

República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0609063-0 A2**

(22) Data de Depósito: 28/02/2006

(43) Data da Publicação: 17/02/2010

(RPI 2041)



(51) *Int.Cl.:*

H04B 3/46 (2010.01)

H04M 11/06 (2010.01)

(54) Título: **MÉTODO DE AVALIAR SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE UM PRIMEIRO PERFIL DE LINHA PARA UM SEGUNDO PERFIL DE LINHA, CONTROLADOR PARA UM SISTEMA DSL, MÉTODO DE AVALIAR SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE UM PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA UM OU MAIS PERFIS DE LINHA ALVO; E OTIMIZADOR DSL PARA AVALIAR SE INSTRUÍ UMA LINHA DSL OPERANDO EM UM PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA OPERAR EM UMA DE UMA PLURALIDADE DE PERFIS DE LINHA POTENCIAIS**

(30) Prioridade Unionista: 03/03/2005 US 11/071,762

(73) Titular(es): ADAPTIVE SPECTRUM AND SIGNAL ALIGNMENT, INCORPORATED

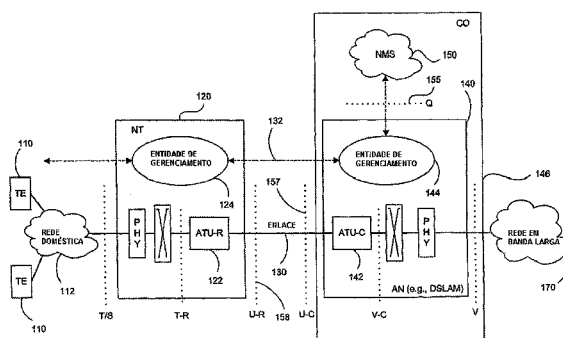
(72) Inventor(es): WONJONG RHEE

(74) Procurador(es): Vieira de Mello, Werneck Alves - Advogados S/C

(86) Pedido Internacional: PCT IB2006000824 de 28/02/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/103557 de 05/10/2006

(57) Resumo: MÉTODO DE AVALIAR SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE UM PRIMEIRO PERFIL DE LINHA PARA UM SEGUNDO PERFIL DE LINHA, CONTROLADOR PARA UM SISTEMA DSL, MÉTODO DE AVALIAR SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE UM PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA UM OU MAIS PERFIS DE LINHA ALVO; E OTIMIZADOR DSL PARA AVALIAR SE INSTRUÍ UMA LINHA DSL OPERANDO EM UM PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA OPERAR EM UMA DE UMA PLURALIDADE DE PERFIS DE LINHA POTENCIAIS. Trata-se de transições entre estados e/ou perfis para uma linha em um sistema de comunicação, tal como um sistema DSL, que são controladas por avaliação do estado vigente da linha e de um ou mais estados alvos. A avaliação da viabilidade de permanecer no estado vigente ou mover para um dos estados alvo pode ser baseada na distribuição dos dados relatados e estimados obtidos dos dados operacionais coletados do sistema de comunicação. Os estados alvo podem ser priorizados e dispostos em uma matriz. A viabilidade pode levar em consideração tanto a suficiência dos dados disponíveis quanto o comportamento provável da linha no estado vigente e qualquer estado alvo potencial. As probabilidades de atender os limites operacionais e/ou de desempenho podem ser usadas em várias sub-regras cujas saídas podem ser combinadas em uma regra geral que proporciona uma decisão de viabilidade ou de não viabilidade. Os dados antigos podem ser pesados ou completamente purgados para controlar sua influência na transição potencial. Em um DSL, sistematizar esses pesos, as sub-regras e outros fatores pode refletir diferenças entre comportamento ascendente e descendente e na transmissão de dados. A alteração das condições de linha, os objetivos do desempenho, etc. podem ser acomodados pelo ajuste e/ou atualização das sub-regras, das regras, das tabelas limiares, dos vetores, das matrizes, etc. adaptativa ou dinamicamente. Métodos, técnicas, aparelho, processos e equipamento, de acordo com as modalidades da presente invenção, podem ser implementados em um controlador, otimizador DSL ou similar. Tal implementação pode ser parte de um sistema de gerenciamento de espectro dinâmico.



MÉTODO DE ESTIMAR OS DADOS DE DESEMPENHO PARA UMA LINHA  
DSL QUANDO A LINHA DSL USA UM PRIMEIRO PERFIL DE LINHA;  
CONTROLADOR PARA UM SISTEMA DSL; OTIMIZADOR DSL; MÉTODO  
DE AVALIAR SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE UM  
5 PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA UM OU MAIS PERFIS DE LINHA  
ALVO; E OTIMIZADOR DSL PARA AVALIAR SE INSTRUI UMA LINHA  
DSL A OPERAR EM UM PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA OPERAR EM  
UMA DE UMA PLURALIDADE DE PERFIS DE LINHA POTENCIAIS

#### FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

##### 10 Campo da Invenção

Esta invenção refere-se, de maneira geral, a métodos, sistemas e aparelhos para o gerenciamento de sistemas de comunicações digitais. Mais especificamente, esta invenção se refere ao gerenciamento de estados operacionais, tais como perfis de linha, em um sistema DSL.

##### Descrição da Técnica Relacionada

As tecnologias de linha assinante digital (DSL - Digital Subscriber Line) proporcionam largura de banda potencialmente grande para comunicação digital em linhas de assinantes de telefone existentes (referidas como loops e/ou instalação de cobre). As linhas de assinantes de telefone podem fornecer esta largura de banda a despeito de seu projeto original apenas para comunicação analógica de banda de voz. Em particular, DSL assimétrica (ADSL) pode se  
20 ajustar às características da linha do assinante por meio da utilização de um código de linha de múltiplos tons discreta (DMT - Discrete Multitone) que atribui um número de bits a cada tom (ou sub-portador), o qual pode ser  
25 ajustado às condições do canal conforme determinado durante

o treinamento e inicialização dos modems (tipicamente transceptores que funcionam tanto como transmissores quanto como receptores) em cada extremidade da linha assinante.

Na maioria das ADLS1 DSLAMs distribuídas, um

5 "perfil de linha" especifica parâmetros tais como taxa de dados, densidade espectral de potência (PSD - Power Spectral Density), parâmetros de correção de erro de avanço (FEC - Forward Erros Correction) e uma máscara portadora (CMASK) para um cliente/linha DSL particular anexada a

10 DSLAM. Um "perfil de linha" (também chamado um "perfil") é diferente de um "tipo de serviço", que se refere à taxa de dados e faixas de latência desejadas/permitidas para uma linha que dependa do pagamento ou escolha do cliente. Clientes diferentes pode ter diferentes perfis. Um exemplo

15 que lista os parâmetros de perfil que podem ser controlados aparece na tabela abaixo:

|    |                                                                |
|----|----------------------------------------------------------------|
|    | <i>Nome do perfil: Perfil 1</i>                                |
|    | <i>Atraso de intercalação: Baixo (canal rápido)</i>            |
|    | <i>Nível PSD máximo para baixa: -46 dBm/Hz</i>                 |
| 20 | <i>Taxa de baixa máxima: 6016 kbps</i>                         |
|    | <i>Taxa de baixa mínima: 192 kbps</i>                          |
|    | <i>Taxa de fluxo contínuo máxima: 416 kbps</i>                 |
|    | <i>Taxa de fluxo contínuo mínima: 64 kbps</i>                  |
|    | <i>Margem de ruído máxima 16 dB</i>                            |
| 25 | <i>Margem de ruído alvo: 6 dB</i>                              |
|    | <i>Margem de ruído mínima: 0 dB</i>                            |
|    | <i>Máscara portadora a ser usada (em formato hexadecimal):</i> |

*FFF01FFF0FFFFFFFFFFFFFFFFE0001FFFFF00000000000000000*

0000000000000000

Atualmente, os operadores utilizam estes perfis de uma maneira simples para controlar apenas uma taxa de dados de linha individual, e talvez ajustes de FEC. Logo, com freqüência, um perfil de linha individual é selecionado manualmente, fazendo, com freqüência, que a linha permaneça naquele perfil a menos que o pessoal da manutenção mude manualmente o perfil durante a resposta à solicitação de solução ou em resposta a uma solicitação do cliente por um serviço DSL diferente. Mesmo quando se permite que uma linha se mova automaticamente para alguns outros perfis, fortes restrições têm sido aplicadas, resultando no fato de que apenas alguns perfis são considerados como candidatos a se mover. Além do mais, as regras para mudança de perfil podem ser visualizadas como funções fixas ou estáticas de um parâmetro ou de um número muito pequeno de parâmetros de caracterização de linha. Tais transições simples não permitem diversos tipos de serviços e falham em auxiliar a superar e/ou tratar diversos danos de ruídos (por exemplo, ruído de impulso e ruído de ligação cruzada), limitando assim as capacidades de taxa de dados e/ou faixa distribuídas de ADSL e VDSL.

Os sistemas, métodos e técnicas que permitem a implementação de uma ampla variedade de perfis de linha e transições entre tais perfis automaticamente em com facilidade nos sistemas de comunicações tais como Sistemas ADSL representam um avanço significativo na técnica. Em particular, a priorização e a implementação de opções de transição nos sistemas de comunicação representam um avanço



considerável no campo de taxas de serviços DSL e intervalos associados.

#### BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

As transições entre os estados e/ou perfis para  
5 uma linha em um sistema de comunicação, tal como um sistema  
DSL, podem ser controladas avaliando-se o estado atual da  
linha e um ou mais estados alvo. A avaliação da possibili-  
dade de ficar no estado atual ou se mover para um dos  
estados alvos, pode ser baseada nas distribuições de dados  
10 relatados e estimados destilados a partir de dados opera-  
cionais colhidos do sistema de comunicações. Os estados  
alvos podem ser priorizados e dispostos em uma matriz ou  
outra estrutura, tornando a avaliação e a seleção mais  
simples.

15 A praticabilidade pode levar em conta tanto a  
suficiência dos dados disponíveis (relatados e/ou estima-  
dos) quanto a probabilidade do comportamento da linha no  
estado atual e qualquer estado alvo sob consideração. A  
probabilidade de atender a limites operacionais e/ou de  
20 desempenho podem ser usadas em diversas sub-regras cujas  
saídas podem ser combinadas em uma regra geral que  
proporcione uma decisão de praticabilidade. Os vetores de  
ponderação podem ser usados para ponderar ou purgar  
completamente dados antigos. Em um sistema DSL, estas  
25 ponderações, sub-regras e outros fatores podem refletir  
diferenças entre comportamentos de baixa e de fluxo  
contínuo e transmissão de dados. Os diversos aspectos da  
presente invenção podem ser ajustados e/ou atualizados de

maneira adaptativa ou dinâmica para acomodarem as mudanças nas condições de linha, metas de desempenho, etc.

Os métodos, técnicas, aparelhos, processos e equipamento, de acordo com modalidades da presente invenção, podem ser implementados em um controlador, otimizador DSL ou algo similar. Tal implementação pode ser parte de um sistema de gerenciamento de espectro dinâmico.

Detalhes adicionais e vantagens da invenção são fornecidos na Descrição Detalhada a seguir e Figuras associadas.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS DIVERSAS VISTAS DO DESENHO

A presente invenção será imediatamente entendida pela descrição detalhada a seguir em conjunto com os desenhos anexos, em que numerais de referência similares designam elementos estruturais similares, e em que:

A Figura 1 é um sistema de modelo de referência de bloco esquemático de acordo com o padrão G.997.1.

A Figura 2 é um diagrama esquemático que ilustra a distribuição DSL genérica.

A Figura 3A é um diagrama de bloco esquemático de uma modalidade da presente invenção em um sistema DSL.

A Figura 3B é um diagrama de bloco esquemático de uma outra modalidade da presente invenção em um sistema DSL.

A Figura 4 inclui um diagrama de transição de estado exemplar e matrizes que incorporam o diagrama de transição de estado e priorização das transições disponíveis entre diversos estados.

A Figura 5 é um regra geral exemplar que utiliza diversas sub-regras para fornecer decisões quanto a se um estado alvo é praticável ou, em algumas modalidades, não praticável.

5           A Figura 6 é um diagrama de fluxo que mostra uma ou mais modalidades da presente invenção em que é avaliada a operação de transição de uma linha DSL ou outra linha de comunicações de ume estado atual para um ou mais estados alvo.

10           A Figura 7 é um fluxograma de uma outra modalidade da presente invenção para estimar os dados de desempenho para uma linha DSL que utiliza um perfil de linha alvo.

15           A Figura 8 é um diagrama de bloco de um sistema de computador típico ou sistema de circuito integrado adequado para implementar modalidades da presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

20           A descrição detalhada a seguir da invenção fará referência a uma ou mais modalidades da invenção, mas não está limitada a tais modalidades. Ao invés disso, a descrição detalhada destina-se apenas a ser ilustrativa. Aqueles que são versados na técnica irão apreciar imediatamente que a descrição detalhada dada aqui com relação às figuras é fornecida com finalidade explicativa, já que a invenção se estende além destas modalidades limitadas.

Modalidades da presente invenção implementam transições de estado que podem realizar, de maneira flexível, diferentes transições de estado em uma ou mais

implementações simples. Conforme usado na descrição aqui, (e a menos que seja estabelecido o contrário em um dado exemplo), um "estado" é equivalente a um perfil. O agrupamento de um conjunto de perfis em um único estado é possível (por exemplo, onde um estado é definido apenas pela taxa e diversos sub-estados são conseqüentemente distinguidos como uma função de diferentes ajustes para FEC, PSD, etc.). Tal agrupamento pode ser dependente de implementação.

Na explicação da presente invenção, o termo "perfil" significa "perfil de linha". Esta é uma definição de parâmetros usados para operar a linha, tais como taxa de dados, ajustes de FEC, etc. O termo "estado" refere-se a uma posição dentro de um dado diagrama de transição de estado ou outro esquema. Em algumas modalidades da presente invenção, 2 ou mais linhas podem operar usando o mesmo "perfil", embora elas estejam em diferentes "estados". Por exemplo, assuma que a Linha 1 se moveu do perfil 1A (usando uma taxa máxima de dados de 1,0 Mbps para o perfil 1B (usando uma taxa de dados máxima de 1,5 Mbps). Assuma ainda que a Linha 2 se moveu do Perfil 2A (usando uma taxa máxima de dados de 3,0 Mbps) para o perfil 2B (usando uma taxa de dados máxima de 1,5 Mbps. Ambas as linhas 1 e 2 podem usar agora o mesmo "perfil" que possui uma taxa de dados máxima de 1,5 Mbps, mas estar em estados diferentes, já que seu histórico de operação de perfil anterior e/ou seleções de parâmetro, são diferentes. Apenas as taxas de dados máximas são iguais. Cada estado pode ter uma taxa de dados máxima, mas nem todas as linhas com a mesma taxa de dados máxima

correspondem ao mesmo estado. De maneira similar, nem todas as linhas com a mesma taxa máxima de dados podem corresponder ao mesmo perfil. Para fins de avaliação de transições subseqüentes potenciais, o Perfil 1B e o perfil 2B pode ser perfis idênticos, mas estados diferentes. Aqueles que são versados na técnica irão apreciar que os sistemas DSL existentes podem igualar todos os três termos de tal modo que o estado, a taxa de dados máxima e o perfil correspondam, a grosso modo, à mesma situação. No entanto, dependendo da modalidade da presente invenção, esta invenção permite que todos os 3 termos sejam potencialmente diferentes. Aqueles que são versados na técnica serão capazes de distinguir os diversos casos especificamente descritos aqui e cobertos pela presente invenção por meio do contexto e da natureza dos sistemas usados e descritos.

Em muitos dos exemplos específicos apresentados aqui de modalidades da presente invenção, os estados e os perfis podem ser iguais. Ou seja, o histórico do perfil anterior não é considerada "diretamente" na determinação do estado de uma linha. Ao invés disso, em muitas modalidades, a possibilidade de uma transição de estado pode incluir a ponderação (incluindo desconsiderar e/ou purgar) de dados registrados e estimados relativos a operação do perfil anterior para uma linha. Logo, a possibilidade de uma transição futura (ou seja, a adequabilidade de um perfil alvo ou estado) leva em conta o que seria levado em conta por um sistema de definição de estado mais elaborado. Logo, conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica, embora um "perfil" e um "estado" sejam iguais em

muitas modalidades da presente invenção, nada aqui limita estes termos para que signifiquem a mesma coisa e, em outras modalidades, eles podem diferir entre si de maneira substantiva. No entanto, a menos que seja indicado o contrário, as modalidades ilustradas e explicadas aqui utilizarão sistemas em que os estados e os perfis significam a mesma coisa.

Se um sistema não for construído com base no conceito de perfis e ao invés disso, permitir o controle independente de taxa, potência, etc., para linhas individuais, então pelo menos duas soluções são possíveis no presente - um controlador (tal como um otimizador DSL) pode construir um conjunto de perfis e usar apenas um deles para cada usuário individual, ou alternativamente um controlador pode calcular os melhores parâmetros para um dado tipo de serviço e configurar os parâmetros de linha de acordo. A primeira solução é discutida aqui com mais detalhes, embora ambas as soluções fiquem aparentes para aqueles que são versados na técnica após a revisão do presente relatório e de ambas as modalidades da presente invenção.

Conforme descrito abaixo com mais detalhes, uma unidade de controle de transição de estado implementando uma ou mais modalidades da presente invenção, pode ser parte de um controlador (por exemplo, um otimizador DSL, gerente de espectro dinâmico ou centro de gerenciamento de espectro). O controlador e/ou a unidade de controle de transição de estado podem estar localizados em qualquer lugar. Em algumas modalidades, o controlador e/ou a unidade

de controle de transição de estado residem no DSL CO, enquanto em outros casos, eles podem ser operados por uma terceira parte localizada fora de CO. A estrutura, programação e outras características específicas de um controlador e/ou unidade de controle de transição de estado, utilizáveis em conjunto com modalidades da presente invenção, ficarão aparentes para aqueles que são versados na técnica após a revisão do presente relatório.

Um controlador, tal como um otimizador DSL, centro de gerenciamento de espectro dinâmico (Centro DSM), um modem "inteligente" e/ou sistema de computador, pode ser usados para coletar e analisar os dados operacionais e/ou valores de parâmetros de desempenho, conforme descrito em conjunto com as diversas modalidades da presente invenção. O controlador e/ou outros componentes pode ser um dispositivo implementado por computador ou combinação de dispositivos. Em algumas modalidades, o controlador está um local remoto dos modems. Em outros casos, o controlador pode ser colocado com um ou ambos os modems com o equipamento diretamente conectado a um modem, DSLAM ou outro dispositivo de sistema de comunicação, criando assim um modem "inteligente". As frases "acoplado a" e "conectado a" e similares são usadas aqui para descrever uma conexão entre dois elementos e/ou componentes e devem significar acoplados diretamente a ou indiretamente, por exemplo, via um ou mais elementos de intervenção ou via uma conexão sem fio, onde for apropriado.

Alguns dos exemplos a seguir de modalidades da presente invenção usarão sistemas ADSL como sistemas de

comunicações exemplares. Dentro destes sistemas ADSL, certas convenções, regras, protocolos, etc., podem ser usados para descrever a operação do sistema ADSL exemplar e a informação e/ou dado disponível a partir dos clientes  
5 (também referidos como "usuários") e/ou equipamento no sistema. No entanto, conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica, modalidades da presente invenção podem ser aplicadas a diversos sistemas de comunicações e a invenção não está limitada a qualquer  
10 sistema particular. A presente invenção pode ser usada em qualquer sistema de transmissão de dados ao qual a qualidade de serviço possa estar relacionada para controlar os parâmetros.

Diversos elementos de gerenciamento de rede são  
15 usados para o gerenciamento de recursos de camada física de ADSL, onde os elementos referem-se a parâmetros ou funções dentro de um par de modems ADSL, seja coletivamente ou em uma extremidade individual. Uma estrutura de gerenciamento de rede consiste de um ou mais nós gerenciados, cada um  
20 contendo um agente. O nó gerenciado pode ser um roteador, ponte, comutador, modem ADSL ou outro. Pelo menos um NÓS MÓVEIS (Network Management System), que com frequência é chamado o gerente, monitora e controla os nós gerenciados e é usualmente baseado em um PC comum ou outro computador. Um  
25 protocolo de gerenciamento de rede é usado pelo gerente e por agentes para trocar informações e dados de gerenciamento. A unidade de informação de gerenciamento é um objeto. Uma coleção de objetos relacionados é definida



como uma Base de Informações de Gerenciamento (MIB - Management Information Base).

A Figura 1 mostra o sistema de modelo de referência de acordo com o padrão G.997.1 (G.Ploam), que é incorporado ao contexto à guisa de referência em sua integridade para todas as finalidades e modalidades nas quais a presente invenção pode ser implementada. Este modelo se aplica a todos os sistemas ADSL que atendam aos diversos padrões que podem ou não incluir divisores, tais como, ADSL1(G.992.1), ADSL-Lite (G.992.2), ADSL2 (G.992.3), ADSL2-Lite, G.992.4, ADSL2+ (G.992.5) e os padrões VDSL emergentes G.993.x, assim como os padrões G.99L1 e G.991.2 SHDSL, tudo com ou sem colagem. Este modelo é bem conhecido daqueles que são versados na técnica.

O padrão G.997.1 especifica o gerenciamento de camada física para sistemas de transmissão ADSL baseados no canal de operação embutido limpo (EOC) definido em G.997.1 e no uso de bits indicadores e mensagens EOC definidas em padrões G.992.x. Além do mais, G.997.1 especifica conteúdo de elementos de gerenciamento de rede para gerenciamento de configuração, defeito e desempenho. Ao desempenhar estas funções, o sistema utiliza uma série de dados operacionais que estão disponíveis e podem ser coletados de um nó de acesso (AN - Access Node). O relatório TR69, do ADSL Forum, também lista a MIB e como ela pode ser acessada.

Na Figura 1, o equipamento terminal do cliente 110 está acoplado a uma rede domestica 112, que, por sua vez, está acoplada a uma unidade de terminação de rede (NT) 120. No caso de um sistema ADSL, o sistema NT 120 inclui um

ATUALIZADO-R 122 (por exemplo, um modem, também referido como um transceptor em alguns casos, definido por um dos padrões ADSL) ou qualquer outro modem de terminação de rede adequado, transceptor ou outra unidade de comunicação. Cada  
5 modem pode ser identificado, por exemplo, pelo número do fabricante e do modelo. Conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica e conforme descrito aqui, cada modem interage com o sistema de comunicação ao qual ele está conectado e pode gerar dados operacionais, como um  
10 resultado do desempenho do modem no sistema de comunicações.

NT 120 também inclui uma entidade de gerenciamento (ME) 124. ME 124 pode ser qualquer dispositivo de hardware capaz, tal como um microprocessador, micro-  
15 controlador ou máquina de estado de circuito em firmware ou hardware, capaz de desempenhar, conforme requerido por qualquer padrão aplicável e/ou outros critérios. ME 124 coleta e armazena dados de desempenho em sua MIB, que é um banco de dados de informações mantidas por cada ME e que  
20 pode ser acessada via protocolos de gerenciamento de rede tais como SNMP (Simple Network Management Protocol), um protocolo de administração usado para reunir informações a partir de um dispositivo de rede para fornecer a um console de administrador/programa ou via comandos TL!, sendo que  
25 TL1 é uma linguagem de comando estabelecida há bastante tempo usada para programas respostas e comandos entre elementos de rede de telecomunicações.

Cada ATU-R em um sistema é acoplado a um ATU-C em um CO ou outro local central. Na Figura 1, ATU-C 142 está

localizado em um nó de acesso (AN) 140 em um CO 146. AN 140 pode ser componente do sistema DSL, tal como DSLAM ou similar, conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica. Um ME 144, da mesma forma, mantém uma  
5 MIB de dados de desempenho que pertencem a ATU-C 142. AN 140 pode ser acoplado a uma rede de banda larga 170 ou outra rede, conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica. ATU-R 122 e ATU-C 142 são acoplados juntos por um enlace 130, que no caso de ADSL, tipicamente  
10 é um par torcido de telefones que também carrega outros serviços de comunicações.

Diversas das interfaces mostradas na Figura 1 podem ser usadas para determinar e coletar dados de desempenho. A interface Q 155 proporciona a interface entre  
15 NMS 150 do operador e ME 144 em AN 140. Todos os parâmetros especificados no padrão G.997.1 se aplicam à interface Q 155. Os parâmetros perto da extremidade suportados em ME 144 são derivados de ATU-C 142, enquanto os parâmetros longe da extremidade de ATU-R 122 podem ser derivados por  
20 uma ou outra das duas interfaces na interface U. Os bits indicadores e mensagens EOC, que são enviadas usando o canal embutido 132 e são proporcionados na camada PMD, podem ser usados para gerar os parâmetros ATU-R 122 em ME 144. Alternativamente, o canal OAM (Operations,  
25 Administrations and Management) e um protocolo adequado podem ser usados para recuperar os parâmetros de ATU-R 122 quando solicitados por ME 144. De maneira similar, os parâmetros longe da extremidade de ATU-C 142 podem ser derivados por uma das duas interfaces na interface U. Os

bits indicadores e mensagens EOC, que são proporcionados na camada PMD, podem ser usados para gerar os parâmetros ATU-C 142 requeridos em ME 122 de NT 120. Alternativamente, o canal OAM e um protocolo adequado podem ser usados para  
5 recuperar os parâmetros de ATU-C 142 quando solicitado por ME 124.

Na interface U (que é essencialmente um enlace 130), existem duas interfaces de gerenciamento, uma em ATU-C 142 (a interface U-C 157) e uma em ATU-R 122 (a interface  
10 U-R 158). A interface 157 fornece parâmetros ATU-C perto da extremidade para ATU-R 122 para recuperar na interface U 130. De maneira similar, as interfaces 158 proporcionam parâmetros ATU-R perto da extremidade para ATU-C 142 recuperar na interface U 130. Os parâmetros que se aplicam  
15 podem ser dependentes do padrão do transceptor que está sendo usado (por exemplo, G.992.1 ou G.992.2).

O padrão G.997.1 especifica um canal de comunicação OAM opcional na interface U. Se este canal for implementado, os pares ATU-C e ATU-R podem usá-lo para  
20 transportar as mensagens OAM da camada física. Assim, os transceptores 122, 142 de tal sistema compartilham diversos dados operacionais e de desempenho mantidos em suas respectivas MIBs.

Pode ser encontrada mais informação referente a  
25 ADSL NMSs em DSL Forum Technical Report TR-005, cujo título é "ADSL Network Element Management", do ADSL Forum, datado de março de 1998, que é incorporado ao contexto à guisa de referência em sua integridade para todas as finalidades. Além disso, DSL Forum Working Text WT-87 (Rev. 6), cujo

título é "CPE WAN Management Protocol", do DSL Forum, datado de janeiro de 2004, é incorporado ao contexto à guisa de referência à guisa de referência em sua integridade para todas as finalidades. Finalmente, DSL Forum Working Text WT- 082v7, cujo título é "LAN-Side DSL CPE Configuration Specification", do DSL Forum, datado de 5 de janeiro de 2004, é incorporado ao contexto à guisa de referência em sua integridade para todas as finalidades. Estes documentos tratam de diferentes situações para o gerenciamento de CPE.

Conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica, pelo menos alguns dos dados operacionais e/ou parâmetros descritos nestes documentos podem ser usados em conjunto com modalidades da presente invenção. Além do mais, pelo menos algumas das descrições do sistema são aplicáveis, da mesma forma, a modalidades da presente invenção. Diversos tipos de dados operacionais e/ou informações disponíveis de um ADSL NÓS MÓVEIS pode ser encontrados; outros podem ser conhecidos daqueles que são versados na técnica.

Em uma topologia típica de uma planta DSL, em que uma série de pares de transceptores estão operando e/ou estão disponíveis, parte de cada laço de assinante é colocado com os laços de outros usuários dentro de um agrupador de múltiplos pares (ou feixe). Após o pedestal, muito perto do Equipamento de Premissas do cliente (CPE), o laço toma a forma de um fio e sai do feixe. Logo, o laço do assinante atravessa dois ambientes diferentes. Parte do laço pode estar localizada dentro de um agrupador, onde o

laço está protegido, às vezes, de interferência eletromagnética externa, mas está sujeito a ligação cruzada. Após o pedestal, com frequência o fio não é afetado pela ligação cruzada quando este par está longe de outros pares na maior parte da queda, mas a transmissão também pode ser prejudicada de maneira mais significativa pela interferência eletromagnética por os fios em queda não estão protegidos. Muitas quedas têm 2 a 8 pares torcidos dentro deles e, em situações de múltiplos serviços em uma casa ou ligação (multiplexação e demultiplexação de um único serviço) daquelas linhas, ligação cruzada adicional substancial pode ocorrer entre estas linhas no segmento em queda.

Um cenário de distribuição de DSL exemplar genérico é mostrado na Figura 2. Todos os laços do assinante de um total de  $(L + M)$  usuários 291, 292 passam através de pelo menos um agrupador comum. Cada usuário é conectado a um Escritório Central (CO) 210, 220, através de uma linha dedicada. No entanto, cada laço de assinante pode estar passando através de diferentes ambientes e meios. Na Figura 2,  $L$  clientes ou usuários 291 estão conectados a CO 210 usando uma combinação de fibra óptica 213 e pares torcidos de cobre 217, que é comumente referido como Fiber to the Cabinet (FTTCab) ou Fiber to the Curb. Os sinais dos transceptores 211 em CO 210 têm seus sinais convertidos pelo terminal de linha óptica 212 e terminal de rede óptica 215 em CO 210 e unidade de rede óptica (ONU) 218. Modems 216 em ONU 218 agem como transceptores para sinais entre ONU 218 e usuários 291.

Os laços 227 dos M usuários remanescentes 292 são apenas pares torcidos de cobre, um cenário referido como Fiber to the Exchange (FTTEx). Sempre que possível e economicamente factível, é preferível FTTCab a FTTEx, já  
5 que isso reduz o comprimento da parte de cobre do laço assinante e, conseqüentemente, aumenta as taxas obteníveis. A existência de laços FTTCab pode criar problemas aos laços FTTEx. Além do mais, espera-se que FTTCab se torne uma topologia cada vez mais popular no futuro. Este tipo de  
10 topologia pode levar a ligação cruzada substancial e pode significar que as linhas dos diversos usuários têm diferentes capacidades de desempenho e de carregamento de dados devido ao ambiente específico em que eles operam. A topologia pode ser tal que as linhas de "gabinete"  
15 alimentadas por fibra e as linhas de troca podem ser misturadas no mesmo agrupador.

Conforme pode ser visto na Figura 2, as linhas de CO 220 para usuários 292 compartilham o agrupador 222, que não é usado pelas linhas entre CO 210 e usuários 291. Além  
20 do mais, um outro agrupador 240 é comum a todas as linhas para/de CO 210 e CO 220 e seus respectivos usuários 291, 292.

De acordo com uma modalidade da presente invenção mostrada na Figura 3A, uma unidade de controle de transição  
25 de estado 300 pode ser parte de uma entidade independente acoplada a um sistema DSL, tal como um controlador 310 (por exemplo, um otimizador DSL, servidor DSM, Centro DSM ou um gerente de espectro dinâmico) que auxilia os usuários e/ou um ou mais operadores ou provedores de sistema a otimizar

seu uso do sistema. (Um otimizador DSL também pode ser referido como um gerente de espectro dinâmico, Centro de Gerenciamento de Espectro Dinâmico, Centro DSM, Centro de Manutenção de Sistema ou SMC). Em algumas modalidades, o controlador 310 pode ser um ILEC ou CLEC operando uma série de linhas DSL a partir de um CO ou de outro local. Conforme visto a partir da linha pontilhada 346 na Figura 3A, o controlador 310 pode estar em CO 146 ou pode ser externo e independente de CO 146 e de qualquer empresa que opere o sistema. Além do mais, o controlador 310 pode ser acoplado a e/ou controlar DSL e/ou outras linhas de comunicação em múltiplos CÓS.

A unidade de controle de transição de estado 300 inclui meios de coleta 320 e meios de análise 340. Conforme visto na Figura 3A, o meio de coleta 320 pode ser acoplado a NMS 150, ME 144 em AN 140 e/ou MIB 148 mantido pelo ME 144. Os dados também podem ser coletados através da rede de banda larga 170 (próxima, via protocolo TCP/IP ou outro protocolo ou meio fora da comunicação de dados interna normal dentro de um dado sistema DSL). Uma ou mais destas conexões permite que a unidade de controle de transição de estado colete dados operacionais do sistema. Os dados podem ser coletados uma vez ou várias vezes. Em alguns casos, o meio de coleta 320 coletará em uma base periódica, embora ele também possa coletar dados sob demanda ou em qualquer outra base não periódica (por exemplo, quando um DSLAM ou outro componente envia dados para a unidade de controle de transição de estado), permitindo assim que a unidade de controle de transição de estado 300 atualize sua



informação, regras, sub-regras, etc., se desejado. Os dados coletados pelo meio 320 são fornecidos ao meio de análise 340 para análise e qualquer decisão referente à transição de estado.

5               No sistema exemplar da Figura 3A, o meio de análise 340 está acoplado a um modem e/ou meio de geração de sinal de operação do sistema 350 no controlador 310. Este gerador de sinal 350 é configurado para criar e enviar sinais de instruções para modems e/ou outros componentes do  
10 sistema de comunicações (por exemplo, transceptores ADSL e/ou outro equipamento, componentes, etc., no sistema). Estas instruções podem incluir instruções de transição ou outras instruções relativas a taxas de dados aceitáveis, níveis de potência de transmissão, requisitos de  
15 codificação e latência, etc. As instruções podem ser geradas após o controlador 310 determinar a prioridade e a disponibilidade de estados/perfis de operação alternados no sistema de comunicação. Em alguns casos, por exemplo, os sinais de instruções podem ajudar a melhorar o desempenho  
20 para um ou mais clientes e/ou operadores que utilizem o sistema.

              As modalidades da presente invenção podem utilizar um banco de dados, biblioteca ou outra coleção de dados que tenha a ver com os dados coletados, decisões  
25 tomadas relativas a parâmetros relevantes, decisões passadas que utilizam regras e sub-regras tais como aquelas discutidas abaixo, etc. Esta coleção de dados de referência pode ser armazenada, por exemplo, como uma biblioteca 348

no controlador 310 da Figura 3A e usada pelo meio de análise 340 e/ou meio de coleta 320.

Em algumas modalidades da presente invenção, a unidade de controle de transição de estado 300 pode ser implementada em um ou mais computadores tais como PCs, estações de trabalho ou algo similar. O meio de coleta 320 e o meio de análise 340 podem ser módulos de software, módulos de hardware ou uma combinação de ambos, conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica.

Quando trabalhando com um grande número de modems, os bancos de dados podem ser introduzidos e usados para gerenciar o volume de dados coletados.

Uma outra modalidade da presente invenção é mostrada na Figura 3B. Um otimizador DSL 365 opera na e/ou em conexão com um DSLAM 385 ou outro componente do sistema DSL, sendo que um ou outro ou ambos podem estar na premissa de uma empresa de telecomunicações (uma "telco"). O otimizador DSL 365 inclui um módulo de coleção de dados e análise 380 que pode coletar, montar, condicionar, manipular e suprir dados operacionais para e do otimizador DSL 365. O módulo 380 pode ser implementado em um ou mais computadores tais como PCs ou similares. Os dados (que podem incluir dados registrados e dados estimados, descritos com mais detalhes abaixo) do módulo 380 são fornecidos a um módulo servidor DSM 370 para análise (por exemplo, testes de praticabilidade, avaliação de suficiência de dados, purga e ponderação de dados, ajuste de prioridades de estado, ajuste de matrizes e vetores, atualização de tabelas de limite, etc.). As informações

também podem estar disponíveis a partir de uma biblioteca ou de um banco de dados 375 que pode estar relacionado ou não à telco. Um seletor de perfil 390 pode ser usado para selecionar e implementar perfis e/ou estados, de acordo com  
5 qualquer decisão e/ou instrução de transição de estado e/ou de perfil. Os perfis podem ser selecionados sob o controle do servidor DSM 370 ou de qualquer outra maneira adequada, conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica. Os perfis selecionados pelo seletor 390 são  
10 implementados em DSLAM 385 e/ou qualquer outro equipamento de componente do sistema DSL apropriado. Tal equipamento pode ser acoplado a equipamento DSL tal como equipamento de premissas do cliente 399. O sistema da Figura 3B pode operar de maneira análoga ao sistema da Figura 3A, conforme  
15 será apreciado por aqueles que são versados na técnica, embora possam ser obtidas diferenças enquanto ainda se implementam modalidades da presente invenção.

Diversas modalidades de um aspecto da presente invenção são mostradas na Figura 4. O diagrama de estado  
20 400 ilustra 8 perfis 402-1, 402-2, 402-3, 402-4, 402-5, 402-6, 402-7 e 402-8, em que uma linha de comunicação, que para fins de explicação e ilustração, será considerada uma linha DSL, pode operar. Neste exemplo, cada perfil é definido por uma taxa de dados máxima obtível (192, 384,  
25 768 ou 1536 Kbps) e uma latência ("Rápido" significando sem intercalação; "Alto atraso" significando intercalação produzindo um alto atraso).

Na Figura 4, se uma linha estiver operando usando perfil 1, então tanto do diagrama de estado quanto da

matriz de transição de estado T1 pode-se ver que os perfis 1, 2, 5 e 6 são transições possíveis (o que permanece no perfil 1 não é uma transição no sentido de uma mudança, mas para facilitar a referência, o que permanece no mesmo perfil pode ser referido aqui como uma "transição"). No entanto, a matriz de transição de estado T1 não indica que transição, se é que há alguma, deve ter prioridade acima de outras transições. Logo, a mudança para a matriz T2 da Figura 4 pode ser feita, onde a prioridade é especificada por um valor inteiro. Quanto mais alto o valor inteiro positivo, menos atraente é o perfil designado para a implementação do provedor de serviços.

Na matriz de transição T2, 0 ainda significa que a transição não é permitida e qualquer inteiro positivo significa que a transição é permitida. O menor inteiro positivo tem a prioridade mais alta com relação a qualquer outra transição. Por exemplo, uma linha no perfil 1 tentará se mover para um perfil 2 se for possível (ou seja, a prioridade é 1 a partir da matriz T2). Se o perfil 2 não for apropriado, (por exemplo, se as violações de código esperadas ou medidas forem muito altas no perfil 2, "a capacidade de ser apropriada" pode ser definida em algumas modalidades como praticabilidade, conforme discutido abaixo com mais detalhes), então a linha tentará se mover para o perfil 6 (ou seja, que tem uma prioridade de 2 da matriz T2). Se o perfil 6 não for apropriado, então o perfil 1 (que tem uma prioridade de 3) será examinado e o perfil não será mudado, se o perfil 1 for apropriado. Se o perfil 1 também não for apropriado, então a linha se moverá para o

perfil 5, que tem a prioridade mais baixa (ou seja, uma prioridade de 4).

A matriz de transição T2 da Figura 4 pode indicar, desta maneira, tanto a possibilidade quanto a prioridade de transições para cada estado/perfil. A estrutura de T2 permite variação simples de muitas características diferentes de perfil tais como taxa de dados, nível de potência, nível de referência de densidade espectral de potência plana (PSD), margem máxima, margem mínima, margem alvo, atraso FEC, força FEC e conformação PSD (às vezes conhecida como PSDMASK). Por exemplo, dependendo de um conjunto de tipos de serviço permitidos específicos, alguns perfis podem ser bloqueados, enquanto outros perfis recebem prioridades mais baixas. Alternativamente, perfis com máscaras portadoras menores podem receber prioridades mais altas para os clientes que paguem de maneira correspondente (onde os fatores econômicos são levados em conta pelo operador). Diversas linhas podem ser programadas para fornecer parte da banda sempre que possível para permitir melhor serviço em outras linhas (não levando em contato implicações reguladoras de compartilhamento de agrupador, o que pode ser possível em alguns casos e em outros, não). Como um outro exemplo, perfis com margem alvo mais alta (TNMR) podem receber prioridades mais altas para uma linha que tenha mudanças freqüentes em níveis de ruído. A matriz de transição de estado ponderada T2, deste modo, permite a mudança dinâmica das regras para seleção de perfil assim como a seleção dinâmica do próprio perfil.

Um operador que tente maximização ou melhora de rendimentos e/ou serviço via diversas características de transições de estado, pode desejar ampliar o número de perfis em T2. Os perfis podem ser implementados de modo a  
5 incluírem uma combinação de taxa de dados, nível PSD, margens alvo/mínima/máxima, máscaras portadoras, ajustes FEC e assim por diante. Conseqüentemente, o número total de perfis pode ser maior do que várias centenas. Em tal caso, provavelmente T2 se tornará uma matriz esparsa com a  
10 maioria de seus elementos iguais a 0 e uma matriz de transição de estado mais gerenciável é a matriz T da Figura 4.

As entradas nas colunas da matriz T representam estados "próximos" disponíveis em ordem de prioridade, diminuindo em cada coluna. Por exemplo, a primeira coluna  
15 indica que a primeira prioridade do perfil 1 é se mover para o perfil 2, a próxima prioridade é se mover para o perfil 6 e então ficar no perfil 1. Se algum destes perfis for factível, então a linha se moverá para o perfil 5, que  
20 está no fim da primeira coluna. A quinta coluna indica que a primeira prioridade do perfil 5 é se mover para o perfil 6 e então ficar no perfil 5. No formato da matriz T, a matriz pode ser muito menor do que  $N \times N$ , onde N é o número total de perfis/estados, o que permite um armazenamento  
25 mais compacto e/ou transmissão de informações de transição de estado. Um interpretador do provedor de serviço pode fornecer a matriz Ta um controlador DSM (por exemplo, um otimizador DSL) para uma linha sim, uma linha não (conforme identificado pelo número do telefone). Tal especificação de

T permite que o provedor de serviço afete ou controle o rendimento do serviço. Tal armazenamento ou transmissão, então, é mais eficiente com a forma mais compacta de T (com relação a T2). Uma outra simplificação (não mostrada no presente exemplo) é possível gravando-se as prioridades em um formato de texto plano e removendo-se os 0s.

Quando uma linha for um estado ou perfil não conhecido, ou se o estado/perfil de uma linha não for parte de T, então pode ser aplicada uma regra de orientação. Por exemplo, uma regra moverá a linha para o perfil mais seguro dentro de T. Uma outra regra de orientação pode mover a linha para o perfil em T que esteja mais perto do perfil atual (em termos de taxa de dados, FEC, margem, etc.)

Cada linha individual pode ter uma matriz de transição de estado diferente. Por exemplo, um cliente que pague mais ou que requeira serviço crítico pode receber uma matriz de transição que tente conseguir uma taxa de dados tão alta quanto possível a qualquer custo, enquanto um outro cliente pode receber uma matriz de transição que tente render potência e espectro tanto quanto possível enquanto a taxa de dados máxima fica limitada a um valor alvo (especificado) nos perfis/estados permitidos para aquela linha. Uma linha com características de ruído instáveis pode receber uma matriz de transição onde uma TNMR alta é usada com frequência para os diversos perfis permitidos, enquanto uma linha com características de espectro de ruído estável pode receber uma matriz de transição onde um TNMR baixo é usado com mais frequência. Essencialmente, isso é controle de margem adaptativo, que é

possível apenas se perfis com diversas margens estão disponíveis (ou se um perfil é decomposto em perfil de taxa, perfil PSD, perfil TNMR, etc.). Controle de margem adaptativo e técnicas para a implementação do mesmo são  
5 explicados com mais detalhes no N° de série U.S. 10/893.826 (Documento No. 0101-p04), depositado em 19 de julho de 2004, cujo título é ADAPTIVE MARGIN AND BAND CONTROL e cuja posse é de Adaptive Spectrum And Signal Alignment, Inc, Redwood City, Califórnia, cujo inteiro teor é incorporado  
10 aqui à guisa de referência. Além da matriz de transição, a tabela de limite de praticabilidade, discutida abaixo, também pode ser modificada de linha para linha para ajustar a agressividade de tentar perfis vantajosos.

A matriz de transição de uma linha também pode  
15 ser atualizada conforme necessário e/ou desejado durante a operação. Por exemplo, as prioridades de perfil com PSDs mais baixos e larguras de banda menores pode ser aumentadas se a linha foi detectada para ser uma fonte FEXT principal para diversas linhas vizinhas ou simples uma fonte de ruído  
20 intrusa em uma linha de cliente. Mais tarde, as prioridades originais podem ser restauradas se a avaliação foi mostrada como sendo incorreta ou se a avaliação precisar mudar com a mudança de topologias de cliente, demanda e práticas. Tal re-priorização pode requerer concordância entre o  
25 controlador (por exemplo, um Otimizador DSL) e o provedor de serviço.

Conhecer a priorização de estados não é suficiente em todas as modalidades da presente invenção. Em algumas modalidades, para ajudar a determinar a priorização



de estados/perfis, a possibilidade de estados disponíveis é avaliada e, em alguns casos, quantificada. Por exemplo, para qualquer linha de interesse em uma modalidade, a informação na matriz de transição T e estado atual sempre

5 está disponível. Devido ao fato de as prioridades já estarem especificadas em T, um controlador tal como o otimizador DSL simplesmente precisa examinar a praticabilidade de transições candidatas e escolher o próximo estado possível com prioridade mais alta (o

10 estado/perfil com a prioridade mais baixa pode ser considerado como sendo possível em qualquer momento sem exame). Conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica, a praticabilidade pode ser determinada de diferentes maneiras. O "melhor estado" e o "melhor

15 perfil de linha" ou "melhor perfil de linha disponível" significam o estado e/ou perfil de linha que tanto é possível quanto tem a prioridade mais alta. Em casos onde é usada a "presunção de inocência", como em algumas das modalidades da presente invenção, o melhor estado e/ou

20 perfil de linha é o estado e/ou perfis de linha que não tenha sido considerado impraticável e possua a prioridade mais alta.

Por exemplo, nos exemplos anteriores, uma linha ADSL (que pode ser usada por um cliente ou outro usuário)

25 está usando ou estado "no" estado **n** (ou seja, perfil **n**) e aquela linha está sendo considerada para uma transição para o estado **m** (ou seja, um "estado alvo" ou perfil **m**). Neste exemplo, para os dois perfis **n** e **m**, pelo menos um dos 7 campos seguintes seria diferente: taxa de dados, TNMR

(margem de ruído alvo - isso é TSNRM em padrões ITU), MAXNMR (margem de ruído máxima - isto é MAXSNRM em padrões ITU), MINNNMR (margem de ruído mínima isso é MINSNRM em padrões ITU), máscara portadora (CARMASK em padrões ITU) ou  
 5 FEC (INP e DELAY em padrões ITU). O fundamental do teste de praticabilidade para o estado m nesta modalidade é assegurar desempenho estável, que para esta linha pode sugerir ou ordenar qualquer ou todos os seguintes: baixas contagens de violação de código (CV), baixas contagens de  
 10 re-treinamento, baixa latência. (O último item, baixa latência, pode precisar ser garantido apenas para usuários sensíveis a latência que utilizam aplicativos tais como jogos em rede ou VoIP. No entanto, conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica, a menos que o uso  
 15 de aplicativos sensíveis a latência seja detectado, pode não ser importante para um usuário e, assim, a latência não é tratada com mais detalhes na discussão da presente invenção.)

Para realizar o teste de praticabilidade para o  
 20 estado m, dois tipos de "dados operacionais" podem ser usados por um controlador tal como um otimizador DSL. Primeiro, os dados registrados (que é a operação observada diretamente e/ou desempenho enquanto a linha estava no estado m que está registrado para um controlador) estarão  
 25 disponíveis apenas se o histórico da linha incluir qualquer permanência curta ou longa no estado m ou qualquer estado relevante (ou seja, estados a partir dos quais os dados registrados para o estado m podem ser computados usando equações simples). O segundo tipo de dados operacionais,

dados estimados, é a operação e/ou desempenho estimado da linha de comunicação no estado m. Esta estimativa pode ser baseada em uma ou mais estimativas de espectro que sempre podem ser feitas, de tal modo que os dados estimados  
5 estarão disponíveis se a linha nunca tiver ficado no estado m ou qualquer estado relevante antes. Os dados registrados e os dados estimados podem ser obtidos, calculados, determinados, etc., por meio da coleta de dados operacionais do sistema de comunicações, por exemplo, por  
10 meio da utilização de um módulo de coleta de dados e/ou meio de coleta em um controlador, tal como um otimizador DSL, conforme está ilustrado na Figura 3A ou Figura 3B.

O teste de praticabilidade usado pode considerar dois tipos de prejuízo de desempenho - ruído não impulsivo  
15 (tal como AWGN, NEXY e FEXT) e ruído de impulso. Outros prejuízos podem estar presentes e podem ser tratados, conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica. Os parâmetros registrados por DSLAM que são relevantes para o ruído não impulsivo são NMR (margem de  
20 ruído - isso é SNRM em padrões ITU) e MAXR (taxa de dados máxima obtível - isso é ATTNDR em padrões ITU). Os parâmetros que são relevantes para o ruído impulsivo são CV (contagem de violação de código) e FCC (contagens de correção de FEC). As técnicas e aparelhos para aumentar INP  
25 (diminuindo N) estatisticamente com base em observações de violação de código e distribuições e técnicas e características operacionais FEC relacionadas são descritas em No. de Série U.S. 10/795.593 (Documento No. 0101-p02), depositado em 8 de março de 2004, cujo título é ADAPTIVE

FEC CODEWORD MANAGEMENT e cuja posse é de Adaptive Spectrum And Signal Alignment, Inclinação, de Redwood City, Califórnia, cujo inteiro teor é incorporado ao contexto à guisa de referência. NR (o número de treinamentos) é  
 5 relevante para os tipos de ruído. Se a linha estiver no estado  $m$  durante o intervalo de tempo  $t$ , os cinco parâmetros seguintes podem ser coletados periodicamente de um DSLAM (ou de um ATU-R se os caminhos de comunicação entre ATU-R e um controlador, tal como Otimizador DSL  
 10 estiverem disponíveis):

$RCV_{m,t}$ : Contagens de violação de código registradas durante intervalo de tempo  $t$

$RFCC_{m,t}$ : Contagens de correção de FEC registradas durante intervalo de tempo  $t$

15  $RM_{m,t}$ : Margem de ruído registrada ao final do intervalo de tempo  $t$

$RR_{m,t}$ : Taxa de dados máxima obtível registrada ao final do intervalo de tempo  $t$

$RNR_{m,t}$ : Número registrado de contagens de re-  
 20 treinamento durante intervalo de tempo  $t$ .

(No que diz respeito ao último parâmetro, contagens de re-treino: os re-treinos podem ser iniciados por diversas razões, tais como mudança de perfil, perda de potência no modem, e alta potência de ruído ou grande  
 25 número de violações de código. Dentre estas diversas razões, apenas os re-treinos causados por alto ruído/grande número de violações de código, têm que ser considerados no presente exemplo.

Para a presente discussão:

$$NR_{m,t} = LOS_{m,t} - LPR_{m,t} - NPC_{m,t}$$

onde

$LOS_{m,t}$  é o número registrado de perdas de sinal;

$LPR_{m,t}$  é o número registrado de perdas de  
5 potência; e

$NPC_{m,t}$  é o número de mudanças de perfil.)

A notação para tais parâmetros pode ser generalizada para  $PARAM_{m,t}$ , onde  $PARAM$  é o parâmetro em consideração, tal como RCV, RFCC, RNR, RM ou RR. A primeira  
10 letra "R" é usada para denotar dados "registrados" em oposição a um "E" para dados estimados, conforme definido e distinguido aqui. Discussão adicional omite a restrição  $t$  e considera a quantidade conseqüente como sendo uma variável aleatória. deste modo, quando  $t$  é omitido destas  
15 expressões, existe uma distribuição correspondente da variável aleatória que será considerada no lugar da amostra particular ou valor "tempo" do parâmetro. Assim, por exemplo,  $NR_m$  é uma variável aleatória que pode assumir diversos valores. Um controlador tal como um otimizador DSL  
20 pode computar e atualizar distribuições para esta variável aleatória.

RCV<sub>m</sub>: Variável aleatória que modela o número registrado de contagens de violação de código da linha de interesse. A distribuição é calculada pelo Centro DSM com  
25 base na observação de pontos de dados,  $RCV_{m,t}$

RFCC<sub>m</sub>: Variável aleatória que modela as contagens de correção FEC registradas da linha de interesse.

$RNR_m$ : Variável aleatória que modela o número registrado de contagens de re-treinamento da linha de interesse.

$RM_m$ : Variável aleatória que modela a margem  
5 de ruído registrada da linha de interesse

$RR_m$ : Variável aleatória que modela a taxa de dados máxima obtenível registrada da linha de interesse

Os pontos de dados registrados dos três primeiros parâmetros,  $RCV_{m,t}$ ,  $RFCC_{n,t}$  e  $RNR_{m,t}$  são usualmente coletados  
10 a cada 15 minutos em muitos sistemas DSL e cada tal valor coletado corresponde ao número de CVs, FCCs ou NRs coletados no intervalo de 15 minutos imediatamente precedente. Cada tal contagem coletada pode ser usada para atualizar a distribuição para a variável aleatória  
15 correspondente. Todos os pontos de dados registrados dos cinco parâmetros acima podem ser registrados a partir de um DSLAM em um controlador e, conseqüentemente, todos podem ter distribuições atualizadas quando coletados. No entanto,  $RM_{m,t}$  e  $RR_{m,t}$  podem não ter sido medidos nos intervalos de 15  
20 minutos.

A cardinalidade de qualquer um destes valores de dados registrados é denotada  $C[PARAM_m]$  e representa o número de pontos de dados ( $PARAM_{m,t}$ ) usados no cálculo da distribuição de qualquer parâmetro particular (a  
25 distribuição  $PARAM_m$ ). A cardinalidade é corretamente definida como o tamanho de um conjunto de dados que é usado para calcular a distribuição da variável aleatória, mas a notação é algo abusada, já que a notação do conjunto de dados não é definida, mas  $PARAM_m$  é usado dentro de  $C[]$ . A

notação é usada deste modo neste relatório por questão de simplicidade. Um cálculo de distribuição de probabilidade direto dividiria o número de ocorrências de um valor de parâmetro particular por sua cardinalidade para qualquer estado particular. Estimativa de distribuição mais sofisticada provavelmente reduzirá a influencia de valores passados distantes em valor de valores observados mais recentemente (ou registrados) e diversos tais métodos são descritos abaixo e serão bem entendidos por aqueles que são versados na técnica.

Quando o perfil  $m$  está sendo considerado como o candidato para o próximo estado, uma ou mais distribuições calculadas e possivelmente atualizadas durante qualquer período de tempo recente ou relevante de alguma forma, podem ser usadas para determinar se o perfil  $m$  é factível. Por exemplo, se grandes probabilidades (altas) para cada um dos baixos valores de  $RCV_m$  e altos valores de  $RM_m$  e de  $RR_m$  foram computados pelo computador (ou seja, estes valores são provavelmente para todas as estadias recentes no estado  $m$ ), o controlador pode mover, confiantemente, a linha para o estado  $m$ . (Novamente, note que o "estado" e o "perfil" são usados de modo intercambiável no que diz respeito a estas modalidades, embora eles possam não ser equivalentes em outras modalidades da presente invenção.)

No entanto, em alguns casos, o estado  $m$  pode ter sido usado apenas brevemente ou nunca ter sido usado antes, e assim a quantidade de dados observados (ou registrados) pode não ser adequada para tomar uma decisão confiável em um perfil alvo  $m$ . Em tal caso, os dados estimados podem ser

usados para ajudar na tomada de decisão. No entanto, os métodos a seguir baseados em simples equações também podem ser usados para cada tipo de dados para aumentar o tamanho e/ou quantidade de dados registrados disponíveis.

5                     $RCV_{m,t}$  - Como um exemplo, considere um sistema ADSL1 que tenha três tipos de níveis FEC: F (Buffer rápido, sem intercalação), M (médio - atraso de intercalação) e H (alto atraso de intercalação). Um arranjo mais amplo de escolhas FEC pode estar disponível e ele deve ser direto  
10 para aqueles que são versados na técnica para estender o exemplo de 3 níveis para qualquer outra situação. Quando  $RCV_{i,t}$  está disponível onde o estado i tem a mesma taxa, PSD, TNMR e a máscara portadora como estado m, mas FEC diferente, o seguinte pode ser usado para encontrar  $RCV_{m,t}$ :

$$15 \quad RCV_{f,t} \geq RCV_{md,t} \geq RCV_{h,t}$$

$$RCV_{f,t} \approx RCV_{md,t} + RFCC_{md,t} \approx RCV_{h,t} + RFCC_{f,t}$$

Os estados f, md e h têm a mesma taxa de dados, PSD, TNMR e a máscara portadora, mas diferentes níveis FEC (f: buffer rápido, md: atraso médio, h: atraso alto). A  
20 primeira equação se emprega porque CV diminui conforme aumenta a proteção FEC. A segunda equação se aplica porque  $CV + FCC$  é o número efetivo de impulsos efetivos. Conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica, a segunda equação pode precisar ser modificada em algumas  
25 situações. Por exemplo,  $RCV_{h,t} + RFCC_{h,t} \leq RCV_{f,t} \leq RCV_{md,t} + RFCC_{md,t}$  para DSLAMs onde o ganho de codificação é maior para o atraso H e menor para o atraso M.



$RM_{m,t}$  - Quando  $RM_{m,t}$  está disponível onde o estado  $i$  tem a mesma taxa de operação atual (não a taxa máxima ou mínima no perfil, mas a taxa de dados de operação atual quando a margem foi registrada) que a taxa planejada de estado  $m$  e a mesma máscara portadora que o estado  $m$ , mas PSD, TNMR ou nível FEC diferente, as seguintes equações podem ser usadas para encontrar  $RM_{m,t}$ :

$$RM_{m,t} = RM_{i,t} + [PSD_{m,t} - PSD_{i,t}] + [CG_{m,t} - CG_{i,t}]$$

onde PSD é a densidade de espectro de potência de transmissão, e CG é o ganho de codificação (tudo em decibéis),

$RR_{m,t}$  - Quando  $RR_{i,t}$  está disponível, onde o estado  $i$  tem o mesmo PSD, TNMR, máscara portadora e FEC que o estado  $m$ , mas taxa diferente, a seguinte equação pode ser usada para encontrar  $RR_{m,t}$ , porque a taxa máxima registrada é independente da taxa atual:

$$RR_{m,t} = RR_{i,t}$$

A restrição em FEC pode ser removida se qualquer regra simples for usada para refletir a mudança de ganho de codificação. (Um método simples pode ser fazer preenchimento de água para encontrar o aumento/diminuição da taxa causada pela mudança de ganho de codificação. Tal método, no entanto, requer algum nível de processamento de sinal (preenchimento de água), que não é a intenção de usar dados registrados para testar a praticabilidade. Tais dados processados podem ser obtidos, alternativamente, via uma taxa máxima estimada.)

Como para  $NR_m$  não existe maneira fácil conhecida de aproximação, e assim a variável aleatória  $NR_m$  e sua conseqüente distribuição estará disponível apenas se o histórico da linha incluir qualquer estada curta/longa no  
5 estado m.

Usando diversas técnicas, uma perda de inserção estimada (ou seja, hlog) sempre pode estar disponível para um controlador tal como um otimizador DSL, e conseqüentemente o espectro de ruído sempre pode ser  
10 estimado para qualquer perfil em uso. Tais técnicas podem ser encontradas no N° de série U.S. 11/069.159 (N° do Procurador. 0101-pl0), depositado em 1 de março de 2005, cujo título é DSL SYSTEM ESTIMATION INCLUDING KNOWN DSL LINE SCANNING AND BAD SPLICE DETECTION CAPABILITY e cuja  
15 posse é de Adaptive Spectrum And Signal Alignment, Inc., cujo inteiro teor é incorporado ao contexto à guisa de referência. Na verdade, um controlador pode usar o conceito de "tipos de ruído" para linhas individuais, onde um espectro de ruído recentemente observado é registrado como  
20 um novo tipo de ruído e qualquer espectro de ruído similar a um dos tipos de ruído registrados anteriormente, ativa um aumento na contagem para aquele tipo de ruído. Os tipos de ruídos e suas contagens (ou seja, probabilidade(s)) são sempre atualizados independentemente do perfil/estado em  
25 que a linha esteja operando. Para cada tipo de ruído, a taxa de dados obtenível máxima e a margem de ruídos podem ser calculadas usando preenchimento de água e assim, o número de ocorrências total de qualquer e de todos os tipos de ruído é a cardinalidade da distribuição para NMR

estimado (margem de ruído) e MAXR estimado (taxa de dados máxima obtenível). Logo, a distribuição de variáveis aleatórias que representam a margem e a taxa obtenível máxima do estado  $m$ , podem ser estimadas com base em Hlog, tipos de ruído, e informação de perfil do estado  $m$  ao realizar preenchimento de água para cada tipo de ruído estimado para computar novos valores para cada um destes tipos. O uso de tais técnicas de preenchimento de água é bem conhecido e coberto, por exemplo, em DSL Advances (Starr, Sorbara, Cioffi, e Silverman, Prentice Hall, 2003). As coordenadas da margem de ruído estimada e a taxa obtenível máxima estimada associada ao estado  $m$  são usualmente muito maiores do que as cardinalidades de valores registrados destas duas mesmas quantidades associadas ao estado  $m$ .

EMm: A variável aleatória correspondente a uma distribuição estimada de margem de ruído para o perfil  $m$  com base em tipos de ruído e suas probabilidades.

ERm: Variável aleatória correspondente a uma distribuição estimada de taxa máxima obtenível para o perfil  $m$ , com base em tipos de ruído e suas probabilidades.

A estimativa de NMR e MAXR com base no preenchimento de água é direta para aqueles que são versados na técnica e não será revisada em detalhes. A estimativa de CV, FCC e VR é mais sutil. Devido ao fato de não haver maneira para um controlador, tal como o otimizador DSL estimar a potência e a frequência de ruído de impulso quando  $CV = FCC = 0$ , a única maneira de adquirir tal informação de ruído de impulso é tentar um estado com

uma alta taxa de dados ou uma margem pequena. NR também é difícil estimar até o estado desejado ser tentado. Assim, pode-se esperar que a cardinalidade de ECV, EFCC e ENR seja pequena ou, com frequência, zero.

5            Os dados registrados e estimados tendem a se complementar, tal que o teste de praticabilidade de transições de estado se beneficia da utilização de ambos os tipos de dados. Por exemplo, embora os dados registrados sejam completos em termos de preenchimento de todos os  
10 campos de dados, os dados estimados estão incompletos (por exemplo, não existe informação sobre CV/FCC/NR). Além disso, a estimativa de dados pode sofrer certos fatores, tais como erros oriundos de quantificação e corte de margem registrada e potência de transmissão (por exemplo,  
15 dispositivos de comunicação podem registrar margens em valores inteiros entre 0 e 31 apenas e transmitir potência em valores inteiros entre 0 e 20 apenas) ou erros de estimativas de canal e de ruído. Além disso, embora se garanta que o dado estimado está disponível (já que ele é  
20 gerado por um controlador, otimizador DSL ou similar), os dados registrados podem não estar disponíveis (por exemplo, pode estar disponível apenas se o estado m ou um outro estado relevante foi usado antes). Em adição, a quantidade de dados registrados disponíveis pode ser relativamente  
25 pequena (porque eles só são coletados quando uma linha está no estado m ou um outro estado relevante), enquanto uma grande quantidade de dados estimados, tipicamente está disponível porque os dados operacionais podem ser coletados e os dados de exclusão calculados continuamente.

Finalmente, os dados registrados tipicamente são mais sensíveis a erros de tempo (por exemplo, margem incorreta e cálculos de taxa máxima dentro de um modem do sistema, tempo de margem de coleta de dados assíncrona, taxa máxima, etc.) e os dados registrados podem ser enganosos se o número de amostras de dados coletadas do estado  $m$  ou de um outro estado relevante for pequeno (ou seja, o impacto de um dado errôneo pode ser grande). Por outro lado, o dado estimado geralmente é menos sensível porque o número de amostras é usualmente grande, reduzindo assim o(s) efeito(s) de um dado errado ou de relativamente poucos dados errôneos.

Um ou mais testes de praticabilidade podem decidir se uma linha no estado  $n$  (perfil  $n$ ) pode se mover para um estado diferente  $m$ . Esta decisão é baseada na distribuição dos dados observados e estimados (regras mais sofisticadas podem ser usadas por meio da análise de dados além de sua distribuição, e tais regras serão discutidas abaixo). Para implementação do teste de praticabilidade em algumas modalidades da presente invenção, a decisão final pode ser baseada nos resultados de 32 condições independentes; 16 para transmissões de baixa e 16 para transmissões de fluxo contínuo. As condições de transmissão de baixa seguem:

25                     $RRDC_{n,ds}$ :            condição de distribuição de taxa de dados obténivel máxima para o estado atual  $n$ .

$RRDC_{m,ds}$ :            condição de distribuição de taxa de dados obténivel máxima para estado alvo  $m$

- ERDC<sub>n,ds</sub>: condição de distribuição de taxa de dados obtenível máxima estimada para estado atual n.
- ERDC<sub>m,ds</sub>: condição de distribuição de taxa de dados obtenível máxima estimada para estado alvo m.
- 5 RMDC<sub>n,ds</sub>: Condição de Distribuição de Margem Registrada para estado atual n
- RMDC<sub>m,ds</sub>: Condição de Distribuição de Margem Registrada para estado alvo m
- EMDC<sub>n,ds</sub>: Condição de Distribuição de Margem
- 10 Estimada para estado atual n
- EMDC<sub>m,ds</sub>: Condição de Distribuição de Margem Estimada para estado alvo m
- RCVDC<sub>n,ds</sub>: Condição de Distribuição de contagem de Violação de Código Registrada para estado atual n
- 15 RCVDC<sub>m,ds</sub>: Condição de Distribuição de contagem de Violação de Código Registrada para estado alvo m
- ECVDC<sub>n,ds</sub>: Condição de Distribuição de contagem de Violação de Código Estimada para estado atual n
- ECVDC<sub>m,ds</sub>: Condição de Distribuição de
- 20 contagem de Violação de Código Estimada para estado alvo m
- RNRDC<sub>n,ds</sub>: Número Registrado de Condição de Distribuição de contagem de Re-treino para estado atual n.
- RNRDC<sub>m,ds</sub>: Número Registrado de Condição de Distribuição de contagem de Re-treino para estado alvo m.
- 25 ENRDC<sub>n,ds</sub>: Número Estimado de Condição de Distribuição de Contagem de Re-treino para estado atual n
- ENRDC<sub>m,ds</sub>: Número Estimado de Condição de Distribuição de Contagem de Re-treino para estado alvo m.

O mesmo conjunto de condições pode ser considerado para transmissões de fluxo contínuo, resultando assim em um total de 32 condições. Para ilustrar uma modalidade da presente invenção, condições de baixa são 5 ilustradas em detalhes abaixo (o designador "ds" é omitido, conseqüentemente). Conforme será apreciado por aqueles que são versados na técnica, regras similares se aplicam a condições de fluxo contínuo. Conforme mencionado acima, CV e NR não são fáceis de estimar e assim, ECVDC e ENRDC podem 10 não ser usados em algumas modalidades. No entanto, todas as 32 condições podem ser pelo menos consideradas de tal modo que qualquer aprendizagem futura pode ser integrada facilmente nesta estrutura de teste de praticabilidade geral.

15 A praticabilidade de transições de estado pode requerer satisfação simultânea de mais de uma das condições. Em alguns casos, a decisão final sobre praticabilidade de estado alvo  $m$  pode ser dependente de resultados das saídas de todas ou de algumas sub-regras, 20 qualquer regra de contingência aplicável e uma regra de decisão geral, cujo um exemplo é explicado abaixo. Aqui, uma sub-regra é explicada como uma dentre múltiplas condições que têm que ser satisfeitas para uma regra que governe a transição de estado.

25 Cada sub-regra é baseada em dados registrados ou estimados para o estado  $n$  ou  $m$ . Às vezes, haverá pouco ou nenhum dado para examinar e o controlador pode aplicar uma regra de contingência a tais situações - ilustrando algumas das diferenças entre a dinâmica de aprendizagem da presente

invenção e o estado estático de não aprendizagem anterior. Na modalidade presentemente ilustrada da presente invenção, presume-se, constitucionalmente, que um estado/perfil é "inocente" (ou seja, praticável) até que se prove ser "culpado" (ou seja, impraticável). Ao invés de ser conservador e nunca tentar um estado preferido, qualquer novo estado pode ser tentado até que se prove que ele é infactível. No pior caso de tal presunção de inocência, a linha de comunicação mostrará desempenho instável até a próxima mudança de perfil. No entanto, o desenho da matriz T pode minimizar o risco. Por exemplo, o impacto de instabilidade será muito pequeno se T permitir apenas pequenas quantidades de aumento de taxa por transição de estado. Em geral, existe uma troca entre minimizar o risco de estados altamente instáveis e convergir rapidamente para um estado melhor usando um número menor de perfis. Esta troca (barganha) é controlada através da matriz T e diversos limites programados para testes de praticabilidade usados por um controlador, tal como um otimizador DSL.

A maioria de taxas de dados máximas, margens, etc., de linhas, variam no tempo e, assim, a distribuição da variável aleatória associada pode ser dispersa em muitos valores. Logo, as sub-regras são baseadas na distribuição. Um exemplo simples é dado para ilustrar o uso da distribuição de taxa de dados obténível máxima registrada

#### Exemplo

Quando for de interesse mudar apenas a taxa de dados de uma linha de 1,5 Mbps (perfil n, taxa máxima de perfil = 1,5 Mbps) para 3 Mbps (perfil m, taxa máxima de



perfil = 3 Mbps), uma regra simples baseada em taxas máximas registradas pode ser:

Mover para estado m se todos os valores de  $RR_{m,t}$  estiverem acima de 3,5 Mbps para todos os pontos de dados  
5 registrados  $RR_{m,t}$

Esta regra "melhor do que 3,5 Mbps todo o tempo", pode funcionar bem para algumas linhas, mas pode ser muito conservadora para outras linhas que ocasionalmente experimentem  $RR_{m,t} = 3$  Mbps por um período de tempo muito  
10 curto. Ao invés de usar esta única condição não probabilística, um controlador tal como um otimizador DSL pode adotar um ou mais critérios probabilísticos, onde a distribuição de  $RR_m$  substitui a condição estática única por múltiplas condições:

15 Mover para o estado m se

$$PR\{RR_m \geq 3.5Mbps\} \geq 50\%$$

E

$$PR\{RR_m \geq 3.0Mbps\} \geq 99\%$$

E

20  $PR\{RR_m \geq 2.5Mbps\} \geq 100\%$

As condições estabelecidas nas declarações probabilísticas anteriores são resumidas na tabela a seguir:

| Condição de Taxa Max Registrada 3 Mbps |                                |                                |                                |
|----------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Estado m                               | Taxa de corte<br>(= $f_1(m)$ ) | Taxa de corte<br>(= $f_2(m)$ ) | Taxa de corte<br>(= $f_3(m)$ ) |
|                                        | Probabilidade<br>(= $p_1(m)$ ) | Probabilidade<br>(= $p_2(m)$ ) | Probabilidade<br>(= $p_3(m)$ ) |
|                                        | 2.5 Mbps                       | 3.0 Mbps                       | 3.5 Mbps                       |
|                                        | 100%                           | 99%                            | 50%                            |

O padrão máximo = 3.5Mbps corresponde aproximadamente à margem = 8dB se a linha estivesse operando em 3Mbps. O padrão máximo = 3Mbps corresponde a 6dB (ou geralmente a TSNRM, mas 6 dB para este exemplo). O  
5 padrão máximo = 2.5Mbps corresponde aproximadamente à margem = 4dB, que é menor do que a margem alvo típica de 6 dB. A regra acima é dotada das seguintes características:

(1) Retenção do modem em um tempo aleatório resulta em 3Mbps em 99% do tempo;

10 (2) Mesmo quando aumenta o nível do barulho, a será mantida a mesma margem de ou maior do que 4dB, e, portanto, é improvável uma retenção; e

(3) A margem será a mesma ou acima de 8dB em pelo menos 50% do tempo.

15 Os vários valores de parâmetro de viabilidade estão associados a um índice  $i$  e são indicados  $\square(m)$ . (Precisamente,  $\square_{PARAM}(m)$  deveria ser usado para indicar qual o parâmetro que está sendo considerado para testar o padrão de dados máximo, e, portanto,  $i = 1, 2, 3$ . A

probabilidade de que a retenção do modem irá satisfazer com sucesso a condição de viabilidade  $i^{th}$  é indicado  $pi(\mathbf{m})$ . Mais uma vez,  $PiPARAM(\mathbf{m})$  é uma notação mais precisa. Esses parâmetros de viabilidade e suas probabilidades associadas

5 estão explicitamente ilustrados como uma função do estado ou o perfil  $\mathbf{m}$ . Esses parâmetros podem estar internos no controlador (otimizador DSL) e podem ser ajustados como uma função de qualquer ou de toda linha, tempo, tipo de modem, e outros parâmetros caracterizante).

10 Mais uma vez, dois tipos de dados estão disponíveis com relação ao padrão de dados máximo - o padrão de dados máximo informado ( $RR_{m,t}$ ) e o padrão de dados máximo estimado ( $ER_{m,t}$ ). O padrão de dados máximo informado é calculado dentro do dispositivo de comunicação (por

15 exemplo, um modem DSL), e, portanto, é presumivelmente usada a informação precisa no SNR tom-por-tom. Contudo, modems de fornecedores diferentes usam algoritmos de carga diferentes e aumento de codificação diferente, e, portanto o  $RR_{m,t}$  é frequentemente tendencioso ou enganoso. Por outro

20 lado, o padrão máximo estimado é baseado na estimativa de canal ou de barulho e, portanto, o SNR tom-por-tom poderia conter erros de estimativa. Contudo, são usados um algoritmo de enchimento de água comum e os aumentos de codificação comuns e, portanto, o  $ER_{m,t}$  não é nem

25 tendencioso nem enganoso. Portanto, os dois tipos de dados complementam um ao outro e, portanto, ambos são usados como uma parte das sub-regras.

Para cada tipo de dados, são examinadas as condições para o estado vigente  $\mathbf{n}$  e o estado alvo  $\mathbf{m}$ . Ao

mesmo tempo em que as condições no estado vigente poderiam não precisar ser consideradas em muitas situações, as condições no estado alvo tem papel importante quase todo o tempo (porque a viabilidade está sendo examinada para ver se a linha pode mover o estado alvo  $\mathbf{n}$ ). Entretanto, as sub-regras para o estado vigente bem como o estado alvo podem ser usados para perfeição e, também, para possível uso futuro.

A regra  $RRDC_n$  (Condição de Distribuição de Padrão Informado para o estado vigente  $\mathbf{n}$ ) é considerada primeiro, e vários parâmetros são definidos como se segue:

$C_{RRn}$ : O ponto cardeal de  $RR_n$  (isto é  $C[RR_n]$ ).  $C_{RRn}$  é o número disponível dos pontos de dados para calcular a distribuição de  $RR_n$ .

$M_{RRn}$ : O número mínimo requerido de pontos de dados para garantir a confiabilidade da distribuição derivada de  $RR_n$ . Se  $RR_n C[RR_n] \leq M_{RRn}$ , então a distribuição derivada é considerada inteiramente confiável. Caso contrário, a distribuição poderia não ser confiável.

$Pr[\rho]$ : A probabilidade de  $\rho$ , que é computada com base na *distribuição calculada* do controle para o parâmetro específico.

$N_{RRn}$ : O número das condições a serem examinadas pela regra  $RRDC_n$ .

$f_{i,RRn}(n)$ : O parâmetro de corte para a condição  $i$ 'th examinada para o estado  $\mathbf{n}$ .

$P_{i,RRn}(n)$ : A probabilidade mínima requerida  $i$ 'th com relação à condição  $i$ 'th (sub-regra) examinada para o estado  $\mathbf{n}$ .

$G_{i,RRn}(n)$ : O número de pontos de dados Desejável que satisfaz  $RR_{n,t} \leq f_{i,RRn}(n)$ . Entre os pontos de dados disponíveis  $C_{RRn}$ , alguns serão maiores do que o parâmetro de corte  $i$ 'th,  $f_{i,RRn}(n)$ , e outros não.  $G_{i,RRn}(n)$  é o número dos pontos de dados que atende o valor de corte.

$B_{i,RRn}(n)$ : O número de pontos de dados Inferior que não satisfaz  $RR_{n,t} \leq f_{i,RRn}(n)$ . Deve ser observado que  $G_{i,RRn}(n) + B_{i,RRn}(n) = C_{RRn}$  para  $i$ .

A regra  $RRDC_n$  examina se a distribuição derivada do padrão de dados máximo informado do estado vigente,  $RRn$ , viola alguma das condições do  $N_{RRn}$ . Quanto à saída,  $NÃO\_DESEJÁVEL$  indica uma ou mais violações,  $DESEJÁVEL$  indica nenhuma violação, e  $DADOS\_NÃO\_SUFICIENTES$  indica que não pode ser tomada uma decisão confiável.

Seguindo uma versão simples de uma regra de Condição de Distribuição de Padrão Informado ( $RRDC_n$ ):

|              |                                                                                                                                                                |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| se           | $C_{RRn} \geq M_{RRn}$ E<br>$\sim \{Pr[RRn \geq f_{i,RRn}(n)] \geq p_{i,RRn}(n) \text{ para todos os } i = 1, 2, \dots, N_{RRn}\}$<br>Retorno $NÃO\_DESEJÁVEL$ |
| se diferente | $C_{RRn} \geq M_{RRn}$ E<br>$Pr[RRn \geq f_{i,RRn}(n)] \geq p_{i,RRn}(n) \text{ para todos os } i = 1, 2, \dots, N_{RRn}$<br>Retorno $DESEJÁVEL$               |
| do contrário | $DADOS\_NÃO\_SUFICIENTES$ de retorno                                                                                                                           |

A primeira cláusula diz que se pontos de dados suficientes estão disponíveis e a distribuição resultante viola qualquer das condições  $N_{RRn}$ , então deveria ser retornado " $NÃO\_DESEJÁVEL$ ". A cláusula seguinte "se diferente" diz que se pontos de dados suficientes estão

disponíveis e a distribuição resultante não viola nenhuma das condições, então deveria ser retornado "DESEJÁVEL". Se o número de pontos de dados for pequeno demais ( $C_{RRn} < M_{RRn}$ ), então é informado "DADOS\_NÃO\_SUFICIENTES".

- 5 Algumas vezes, mesmo quando  $C_{RRn} < M_{RRn}$ , deveria ser possível reivindicar confiavelmente uma violação ou não violação a desigualdade que se segue sempre retém quando  $C_{RRn} < M_{RRn}$ :

$$\frac{G_{i,RRn}(n)}{M_{RRn}} \leq \Pr[RR_n \geq f_{i,RRn}(n)] \leq \frac{M_{RRn} - B_{i,RRn}(n)}{M_{RRn}}$$

- 10 O lado esquerdo equivale a  $\Pr[RR_n \leq f_{i,RRn}(n)]$  se os pontos de dados futuros  $M_{RRn} - C_{RRn}$  estiverem todos abaixo do parâmetro de corte  $f_{i,RRn}(n)$  (pior suposição). O lado direito equivale a  $\Pr[RR_n \leq f_{i,RRn}(n)]$  se os pontos de dados futuros  $M_{RRn} - C_{RRn}$  estiverem todos acima do parâmetro de corte  $f_{i,RRn}(n)$  (melhor suposição). Portanto, se  $\frac{M_{RRn} - B_{i,RRn}(n)}{M_{RRn}} \geq$

- 15  $P_{i,RRn}(n)$  não for satisfeito por  $i$ , então a violação pode ser confiavelmente determinada, e  $\frac{G_{i,RRn}(n)}{M_{RRn}} \leq P_{i,RRn}(n)$  irá

- garantir que não houve nenhuma violação após as coletas de ponto de dados seguinte a  $M_{RRn} - C_{RRn}$ . Esta técnica adicional pode ser muito útil em alguns casos, e leva à regra  $RRDC_n$  seguinte para o estado vigente  $n$  (uma função máxima usada para lidar com as duas situações;  $C_{RRn} \leq M_{RRn}$  e  $C_{RRn} < M_{RRn}$ ):
- 20

Amostra da Sub-Regra 1

|              |                                                                                                                                                                            |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| se           | $\sim \left\{ \frac{\text{máx}(C_{RRn}, M_{RRn}) - B_{i,RRn}(n)}{\text{máx}(C_{RRn}, M_{RRn})} \geq p_{i,RRn}(n) \text{ para todos os } i = 1, 2, \dots, N_{RRn} \right\}$ |
|              | Retorno NÃO_DESEJÁVEL                                                                                                                                                      |
| se diferente | $\frac{G_{i,RRn}(n)}{\text{máx}(C_{RRn}, M_{RRn})} \geq p_{i,RRn}(n) \text{ para todos os } i = 1, 2, \dots, N_{RRn}$                                                      |
|              | Retorno DESEJÁVEL                                                                                                                                                          |
| do contrário | DADOS_NÃO_SUFICIENTES de retorno                                                                                                                                           |

Cada uma das condições  $N_{RRn}$  para viabilidade requer a especificação de suas variáveis,  $f_i(n)$  e  $p_i(n)$ , para cada estado  $n$ . Essas variáveis podem ser resumidas em

5 uma tabela que é armazenada no controlador, por exemplo, na biblioteca 348 do controlador 310 da Figura 3A, ou no otimizador DSL 365 da Figura 3B. Uma tabela, como a que se segue, pode ser denominada uma "Tabela Limiar RRDC<sub>n</sub>" e podem ser usadas diferentes tabelas com adaptação,

10 dependendo do tipo de serviço ou da condição de linha.

|            |                                      |                                      |     |                                                  |
|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----|--------------------------------------------------|
| ...        | ...                                  | ...                                  | ... |                                                  |
| Estado n+1 | $f_{1,RRn}(n+1)$<br>$p_{1,RRn}(n+1)$ | $f_{2,RRn}(n+1)$<br>$p_{2,RRn}(n+1)$ | ... | $f_{N_{RRn},RRn}(n+1)$<br>$p_{N_{RRn},RRn}(n+1)$ |
| Estado n   | $f_{1,RRn}(n)$<br>$p_{1,RRn}(n)$     | $f_{2,RRn}(n)$<br>$p_{2,RRn}(n)$     | ... | $f_{N_{RRn},RRn}(n)$<br>$p_{N_{RRn},RRn}(n)$     |
| Estado n-1 | $f_{1,RRn}(n-1)$<br>$p_{1,RRn}(n-1)$ | $f_{2,RRn}(n-1)$<br>$p_{2,RRn}(n-1)$ | ... | $f_{N_{RRn},RRn}(n-1)$<br>$p_{N_{RRn},RRn}(n-1)$ |
| ...        | ...                                  | ...                                  | ... |                                                  |

Um controlador do tipo de um otimizador DSL pode também fazer as entradas da tabela das funções dinâmicas adaptáveis de tempo, historia de linha, e equipamento.

Em um cenário geral, a "regra geral" comentada  
 5 abaixo poderia requerer ajuste de saídas  $K$  de tabelas limiares distintas. Por exemplo, a tabela limiar que é usada para aumentar o padrão poderia ser diferente da tabela limiar que é usada para diminuir o padrão. Neste caso, podem ser definidas duas regras  $RRDC_n$  ( $RRDC_{n1}$  e  
 10  $RRDC_{n2}$ ) associadas às tabelas limiares, e cada uma pode ser tratada como uma sub-regra independente. A saída(s) de cada sub-regra pode ser usada para construir a "regra geral".

A segunda sub-regra,  $RRDC_m$  é quase a mesma da  $RRDC_n$  exceto pelo fato de que a sub-regra é aplicada ao  
 15 estado alvo  $m$ , não ao estado vigente  $n$ . Os parâmetros e a sub-regra podem ser resumidos como se segue:

$C_{RRm}$ : O ponto cardeal de  $RR_m$  (isto é  $C[RR_m]$ ).  $C_{RRm}$  é o número disponível dos pontos de dados para calcular a distribuição de  $RR_m$ .

20  $M_{RRm}$ : O número mínimo requerido de pontos de dados para garantir a confiabilidade da distribuição derivada de  $RR_m$ . Se  $C[RR_m] \leq M_{RRm}$ , então a distribuição derivada é considerada inteiramente confiável. Caso contrário, a distribuição poderia não ser confiável.

25  $N_{RRm}$ : O número das condições a serem examinadas pela regra  $RRDC_m$ .

$f_{i,RRm}(m)$ : O parâmetro de corte para a condição  $i$ 'th a ser examinada para o estado  $m$ .



$P_{i,RRm}(m)$ : A probabilidade mínima requerida com relação à condição  $i$ 'th a ser examinada para o estado  $m$ .

$G_{i,RRm}(m)$ : O número de pontos de dados Desejável que satisfaz  $RR_{m,t} \leq f_{i,RRm}(m)$ . Entre os pontos de dados disponíveis  $C_{RRm}$ , alguns serão maiores do que o parâmetro de corte  $i$ 'th,  $f_{i,RRm}(m)$ , e outros não.  $G_{i,RRm}(m)$  é o número dos pontos de dados que atende o valor de corte.

$B_{i,RRm}(m)$ : O número de pontos de dados Inferior que não satisfaz  $RR_{m,t} \leq f_{i,RRm}(m)$ . Deve ser observado que  $G_{i,RRm}(m) + B_{i,RRm}(m) = C_{RRm}$  para  $i$ .

#### Exemplo da Sub-Regra 2

|              |                                                                                                                                                                |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| se           | $\sim \left\{ \frac{\max(C_{RRm}, M_{RRm}) - B_{i,RRm}(m)}{\max(C_{RRm}, M_{RRm})} \geq p_{i,RRm}(m) \text{ para todos os } i = 1, 2, \dots, N_{RRm} \right\}$ |
|              | Retorno NÃO_DESEJÁVEL                                                                                                                                          |
| se diferente | $\frac{G_{i,RRm}(m)}{\max(C_{RRm}, M_{RRm})} \geq p_{i,RRm}(m) \text{ para todos os } i = 1, 2, \dots, N_{RRm}$                                                |
|              | Retorno DESEJÁVEL                                                                                                                                              |
| do contrário | DADOS_NÃO_SUFICIENTES de retorno                                                                                                                               |

Como em  $RRDC_n$ , a Tabela Limiar pode ser descrita como se segue:

|              |                                  |                                  |     |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------|-----|
| ...          | ...                              | ...                              | ... |
| Estado $m+1$ | $f_{1,RRm}(m+1), p_{1,RRm}(m+1)$ | $f_{2,RRm}(m+1), p_{2,RRm}(m+1)$ | ... |
| Estado $m$   | $f_{1,RRm}(m), p_{1,RRm}(m)$     | $f_{2,RRm}(m), p_{2,RRm}(m)$     | ... |
| Estado $m-1$ | $f_{1,RRm}(m-1), p_{1,RRm}(m-1)$ | $f_{2,RRm}(m-1), p_{2,RRm}(m-1)$ | ... |
| ...          | ...                              | ...                              | ... |

ERDC<sub>n</sub> pode ser resumido no formato similar à Sub-regra 1, acima. A única diferença é que os padrões máximos atingíveis estimados são usados em vez dos padrões máximos atingíveis informados. Pela definição apropriada de 7 parâmetros para ERDC<sub>n</sub> os formatos da Sub-regra 1 e a Tabela Limiar RRDC<sub>n</sub> podem ser re-utilizados para ERDC<sub>n</sub>. ERDC<sub>n</sub> pode ser resumido em um formato similar ao da Sub-regra 2, acima. A única diferença reside no fato de que com o uso dos os padrões máximos atingíveis estimados em vez dos os

10 padrões máximos atingíveis informados.

As regras concernentes às margens são bem similares às regras dos padrões de dados máximo. Apenas RMDC<sub>n</sub> é aqui representado. As outras três regras serão evidentes para aqueles versados na técnica.

15

### Amostra da Sub-Regra 3

|              |                                                                                                                                                                              |  |  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| se           | $\sim \left\{ \frac{\text{máx}(C_{RMn}, M_{RMn}) - B_{i, RMn}(n)}{\text{máx}(C_{RMn}, M_{RMn})} \geq p_{i, RMn}(n) \text{ para todos os } i = 1, 2, \dots, N_{RMn} \right\}$ |  |  |
|              | Retorno NÃO_DESEJÁVEL                                                                                                                                                        |  |  |
| se diferente | $\frac{G_{i, RMn}(n)}{\text{máx}(C_{RMn}, M_{RMn})} \geq p_{i, RMn}(n) \text{ para todos os } i = 1, 2, \dots, N_{RMn}$                                                      |  |  |
|              | Retorno DESEJÁVEL                                                                                                                                                            |  |  |
| do contrário | DADOS_NÃO_SUFICIENTES de retorno                                                                                                                                             |  |  |

|            |                            |                            |     |
|------------|----------------------------|----------------------------|-----|
| ...        | ...                        | ...                        | ... |
| Estado n+1 | f1, RMn(n+1), p1, RMn(n+1) | f2, RMn(n+1), p2, RMn(n+1) | ... |
| Estado n   | f1, RMn(n), p1, RMn(n)     | f2, RMn(n), p2, RMn(n)     | ... |
| Estado n-1 | f1, RMn(n-1), p1, RMn(n-1) | f2, RMn(n-1), p2, RMn(n-1) | ... |
| ...        | ...                        | ...                        | ... |

As regras no CV (Código de Violações) podem explicadas por analogia a partir das regras de padrão máximo como foram as regras da margem acima. A única diferença é a direção das desigualdades. Para que uma  
 5 transmissão seja válida do ponto de vista do ponto de padrão de dados, os valores de padrão informados / estimados não podem ser menores do que os valores de corte. Por outro lado, para que uma transmissão seja válida do ponto de vista CV, os valores CV estimados e informados não  
 10 podem ser maiores do que os valores de corte.

Portanto, a definição dos dois parâmetros altera:

$G_{i,RCV_m}(m)$ : O número de pontos de dados Desejável que satisfaça  $RCV_{m,t}(m)$ . Entre os pontos de dados disponíveis, alguns serão menores do que o  
 15 parâmetro de corte  $i^{th}$ ,  $f_{iRR_m}(m)$ , e outros não.  $G_{i,RCV_m}(m)$  é o número de pontos de dados que satisfaz o valor de corte (menor do que o corte).

$B_{i,RCV_m}(m)$ : o número de pontos de dados Inferior que não satisfaz  $RCV_{m,t} \leq f_{i,RCV_m}(m)$ . Deve ser observado que  
 20  $G_{i,RCV_m}(m) + B_{i,RCV_m}(m) = C_{RV_m}$  para  $i$ .

As regras no NR (Número de Restabelecimentos) podem ser explicadas por analogia a partir das regras da violação de código, como foram para as regras de margem, acima. Portanto, as regras NR não serão comentadas em  
 25 detalhe, porque as mesmas serão evidentes para aqueles versados na técnica.

Uma vez que sejam obtidos os resultados das sub-regras fundamentais, a decisão final quanto à viabilidade do estado de alvo **m** pode ser determinada como uma função daquelas saídas de sub-regra. Em algumas modalidades, podem  
 5 ser usadas as 32 regras comentadas acima. Entre aquelas 32 regras, algumas poderiam se importantes, algumas menos importantes, e algumas poderiam ser insignificantes. Portanto, certas saídas poderiam ser enfatizadas e/ou outras saídas não enfatizadas na caracterização de um  
 10 testador de viabilidade. Antes de descrever uma modalidade preferida de um método da presente invenção, são definidos dois conceitos úteis de "mover para cima" e "mover para baixo". Além disso, é descrito um requisito mínimo na coleta de dados que também é útil em algumas modalidades.

15 Ao considerar uma transição de estado d estado **n** para o estado **m**, a notação "**n<m**" é aqui usada para representar um "movimento para cima". São aqui apresentadas duas noções diferentes de "movimento para cima". A primeira noção considera os padrões de dados, nível PSD, margem de  
 20 barulho e máscara do perfil. A segunda noção considera a proteção FEC do perfil. No comentário a seguir apenas a primeira noção será denominada "movimento para cima", enquanto a segunda noção será ilustrada como uma simples desigualdade entre os níveis de codificação dos dois  
 25 perfis. Uma transição de estado é definida como "movimento para cima" se todas as condições que se seguem são satisfeitas enquanto pelo menos uma delas satisfaz uma desigualdade estrita.

- Padrão(**n**) ≤ Padrão(**m**)      onde o Padrão(**n**) é o padrão máximo do perfil **n**
- PSD(**n**) ≤ PSD(**m**)      onde o PSD(**n**) é o nível de PSD do perfil **n**
- 5    -TNMR(**n**) ≤ TNMR(**m**)      onde o TNMR(**n**) é o TNMR do perfil **n**
- CMASK(**n**) ≤ CMASK(**m**)      significando que CMASK(**n**) é tão restritivo quanto ou menos restritivo do que CMASK(**m**), onde CMASK(**n**) é a máscara portadora do
- 10      perfil **n**

De maneira similar, uma transição de estado é definido como "movendo para baixo" se todas as condições que se seguem são satisfeitas enquanto pelo menos uma delas satisfaz uma desigualdade estrita.

- 15    -Padrão(**n**) ≤ Padrão(**m**)      onde o Padrão(**n**) é o padrão máximo do perfil **n**
- PSD(**n**) ≤ PSD(**m**)      onde o PSD(**n**) é o nível de PSD do perfil **n**
- TNMR(**n**) ≤ TNMR(**m**)      onde o TNMR(**n**) é o TNMR do perfil **n**
- 20    -CMASK(**n**) ≤ CMASK(**m**)      significando que CMASK(**m**) é tão restritivo quanto ou menos restritivo do que CMASK(**n**), onde CMASK(**n**) é a máscara portadora do
- perfil **n**

Uma transição de estado poderia não estar de movendo nem para cima nem para baixo quando alguns parâmetros se tornam mais difíceis de alcançar enquanto outros se tornam mais fáceis de serem alcançados. Uma

5 matriz bem projetada **T**, contudo, será dotada de apenas um ou dois parâmetros alterados por transição de estado, simplificando, assim, e/ou esclarecendo se cada transição está se movendo para cima, se movendo para baixo ou permanecendo no mesmo estado ( $n=m$  ou apenas o nível de

10 codificação dos perfis está alterado).

Similarmente a notação  $FEC(n) < FEC(m)$  indica que a capacidade corretiva FEC do perfil **n** é mais baixa do que o nível de capacidade corretiva do perfil **m**. A classificação FEC pode ser alcançada em uma das maneiras: (a) o INP

15 (força de proteção do barulho de impulso nos padrões G.992.3/5 e G.993.2) é menor para o perfil **n** do que para o perfil **m** enquanto RETARDO é o mesmo para ambos; (2) o RETARDO é maior para o perfil **n** do que para o perfil **m** enquanto o INPI é o mesmo para ambos; (3) o INP é maior e o

20 RETARDO é menor para o perfil **n** do que para o perfil **m**. Se tanto o INP quanto o RETARDO são menores, então a ordem pode ser determinada apenas com informação exata na frequência do barulho de impulso. Se o número máximo de impulsos por bloco de código FEC for definido como "numIN"

25 (número inserido), então  $FEC(n) < FEC(m)$  (se  $INP(n)/numIN(n) < INP(m)/numIN(m)$ , onde  $INP(n)$  for o número de símbolos DMT que pode ser corrigido por codificação. Se a formação do numIN não estiver disponível para o controlador, as características FEC não podem ser

comparadas quando tanto o INP quanto o RETARDO forem menores ou maiores para o perfil **n** do que para o perfil **m**).  $FEC(\mathbf{n})=FEC(\mathbf{m})$  e  $FEC(\mathbf{n})>FEC(\mathbf{m})$  são definidos em uma maneira correspondente, conforme será observado por aqueles  
 5 versados na técnica.

Em alguns casos, a o sistema de coleta de dados poderia enguiçar ou estar inativo, significando que muito ou nenhum dado poderia estar disponível. Nesse caso, seria útil para o sistema retornar DADOS\_INSUFICIENTES. Uma linha  
 10 poderia então se mover ativamente se mover para o melhor estado com base na regra "inocente até prova ao contrário" (por exemplo, mesmo quando a margem abaixo de 0dB ou CV é muito grande). Para impedir esse comportamento não desejável, pode ser limitada uma alteração de perfil para  
 15 aqueles casos onde apenas dados extras suficientes foram coletados desde a ultima alteração de perfil.

Vamos considerar a coleta de dados para uma linha no estado **n**. Devido a linha estar operando no estado **n**, qualquer coleta de dados irá prover informação com relação  
 20 ao estado **n** e, portanto, contar o número de novos dados disponíveis para o estado **n** poderia ser bem razoável. Podem então ser aplicadas As regras que se seguem:

Realizar teste de viabilidade e transição de estado apenas se for satisfeitas as seguintes condições:

Desde a última alteração do perfil:

- Cada  $C[ER_{n,ds}]$  e  $C[ER_{n,us}]$  aumentou mais do que  $K_{ERN}$ ;
- Cada  $C[ER_{n,ds}]$  e  $C[ER_{n,us}]$  aumentou mais do que  $K_{RCVn}$ ; e
- Cada  $C[ER_{n,ds}]$  e  $C[ER_{n,us}]$  aumentou mais do que  $K_{RNRn}$ .

Deve ser observado que o número de novos pontos de dados  $ER_n$  está estritamente relacionado com todas as regras de padrão de dados e regras de margem. As regras acima precisam ser cumpridas antes que seja realizado qualquer teste de viabilidade e de transição de estado. Se a regra acima não for cumprida, uma linha irá simplesmente permanecer no estado vigente até que sejam coletados novos dados.

Em algumas modalidades da presente invenção, uma regra geral pode simplesmente ser uma função cujas entradas são resultantes das sub-regras (por exemplo, as 32 sub-regras comentadas acima), e cuja entrada é "sim" ou "não" para a transição de  $n$  para  $m$ . Uma modalidade preferida é uma regra geral que é requisitada apenas se o requisito de novos dados mínimo, acima, for cumprido. Essa regra, um exemplo da qual está ilustrada na Figura 5, pode ser composta de duas partes, uma qualificação de "comportamento desejável" e uma qualificação de "comportamento não desejável" (isto é, ilustrando a ausência suficiente do comportamento não desejável), onde uma transição para o estado  $m$  só é permitida se ambas as qualificações forem cumpridas.

Usando os 32 exemplos de sub-regras observadas acima, muitas das 32 saídas não precisam ser usadas na regra geral da Figura 5. As 32 sub-regras representam uma estrutura geral quando o padrão de dados, margem violação de código e restabelecimento são importantes, e as alterações na regra geral poderiam utilizar quaisquer sub-



combinações das sub-regras, como será observado por aqueles versados na técnica.

A primeira parte (a qualificação de bom comportamento) diz que pelo menos algumas das sub-regras  
5 devem informar "DESEJÁVEL" para que uma transmissão seja autorizada. O requisito pode consistir das três combinações seguintes:

- Comportamento desejável por padrão no estado vigente e no estado alvo;

10 - Comportamento desejável para a violação de código no estado vigente e no estado alvo; e

- Comportamento desejável para o número de restabelecimento no estado vigente e no estado alvo.

O Comportamento desejável para a margem não é  
15 calculado uma vez que o comportamento desejável para o padrão é dotado de uma implicação similar.

A segunda parte (a qualificação de comportamento não desejável) diz que o não deveria ser esperado no estado alvo. Conforme será observado por aqueles versados na  
20 técnica, a definição de comportamento não desejável pode diferir dependendo se o estado está se movendo para baixo ou para cima. Quando está se movendo para baixo, o desempenho no estado vigente *n* serve como o limite mais baixo do desempenho esperado no estado alvo. Portanto, as  
25 regras são ligeiramente diferentes sempre que as sub-regras relacionadas ao estado vigente estão envolvidas. Quando a transição não está se movendo nem para cima nem para baixo,

então é tomada uma decisão conservadora considerando que está se movendo para baixo.

Para as características de padrão de dados máximas, o método para calcular ERDC e os complementos resultantes ERDC RRDC como resumido acima. Contudo, para as  
5 violações de código pode não haver nenhuma maneira concreta para calcular as contagens esperadas CV e, portanto, na maioria das vezes é suposto  $ECVDC_m = ECVDC_n = \text{DADOS\_INSUFICIENTES}$ .

10 Em situações especiais, poderia ser possível estimar CV. Por exemplo,  $RFCC_{n,t}$  (Contagem de Correção FEC Informada no estado  $n$  no período de intervalo  $t$ ) = 0 e  $RCV_{n,t} \leq 100$  para qualquer  $n$  e  $t$ , então pode ser razoável supor que há um barulho de impulso forte que ocorre apenas  
15 até 100 vezes por período de 15 minutos. Se a ocorrência do barulho de impulso for tão baixa e, adicionalmente, se o barulho de impulso não puder ser fixado com uma margem mais alta ou um ajuste FEC mais forte, então seria prudente ignorar o CV e simplesmente mover para o padrão de dados  
20 mais alto que está praticável com base no padrão de dados, na margem e nas regras de restabelecimento. Isto pode ser implementado passando  $ECVDC_{m,ds} = \text{DESEJÁVEL}$  e  $ECVDC_{m,us} = \text{DESEJÁVEL}$  para a regra geral da Figura 5. Deste modo  $ECVDC_m$  quando disponível, pode ser usado para invalidar  $RCVDC_n$  e  
25  $RCVDC_m$ .

As regras específicas em  $ECVDC_m$  podem ser desenvolvidas como o controlador (por exemplo, um otimizador DSL) aprende mais sobre as características do barulho de impulso da rede. Após a coleta de CV, ES, SES

(Segundos Errados Severamente - a contagem de segundos com pelo menos dois símbolos de sincronização ADSL consecutivos com correlações abaixo do limiar) e FCC para vários perfis, pode ser realizado um estudo estatístico do barulho de impulso. Uma vez que os modelos sejam identificados, poderiam ser desenvolvidos os métodos exatos para calcular ECVDC.

Além de quaisquer sub-regras aplicáveis, outras regras podem ser adicionadas. Por exemplo, uma regra latente poderia determinar que o comprador fosse identificador como um jogador ou usuário de VoIP, poderia então ser necessário proibir perfis de retardo alto. Uma sub-regra SES poderia ser incluída, onde esse campo é relatado através de MIB vigente, mas não está incluído no exemplo das 32 sub-regras. Finalmente, outros campos e dados em MIB podem ser integrados como parte das regras.

Considerando uma situação onde uma linha tenta o estado **m** e então se move para baixo para um estado mais baixo devido ao alto número de restabelecimentos (ou número alto de CVs, margem baixa, ou qualquer outra condição "negativa"). Então a história ruim da linha (isto é, os dados estimados / coletados / relatados / observados / calculados / estimados anteriormente) no estado impediria futuras tentativas de se mover para cima para o estado **m**, e, portanto, as estatísticas relacionadas aos dados relatados no estado **m** poderiam nunca ser alteradas. Se não for tomada nenhuma atitude, a linha não será capaz de tentar o estado **m** ou melhor novamente. Essa única falha, contudo, poderia ser devido a uma interferência muito

freqüente ou mesmo inteiramente única. Ainda, situações de barulho ou de interferência poderia aperfeiçoar devido a uma alocação inteligente / política da força e espectros no futuro, ou devido a uma alteração nos ambientes. Portanto, são desejados métodos de limpeza, purgação ou descontinuidade de dados antigos para tentar melhores estados. Uma variedade de métodos para realizar isto pode ser evidente para aqueles versados na técnica. Vários métodos de purgação de dados antigos, portanto, permitem que melhores estados sejam revisitados automaticamente no futuro se outras indicações forem favoráveis. Deve ser observado, conforme comentado acima, que esses objetivos poderiam também ser realizados com um sistema mais elaborado de estados e de transições que consideram a operação em estados e/ou perfis anteriores. O uso da purgação / descontinuidade de dados antigos permite o uso de um esquema de estado mais simples (que também, conforme observado acima, permite a equivalência dos "perfis" e dos "estados" nesta modalidade).

Pode ser fornecido um vetor de peso de dados ( $W$ ) para cada linha de modo que o peso para os dados observados e/ou estimados possam ser aplicados como uma função de quão atualizados são os dados. Por exemplo, se o um vetor de peso for  $W1=[1 \ 1 \ 1]$  então os dados provenientes dos três últimos períodos de atualização (por exemplo, dias) são fornecidos peso igual para construir as distribuições de dados. Se o um vetor de peso for  $W2=[1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.5]$ , então os dados provenientes do ultimo período de atualização são usados com o peso 1 e os dados provenientes

dos 7 períodos de atualização anteriores (por exemplo, uma semana atrás) são usados com o peso 0.5. Os dados provenientes de outros períodos de atualização são ignorados. Se for desejado usar dados provenientes apenas dos dois últimos meses com peso igual, então o vetor de peso pode ter o tamanho 60 com todos (isto é,  $\mathbf{W3}=[1 \ 1 \ 1 \ \dots 1 \ 1 \ 1]$ ), usando um período de atualização de um dia. Se  $\mathbf{W3}$  for usado para uma linha e o estado  $\mathbf{m}$  falhar, será provável que seja tentado novamente em 60 dias quando os dados associados com a falha sejam ignorados (isto é, efetivamente purgados).

Podem ser usados vetores de peso diferente para regras diferentes. Por exemplo,  $\mathbf{W3}$  pode ser usado para regras CVDC, enquanto  $\mathbf{W1}$  poderia ser usado para as outras regras. O vetor(s) de peso pode, portanto, afetar a cardinalidade e os cálculos de distribuição das regras de viabilidade.

De acordo com outro método, os períodos de tempo para a remoção de dados indesejáveis podem ser aumentados espontaneamente, conforme ilustrado no exemplo a seguir:

Limpar os dados após  $2^{n+1}$  dias. Uma linha tentou o estado  $\mathbf{m}$  e falhou porque os dados únicos, resultantes na redução do perfil de linha (provavelmente são os padrões de dados reduzidos). Após 4 dias, os dados "indesejáveis" em  $\mathbf{m}$  serão purgados, e o estado  $\mathbf{m}$  será novamente tentado para esta linha (se nenhum dado "indesejável" tiver sido observado ou estimado de maneira que a linha seja presumida novamente "inocente"). Se a linha falhar novamente no estado  $\mathbf{m}$ , então o perfil de linha será novamente reduzido,

e o estado **m** será novamente tentado após 8 dias. Se o estado **m** subsequentemente falhar novamente após 8 dias, então o sistema (por exemplo, um controlador ou otimizador DSL) aguarda por 16 dias até que os dados indesejáveis sejam purgados, e então faz nova tentativa. Geralmente, os dados indesejáveis do estado **m** serão limpos em  $2^{n+1}$  dias após a ultima falha, onde  $n$  é o número total de falhas consecutivas.

Para reforçar esta regra, um controlador do tipo otimizador DSL precisa apenas manter o rastro do numero das falhas consecutivas (se os perfis puderem ser alterados / atualizados apenas a cada  $t$  dias, então a falha significa uma falha para sustentar um estado por  $t$  dias) e a data / o tempo da ultima fala para cada estado. Desta maneira, os dados indesejáveis podem ser purgados no tempo apropriado.

Finalmente, outro método usa o fato de que a maioria dos usuários DSL não usa a rede o tempo todo. Portando, o controlador pode modelar cada modelo de uso rede de usuário (baseado na contagem de célula ATM e/ou qualquer outro parâmetro que reflita a atividade do uso da rede do usuário) para identificar um período de tempo em que seja menos provável o uso da rede pelo usuário. Durante esse período de tempo, que provavelmente será tarde da noite ou cedo pela manhã, o estado que falhou pode ser tentado e podem ser coletados dados de desempenho novos para substituir os dados antigos. Se os dados recém coletados mostrarem bom desempenho, então o estado alvo pode ser novamente tentado. De outra maneira, a linha não será afetada. Geralmente, poderia ser melhor tentar um

perfil adaptável de padrão sem limite de padrão máximo o mais freqüente possível. Podem ser usadas várias combinações de TNMR, PSD, FEC e/ou máscara condutora para maximizar a entropia da informação nova.

5                Como será observado por aqueles versados na técnica, os três métodos acima descritos podem ser combinados de várias maneiras. Especificamente, o ultimo método pode ser facilmente combinado com o primeiro ou com o segundo métodos.

10              Do mesmo modo que em **T** e nas tabelas limiaries, a regra de purgação pode ser escolhida adaptavelmente dependendo da situação de linha / "binder" (programa que converte código-objeto em uma forma que possa ser executado). Quando as estatísticas dos dados observados ou  
 15              estimados alteram significativamente (por exemplo, quando CV+FEC proveniente de uma média de 1000 para uma média de 0, a margem estável anteriormente altera subitamente por 10dB, etc.), tal alteração provavelmente é provocada por uma alteração significativa na configuração "binder" (por  
 20              exemplo, uma nova linha DSL conectada a um DSLAM no CO foi ativada, uma nova linha conectada a um DSLAM em um RT foi ativada, linhas de interferência reduziram sua força de transmissão devido a um controle dinâmico do controlador, etc.). Poderia ser requerida uma reação imediata. Se **W3**,  
 25              acima, estivesse sendo usado para os dados de purgação, então **W4**=[1] pode ser usado em vez de rapidamente adaptar com base apenas no último dia de dados. Se o método exponencial estivesse sendo usado, n pode ser restaurado

para 1 de modo que podem ser feitas rápidas alterações no futuro próximo.

Exatamente como a matriz **T** pode ser usada para proporcionar várias características como uma função de perfis de serviço e a estabilidade de linhas, as tabelas limiaries podem ser usadas para enfatizar ou não enfatizar regras individuais. Por exemplo, se um determinado fornecedor é conhecido para relatar números de padrões máximo que são 500 Kbps mais altos do que o padrão vigente, então a tabela limiar do modem RRDC pode ser dotada de entradas mais altas de 500 Kbps (comparadas com outros modems) para cancelar a polarização. Similarmente, se MAXRR (padrão máximo relatado) não for confiável para uma linha, então as entradas da tabela limiar RRDC podem ser ajustadas para baixo por 1 Mbps com relação às entradas de tabela RRDC normais. Desta maneira, RMDC, ERDC e EMDC serão as regras de limitação no padrão máximo, em vez de RRDC ser a regra de limitação a maior parte do tempo. Geralmente, as tabelas limiaries podem ser atualizadas sempre que algum segmento dos campos de dados é detectado como não confiável ou sempre que uma tabela limiar é detectada como restritiva em demasia ou não suficientemente restritiva.

Em outra situação, modems individuais usados nos sistemas de comunicação tal como os sistemas DSL podem ser dotados de características individuais que poderiam afetar os dados operacionais coletados que alteram e/ou impactam a precisão, confiabilidade etc. Dos dados relatados e dos dados estimados. Em alguns casos, portanto, pode ser desejável adquirir tanta informação quanto possível e/ou



prática sobre o(s) modem(s) usado em um determinado sistema. Conforme será observado por aqueles versados na técnica, há várias maneiras para coletar esse tipo de informação. Técnicas e aparelhos para a identificação de modems e de suas características de operação estão descritos no Documento Norte Americano de Série No. 10.981.068 (Registro do Procurador No. 0101-p09), depositado em 4 de novembro de 2004, sob o título "IDENTIFICAÇÃO DE DISPOSITIVO DE COMUNICAÇÃO", por Adaptive Spectrum And Signal Alignment, Inc., cuja descrição encontra-se inteiramente incorporada ao presente à guisa de referência.

Nos sistemas xDSL, alguns dados são dotados de limites padrão para relatos. Por exemplo, a margem máxima que pode ser relatada pode ser 31 dB, e a força mínima que pode ser relatada pode ser apenas 0 dBm em um sistema ADSL1. Se for relatada informação ambígua com relação a tais parâmetros, então qualquer estimativa ou padrão máximo, margem, etc. com base em tal informação ambígua poderia ela mesma também ser ambígua. Em tais casos, uma solução simples é ignorar tais pontos de dados marcando-os como inválidos. Contudo, uma melhor solução pode ser examinar se é possível tornar confiável o uso daqueles dados.

Considerando a regra ERDCm, por exemplo, a margem relatada pode ser 31 dB mesmo se a margem verdadeira for acima de 31 dB. Se um controlador tal como um otimizador DSL usar 31 dB para margem, então o padrão máximo estimado será menor do que o padrão máximo verdadeiro. Portanto, o

resultado é uma estimativa excessivamente conservadora de  
 padrões máximos. Se a estimativa conservadora for ainda  
 grande demais para ser contada em direção a  $G_{i,ERM}(m)$  para a  
 regra  $i'$ th, então os dados deveriam, contudo, ser  
 5 considerados e usados como dados válidos. Se a estimativa  
 conservadora for muito pequena para qualificar  $G_{i,ERM}(m)$ ,  
 então os dados deveriam ser considerados inválidos para a  
 regra  $i'$ th e, portanto, ser ignorados.  $C_{ERM}$  precisa ser  
 ajustado para ignorar os dados inválidos. Pode ser aplicada  
 10 uma solução similar quando a força de transmissão relatada  
 for 0 dBm, uma vez que um controlador encontraria neste  
 caso do mesmo modo um padrão máximo excessivamente  
 conservador. A mesma modificação de regras é aplicada para  
 $ERDC_n$ ,  $EMDC_n$ ,  $EMDC_m$ ,  $RMDC_n$  e  $RMDC_m$ .

15 As sub-regras podem também se modificadas para  
 acomodarem mais modelos sofisticados tais como HMM (Modelo  
 Markov Escondido). Em tal caso, a regra geral pode  
 permanecer independente desde sejam mantidas as mesmas  
 saídas das sub-regras. A regra geral e as sub-regras são  
 20 projetadas de maneira que cada uma possa ser modificada ou  
 atualizada sem requerer alterações nas outras.

Uma modalidade da presente invenção está  
 ilustrada no diagrama de fluxo da Figura 6. O método 600  
 começa com a construção 610 (e/ou implementação ou  
 25 programação) da matriz  $T$  (ou qualquer outro mecanismo de  
 controle de transição de estado), de tabelas limiares (ou  
 similar), quaisquer regras e/ou sub-regras de transições  
 dominantes, e quaisquer regras para purgação, de desconto  
 ou dados antigos de peso diferentes. Um "perfil atual" ou

estado **n** é selecionado e a operação inicia usando esse perfil em 620. Os dados operacionais são coletados em 630 e quaisquer dados antigos disponíveis são purgados e/ou descontados como apropriado (por exemplo, pelo uso de um  
5 vetor de peso de dados **W**). O método 600 então verifica se há dados novos suficientes (por exemplo, tanto os dados informados quanto os dados estimados) em 640 para permitir a avaliação da não viabilidade de qualquer estado alvo (usando a regra que qualquer estado é presumido prático até  
10 que seja provado o contrário). Se não houver novos dados suficientes, então o método retorna à coleta de dados em 630.

Se tiverem sido acumulados novos dados suficientes, então os testes de viabilidade podem ser  
15 feitos em 650 para todos os estados **n** alvo potenciais para determinar se algum deles pode ser desqualificado. Uma vez que o estado alvo desejável tenha sido identificado, o sistema pode se mover em 660 para o estado prioritário mais alto disponível. O sistema então atualiza as regras  
20 transição e os dados em 670, de modo que uma matriz **T**, tabelas limiares, regras / vetores de dados, etc. e retorna a coleta de dados em 630 para a próxima avaliação de transição.

A Figura 7 ilustra outra modalidade da presente  
25 invenção. O método da Figura 7 pode ser implementado em vários aparelhos, incluindo os sistemas ilustrados nas Figuras 3A e 3B. O método 700 inicia com a coleta ou obtendo, de outra maneira, em 710 os dados de desempenho, tais como valores de parâmetros de desempenho, a partir de

uma linha DSL usando um perfil de linha determinado. Esses dados de desempenho podem incluir dados e/ou valores relacionados às violações de código, margens de barulho, contagens de correção FEC, contagens de restabelecimentos, etc. O perfil de linha proveniente do qual os dados de desempenho são coletados / obtidos em 710 pode ser o perfil de linha atual sendo usado por uma linha DSL. Em 720 os dados de desempenho obtidos são avaliados para gerar uma estimativa do desempenho da linha DSL em um perfil de linha alvo. O perfil de linha alvo pode ser diferente do perfil de linha atual ou pode ser o próprio perfil de linha atual se o sistema estiver tentando avaliar se é prático permanecer no estado e/ou perfil atuais. Quando o determinado perfil de linha e um perfil de linha alvo diferem, os mesmos podem diferir em um ou mais parâmetros operacionais, conforme observado acima. Além disso, o método da Figura 7 pode também usar dados estimados e/ou relatados, como apropriado, conforme será observado por aqueles versados na técnica.

20 Geralmente, as modalidades da presente invenção empregam vários processos que envolvem dados armazenados em ou transferidos através de um ou mais sistemas de computador, que pode ser um único computador, múltiplos computadores e/ou uma combinação de computadores (qualquer um os todos que possam ser aqui referidos como um "computador" e/ou um "sistema de computador" intercambiável). As modalidades da presente invenção também estão relacionadas a um dispositivo de hardware ou outro aparelho para realizar essas operações. O aparelho pode ser

construído especificamente para os propósitos requeridos, ou pode ser um computador e/ou um sistema de computador com propósitos gerais ativados seletivamente ou re-configurados por um programa de computador e/ou estrutura de dados

5 armazenadas em um computador. Os processos aqui apresentados não estão inerentemente relacionados a qualquer computador específico ou outro aparelho. Especificamente, podem ser usadas várias máquinas com propósito geral com programas escritos de acordo com os ensinamentos do presente, ou pode

10 ser conveniente construir um aparelho mais especializado para realizar as etapas do método requerido. Uma estrutura específica para uma variedade dessas máquinas será clara para aqueles versados na técnica com base na descrição fornecida abaixo.

15 Conforme acima descrito, as modalidades da presente invenção empregam várias etapas de processo que envolvem dados armazenados em sistemas de computador. Essas etapas são aquelas que requerem manipulação física de quantidades físicas. Usualmente, apesar de não

20 necessariamente, essas quantidades tomam a forma de sinais elétricos ou magnéticos capazes de ser armazenados, transferidos, combinados, comparados e manipulados de outro modo. Algumas vezes é conveniente, principalmente por razões de uso comum, se referir a esses sinais como bits,

25 fluxos de bits, sinais de dados, sinais de controle, valores, elementos, variáveis, caracteres, estruturas de dados e similares. Contudo, deve ser lembrado que, todos esses termos e termos similares devem ser associados às

quantidades físicas apropriadas e são meramente rótulos convenientes aplicados a essas quantidades.

Adicionalmente, as manipulações realizadas são frequentemente referidas por termos tais como identificação, encaixe ou comparação. Em nenhum das operações aqui descritas que formam parte da presente invenção essas operações são operações de máquina. Máquinas úteis para a realização das operações das modalidades da presente invenção incluem computadores digitais de propósito geral ou outros dispositivos similares. Em todos os casos, se deve ter em mente a distinção entre o método de operações na operação de um computador e o próprio método de computação. As modalidades da presente invenção se referem a etapas de métodos para operar um computador em processamento elétrico ou outros sinais físicos para gerar outros sinais físicos desejados.

As modalidades da presente invenção também se referem a um aparelho para realizar essas operações. Este aparelho pode ser especialmente construído para os propósitos requeridos, ou pode ser um computador de propósito geral ativado seletivamente ou re-configurado por um programa de computador armazenado em um computador. Os processos aqui apresentados não estão inerentemente relacionados a qualquer computador específico ou outro aparelho. Especificamente, podem ser usadas várias máquinas de propósito geral com programas escritos de acordo com os ensinamentos da invenção, ou pode ser mais conveniente construir um aparelho mais especializado para realizar as etapas do método requerido. A estrutura requerida para uma

variedade dessas máquinas irão surgir a partir da descrição fornecida abaixo.

Além disso, as modalidades da presente invenção se referem adicionalmente a um meio legível de computador que inclui instruções de programa para realizar várias operações implementadas de computador. Os meios e as instruções de programa podem ser aqueles especificamente projetados e construídos para o propósito da presente invenção, ou podem ser do tipo bem conhecido e disponível para aqueles versados nas artes de software de computador. Exemplos de meios legíveis de computador que incluem, mas não se limitam a, meios magnéticos tal como discos rígidos, disquetes, e fita magnética; meios visuais tais como discos de CD-ROM, meios visuais-magnetos tais como discos "floptical"; e dispositivos de hardware que são especialmente configurados para armazenarem e realizar instruções de programa, tais como dispositivos de apenas leitura (ROM) e memória de acesso aleatório (RAM). Exemplos de instruções de programa incluem tanto código de máquina, tais como produzido por um compilador, quanto códigos de nível mais alto contendo arquivos que podem ser executados por um computador usando um interpretador.

A Figura 8 ilustra um sistema de computador típico que pode ser usado por um usuário e/ou um controlador de acordo com uma ou mais modalidades da presente invenção. O sistema de computador 800 inclui qualquer número de processadores 802 (também referidos como unidades de processamento central, ou CPUs) que estão acopladas aos dispositivos de armazenagem incluindo a

armazenagem principal 806 (tipicamente uma memória de acesso aleatório, ou RAM), a armazenagem principal 804 (tipicamente uma memória apenas de leitura, ou ROM). Conforme é bem conhecido na técnica, a armazenagem principal 804 age para transferir dados e instruções unidirecionalmente para a CPU e a armazenagem principal 806 é usada tipicamente para transferir dados e instruções de uma maneira bi-direcional. Ambos os dispositivos de armazenagem principal podem incluir qualquer meio adequado de computador legível acima descrito. Um dispositivo de armazenagem de massa 808 também está acoplado bidirecionalmente a CPU 802 e proporciona a capacidade de dados adicionais e pode incluir quaisquer meios legíveis de computador acima descritos. O dispositivo de armazenagem de massa 808 pode ser usado para armazenar programas, dados e similar e é tipicamente um meio de armazenagem secundário tal como um disco rígido que é mais vagaroso do que a armazenagem principal. Deve ser observado que a informação retida no dispositivo de armazenagem de massa 808, pode, em casos apropriados, ser incorporado na forma padrão como parte da armazenagem principal 86 como memória virtual. Um dispositivo de armazenagem de massa específico tal como um CD-ROM 814 pode também passar dados unidirecionalmente para a CPU.

25           A CPU 802 também está acoplada a uma interface 810 que inclui um ou mais dispositivos de entrada / saída tais como monitores de vídeo, "track balls" (dispositivos usados para mover um cursor na tela), mouses, teclados, microfones, monitor sensível ao toque, leitores de cartão



transdutores, leitores de fita magnética ou de papel, mesas digitalizadoras, reconhecedores de voz e de caligrafia, ou outros dispositivos de entrada bem conhecidos tais como, naturalmente, outros computadores. Finalmente, a CPU 802 pode, opcionalmente, estar acoplada a uma rede de computador ou de telecomunicação usando uma conexão de rede como ilustrada geralmente em 812. Com tal conexão de rede, é contemplado que a CPU poderia receber informação proveniente da rede, ou poderia fornecer informação para a rede durante a realização das etapas do método acima descrito. Os dispositivos e os materiais acima descritos serão familiares para aqueles versados nas artes de hardware e de software de computador. Os elementos de hardware acima descritos podem definir múltiplos módulos de software para realizar as operações desta invenção. Por exemplo, as instruções percorrendo um controlador de composição de palavra de código podem ser armazenadas no dispositivo de armazenagem de massa 808 ou 814 e executadas na CPU 802 juntamente com a memória principal 806. Em uma modalidade preferida, o controlador está dividido em módulos de software menos importantes.

As numerosas características e vantagens da presente invenção serão claras a partir da descrição escrita, e, portanto, as reivindicações em anexo pretendem cobrir todas essas características e vantagens da presente invenção. Adicionalmente, uma vez que numerosas modificações e alterações irão imediatamente ocorrer para aqueles versados na técnica, a presente invenção não está limitada a construção e operação exatamente como ilustradas

e descritas. Portanto, as modalidades descritas devem ser tomadas como ilustrativas e não restritivas, e a invenção não deve ser limitada aos detalhes aqui fornecidos, mas deve ser definida pelas reivindicações que se seguem e seu inteiro escopo de equivalências, sejam previstas ou imprevistas agora e no futuro.

### REIVINDICAÇÕES

1. Método de estimar os dados de desempenho para uma linha DSL quando a linha DSL usa um primeiro perfil de linha, o método sendo **caracterizado** pelo fato de  
5 que compreende:

obter dados de desempenho provenientes do uso de um segundo perfil de linha pela linha DSL; e

avaliar os dados de desempenho obtidos para estimar os dados de desempenho para a linha DSL quando a  
10 linha DSL usa um primeiro perfil de linha.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que os dados de desempenho compreendem os dados relacionados a um ou mais valores de parâmetros de desempenho.

15 3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o um ou mais valores de parâmetros de desempenho incluem um ou mais dos seguintes: dados de violação de código, dados de contagem de correção FEC dados de margem de barulho; ou dados de contagem de  
20 restabelecimento.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o segundo perfil de linha é um perfil de linha vigente e adicionalmente pelo fato de que o primeiro perfil de linha é um perfil de linha alvo  
25 que é diferente do perfil de linha vigente.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o segundo perfil de linha é um perfil de linha vigente e adicionalmente pelo fato de que o primeiro perfil de linha é o perfil de linha vigente.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a avaliação dos dados de desempenho obtidos para estimar os dados para a linha DSL quando a linha DSL usa um primeiro perfil de linha  
5 compreende determinar se o uso do primeiro perfil de linha é inviável.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro perfil de linha e o segundo perfil de linha diferem em pelo menos um dos  
10 parâmetros operacionais que se seguem: padrão de dados; código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que os dados de desempenho  
15 compreendem pelo menos um dos seguintes: dados relatados; ou dados estimados.

9. Controlador para um sistema DSL, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

uma unidade de controle de transição  
20 compreendendo um sistema de computador configurado para estimar os dados de desempenho para uma linha DSL quando a linha DSL usa um primeiro perfil de arquivo;

onde o sistema de computador está acoplado à linha DSL.

25 10. Controlador, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que a unidade de controle de transição compreende:

um módulo de coleta de dados configurado para obter dados de desempenho provenientes do uso de um segundo perfil de linha pela linha DSL; e

um módulo DSM configurado para avaliar os dados de desempenho obtidos para estimar os dados de desempenho para a linha DSL quando a linha DSL usa um primeiro perfil de linha.

11. Controlador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que os dados de desempenho compreendem dados relacionados a um ou mais valores de parâmetro de desempenho.

12. Controlador, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que o um ou mais valores de parâmetro de desempenho inclui um ou mais dos seguintes: dados de violação de código; dados de contagem de correção FEC, dados de margem de barulho; ou dados de contagem de restabelecimento.

13. Controlador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que o segundo perfil de linha é um perfil de linha vigente e adicionalmente pelo fato de que o primeiro perfil de linha é um perfil de linha alvo que é diferente do perfil de linha vigente.

14. Controlador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que o segundo perfil de linha é um perfil de linha vigente e adicionalmente pelo fato de que o primeiro perfil de linha é o perfil de linha vigente.

15. Controlador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que a avaliação dos dados de

desempenho obtidos para estimar os dados de desempenho para a linha DSL quando a linha DSL usa um primeiro perfil de linha compreende determinar se o uso do primeiro perfil de linha é inviável.

5                   16. Controlador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro perfil de linha e o segundo perfil de linha diferem em pelo menos um dos parâmetros operacionais que se seguem: padrão dos dados, código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; 10 INP; ou RETARDO.

17. Controlador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que o desempenho de dados compreende pelo menos um dos seguintes: dados relatados; ou dados estimados.

15                   18. Otimizador DSL; **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um sistema de computador configurado para estimar os dados de desempenho para uma linha DSL quando a linha DSL usa um primeiro perfil de linha;

20                   onde o sistema de computador compreende:

um módulo de dados;

um servidor DSM acoplado ao módulo de dados; e

um seletor;

25                   onde o sistema de computador está acoplado à linha DSL.

19. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizado** pelo fato de que o otimizador está configurado para:

obter dados de desempenho provenientes do uso de um segundo perfil de linha pela linha DSL; e

avaliar os dados de desempenho obtidos para estimar os dados de desempenho para a linha DSL quando a  
5 linha DSL usa um primeiro perfil de linha.

20. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que os dados de desempenho compreendem dados relacionados a um ou mais valores de parâmetro de desempenho.

10 21. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** pelo fato de que o um ou mais valores de parâmetro de desempenho inclui um ou mais do seguinte: dados de violação de código, dados de contagem de correção FEC, dados de margem de barulho; ou dados da contagem de  
15 restabelecimento.

22. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que o segundo perfil de linha é um perfil de linha vigente e adicionalmente pelo fato de que o primeiro perfil de linha é um perfil de linha  
20 alvo que é diferente do perfil de linha vigente.

23. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que o segundo perfil de linha é um perfil de linha vigente e adicionalmente pelo fato de que o primeiro perfil de linha é um perfil de linha  
25 vigente

24. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que a avaliação dos dados de desempenho obtidos para estimar os dados de desempenho para a linha DSL quando a linha DSL usa um

primeiro perfil de linha compreende determinar se o uso do primeiro perfil de linha é inviável.

25. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro perfil de  
5 linha e o segundo perfil de linha diferem em pelo menos um dos parâmetros operacionais que se seguem: padrão dos dados, código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.

26. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que os dados de  
10 desempenho compreendem pelo menos um dos seguintes: dados relatados; ou dados estimados.

27. Método de avaliar se opera a transição de uma linha DSL de um perfil de linha vigente para um ou mais  
15 perfis de linha alvo, o método sendo **caracterizado** pelo fato de que compreende:

(1) proporcionar:

- uma matriz de transição de perfil;
- uma pluralidade de tabelas limiares;
- 20 - uma pluralidade de sub-regras;
- uma regra geral;

(2) operar no perfil vigente;

(3) coletar dados operacionais;

(4) realizar um ou mais testes de viabilidade  
25 para avaliar a viabilidade do perfil de linha vigente e de cada perfil de linha alvo;

(5) operar a linha DSL no perfil praticável mais alto disponível.



28. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que as tabelas limiares estão relacionadas às probabilidades de ocorrências de critérios de desempenho.

5           29. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que o perfil vigente e o perfil alvo diferem em pelo menos um dos seguintes parâmetros operacionais: padrão dos dados, código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.

10           30. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que os dados operacionais coletados são usados para proporcionar dados relatados e dados estimados.

15           31. Método, de acordo com a reivindicação 30, **caracterizado** pelo fato de que os dados relatados incluem pelo menos um dos seguintes: padrão de dados atingíveis máximo relatados, contagem de correção FEC relatada; margem de barulho relatada, contagem de violação de código relatada, segundos errados relatados; segundos severamente  
20 errados relatados; ou contagem de número de restabelecimentos relatados.

            32. Método, de acordo com a reivindicação 30, **caracterizado** pelo fato de que os dados estimados incluem pelo menos um dos seguintes: padrão de dados atingíveis  
25 máximo estimados, contagem de correção FEC estimada; margem de barulho estimada, contagem de violação de código estimada, ou contagem de número de restabelecimentos estimados.

33. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que a matriz de transição de estado prioriza os estados disponíveis.

34. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que a regra geral combina saídas provenientes da pluralidade de sub-regras para determinar a viabilidade dos estados alvo potenciais.

35. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que cada uma das sub-regras compreende um exame de pelo menos um dos seguintes: uma distribuição de dados relacionados ao perfil de linha vigente; ou uma distribuição de dados relacionados a cada perfil de linha alvo.

36. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que a realização de um ou mais testes de viabilidade para avaliar a viabilidade do perfil de linha vigente e de cada perfil de linha alvo compreende pesar os dados antigos.

37. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente atualizar adaptavelmente pelo menos um dos seguintes: matriz de transição de perfil, pelo menos uma tabela limiar proveniente da pluralidade de tabelas limiaries; ou um peso aplicado a dados antigos.

38. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que a realização de um ou mais testes de viabilidade para avaliar a viabilidade do perfil de linha vigente e de cada perfil de linha alvo compreende requerer uma quantidade mínima de dados como um pré-

requisito para avaliar a viabilidade de qualquer perfil de linha.

39. Método de avaliar a operação de transição de uma linha DSL de um perfil de linha vigente para um ou mais perfis de linha alvo, o método sendo **caracterizado** pelo fato de que compreende:

proporcionar:

uma matriz de transição de estado compreendendo a priorização dos perfis de linha alvo;

10 uma pluralidade de tabelas limiares compreendendo sub-regras; e

uma regra geral;

operar no perfil de linha vigente;

coletar dados operacionais para gerar dados relatados e dados estimados referentes à operação da linha DSL em pelo menos um dos seguintes:

o perfil de linha vigente; ou

um dos perfis de linha alvo;

realizar um ou mais testes de viabilidade para avaliar se é inviável mover do perfil de linha vigente para cada perfil de linha alvo;

operar a linha DSL em um melhor perfil de linha, onde o melhor perfil de linha compreende seja qual for o perfil de linha vigente e os perfis de linha alvo;

25 ser dotado da prioridade mais alta na matriz da transição do estado; e

não ser avaliado como inviável.

40. Método, de acordo com a reivindicação 39, **caracterizado** pelo fato de que o perfil de linha vigente e

o perfil de linha alvo diferem pelo menos em um dos seguintes parâmetros operacionais: padrão dos dados, código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.

5           41. Método, de acordo com a reivindicação 39, **caracterizado** pelo fato de que os dados relatados e os dados estimados compreendem dados relacionados a pelo menos um dos seguintes: padrão de dados atingíveis máximo; contagem de correção FEC; margem de barulho; contagem de  
10 violação de código; segundos errados; segundos severamente errados; ou contagem de número de restabelecimentos.

          42. Método, de acordo com a reivindicação 39, **caracterizado** pelo fato de que a regra geral combina as saídas provenientes das sub-regras para chegar a uma  
15 determinação da impossibilidade dos estados alvo potenciais.

          43. Otimizador DSL para avaliar se instrui uma linha DSL a operar em um perfil de linha vigente para operar em uma de uma pluralidade de perfis de linha  
20 potenciais, o sistema **caracterizado** pelo fato de que compreende:

          um controlador compreendendo um módulo de coleta de dados e um módulo de análise, onde o controlador está acoplado a um sistema DSL compreendendo a linha DSL e o  
25 equipamento DSL operando na linha DSL usando o perfil de linha vigente;

          onde o módulo de coleta está configurado para coletar dados operacionais referentes à operação da linha DSL em um ou mais perfis de linha potenciais, onde os

perfis de linha potenciais compreendem um ou mais do que se segue:

- o perfil de linha vigente;
- um ou mais perfis de linha alvo;
- 5        ademais, em que o módulo de análise compreende:
  - implementação de uma matriz da transição de estado compreendendo a priorização dos perfis de linha potenciais; e
  - implementação de uma ou mais regras;
  - 10        e adicionalmente onde a módulo de análise está configurado para:
    - realizar um ou mais testes de viabilidade para determinar a viabilidade de mover o perfil de linha vigente para cada perfil de linha potencial; e
    - 15        instruir a linha DSL a operar usando o melhor perfil de linha disponível, onde o melhor perfil de linha disponível compreende o perfil de linha potencial que:
      - é dotado da prioridade mais alta na matriz de transição de estado; e
      - 20        não foi determinado como inviável.

44. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 43, **caracterizado** pelo fato de que uma ou mais regras compreende:

  - uma pluralidade de sub-regras; e
  - 25        uma regra geral que determina a viabilidade de um perfil de linha potencial usando as saídas provenientes da pluralidade das sub-regras.

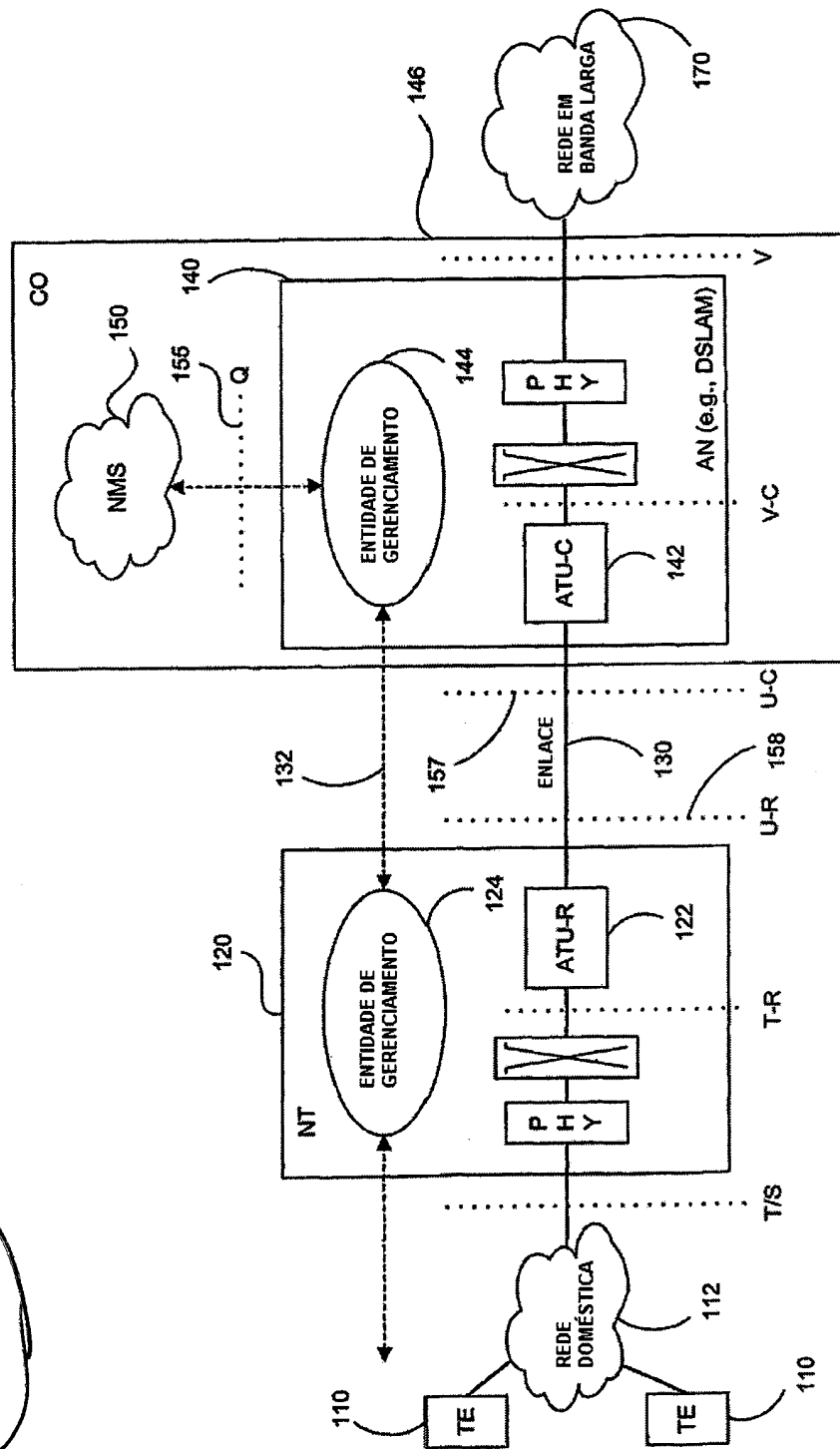
45. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 43, **caracterizado** pelo fato de que os dados operacio-

nais coletados são usados para gerar dados relatados e dados estimados.

46. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 45, **caracterizado** pelo fato de que os dados relatados e os dados estimados compreendem dados relacionados a pelo menos um dos seguintes: padrão de dados atingíveis máximo; contagem de correção FEC, margem de barulho; contagem de violação de código; contagem de número de restabelecimentos.

47. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 43, **caracterizado** pelo fato de que o perfil de linha vigente e cada perfil de linha alvo diferem em pelo menos um dos seguintes parâmetros operacionais: padrão dos dados, código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.

FIGURA 1



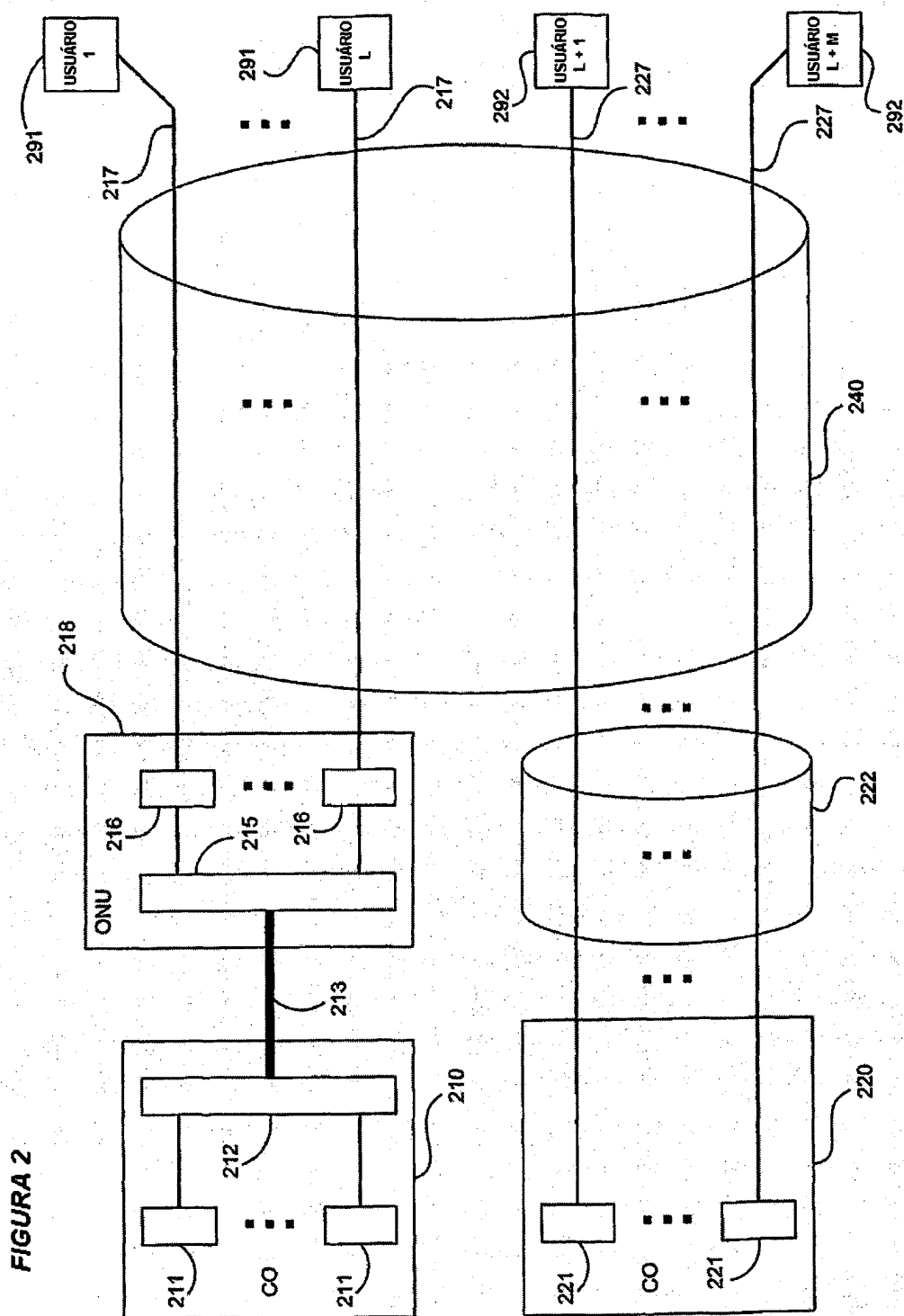
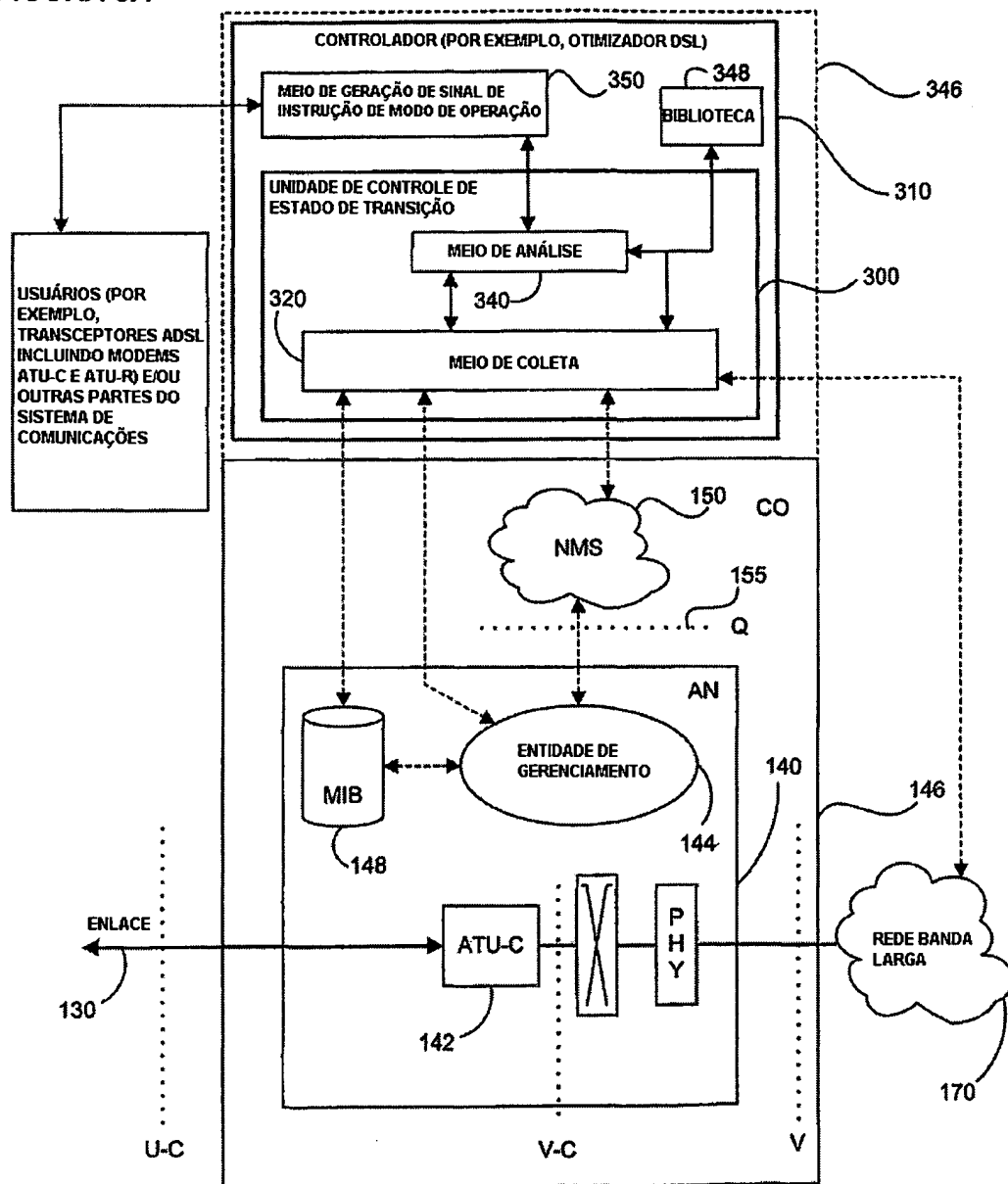




FIGURA 3A



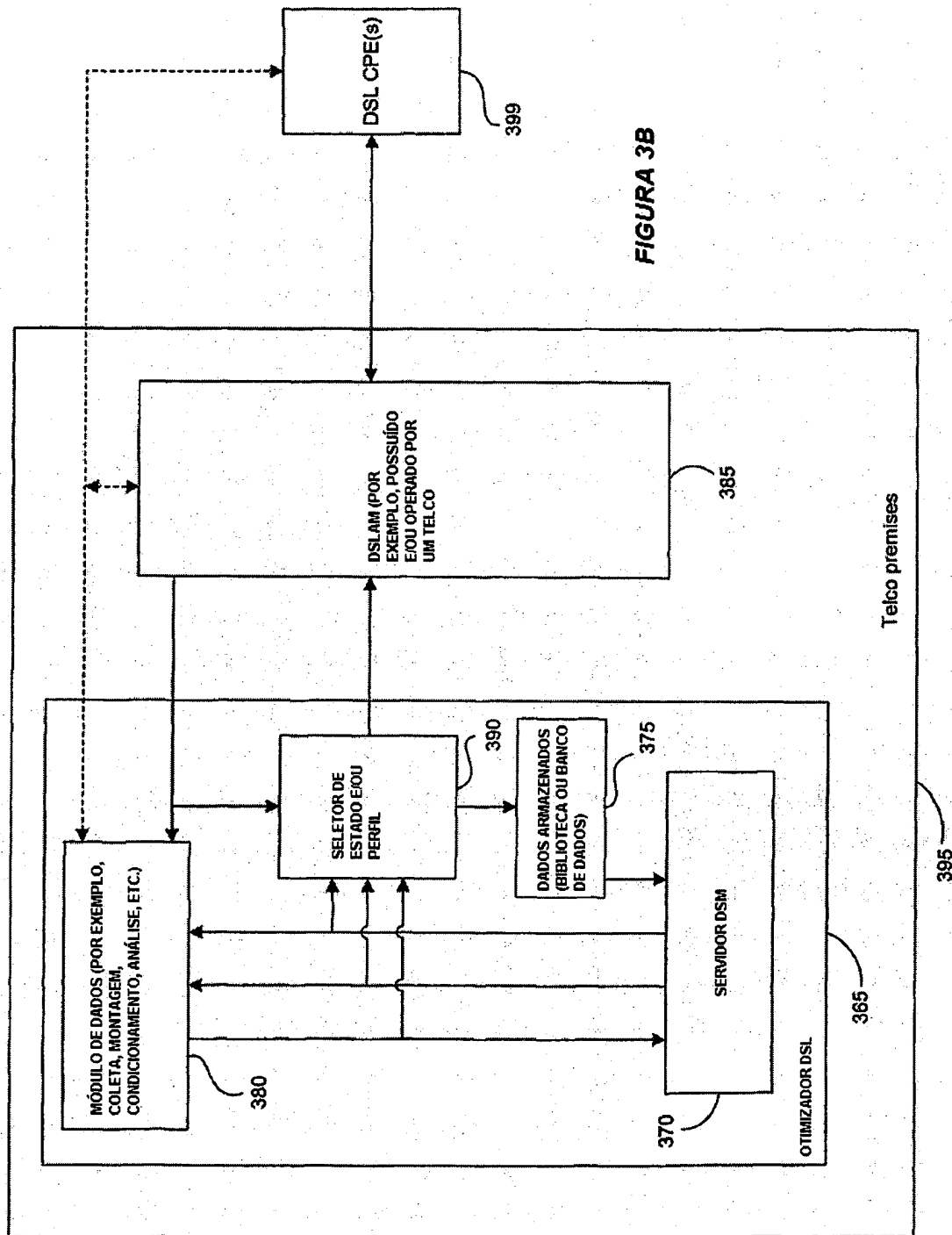
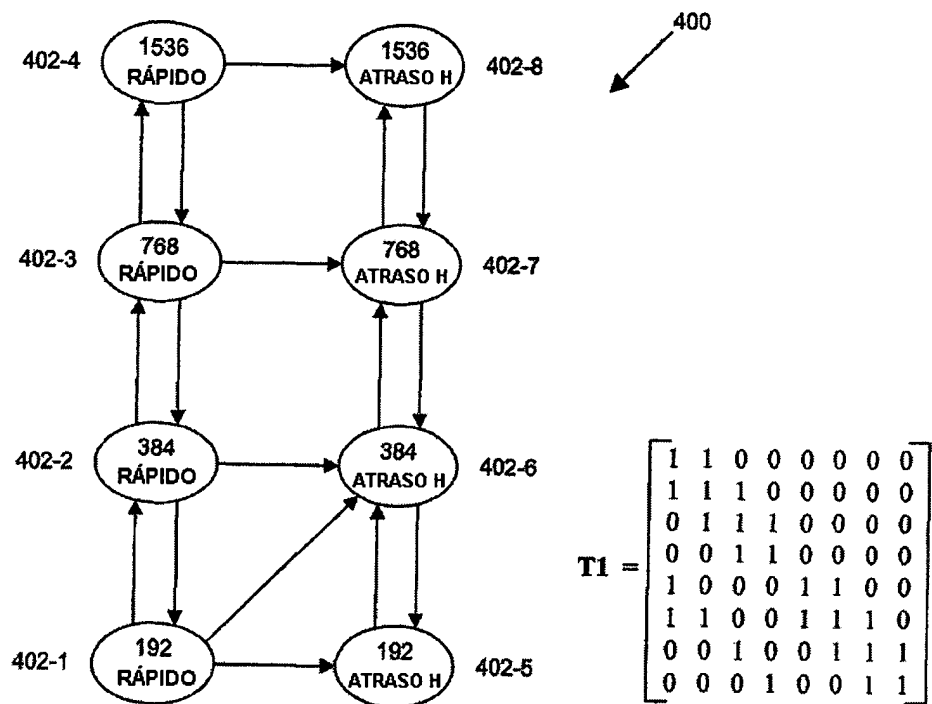


FIGURA 3B

FIGURA 4



$$T2 = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 2 & 3 & 0 & 0 \\ 2 & 3 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 1 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 & 8 & 6 & 7 & 8 & 8 \\ 6 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 7 \\ 1 & 6 & 7 & 3 & 0 & 5 & 6 & 0 \\ 5 & 1 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

FIGURA 5

## 1. REQUISITOS SOBRE BOM COMPORTAMENTO

{RRDCm,ds = GOOD or ERDCm,ds = GOOD or EMDCm,ds = GOOD}  
 & {RRDCm,us = GOOD or ERDCm,us = GOOD or EMDCm,us = GOOD}

## 2. REQUISITOS SOBRE NENHUM MAL COMPORTAMENTO

{RRDCm,ds = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA}  
 & {ERDCm,ds = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA}  
 & {RMDCm,ds = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA}  
 & {RRDCm,us = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA}  
 & {ERDCm,us = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA}  
 & {RMDCm,us = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA}

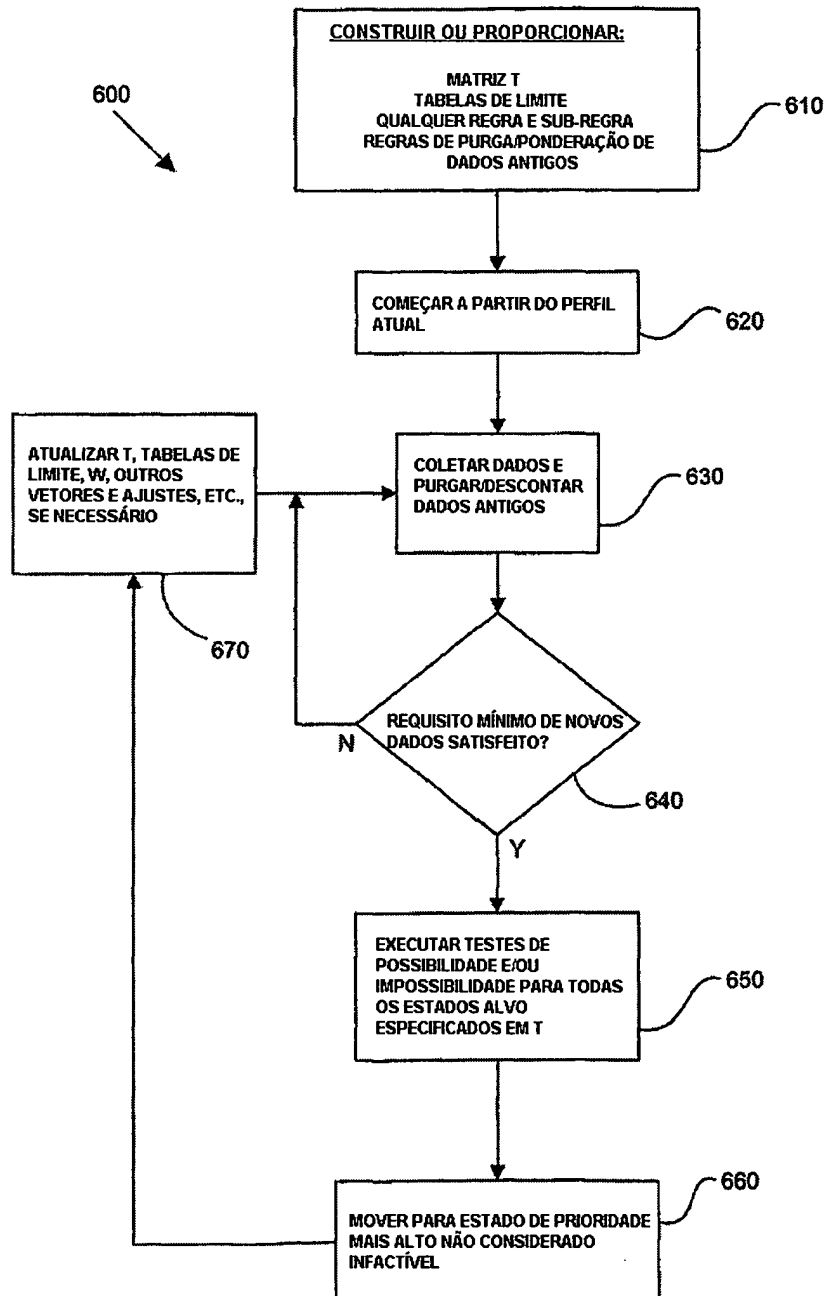
SE HOUVER MUDANÇA PARA BAIXO,

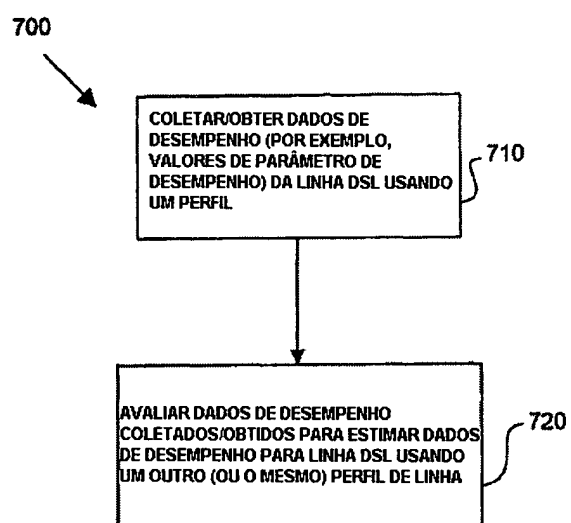
& {RCVDCn,ds = GOOD or  
     RCVDCm,ds = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA or  
     ECVDCm,ds = GOOD}  
 & {RNRDCn,ds = GOOD or RNRDCm,ds = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA}  
  
 & {RCVDCn,us = GOOD or  
     RCVDCm,us = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA or  
     ECVDCm,us = GOOD}  
 & {RNRDCn,us = GOOD or RNRDCm,us = GOOD/NOT\_ENOUGH\_DATA}

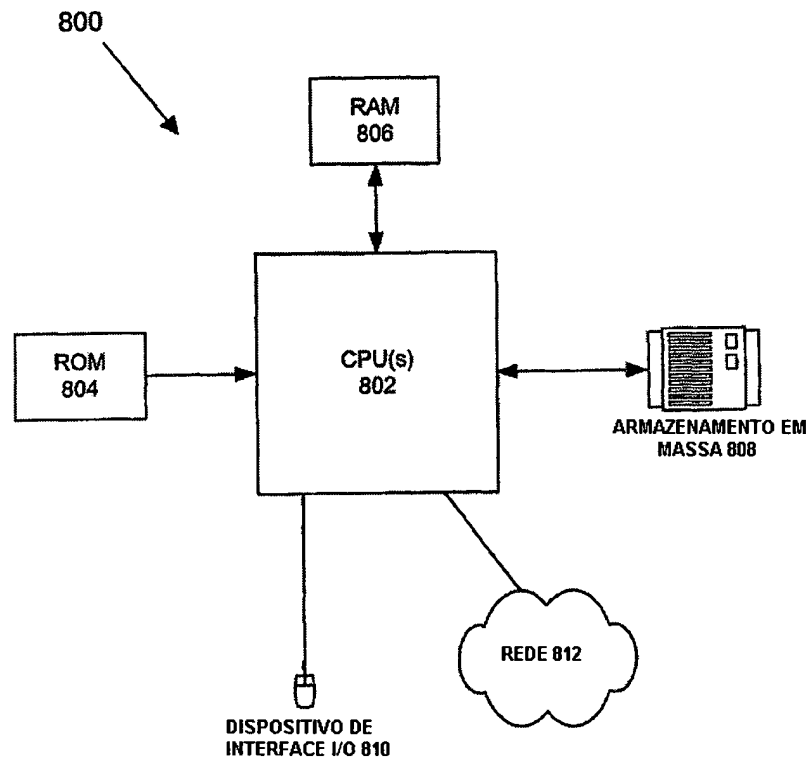
OU ENTÃO (MOVENDO-SE PARA CIMA OU NEM PARA CIMA E NEM PARA BAIXO)

& {RCVDCm,ds = GOOD or  
     (RCVDCm,ds = NOT\_ENOUGH\_DATA and  
       [FEC(n) < FEC(m) or RCVDCn,ds = GOOD]) or  
     ECVDCm,ds = GOOD}  
 & {RNRDCm,ds = GOOD or  
     (RNRDCm,ds = NOT\_ENOUGH\_DATA and RNRDCn,ds = GOOD)}  
  
 & {RCVDCm,us = GOOD or  
     (RCVDCm,us = NOT\_ENOUGH\_DATA and  
       [FEC(n) < FEC(m) or RCVDCn,us = GOOD]) or  
     ECVDCm,us = GOOD}  
 & {RNRDCm,us = GOOD or  
     (RNRDCm,us = NOT\_ENOUGH\_DATA and RNRDCn,us = GOOD)}

FIGURA 6



**FIGURA 7**

**FIGURA 8**

RESUMO

MÉTODO DE ESTIMAR OS DADOS DE DESEMPENHO PARA UMA LINHA  
DSL QUANDO A LINHA DSL USA UM PRIMEIRO PERFIL DE LINHA;  
CONTROLADOR PARA UM SISTEMA DSL; OTIMIZADOR DSL; MÉTODO  
5 DE AVALIAR SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE UM  
PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA UM OU MAIS PERFIS DE LINHA  
ALVO; E OTIMIZADOR DSL PARA AVALIAR SE INSTRUI UMA LINHA  
DSL A OPERAR EM UM PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA OPERAR EM  
UMA DE UMA PLURALIDADE DE PERFIS DE LINHA POTENCIAIS

10 Trata-se de transições entre estados e/ou perfis  
para uma linha em um sistema de comunicação, tal como um  
sistema DSL, que são controladas por avaliação do estado  
vigente da linha e de um ou mais estados alvos. A avaliação  
da viabilidade de permanecer no estado vigente ou mover  
15 para um dos estados alvo pode ser baseada na distribuição  
dos dados relatados e estimados obtidos dos dados  
operacionais coletados do sistema de comunicação. Os  
estados alvo podem ser priorizados e dispostos em uma  
matriz. A viabilidade pode levar em consideração tanto a  
20 suficiência dos dados disponíveis quanto o comportamento  
provável da linha no estado vigente e qualquer estado alvo  
potencial. As probabilidades de atender os limites  
operacionais e/ou de desempenho podem ser usadas em várias  
sub-regras cujas saídas podem ser combinadas em uma regra  
25 geral que proporciona uma decisão de viabilidade ou de não  
viabilidade. Os dados antigos podem ser pesados ou  
completamente purgados para controlar sua influencia na  
transição potencial. Em um DSL, sistematizar esses pesos,  
as sub-regras e outros fatores pode refletir diferenças



entre comportamento ascendente e descendente e na transmissão de dados. A alteração das condições de linha, os objetivos do desempenho, etc. podem ser acomodados pelo ajuste e/ou atualização das sub-regras, das regras, das tabelas limiares, dos vetores, das matrizes, etc. adaptativa ou dinamicamente. Métodos, técnicas, aparelho, processos e equipamento, de acordo com as modalidades da presente invenção, podem ser implementados em um controlador, otimizador DSL ou similar. Tal implementação pode ser parte de um sistema de gerenciamento de espectro dinâmico.

RESUMO

MÉTODO DE AVALIAR SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE  
UM PRIMEIRO PERFIL DE LINHA PARA UM SEGUNDO PERFIL DE  
LINHA, CONTROLADOR PARA UM SISTEMA DSL, MÉTODO DE AVALIAR  
5 SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE UM PERFIL DE LINHA  
VIGENTE PARA UM OU MAIS PERFIS DE LINHA ALVO; E OTIMIZADOR  
DSL PARA AVALIAR SE INSTRUI UMA LINHA DSL OPERANDO EM UM  
PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA OPERAR EM UMA DE UMA  
PLURALIDADE DE PERFIS DE LINHA POTENCIAIS.

10 Trata-se de transições entre estados e/ou perfis para uma linha em um sistema de comunicação, tal como um sistema DSL, que são controladas por avaliação do estado vigente da linha e de um ou mais estados alvos. A avaliação da viabilidade de permanecer no estado vigente ou mover  
15 para um dos estados alvo pode ser baseada na distribuição dos dados relatados e estimados obtidos dos dados operacionais coletados do sistema de comunicação. Os estados alvo podem ser priorizados e dispostos em uma matriz. A viabilidade pode levar em consideração tanto a  
20 suficiência dos dados disponíveis quanto o comportamento provável da linha no estado vigente e qualquer estado alvo potencial. As probabilidades de atender os limites operacionais e/ou de desempenho podem ser usadas em várias sub-regras cujas saídas podem ser combinadas em uma regra  
25 geral que proporciona uma decisão de viabilidade ou de não viabilidade. Os dados antigos podem ser pesados ou completamente purgados para controlar sua influencia na transição potencial. Em um DSL, sistematizar esses pesos, as sub-regras e outros fatores pode refletir diferenças

entre comportamento ascendente e descendente e na transmissão de dados. A alteração das condições de linha, os objetivos do desempenho, etc. podem ser acomodados pelo ajuste e/ou atualização das sub-regras, das regras, das

5 tabelas limiares, dos vetores, das matrizes, etc. adaptativa ou dinamicamente. Métodos, técnicas, aparelho, processos e equipamento, de acordo com as modalidades da presente invenção, podem ser implementados em um controlador, otimizador DSL ou similar. Tal implementação

10 pode ser parte de um sistema de gerenciamento de espectro dinâmico.

MÉTODO DE AVALIAR SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE  
UM PRIMEIRO PERFIL DE LINHA PARA UM SEGUNDO PERFIL DE  
LINHA, CONTROLADOR PARA UM SISTEMA DSL, MÉTODO DE AVALIAR  
SE OPERA A TRANSIÇÃO DE UMA LINHA DSL DE UM PERFIL DE LINHA  
5 VIGENTE PARA UM OU MAIS PERFIS DE LINHA ALVO; E OTIMIZADOR  
DSL PARA AVALIAR SE INSTRUI UMA LINHA DSL OPERANDO EM UM  
PERFIL DE LINHA VIGENTE PARA OPERAR EM UMA DE UMA  
PLURALIDADE DE PERFIS DE LINHA POTENCIAIS.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

10 Campo da Invenção

Esta invenção refere-se, de maneira geral, a métodos, sistemas e aparelhos para o gerenciamento de sistemas de comunicações digitais. Mais especificamente, esta invenção se refere ao gerenciamento de estados operacionais, tais como perfis de linha, em um sistema DSL.

15 Descrição da Técnica Relacionada

As tecnologias de linha assinante digital (DSL - Digital Subscriber Line) proporcionam largura de banda potencialmente grande para comunicação digital em linhas de assinantes de telefone existentes (referidas como loops e/ou instalação de cobre). As linhas de assinantes de telefone podem fornecer esta largura de banda a despeito de seu projeto original apenas para comunicação analógica de banda de voz. Em particular, DSL assimétrica (ADSL) pode se

20 ajustar às características da linha do assinante por meio da utilização de um código de linha de múltiplos tons discreta (DMT - Discrete Multitone) que atribui um número de bits a cada tom (ou sub-portador), o qual pode ser

25 ajustado às condições do canal conforme determinado durante

### REIVINDICAÇÕES

1. Método de avaliar se opera a transição de uma linha DSL de um primeiro perfil de linha para um segundo perfil de linha, o método sendo **caracterizado** pelo  
5 fato de que compreende:

coletar dados de desempenho relativos ao DSL quando o DSL usa um primeiro perfil de linha,

selecionar o segundo perfil de linha,

determinar se o DSL é capaz de operar com o  
10 segundo perfil de linha com base nos dados de desempenho coletados e uma ou mais regras de transição; e

instruir o DSL a operar com o segundo perfil de linha quando o DSL é capaz de operar com o segundo perfil de linha com base em dados operacionais de desempenho e em  
15 uma ou mais regras de transição.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que os dados de desempenho compreendem os dados relacionados a um ou mais valores de parâmetros de desempenho.

20 3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o um ou mais valores de parâmetros de desempenho incluem um ou mais dos seguintes: dados de violação de código, dados de contagem de correção FEC; dados de margem de ruído; ou dados de contagem de  
25 restabelecimento.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro perfil de linha e o segundo perfil de linha diferem em pelo menos um dos parâmetros operacionais que se seguem: padrão de dados;

código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.

5           5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que os dados de desempenho compreendem pelo menos um dos seguintes: dados relatados; ou dados estimados.

10           6. Controlador para um sistema DSL para avaliar se opera a transição de um DSL de um primeiro perfil de linha para um segundo perfil de linha, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

          meios para coletar dados de desempenho relativos ao DSL quando o DSL usa um primeiro perfil de linha,

          meios para selecionar o segundo perfil de linha,

15           meios para determinar se o DSL é capaz de operar com o segundo perfil de linha com base nos dados de desempenho coletados e uma ou mais regras de transição; e

          meios para instruir o DSL a operar com o segundo perfil de linha quando o primeiro DSL é capaz de operar com o segundo perfil de linha com base em dados operacionais de desempenho e em uma ou mais regras de transição.

20

          7. Controlador, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que os dados de desempenho compreendem dados relacionados a um ou mais valores de parâmetro de desempenho.

25           8. Controlador, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que o um ou mais valores de parâmetro de desempenho inclui um ou mais dos seguintes: dados de violação de código; dados de contagem de correção

FEC, dados de margem de ruído; ou dados de contagem de restabelecimento.

9. Controlador, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro perfil de  
5 linha e o segundo perfil de linha diferem em pelo menos um dos parâmetros operacionais que se seguem: padrão dos dados, código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.

10. Controlador, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que o desempenho de dados  
compreende pelo menos um dos seguintes: dados relatados; ou dados estimados.

11. Método de avaliar se opera a transição de uma linha DSL de um perfil de linha vigente para um ou mais  
15 perfis de linha alvo, o método sendo **caracterizado** pelo fato de que compreende:

(1) proporcionar:

- uma matriz de transição de perfil;
- uma pluralidade de tabelas limiares;
- 20 - uma pluralidade de sub-regras;
- uma regra geral; em que a regra geral combina dados de saída das sub-regras para determinar a inviabilidade de cada um dos perfis de linha alvo;

(2) operar no perfil vigente;

25 (3) coletar dados de desempenho;

(4) realizar um ou mais testes de viabilidade para avaliar a viabilidade do perfil de linha vigente e de cada perfil de linha alvo;

(5) operar a linha DSL em um perfil de linha selecionado, em que o perfil de linha selecionado compreende um entre os perfis de linha vigentes e os perfis de linha alvo:

5                   que possui a mais alta prioridade na matriz de transição de perfil; e

                  que não foi avaliado como inviável.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que as tabelas limiares estão  
10 relacionadas às probabilidades de ocorrências de critérios de desempenho.

13. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que o perfil vigente e o perfil alvo diferem em pelo menos um dos seguintes parâmetros  
15 operacionais: padrão dos dados, código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.

14. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que os dados operacionais coletados são usados para proporcionar dados relatados e  
20 dados estimados.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que os dados relatados incluem pelo menos um dos seguintes: padrão de dados atingíveis máximo relatados, contagem de correção FEC relatada; margem  
25 de ruído relatada, contagem de violação de código relatada, segundos errados relatados; segundos severamente errados relatados; ou contagem de número de restabelecimentos relatados.



16. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que os dados estimados incluem pelo menos um dos seguintes: padrão de dados atingíveis máximo estimados, contagem de correção FEC estimada; margem  
5 de ruído estimada, contagem de violação de código estimada, ou contagem de número de restabelecimentos estimados.

17. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que a matriz de transição de estado prioriza os estados disponíveis.

10 18. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que cada uma das sub-regras compreende um exame de pelo menos um dos seguintes: uma distribuição de dados relacionados ao perfil de linha vigente; ou uma distribuição de dados relacionados a cada  
15 perfil de linha alvo.

19. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que a realização de um ou mais testes de viabilidade para avaliar a viabilidade do perfil de linha vigente e de cada perfil de linha alvo compreende  
20 pesar os dados antigos.

20. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente atualizar de forma adaptável pelo menos um dos seguintes: matriz de transição de perfil, pelo menos uma tabela limiar  
25 proveniente da pluralidade de tabelas limiaries; ou um peso aplicado a dados antigos.

21. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que a realização de um ou mais testes de viabilidade para avaliar a viabilidade do perfil

de linha vigente e de cada perfil de linha alvo compreende requerer uma quantidade mínima de dados como um pré-requisito para avaliar a viabilidade de qualquer perfil de linha.

- 5                   22. Método de avaliar a operação de transição de uma linha DSL de um perfil de linha vigente para um ou mais perfis de linha alvo, o método sendo **caracterizado** pelo fato de que compreende:
- proporcionar:
- 10                   uma matriz de perfil de transição de estado compreendendo a priorização dos perfis de linha alvo;
- uma pluralidade de tabelas limiares compreendendo sub-regras; e
- uma regra geral;em que a regra geral combina
- 15                   dados de saída das sub-regras para determinar a inviabilidade dos perfis de linha em potencial.
- operar no perfil de linha vigente;
- coletar dados operacionais para gerar dados relatados e dados estimados referentes à operação da linha
- 20                   DSL em pelo menos um dos seguintes:
- o perfil de linha vigente; ou
- um dos perfis de linha alvo;
- realizar um ou mais testes de viabilidade para avaliar se é inviável mover do perfil de linha vigente para
- 25                   cada perfil de linha alvo;
- operar a linha DSL em um melhor perfil de linha, onde o melhor perfil de linha compreende seja qual for o perfil de linha vigente e os perfis de linha alvo;

ser dotado da prioridade mais alta na matriz da transição do estado; e

não ser avaliado como inviável.

23. Método, de acordo com a reivindicação 22,  
5 **caracterizado** pelo fato de que o perfil de linha vigente e o perfil de linha alvo diferem pelo menos em um dos seguintes parâmetros operacionais: padrão dos dados, código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.

10 24. Método, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que os dados relatados e os dados estimados compreendem dados relacionados a pelo menos um dos seguintes: padrão de dados atingíveis máximo; contagem de correção FEC; margem de ruído; contagem de  
15 violação de código; segundos errados; segundos severamente errados; ou contagem de número de restabelecimentos.

25. Otimizador DSL para avaliar se instrui uma linha DSL operando em um perfil de linha vigente para operar em uma de uma pluralidade de perfis de linha  
20 potenciais, o sistema **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um controlador compreendendo um módulo de coleta de dados e um módulo de análise, onde o controlador está acoplado a um sistema DSL compreendendo a linha DSL e o  
25 equipamento DSL operando na linha DSL usando o perfil de linha vigente;

onde o módulo de coleta está configurado para coletar dados operacionais referentes à operação da linha DSL em um ou mais perfis de linha potenciais, onde os

perfis de linha potenciais compreendem um ou mais do que se segue:

- o perfil de linha vigente;
  - um ou mais perfis de linha alvo;
  - 5        ademais, em que o módulo de análise compreende:
    - implementação de uma matriz da transição de estado compreendendo a priorização dos perfis de linha potenciais; e
    - implementação de uma ou mais regras;
  - 10        e adicionalmente onde a módulo de análise está configurado para:
    - realizar um ou mais testes de viabilidade para determinar a viabilidade de mover o perfil de linha vigente para cada perfil de linha potencial; e
  - 15        instruir a linha DSL a operar usando o melhor perfil de linha disponível, onde o melhor perfil de linha disponível compreende o perfil de linha potencial que:
    - é dotado da prioridade mais alta na matriz de transição de estado; e
  - 20        não foi determinado como inviável.
26. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato de que uma ou mais regras compreende:
- uma pluralidade de sub-regras; e
  - 25        uma regra geral que determina a viabilidade de um perfil de linha potencial usando as saídas provenientes da pluralidade das sub-regras.
27. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato de que os dados operacio-

nais coletados são usados para gerar dados relatados e dados estimados.

28. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que os dados relatados e os dados estimados compreendem dados relacionados a pelo menos um dos seguintes: padrão de dados atingíveis máximo; contagem de correção FEC, margem de ruído; contagem de violação de código; contagem de número de restabelecimentos.

29. Otimizador DSL, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato de que o perfil de linha vigente e cada perfil de linha alvo diferem em pelo menos um dos seguintes parâmetros operacionais: padrão dos dados, código FEC; PSD, TSNRM; MAXSNRM, MINSNRM; CARMASK; INP; ou RETARDO.