEDE em Maceió que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no Passport 6480-Maceió.
- 2) 5 portas a 64kbps ($CIR = 32 \text{ kbps}$) V.35, para atender ao *sites* de Palmeira dos Índios, Santana do Ipanema, Delmiro Gouveia, Penedo e Arapiraca que, devido as localizações dos mesmos, deverão ser ocupadas no DPN 100/RM – Arapiraca ou Passport 7440 - Arapiraca.
- 3) 9 portas a 64kbps ($CIR = 32 \text{ kbps}$) V.35, para atender ao *sites* de Rio Largo, Maragogi, Matriz de Camaragibe, São Miguel dos Campos, União dos Palmares, Coruripe e os sites do Centro, Tabuleiro e Pajuçara em Maceió que, devido as localizações dos mesmos, deverão ser ocupadas no DPN 100/RM – Farol e no Passport 6480-Maceió.
- 4) 14 PP's 4430 com interface de dois canais de voz (FXS/FXO) e interface ethernet cada.

- 5) 1 Passport 6420 para atender ao *site* SEDE do cliente CEAL, de modo a proporcionar (para a nossa rede e para rede do cliente) melhor performance e desempenho que o PP4450**.

TABELA DE OCUPAÇÃO DO CLIENTE SEBRAE

Estação	V.35
Farol PP6480	1
Farol RM	9
Arapiraca AM	5
Total	15

3.3 SEBRAE

Dada a topologia de projeto da rede do SEBRAE, que deseja somente tráfego de dados à sua rede, pudemos observar e analisar que o cliente necessita:

- 1) 1 porta a 128kbps (CIR = 64 kbps) V.35 para atender ao *site* de Arapiraca (AIR) que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no DPN 100/AM – Arapiraca.
- 2) 1 porta a 64kbps (CIR = 32 kbps) V.35, para atender ao *site* de Palmeira dos Índios que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no DPN 100/AM – Arapiraca.
- 3) 1 porta a 64kbps (CIR = 32 kbps) V.35, para atender ao *site* de Penedo que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no DPN 100/AM – Arapiraca.
- 4) 1 porta a 256kbps (CIR = 128 kbps) V.35, para atender ao *site* de Maceió que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no Passport 6480 – Maceió.

TABELA DE OCUPAÇÃO DO CLIENTE SEBRAE

Estação	V.35	V.36
Farol PP6480	1	0
Farol RM	0	0
Arapiraca AM	2	1
Total	3	1

** Visto que no cliente Carlos Lyra a solução que implementamos com o PP4450 (que é uma solução similar à da CEAL) não está atendendo a rede como esperávamos. O comutador PP4450 está sobrecarregado com as aplicações que estão sendo executadas, as quais são semelhantes as que serão utilizadas pelo cliente CEAL. Por isso, optamos pelo PP6420 que suporta mais tráfego, ou seja, mais vazão que o PP4450, evitando assim *lags* na VPN do usuário.

3.4 Elo Atacadista

Dada a topologia de projeto da rede Elo Atacadista, que deseja integrar voz e dados á sua rede, podemos observar e analisar que o cliente necessita:

- 1) 1 portas a 128kbps (CIR = 80 kbps) V.35 para atender ao *site* de Arapiraca (AIR) que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no DPN 100/AM – Arapiraca.
- 2) 1 porta a 64kbps V.35, com CIR de 16kbps, para atender ao *site* de Maceió que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no DPN 100/RM – Farol.
- 3) 1 porta a 64kbps V.35, com CIR de 16kbps, para atender ao *site* de João Pessoa-PB. Esta porta será ocupada na nuvem FR da rede estatística da TELEMAR-PB.
- 4) 2 portas a 64kbps V.35, com CIR de 16kbps, para atender ao *site* de Serra Talhada-PE e Recife-PE. Esta porta deverá ser ocupada na nuvem FR da rede estatística da TELEMAR-PE.
- 5) 2 portas a 64kbps V.35, com CIR de 16kbps, para atender aos *sites* de Fortaleza-CE e Juazeiro do Norte-CE. Estas portas deverão ser ocupadas na nuvem FR da rede estatística da TELEMAR-CE.
- 6) 2 portas a 64kbps V.35, com CIR de 16kbps, para atender aos *sites* de Salvador-BA e Feira de Santana-BA. Esta porta deverá ser ocupada na nuvem FR da rede estatística da TELEMAR-BA.
- 7) 8 PP's 4430 com interface de dois canais de voz (FXS/FXO) e interface com porta serial para roteador cada.

TABELA DE OCUPAÇÃO DO CLIENTE ELO ATACADISTA

Estação	V.35	V.36
Farol PP6480	0	0
Farol RM	1	0
Arapiraca AM	0	1
Total	1	1

3.5 ILPISA

Dada a topologia de projeto da rede ILPISA, que deseja integrar voz e dados á sua rede, podemos observar e analisar que o cliente necessita:

- 1) 1 porta a 128 kbps (CIR = 64 kbps) V.35 para atender ao site de Maceió que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no Passport-Farol.
- 2) 1 porta a 64 kbps (CIR = 32 kbps) V.35 para atender ao site de Governador Valadares, que devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada na nuvem FR da TELEMAR - MG.
- 3) 1 porta a 64 kbps (CIR = 32 kbps) V.35 para atender ao site de Itapetinga – BA, que devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada na nuvem FR da TELEMAR - BA.
- 4) 1 porta a 64 kbps (CIR = 32 kbps) V.35 para atender ao site de Salvador – BA, que devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada na nuvem FR TELEMAR – BA.

- 5) 1 porta a 64 kbps (CIR = 32 kbps) V.35 para atender ao site de São Paulo, que devido ao fato de pertencer a área de outra prestadora, deveremos alugar uma EILD (Embratel) e esta porta entrará na nuvem FR TELEMAR – RJ.
- 6) 1 porta a 64 kbps (CIR = 32 kbps) V.35 para atender ao site de Fortaleza – CE, que devido a sua localização, deverá ser ocupada na nuvem FR TELEMAR – CE.
- 7) 5 PP's 4430 com interface de dois canais de voz (FXS/FXO) e interface ethernet cada.
- 8) 1 PP 4450 com 8 canais de voz lado central (FXS), e interface ethernet.

TABELA DE OCUPAÇÃO DO CLIENTE ILPISA

Estação	V.35
Farol PP6480	1
Farol RM	0
Arapiraca AM	0
Total	1

3.6 Via Box

Dada a topologia de projeto da rede da Via Box, que deseja integrar voz e dados à sua rede, pudemos observar e analisar que o cliente necessita:

- 1) 1 porta a 64kbps (CIR = 32 kbps) V.35 para atender ao *site* de Olho D'água das Flores que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no DPN 100/AM – Arapiraca.
- 2) 1 porta a 64kbps (CIR = 32 kbps) V.35 para atender ao *site* Sede Via Box em Maceió que deverá ser ocupada no DPN 100/RM – Farol.
- 3) 2 PP's 4430 com interface de 2 canais de voz (2 ramais estendidos – FXS/FXO), e interface ethernet.

TABELA DE OCUPAÇÃO DO CLIENTE GRUPO VIA BOX

Estação	V.35
Farol PP6480	0
Farol RM	1
Arapiraca AM	1
Total	2

3.7 ECT – Empresa de Correios e Telégrafos

Dada a topologia de projeto da rede da ECT-AL, que deseja integrar voz e dados à sua rede, pudemos observar e analisar que o cliente necessita:

- 1) 8 portas a 64kbps (CIR = 32 kbps) V35 para atender aos sites CDD Maceió, CDD Barro Duro, CDD Mundaú, CDD Ponta Verde, CDD Farol, CDD Mangabeiras, Almojarifado e GETRA que, devido as localizações dos mesmos, deverão ser ocupadas no DPN 100/RM – Farol.

- 2) 1 porta a 64kbps (CIR = 32 kbps) V35 para atender ao *site* AC Penedo que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no DPN 100/AM – Arapiraca.
- 3) 1 porta a 128kbps (CIR = 64 kbps) V35 para atender ao Complexo do Tabuleiro que deverá ser ocupada no Passport – Farol.
- 4) 1 porta a 384kbps (CIR = 352 kbps) V35 para atender ao *site* Sede Correios em Maceió que deverá ser ocupada no Passport – Farol.
- 5) 9 PP's 4430 com interface FXS/FXO com 2 canais de voz (2 ramais estendidos) e interface ethernet.
- 6) 1 PP 4430 com interface E1 Voice com 6 canais de voz e uma porta ethernet.
- 7) 1 PP 4450 com 12 canais de voz lado central e interface ethernet.

TABELA DE OCUPAÇÃO DO CLIENTE ECT

Estação	V.35
Farol PP6480	2
Farol RM	8
Arapiraca AM	1
Total	11

3.8 Grupo Nivaldo Jatobá

Dada a topologia de projeto da rede do Grupo Nivaldo Jatobá, que deseja integrar voz e dados á sua rede, pudemos observar e analisar que o cliente necessita:

- 1) 4 portas a 64kbps (CIR = 32 kbps) V35 para atender aos *sites* Destilaria Roteiro, Hotel Enseada, Serrana AGRISA e Cidade Campo que, devido as localizações dos mesmos, deverão ser ocupadas no DPN 100/RM – Farol.
- 2) 1 porta a 64kbps (CIR = 32 kbps) V35 para atender ao *site* Arapiraca Diesel que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no DPN 100/AM Arapiraca.
- 3) 1 porta a 256kbps (CIR = 160 kbps) V35 para atender ao *site* Alagoas Diesel (Base de Dados) que, devido a localização do mesmo, deverá ser ocupada no Passport-Farol.
- 4) 5 PP's 4430 com interface E1 Voice com 6 canais de voz e interface ethernet cada.
- 5) 1 PP 4450 com 15 canais de voz lado central e interface ethernet.

TABELA DE OCUPAÇÃO DO CLIENTE GRUPO NIVALDO JATOBÁ

Estação	V.35
Farol PP6480	1
Farol RM	4
Arapiraca AM	1
Total	5

3.9 SEFAZ

Dada a topologia de projeto da rede SEFAZ (Secretaria da Fazenda), que deseja integrar voz e dados à sua rede, podemos observar e analisar que o cliente necessita:

- 1) 9 portas a 64 kbps (CIR = 32 kbps) V.35 para atender aos *sites* de São Miguel dos Campos, Maragogi, Novo Lino, São José da Lage, Viçosa, União dos Palmares, Porto Calvo, Procuradoria Fiscal e Secretaria da Fazenda Maceió que, devido as localizações dos mesmos, deverão ser ocupadas no Passport - Farol.
- 2) 1 porta a 2 Mbps (CIR = 544 kbps) V.35 para atender a rede Local da SEFAZ e seu PABX, que deverá ser ocupada no Passport – Farol.
- 3) 8 portas a 64 kbps (CIR = 32 kbps) V.35 para atender aos *sites* de Penedo, Porto Real do Colégio, Riacho Fundo, Palmeira dos Índios, Delmiro Gouveia, Arapiraca, Ouro Branco e Santana do Ipanema que, devido as localizações dos mesmos, deverão ser ocupadas no DPN 100/AM – ARAPIRACA.
- 4) 17 PP's 4430 com interface E1 Voice com 6 canais de voz e interface ethernet.
- 5) 1 Passport 6420 para atender ao *site* SEDE do cliente SEFAZ, de modo a proporcionar (para a nossa rede e para rede do cliente) melhor performance e desempenho que o PP4450.

TABELA DE OCUPAÇÃO DO CLIENTE SEFAZ

Estação	E1 MPANL	V.35
Farol PP6480	1	9
Farol RM	0	0
Arapiraca AM	0	8
Total	1	9

À luz do exposto acima, daremos uma visão geral da demanda de clientes existente no **Quadro Resumo** apresentado abaixo:

Quadro Resumo
Portas de Acesso Demandadas

Tipos de Portas	V.35	E1 MPANL	V.36
Farol PP6480	15	1	0
Farol RM	27	0	0
Arapiraca AM	23	0	1
Total	65	1	1

4. PROJETO DE EXPANSÃO

- 1) Adquirir 1 Passport 7440 para implantarmos no *site* de Arapiraca. Neste serão colocadas as placas:
 - i. 1 placa E1 C;
 - ii. 1 placa 4PT E1 DPN;
- 2) Adquirir 1 placas HPPE 4 Mb/4PTV36, na estação DPN 100/AM-Arapiraca.
- 3) Adquirir 1 placa E1 C, na estação Passport 6480 – Farol
- 4) Adquirir 1 placa 8PTV35, na estação Passport 6480 – Farol.
- 5) Canalizarmos uma das duas placas EPR PI da estação DPN 100/AM-Arapiraca, e remanejarmos a outra EPR PI para o *site* DPN 100/RM-Farol, também para canalização.
- 6) Treinamento para plataforma DPN e Passport em Maceió.
 - i. Protocolos de redes de pacotes;
 - ii. Teoria básica do sistema DPN 100;
 - iii. Teoria básica do sistema Passport;
 - iv. Engenharia de rede DPN 100;
 - v. Engenharia de rede Passport.
- 7) Serviços de instalações e configurações.

Com esta expansão iremos ampliar a velocidade de transmissão de dados entre: a rede FR/ATM TELEMAR-AL e rede FR/ATM TELEMAR-BA, entre o Passport 6480-Farol e Passport 7440-Arapiraca e entre o Passport 6480-Farol e DPN 100/RM-Farol. Haverá também um tronco de 2 Mbps entre o Passport 7440-Arapiraca e o DPN 100/AM-Arapiraca.

Iremos também desocupar a placa HPPE 4Mb/8PTV35 no DPN 100/AM - Arapiraca, que mantém dois *links* de 128Kbps (mencionados anteriormente), adquirindo 1 (uma) placas HPPE 4Mb/4PTV36 para mantê-los. Liberando assim mais 8 (oito) portas V.35 no DPN 100/AM Arapiraca. Canalizaremos (de forma fracionadas) feixes de 2M em cada porta das placas E1 C, de modo a disponibilizaremos links de N*64 kbps, tanto no Passport 6480-Farol quanto no Passport 7440- Arapiraca.

Ainda nesta expansão disponibilizaremos um tronco de 2 Mbps para a rede determinística da New Bridge, que será implantada em setembro. Também disponibilizaremos um tronco para a rede PDH de Recife-PE.

Quadro III

Portas de Acesso Instaladas depois da Expansão

Estação	v35	OC3	v24.2	E1 CH	ATM	E1 DPN	E1 MPANL	EPRPI	HPPE v36	E1 voz
Farol PP6480	20	0	0	4	8	4	4	0	0	4
Farol RM	16	0	16	0	0	0	0	2	0	0
Arapiraca AM	16	0	16	4	0	4	0	2	1	0
Total	52	0	32	8	8	8	4	4	0	4

Quadro IV

Portas de Acesso Ocupadas

Estação	v35	OC3	v24.2	E1 CH	ATM	E1 DPN	E1 MPANL	EPRPI	HPPE v36	E1 voz
Farol PP6480	12	0	0	0	3	2	1	0	0	4
Farol RM	8	0	8	0	0	0	0	1	0	0
Arapiraca AM	14*	0	2	0	0	0	0	1	0	0
Total	34	0	10	0	3	2	1	2	0	4

Quadro V

Portas de Acesso Reservadas

Estação	v35	OC3	v24.2	E1 CH	ATM	E1 DPN	E1 MPANL	EPRPI	HPPE v36	E1 voz
Farol PP6480	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Farol RM	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arapiraca AM	23	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Total	65	0	0	0	0	1	0	0	1	0

5. TOPOLOGIA DA EXPANSÃO

A topologia da rede existente encontra-se em anexo.

6. CUSTOS DOS INVESTIMENTOS

Estimamos investimentos na ordem de **US\$ 101.965,27** com materiais e serviços incluídos. Pelos cálculos feitos, o custo por porta está estimado em **US\$ 404,62** (Devido a canalização de *links* a N*64 Kbps em cada uma das quatro portas da placa E1 CH no Passport do Farol).

7. CRONOGRAMA

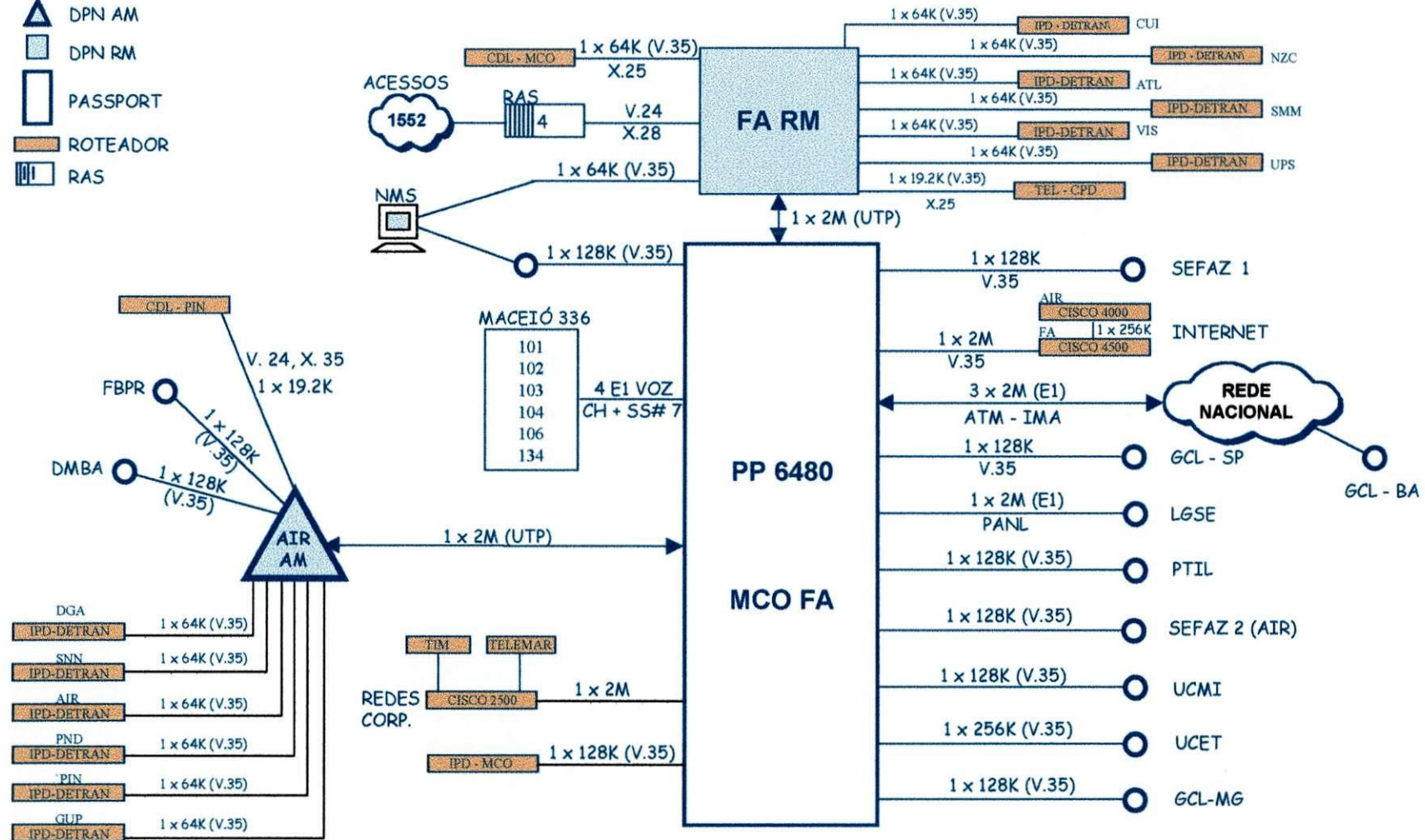
Etapas	Prazo
Solicitação da Proposta	5 a 10 dias
Assinatura do Contrato	10 dias
Entrega	60 dias
Instalação / Configuração	30 dias
Aceitação	5 dias

* Os dois *links* que ocupam as 2 portas de uma das placas 8PTV35 do DPN 100 – Arapiraca são de 128kbps, inutilizando o restante das portas. Pois esta placa suporta no máximo 8 *links* de 64kbps ou somente 2 *links* de 128kbps. Este limite ao número de portas a 128kbps é devido a limitação de processamento da placa. Portanto, utilizam-se 2 portas de 128kbps mas ocupam-se 8 portas.

REDE FR/ATM/VoFR (MULTISERVIÇO)

LEGENDA:

- PP 4400
- ▲ DPN AM
- DPN RM
- PASSPORT
- ▭ ROTEAADOR
- ▨ RAS



REDE FR/ATM/VoFR (MULTISERVIÇO)



LEGENDA:

- PP 4400
- ▲ DPN AM
- DPN RM
- PASSPORT
- ▭ ROTEAADOR
- ▨ RAS

