

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

(21) **PI0619173-8 A2**

(22) Data de Depósito: 06/12/2006
(43) Data da Publicação: 20/09/2011
(RPI 2124)



(51) *Int.Cl.:*
H04L 12/56
H04L 12/24

(54) Título: PROCESSO E DISPOSITIVO DE CONTROLE REMOTO DO CONGESTIONAMENTO DE FLUXOS LIGADOS EM MALHA TROCADOS EM UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÃO

(30) Prioridade Unionista: 09/12/2005 FR 05 53814

(73) Titular(es): Ipanema Technologies

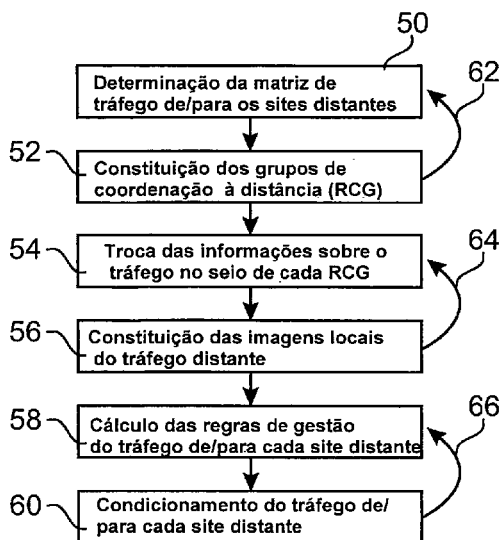
(72) Inventor(es): Bernard Imbert, Florian Bonnet, Jacques Provost, Thierry Grenot

(74) Procurador(es): Momsen , Leonardos & CIA

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006069376 de 06/12/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/065911 de 14/06/2007

(57) Resumo: PROCESSO E DISPOSITIVO DE CONTROLE REMOTO DO CONGESTIONAMENTO DE FLUXOS LIGADOS EM MALHA TROCADOS EM UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÃO. A invenção se refere a um processo de controle remoto do congestionamento de fluxos ligados em malha trocados em uma rede de telecomunicação em modo pacote entre um número N de sites centrais C_i munidos de equipamentos de gestão de fluxo e um número M de sites distantes D_m desprovidos de tais equipamentos. De acordo com a invenção, os ditos equipamentos de sites centrais C_i trocam entre si informações destinadas especificamente à gestão dos fluxos trocados entre cada um dos sites centrais C_i e cada um dos sites distantes D_m .



“PROCESSO E DISPOSITIVO DE CONTROLE REMOTO DO
CONGESTIONAMENTO DE FLUXOS LIGADOS EM MALHA
TROCADOS EM UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÃO”

DOMÍNIO TÉCNICO

5 A invenção se situa no domínio das telecomunicações e se
refere mais especificamente a um processo de controle remoto do
congestionamento de fluxos ligados em malha trocados em uma rede de
telecomunicação em modo pacote entre um número N de sites centrais C_i
munidos de equipamentos de gestão de fluxo e um número M de sites
10 distantes D_m que não compreendem tais equipamentos.

A invenção se refere também a um dispositivo destinado a
executar esse processo.

A invenção se aplica qualquer que seja a extensão geográfica
da rede, qualquer que seja a vazão encaminhada por essa última e qualquer
15 que seja o número de usuários dessa rede. Ele funciona em especial no caso
em que utilizadores de um mesmo site distante D_m se comunicam
simultaneamente com vários sites centrais C_i formando assim fluxos ligados
em malha.

A invenção é independente das tecnologias de rede em modo
20 pacote, mas é especialmente adaptada às redes que utilizam o protocolo IP
(Internet Protocol) tais como por exemplo a rede Internet ou redes VPN (para
Virtual Private Networks ou Redes Privadas Virtuais). Essas últimas oferecem
uma interconexão ao nível IP de maneira privativa para um grupo de usuários
dado (tipicamente uma empresa ou uma organização que tem vários
25 estabelecimentos), ao mesmo tempo em que utilizam uma infra-estrutura de
rede partilhada (pr exemplo a Internet).

ESTADO DA TÉCNICA ANTERIOR

As redes de telecomunicação em modo pacote se caracterizam
pelo fato de que as informações encaminhadas são veiculadas em grupos

chamados pacotes, essencialmente constituídos por um cabeçalho que contém as informações para o encaminhamento do pacote na rede e por dados a transmitir. Informações de endereçamento contidas nos cabeçalhos permitem identificar fluxos de informações entre as aplicações finais. Esses pacotes são

5 veiculados através da rede, e tomam ao gosto dessa rede os mais variados meios de transmissão e de comutação. A tecnologia principalmente utilizada atualmente para essas redes de telecomunicação em modo pacote é o protocolo IP (Internet Protocol). Esse protocolo é utilizado de ponta a ponta, e pode ser veiculado em redes de transmissão muito diversas tais como por

10 exemplo redes Ethernet, redes FR (Frame Relay), redes ATM (Asynchronous Transfer Mode), redes SDH (Synchronous Optical Network), redes MPLS (Multiprotocol Label Switching), ou ainda redes DWDM (Dense Wavelength Digital Multiplexing), etc.

Os pacotes são tipicamente emitidos por um grande número de

15 fontes que funcionam independentemente umas das outras, para um grande número de destinações que funcionam também independentemente umas das outras.

A figura 1 dá um exemplo de uma tal rede:

Os usuários 2 podem ser ou usuários individuais, ou agências,

20 empresas (que têm sua própria rede local interna), etc.

A rede de transito 4 representa a parte central, geralmente de grande capacidade e que cobre um amplo território (o mundo inteiro no caso da rede Internet). Essa rede é geralmente partilhada por um grande número de usuários e/ou de redes privadas.

25 As redes de acesso 6 são geralmente de vazão média ou lenta, e partilhadas entre usuários localizados dentro de uma zona geográfica limitada. O “laço local”, ligação filar, óptica, por rádio, etc. entre o usuário e o fornecedor do serviço de acesso é considerado na seqüência como fazendo parte da rede de acesso.

Qualidade de Serviço

A Qualidade de Serviço é constituída pelo conjunto das características pertinentes que afetam a transferência das informações entre dois pontos dados de uma rede. Ela é definida notadamente:

- 5 - pela qualidade do acesso ao serviço;
- pela disponibilidade do serviço;
- pelo tempo de recolocação em serviço em caso de falha;
- pela qualidade do serviço de transferência de informação;
- pelo tempo de transferência das informações entre a fonte e a
- 10 destinação;
- pela variação do tempo de transferência das informações (a
- oscilação);
- pela degradação das informações veiculadas (perdas, erros);
- pela quantidade de informações que pode efetivamente ser
- 15 veiculada na rede (banda passante).

A extensão geográfica, a grande repartição dos equipamentos de infra-estrutura entre usuários muito numerosos, a variedade dos fluxos trocados e a complexidade das arquiteturas empregadas tornam muito difícil a predição e a garantia da Qualidade de Serviço em tais redes.

- 20 A vazão que é possível escoar entre dois usuários dados, o
- tempo de transferência das informações, a variação no temp desse tempo (a
- oscilação) e a taxa de perda associada são elementos fundamentais dessa
- Qualidade de Serviço. Somente o controle dos mesmos permite empregar
- serviços profissionais críticos (transporte da voz, das imagens, das transações,
- 25 dos dados críticos, comércio eletrônico, etc....).

Um modo corrente de melhorar a qualidade do serviço é superdimensionar a capacidade da rede. No entanto, visto o alto custo do investimento e de utilização dessas redes, é desejado utilizá-las ao máximo, e uma tal solução muito onerosa tem portanto um uso limitado.

Dispositivos (protocolos, equipamentos de transmissão, de comutação, de encaminhamento, etc.), dependentes da natureza das diferentes redes, podem ser utilizados para gerir esses elementos de Qualidade de Serviço. Eles são em geral baseados em mecanismos de prioridade e de reserva de recursos sob solicitação (ATM, RSVP em IP, ...) ou na configuração (ATM, DiffServ em IP, ...). Esses dispositivos têm em geral um alcance limitado a uma parte da rede somente. Em constante mutação, eles interoperam dificilmente.

Em todos os casos, o resultado é bastante dependente do comportamento dos usuários fonte: vazão de emissão, regularidade do tráfego, matriz do tráfego, etc..... Esse Comportamento é muito difícil de prever, devido à grande variedade das aplicações que utilizam as redes (transporte da voz, de imagens, transferência de arquivo, consulta de bases de dados, etc. ...), à multiplicidade dos usuários colocados em presença e ao enorme arsenal de suas necessidades.

Em todos os casos também, o resultado é bastante dependente das regras de engenharia e da configuração dos múltiplos parâmetros da rede. Essas regras são muito difíceis de determinar, em especial por causa do tamanho das redes, da grande variedade das tecnologias empregadas a um momento dado (parque não homogêneo) e da multiplicidade das organizações (operadores de acesso ao serviço, operadores de pontos de presença, transportadores de longa distância, etc.) implicadas de uma ponta à outra do caminho.

O fenômeno de congestão nas redes

O congestionamento é definida como um estado no qual o uso do recurso atinge a capacidade máxima que esse recurso é capaz de fornecer. No caso das rede, trata-se essencialmente da banda passante: uma ligação ou um elemento de ligação está congestionado quando a vazão de informação se aproxima, atinge e mesmo tenta exceder a vazão máxima que essa ligação ou

esse elemento de ligação é capaz de veicular sem degradação (perda de informação, retarde...).

A Qualidade de Serviço é principalmente ligada à congestão dos diferentes elementos da rede seguidos pelas informações durante sua transferência. Ainda que exista uma infinidade de gradações, é possível esquematizar os casos de funcionamento encontrados por esses dois modos:

- Ou não há nenhuma alocação de recurso, e a rede faz do melhor modo possível para transmitir as informações até o destinatário, de acordo com a atividade das fontes;

- Ou há um mecanismo de alocação de recurso, e a quantidade de informação injetada na rede por cada fonte é mais ou menos controlada.

Em todos os casos, sistemas de estocagem temporária em fila de espera (memórias), situados a cada ponto de multiplexação, de concentração ou de comutação, permitem tratar as simultaneidades de chegada dos pacotes. A taxa instantânea de ocupação de memória encontrada por um pacote e a política de gestão (prioridade, número de filas de espera, regra de esvaziamento, rejeição, ...) executada ao nível de cada fila de espera determinam o tempo passado por um pacote nesse dispositivo, assim como sua eventual rejeição.

O prazo de transferência entre dois pontos da rede é devido:

- à soma dos tempos de travessia das linhas, cabos, fibras ópticas, ligações por satélites, etc. utilizados; esse tempo é em geral fixo, e essencialmente depende do meio de comunicação e da distância percorrida pela informação,

- à soma dos tempos de travessia das filas de espera nos diferentes equipamentos; esse prazo é devido globalmente à carga instantânea encontrada por cada pacote e às políticas de gestão dessas filas de espera.

Por outro lado, uma carga instantânea forte demais provoca uma rejeição do pacote de informações (perda), é esse fenômeno que explica

principalmente a perda dos pacotes.

É visto portanto que o fenômeno de congestão induz uma grande imprevisibilidade nas trocas entre fontes e destinações, impedindo assim qualquer garantia de bom funcionamento para os utilizadores de tais redes.

Problemática de gestão do congestionamento em ambiente de ligações em malha

É definida uma situação de ligação em malha quando, a um momento dado, vários sites fontes independentes emitem tráfego na direção de um mesmo site de destinação, ou ainda que um mesmo site emite tráfego na direção de vários sites de destinação, ou qualquer combinação desses dois casos.

Gestão tradicional de tratamento do congestionamento

As soluções conhecidas da arte anterior para alocar os recursos, e singularmente a banda passante em um ambiente ponto a ponto utilizam ou o mecanismo de prioridade, implementado a cada elemento de rede (roteador), baseado ou na definição de classes de serviço (Diffserv), ou no mecanismo de conformação do tráfego (Traffic shaping) a partir de um site central para uma ou várias destinações. Os critérios de conformação podem ser mais ou menos estáticos e mais ou menos finos em função das implementações.

Essas soluções não levam diretamente em consideração o ligação em malha dos fluxos. Eles são complementados por regras estáticas de engenharia e de dimensionamento. Os resultados em presença de ligação em malha são muito aproximativos e a falta de controle que lhes é inerente não fornece garantia de bom funcionamento.

É também conhecida uma solução que permite levar em consideração as situações de tipo fluxo de ligações em malha, coordenando-se em tempo real as decisões tomadas pelos equipamentos instalados nos

diferentes sites fontes e de destinações. Uma tal solução é descrita no pedido de patente francesa “*Procédé d’Optimisation Dynamique de la Qualité de Service dans un Reseau de Transmission de Données de la demanderesse*” (Processo de Otimização Dinâmica da Qualidade de Serviço em uma Rede de Transmissão de Dados da requerente) N°-FR 2.804.808 depositado pela requerente.

Essa solução permite em especial encontrar uma previsibilidade dos desempenhos. No entanto, ela necessita equipar o conjunto dos sites, o que pode se revelar complexo e/ou custoso especialmente no caso em que um número reduzido de sites centrais (tipicamente sedes internacionais, nacionais ou regionais e centros de dados (data centers)) trocam informações com um grande número de sites distantes utilizadores de dados transmitidos por esses sites centrais (tipicamente agências), cada um desses sites distantes estando em relação com um ou vários sites centrais.

O objetivo da invenção é corrigir os inconvenientes da arte anterior descritos acima.

EXPOSIÇÃO DA INVENÇÃO

A invenção preconiza um processo de controle remoto do congestionamento de fluxos ligados em malha trocados em uma rede de telecomunicação em modo pacote entre um número N de sites centrais C_i munidos de equipamentos ativos de gestão de fluxo e um número M de sites distantes D_m desprovidos de tais equipamentos, os ditos sites centrais trocam entre si informações destinadas especificamente à gestão dos fluxos trocados entre cada um dos sites centrais e cada um dos sites distantes.

O processo de acordo com a invenção compreende as seguintes etapas:

a) - associar dinamicamente cada site distante a um subconjunto de sites centrais em função do tráfego realmente constatado,

- estabelecer uma matriz de tráfego dinâmico que indica, para cada site distante, o grupo de sites centrais que trocam dados com esse site distante durante um período de observação dado,

- trocar entre os diferentes sites centrais de cada grupo informações mínimas sobre o tráfego em tempo real com cada um dos ditos sites distantes,

- definir a partir das informações trocadas na etapa precedente uma imagem local que indica o estado de pré-congestão para o tráfego de cada site distante (14),

10 calcular regras de gestão do tráfego de (respectivamente para) cada site distante em função da imagem definida na etapa precedente.

Preferencialmente, a gestão dos fluxos compreende as etapas prévias seguintes:

- configurar automaticamente os equipamentos ativos dos sites centrais em função desses agrupamentos dinâmicos,

- para cada site distante, coordenar os equipamentos ativos dos sites centrais de maneira a gerir em tempo real o tráfego com destinação ou em proveniência dos mesmos sites centrais para/de esse site distante.

20 De acordo com um modo preferido de execução, o processo de acordo com a invenção compreende as seguintes etapas:

Nesse modo de realização, para cada site distante e para cada sessão de troca de dados de (respectivamente para) esse site distante, o cálculo das regras de gestão do tráfego é executado localmente em cada site central e compreende as seguintes etapas:

- detectar pré-congestões próximas da capacidade máxima de troca de (respectivamente para) esse site,

- repartir os recursos de transmissão entre as diferentes sessões de troca de dados em função dos estados de pré-congestão detectada, da natureza e do número dessas sessões.

Em uma variante preferida de realização, a execução da etapa de estabelecimento de uma matriz de tráfego dinâmico é distribuída entre os equipamentos ativos de gestão de fluxo dos diferentes sites centrais de modo que cada site central C_k :

- 5 - determina uma lista de sites distantes D_m com os quais ele trocou informação durante o período de observação,
- troca periodicamente a dita lista com todos os outros sites centrais,
- constitui uma base $\{M_{im}\}$ de informação que é a matriz no
- 10 conjunto dos sites centrais C_i e dos sites distantes D_m ,
- deduz, para cada site distante n , os sites centrais (C_{kn}) com os quais o site distante trocou informações durante o tempo de observação considerado.

Nessa variante de realização, o estabelecimento de uma matriz

15 de tráfego dinâmico é executada periodicamente durante um primeiro laço de tratamento que tem uma duração adaptada para estabelecer uma matriz de tráfego agregada que leva em consideração a superposição de todos os tipos de tráfegos durante o dito período, as trocas de informações entre os sites centrais e a definição de uma imagem local que indicam o estado de pré-

20 congestão são executadas periodicamente durante um segundo laço de tratamento que tem uma duração curta em relação ao primeiro laço de tratamento, e que é adaptada para estabelecer uma matriz do tráfego em tempo real de maneira a detectar em tempo real os diferentes estados de congestão, e o cálculo das regras de gestão do tráfego é executado

25 periodicamente durante um terceiro laço de tratamento que tem uma duração muito curta em relação aos tempos de execução dos primeiro e segundo laços de tratamento de maneira a regular em tempo real o tráfego em função do tipo e da quantidade de fluxos trocados entre os sites centrais e os sites distantes.

Em uma outra variante de realização, a execução das etapas a)

é gerida por um equipamento de gestão central da seguinte maneira :

- cada equipamento ativo de cada site central efetua uma medição de atividade para o tráfego entre ele próprio e cada site distante, para os dois sentidos de comunicação.

5 - o equipamento de gestão centralizada levanta periodicamente as informações de tráfego em todos os equipamentos ativos de cada site central,

- o equipamento de gestão centralizada deduz daí para cada site distante a lista dos sites centrais com os quais ele troca informações,

10 - o equipamento de gestão centralizada comunica ao equipamento ativo de cada site central as ditas listas.

O processo de acordo com a invenção é especialmente adaptado (mas não exclusivamente) a redes privadas (virtuais ou não), compostas por um grande número M de sites distantes (tipicamente várias centenas e vários milhares) e por um número N mais limitado de sites centrais (tipicamente algumas dezenas) (sedes e data centers): bancos, seguros, redes de aluguel de veículo, grande distribuição, grandes empresas industriais.

15 A invenção também se refere a um dispositivo de controle remoto do congestionamento de fluxos ligados em malhas trocados em uma rede de telecomunicação em modo pacote entre um número N de sites centrais C_i munidos de equipamentos de gestão de fluxo e um número M de sites distantes D_m desprovidos de tais equipamentos, o número N de sites centrais C_i sendo pequeno em relação ao número M de sites distantes D_m .

O dispositivo de acordo com a invenção compreende:

25 - meios para estabelecer uma matriz de tráfego que indica, para cada site distante, o grupo de sites centrais que trocam dados com esse site distante durante um período de observação dado,

- meios para trocar entre os diferentes sites centrais de cada grupo informações mínimas sobre o tráfego em tempo real com cada um dos

ditos sites distantes,

- meios para definir a partir das informações trocadas uma imagem local que indica o estado de congestão ao nível de cada site distante,
 - meios para calcular e aplicar regras de gestão do tráfego de
- 5 (respectivamente para) cada site distante em função da imagem definida.

Os ditos meios para estabelecer uma matriz de tráfego são dispostos ou em cada site central, ou em um equipamento de gestão central.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

10 Outras características e vantagens da invenção se destacarão da descrição que vai se seguir, tomada a título de exemplo não limitativo, em referência às figuras anexas nas quais:

- a figura 1 representa esquematicamente uma estrutura geral de uma rede de telecomunicação,

- a figura 2 representa esquematicamente um modelo de

15 arquitetura de rede no qual é executado o processo de acordo com a invenção,

- a figura 3 representa uma rede de acordo com o modelo da figura 2 que compreende sites centrais e sites distantes que emprega o processo de acordo com a invenção,

- a figura 4 representa esquematicamente fluxos de dados

20 trocados entre dois sites centrais e três sites distantes na rede da figura 3,

- a figura 5 representa as etapas essenciais do processo de acordo com a invenção,

- a figura 6 representa uma matriz de tráfego obtida pelo processo de acordo com a invenção,

25 - a figura 7 ilustra esquematicamente a constituição, de acordo com a invenção, de grupos de sites centrais a partir da matriz de tráfego da figura 6.

- a figura 8 é um esquema em bloco que ilustra as etapas de construção de uma imagem local da atividade de um site distante de acordo

com a invenção,

- a figura 9 é um esquema em bloco que ilustra as etapas de cálculo da banda passante pelos sites centrais de acordo com a invenção,

- a figura 10 ilustra a detecção, de acordo com a invenção, de um ponto de congestão potencial na rede da figura 4,

- a figura 11 ilustra esquematicamente o encadeamento do condicionamento do tráfego visto de um site central de acordo com a invenção.

EXPOSIÇÃO DETALHADA DE MODOS DE 10 REALIZAÇÃO ESPECIAIS

A descrição que se segue se refere a uma aplicação de processo em um contexto representado pela figura 2 que ilustra o caos em que um número pequeno de sites centrais 12 tais como por exemplo sedes internacionais, nacionais ou regionais e centos de dados (data centers) trocam
15 informações com um grande número de sites utilizadores distantes 14 tais como por exemplo agências, cada um desses sites distantes 14 estando em relação com um subconjunto de sites centrais 12.

Nesse tipo de arquitetura, há duas necessidades importantes a serem satisfeitas simultaneamente:

- controlar o desempenho percebido pelos utilizadores dos sites distantes 14, apesar da complexidade gerada pela ligação em malha dos fluxos (comunicações simultâneas de/para vários sites centrais).

- limitar o número de equipamentos ativos encarregados pela gestão de tráfego, de maneira a simplificar e obter um desenvolvimento que
25 tem um custo pequeno.

A figura 3 representa uma rede de interconexão 10, que utiliza o protocolo IP por exemplo, que interconecta um conjunto de dois sites centrais (C_i) 12 com um conjunto de três sites distantes (D_m) 14. A ou as tecnologias empregadas no seio dessa rede de interconexão são quaisquer por

exemplo: MPLS, Frame Relay, ATM, ADSL...

5 Cada site central 12 compreende tipicamente um ou vários servidores aplicativos 16 e uma ou várias bases de dados 18 comuns a vários utilizadores. Os sites centrais 12 podem também compreender postos de trabalho utilizadores 19. Todos esses elementos são conectados a um concentrador ou comutador de rede local 20. Um equipamento de acesso à rede de interconexão 22, chamado geralmente CPE (para Customer Premises Equipment) assegura a interface entre a rede 10 e os sites centrais 12.

10 Cada um dos sites centrais 12 é munido de um equipamento ativo 30 destinado a controlar à distância os sites distantes 14.

15 Cada site distante 14 compreende tipicamente postos de trabalho utilizador 19, mas eventualmente também um ou vários servidores aplicativos 16, e uma ou várias bases de dado 18 para os utilizadores do site. Todos esses elementos são tipicamente conectados a um concentrador ou comutador de rede local 20. Um equipamento de acesso à rede de interconexão (CPE) 22 assegura a interface entre a rede 10 e o site distante 14.

O tráfego entre sites

20 Para a execução do processo de acordo com a invenção, supõe-se que o principal tráfego via a rede 10 é constituído por trocas unidireccionais ou bidireccionais entre os sites centrais 12 e os sites distantes 14. Esses últimos sendo considerados desprovidos de equipamentos ativos.

O tráfego na rede 10 é ilustrado esquematicamente pelas flechas 32 da figura 4.

25 Em especial:

- um site distante 14 pode traçar um fluxo simultaneamente com vários sites centrais 12,
- um site central 12 pode trocar um fluxo simultaneamente com vários sites distantes 14,

- os sites centrais 12 podem trocar um fluxo simultaneamente entre si,

- os sites distantes 14 não trocam um fluxo entre si.

5 É considerado também que o tráfego entre os diferentes sites centrais 12 e os sites distantes 14 é dinâmico, quer dizer que ele muda rapidamente ao mesmo tempo no espaço (mudança dos sites que trocam entre si), no volume (mudança da quantidade de informação a trocar) e em sua natureza (mudança do tipo de informações que são trocadas).

O sistema de controle

10 Cada equipamento ativo 30 é instalado de maneira a:

- ter conhecimento do tráfego entre o site central 12 no qual ele está instalado e os sites distantes 14;

- ter conhecimento do eventual tráfego de/para os outros sites centrais 12;

15 - poder se comunicar com os outros equipamentos ativos, por exemplo mas não necessariamente através da rede 10;

- poder interceptar o tráfego utilizador do site central 12 de maneira a reorganizá-lo em caso de necessidade.

20 Esses equipamentos ativos 30 são tipicamente constituídos por:

- uma unidade central e pela memória morta e viva necessária para a execução do software;

- interfaces de redes para capturar o reinjetar o tráfego utilizador;

25 - interfaces de redes para se comunicar entre si (essas últimas podem ser as mesmas interfaces que as interfaces de captura e de reinjeção do tráfego utilizador);

- um software integrado que permite se comunicar, executar algoritmos de cálculo, tomar decisões e aplicá-las.

Em uma primeira variante de realização, os equipamentos ativos agem entre si sem recorrer a um dispositivo central.

Em uma segunda variante de realização, os equipamentos ativos interagem com um software central conectado em um ponto qualquer da rede 10 e com o qual eles podem trocar informações.

Princípios do controle à distância dos fluxos ligados em malha

Em um modo preferido de realização, o processo de acordo com a invenção compreende as etapas seguintes:

- associar dinamicamente cada site distante 14 a um subconjunto dos sites centrais 12 em função do tráfego realmente constatado,
- configurar automaticamente os equipamentos ativos 30 dos sites centrais 12 em função desses agrupamentos dinâmicos,
- coordenar os equipamentos ativos dos sites centrais 12 de maneira a gerir em tempo real o tráfego com destinação ou em proveniência dos mesmos sites distantes 14.

O controle à distância dos fluxos ligados em malha é em seguida efetuado pelo conjunto dos equipamentos ativos que colaboram em tempo real.

A figura 5 ilustra as etapas de um exemplo especial de execução do processo de acordo com a invenção.

Essas etapas consistem em:

- determinar a matriz do tráfego entre os sites centrais 12 e os sites distantes 14 a médio/longo prazo (etapa 50),
- estabelecer (etapa 52) Grupos de Coordenação Distantes 40 (ver as figuras 3 e 4) (RCG: Remote Coordination Group) que compreendem a identidade do site distante 14 que deve ser controlado a partir dos sites centrais 12, a lista dos sites centrais 12 que têm regularmente tráfego com esse site distante 14 e que devem portanto se coordenar para garantir a melhor alocação dos recursos,

- trocar informações sobre o tráfego em tempo real entre os equipamentos ativos 30 dos sites centrais 12 de um mesmo grupo 40 (etapa 54),

5 - constituir em cada equipamento ativo 30 a imagem local do tráfego de cada site distante 14 (etapa 56),

- determinar as regras de gestão do tráfego pelos equipamentos ativos 30 dos sites centrais 12 (etapa 58),

- condicionar o tráfego que entra e que sai pelos equipamentos ativos 30 dos sites centrais 12 (etapa 60).

10 As etapas descritas acima são executadas em três laços, um primeiro laço 62 de gestão de médio/longo prazo, um segundo laço 64 de gestão de curto prazo e um terceiro laço 66 de controle de muito curto prazo. É a associação desses três processos em laço fechado, combinados com o comportamento da rede e das aplicações, que assegura o bom funcionamento do conjunto e permite o controle dos tráfegos de ligações em malha.

15 Determinação da matriz de tráfego de médio/longo prazo (etapa 50)

Essa etapa 50 consiste em determinar, para cada site distante 14, os sites centrais 12 com os quais o dito site distante 14 troca dados.

20 Trata-se essencialmente de observar o tráfego em proveniência e com destinação de cada site distante 14 e classificá-lo em função do ou dos sites centrais 12.

25 Será notado que na maior parte das situações reais, essa observação pode ser realizada em um período de tempo bastante longo (por exemplo um dia, ou uma semana). De fato, procura-se a matriz de tráfego agregada, quer dizer a matriz que reflete a superposição de todos os tráfegos no período considerado.

A determinação dessa matriz de tráfego pode ser realizada de maneira centralizada ou de maneira descentralizada.

Na variante centralizada:

- Cada equipamento ativo 30 de cada site 12 efetua uma medição de atividade para o tráfego entre ele próprio e cada site distante 14, para os dois sentidos de comunicação.

5 - um equipamento de gestão centralizada levanta periodicamente as informações de tráfego nos equipamentos ativos de cada site central 12,

10 - esse equipamento de gestão centralizada deduz daí para cada site distante 14 a lista dos sites centrais 12 com os quais ele troca informações,

- o equipamento de gestão centralizada comunica ao equipamento ativo 30 de cada site central 12 as ditas listas.

15 Depois de classificação e agregação, o equipamento de gestão central é então capaz de determinar a matriz de tráfego que se refere a cada site distante 14. Essa matriz indica a lista dos sites centrais 12 com os quais o site distante 14 trocou informações durante o período considerado.

20 A variante centralizada é bem adaptada aos casos em que a matriz de tráfego é estável, quer dizer que varia pouco no tempo, o que é o caso mais geral na medida em que os sites centrais 12 são com frequência bem identificados e sofrem poucas modificações.

Na variante descentralizada, são os sites centrais C_i 12 que efetuam os tratamentos descritos acima:

Cada equipamento ativo 30 de site central C_i 12

25 - determina a lista dos m (m sendo um número inteiro) sites distantes D_m 14 com os quais ele trocou informação no período de observação considerado para os dois sentidos de comunicação,

- troca periodicamente essa lista de sites com todos os outros equipamentos ativos 30 de sites centrais 12, e

- constitui uma base de informação que é a matriz no conjunto

dos n sites centrais 12 e dos M sites distantes 14: $\{M_{NM}\}$.

- deduz, para cada site distante n entre os M sites, os sites centrais k em questão (M_{kn}).

5 A variante descentralizada apresenta a vantagem de um mecanismo totalmente distribuído, que não necessita de função central, mas necessita entretanto dos fluxos suplementares de sinalização entre os sites centrais 12.

10 No caso provável de uma evolução lenta das correspondências entre sites centrais C_i e sites distantes D_m , o período T_1 de emissão desses fluxos pode ser mantido a um nível muito baixo (por exemplo, uma troca de informações todas as horas entre os sites centrais 12, o que não apresentará uma carga suplementar significativa na rede 10).

A figura 6 ilustra um exemplo de matriz de tráfego obtida pelo processo de acordo com a invenção.

15 Essa matriz compreende uma linha que contém todos os sites distantes 14 e uma coluna que contém todos os sites centrais 12. As interseções de cada linha e de cada coluna contêm um “1” se os ditos sites trocam dados e um “0” se eles não trocam dados.

20 Constituição dos Grupos de Coordenação Distante 40 (etapa 52)

Um Grupo de Coordenação Distante RCG 40 (para Remote Coordination Group) é composto:

25 - pela identidade do site distante 14 que deve ser controlado a partir dos sites centrais 12,
- pela lista dos sites centrais 12 que têm regularmente tráfego com esses site distante 14, e que devem portanto se coordenar para garantir a melhor alocação dos recursos.

A figura 7 ilustra esquematicamente a constituição de uma matriz de tráfego de médio prazo assim como os RCG 40 correspondentes.

Será notado que os RCG 40 podem ser diretamente deduzidos da matriz de tráfego pelos equipamentos ativos (cf. figura 6). Eles evoluem na velocidade dessa matriz (médio/longo prazo), e sua constituição não cria portanto carga significativa de tratamento interno ao sistema.

5 Também será notado que o tráfego entre sites centrais 12 não entra em linha de consideração a esse estágio, pois supõe-se aqui que ele é tratado pelos mecanismos “clássicos” de controle do tráfego entre sites centrais.

10 Troca das informações sobre o tráfego em tempo real entre os equipamentos ativos dos sites centrais 12 (etapa 54)

Essa etapa é realizada por cada um dos equipamentos ativos dos sites centrais 12, para cada RCG 40 ao qual eles pertencem.

15 Ela leva em consideração os aspectos tempo real do tráfego que se refere à matriz de tráfego instantânea, a natureza desse tráfego e o número de utilizadores ativos.

Uma restrição dessa etapa é a de encontrar o melhor equilíbrio possível entre as duas restrições seguintes:

20 - trocar fluxos tão rapidamente quanto for necessário para, por um lado, ser capaz de detectar os diferentes estados de congestão, e por outro lado, regular os fluxos em função de sua natureza e de sua importância;

- trocar o mínimo de informação possível para limitar a carga de rede e assim garantir a evolução (aumento) do tamanho do sistema e permitir atingir desenvolvimentos muito grandes.

25 Na sequência da descrição, o tráfego será categorizado em “Classes” que são definidas em função da natureza e da importância, notadamente econômica, das aplicações. Essa classificação depende evidentemente da atividade e das aplicações de cada organização. Por exemplo:

- Classe 1: tráfego voz – crítico,

- Classe 2: tráfego vídeo – mediamente crítico,
- Classe 3: tráfego transacional crítico,
- Classe 4: tráfego transacional não crítico,
- Classe 5: tráfego Internet – mediamente crítico,
- Classe 6; transferência de arquivo – pouco crítico.

5

Define-se uma “Sessão” como a associação de um posto utilizador e de um servidor (ou de um outro posto utilizados, ou entre dois servidores ...) através da rede 10, e que trocam informações para executar uma aplicação dada (conversa telefônica, transferência de dados, acesso a um site Web ...). A locação e/ou a identidade do posto de trabalho e/ou do servidor e/ou da aplicação permite fazer a sessão corresponder com sua Classe. Também será notado que pode haver numerosas sessões diferentes entre dois mesmos sites. Por outro lado, um mesmo posto utilizador pode estar implicado simultaneamente em várias sessões.

10

15

Natureza das trocas

Seja o grupo de coordenação distante RCG_m relativo ao site distante m . As trocas visam pelo menos dois objetivos: a detecção das congestões e a regulação fina dos fluxos.

• Detecção das congestões:

20

Cada equipamento ativo de site central C_i membro desse grupo RCG_m emite periodicamente na direção dos outros equipamentos ativos nos sites centrais do grupo pelo menos as seguintes informações:

- TC_iD_m : vazão emitida pelo site central i para o site distante m (bit/s),

25

- TD_mC_i : vazão recebida pelo site central i do site distante m (bit/s).

• Regulação fina dos fluxos:

Cada equipamento ativo de site central C_i membro do grupo emite também na direção dos outros equipamentos ativos nos sites centrais do

grupo as seguintes informações:

- $S_k C_i D_m$: número de sessões ativas da classe K do site central i para o site distante m,

- $S_k D_m C_i$: número de sessões ativas da classe K do site distante m para o site central i.

O período T_3 de emissão dessas informações deve ser relativamente curto, pois ele deve permitir acompanhar as evoluções do tráfego em tempo real. Nas redes atuais, é possível considerar que um período de cerca de um a alguns segundos é conveniente.

10 Quantificação das trocas

Suponha-se um site distante D_m tal que, a um instante dado:

- ele seja ativo de/para C sites centrais C_i simultaneamente (os membros do RCG_m);

- as sessões sejam bidirecionais de/para cada um dos sites centrais C_i ;

- ele tenha K_i classes de tráfego ativas de/para cada um dos sites centrais C_i ;

- cada informação TCD e TDC tenha um comprimento L_t octetos;

- cada informação SCD e SDC tenha um comprimento L_s octetos.

Para o controle do RCG_m , cada equipamento ativo de site central C_i implicado vai ter que gerar com um período T_3 uma mensagem (ou um conjunto de mensagens) para cada um dos (C-1) outros sites centrais, cujo comprimento total é:

Vazão para cada sentido + número de sessões ativas para cada classe e para cada sentido = $2 * (L_t + K_i * L_s)$.

No total, o site central C_i emite portanto $[1/T_3 * (C-1) * 2 * (L_t + K_i * L_s) * 8]$ bits/segundo de mensagens que concernem o site distante D_m .

Exemplo de aplicação numérica:

$T_3 = 1$ segundo

$C = 4$ sites centrais membros do RCG

$K_i = 4$ classes de tráfego ativas entre D_m e C_i .

5 $L_t = 2$ octetos

$L_s = 2$ octetos

Vazão total das mensagens provenientes de $C_i = 1 * 3 * 2 * (2 + 4 * 2) * 8 = 480$ bit/s.

10 É notado que esse valor é especialmente modesto em relação às vazões usualmente disponíveis nos sites centrais (atualmente vários Mbit/s a vários Gbit/s).

Constituição das imagens do tráfego (etapa 56)

Imagem local da atividade local

15 Cada equipamento ativo 30 de site central 12 constitui uma imagem de sua atividade própria para os fluxos de dados de/para todos os sites distantes 14 e todos os outros sites centrais 12.

Essa etapa não necessita de nenhuma troca de informação com outros equipamentos.

20 Seja um site central C_i , esse site vai construir a imagem IL_i de sua atividade local que é constituída pelo menos por:

- Teg_i : Vazão total que vai da rede de interconexão 10 para o site central C_i ,
- Tig_i : Vazão total que provém do site central C_i para a rede de interconexão 10,
- 25 • $Seg_{k,i}$: Número total de sessões ativas para cada classe k de tráfego e que vai da rede de interconexão 10 para o site C_i ,
- $Sig_{k,i}$: Número total de sessões ativas para cada classe k de tráfego e que provém do site C_i para a rede de interconexão 10.

Numerando-se as classes de tráfego K de 1 a K_{max} , tem-se:

$$IL_i = \{Teg_i; Tig_i, Seg_{1,i}; Seg_{2,i}; \dots Seg_{K_{max},i}; Sig_{1,i}; Sig_{2,i}; Sig_{K_{max},i}\}$$

Imagem local da atividade distante

Nessa etapa, cada equipamento ativo 30 de site central 12 vai reconstituir uma imagem da atividade global de cada site distante 14 para o qual ele é membro do RCG 40. Essa imagem leva em consideração a
 5 atividade dos fluxos de dados do site distante 14 de/para todos os sites centrais 12.

É importante notar que nessa etapa, não há troca com os outros membros do RCG 40 e que são utilizadas as informações regularmente trocadas na etapa 54.

10 Seja o site central C_i , que pertence ao RCG_m do site distante D_m . O site C_i vai construir a imagem ID_{im} da atividade do site distante D_m que é constituída pelo menos por:

- Teg_m : Vazão total que vai da rede de interconexão 10 para o site distante D_m ,
- 15 • Tig_m : Vazão que vem do site distante D_m para a rede de interconexão,
- $Seg_{k,m}$: Número de sessões ativas para cada classe k de tráfego e que vai da rede de interconexão 10 para o site D_m ,
- $Sig_{k,m}$: Número de sessões ativas para cada classe k de tráfego e que vem do site D_m para a rede de interconexão 10.

20

Numerando-se as classes de tráfego K de 1 a K_{max} , tem-se:

$$ID_{im} = \{Teg_m; Tig_m, Seg_{1,m}; Seg_{2,m}; \dots Seg_{K_{max},m}; Sig_{1,m}; Sig_{2,m}; Sig_{K_{max},m}\}$$

As diferentes imagens ID_m da atividade do site distante D_m constituídas localmente em cada site central C_i membro do grupo RCG_m devem ser tão idênticas quanto possível.

25 Construção da imagem local da atividade distante

A imagem ID_{im} construída pelo equipamento ativo 30 do site central C_i e que representa a atividade do site distante D_m é elaborada a partir

das duas operações seguintes:

- consolidação,
- filtragem.

A figura 8 ilustra esquematicamente o encadeamento das operações que permitem obter a imagem local da atividade distante.

Esse encadeamento compreende as operações seguintes:

- filtragem das variáveis provenientes dos outros sites centrais 12 de um grupo RCG 40 (etapa 70). Essa etapa é opcional.
- consolidação das variáveis (vazões e números de sessões por 10 classe de tráfego (etapa 72).
- constituição da imagem ID da atividade do site distante 14 (etapa 74).
- filtragem dos constituintes da imagem ID (etapa 76). Essa etapa é também opcional.
- constituição da imagem filtrada IDF da atividade do site 15 distante 14 (etapa 78).

Consolidação de ID_{im} :

- Teg_m = soma das vazões que vão para D_m e que são medidas pelos membros $RCG_m = \sum TC_j D_m$ para qualquer C_j do RCG_m inclusive o 20 próprio site central C_i ,
- Tig_m = soma das vazões que vem de D_m e que são medidas pelos membros $RCG_m = \sum TD_m C_j$ para qualquer C_j do RCG_m inclusive o próprio site central C_i ,
- $Seg_{k,m}$ = soma das sessões ativas para cada classe K de 25 tráfego e que vão para D_m , medidas pelos membros $RCG_m = \sum S_k C_j D_m$ para qualquer C_j do RCG_m inclusive o próprio site central C_i ,
- $Sig_{k,m}$ = soma das sessões ativas para cada classe K de tráfego e que vem de D_m , medidas pelos membros $RCG_m = \sum S_k D_m C_j$ para qualquer C_j do RCG_m inclusive o próprio site central C_i .

Filtragem de ID_{im} :

De maneira a absorver as irregularidades e assincronismos ligados aos períodos de medição e aos prazos de transmissão das informações, pode ser necessário realizar uma filtragem de tipo “passa-baixas” nas diferentes variáveis.

Diferentes métodos de filtragem podem ser utilizados. Por exemplo a média exponencial que permite uma filtragem rápida em cálculo é pouco custosa em memória, e que definida pela fórmula:

$$VF_n = [(Q-1)*VF_{n-1} + V_n] * 1/Q,$$

com as convenções de notação seguintes:

VF_n = variável V filtrada no instante n

VF_{n-1} = variável V filtrada no instante n-1

V_n = variável V antes de filtragem no instante n

Q = coeficiente de filtragem.

Será notada agora IDF_{im} a imagem filtrada da atividade do site distante D_m tal como reconstituída pelo site central C_i . Para não sobrecarregar as notações, não serão modificados os índices dos diferentes constituintes de IDF_{im} .

Será notado que essa filtragem pode ser realizada também em cada variável recebida dos outros sites centrais 12, previamente ao cálculo da imagem ID_{im} .

Precisão procurada

Os prazos de transmissão das informações trocadas na etapa 54 e outras fontes de incertezas (arredondados, etc.) vão ser a causa de ligeiras diferenças entre as diferentes imagens IDF_{im} da atividade do site D_m constituídas pelos diferentes membros C_i do RCG_{im} .

É no entanto necessário assegurar que essas diferenças sejam as menores possíveis. Na prática, uma diferença relativa de alguns por centos levará a bons resultados.

Há portanto razão de procurar o bom compromisso que liga a variabilidade do tráfego, o período de emissão das informações no seio do RCG 40 e os coeficientes de filtragem.

Cálculo das regras da banda passante pelos sites centrais (etapa

5 58)

Nessa etapa, cada site central calcula suas regras de gestão de tráfego a partir de sua imagem filtrada IDF da atividade global dos sites distantes para os quais ele é membro do RCG, e da imagem IL de sua atividade local.

10 Será notado que nessa etapa, não há troca com os outros membros do RCG. São utilizadas unicamente as imagens IL e IDF construídas a partir das informações regularmente trocadas na etapa 54.

Essa etapa é composta por duas operações principais:

- Detecção das pré-congestões
- 15 - Alocação dos recursos

A figura 9 ilustra esquematicamente o encadeamento das operações que permitem obter o cálculo das regras de alocação da banda passante.

Esse encadeamento compreende as seguintes operações:

- 20 - medição do tráfego no ponto potencial de congestão (etapa 80).
- detecção do estado de pré-congestão (etapa 82).

25 Se uma pré-congestão é detectada, decidir (etapa 84) que recursos em banda passante devem ser atribuídos ao ponto potencial de pré-congestão, e gerar regras de gestão de tráfego (etapa 86).

Se nenhuma pré-congestão é detectada, decidir (etapa 88) que não é necessário alocar recursos em banda passante ao ponto potencial de pré-congestão, e suprimir todas as regras de gestão de tráfego (etapa 90).

Detecção dos estados de pré-congestão

O congestionamento do site D_m é definida como um estado no qual a vazão (na entrada e/ou na saída) é igual ou muito próxima da capacidade máxima permitida pela rede de interconexão 10, o que introduz uma má qualidade de serviço.

5 O processo de acordo com a invenção permite antecipar esses estados de congestão.

Para um site dado, as diferentes congestões são modeladas levando-se as mesmas para as três situações seguintes na rede de interconexão:

- 10
- o acesso rede para o site;
 - o acesso site para rede;
 - a capacidade da rede em trânsito entre o site e cada um dos outros sites.

15 Para impedir as congestões de rede, é preciso portanto detectar os estados de pré-congestão para os quais a vazão se aproxima da capacidade máxima, mas sem ter ainda atingido o estado de congestão.

A operação de detecção da pré-congestão efetuada pelo site C_i consiste em determinar se há uma pré-congestão e se for o caso, determinar seu tipo entre os três precedentes.

20 Vários princípios de detecção do congestionamento podem ser utilizados sem sair do âmbito da invenção. Em especial, a detecção pode ser realizada a partir da medição da vazão efetiva ou a partir da medição da qualidade tal como descrito na patente $N^\circ 2,804,808$ da requerente. Esses princípios podem por outro lado ser combinados.

25 O princípio de detecção por medição das vazões vai agora ser descrito a título de exemplo.

A capacidade efetiva da rede nos diferentes acessos (site central, site distante, entre sites) para cada sentido de comunicação é suposta ser previamente conhecida por meios exteriores (declaração estática,

aprendizagem, etc.).

Sejam as seguintes capacidades:

- BW_{eg} , que representa a capacidade do acesso ao site considerado no sentido rede para o site,

5 - BW_{ig} , que representa a capacidade do acesso ao site considerado no sentido site para a rede,

- $BW_{r,s}$, que representa a capacidade de transferência do site r para o site s .

10 Sejam as margens relativas de segurança seguintes, compreendidas no intervalo [0 %, 100 %]:

M_{eg} = margem de segurança relativa para prevenir o congestionamento do acesso rede para site

M_{ig} = margem de segurança relativa para prevenir o congestionamento do acesso site para rede

15 $M_{r,s}$ = margem de segurança relativa para prevenir o congestionamento do site r para o site s .

Sejam os estados de pré-congestão seguintes (binários, = VERDADEIRO se o estado de pré-congestão é detectado, FALSO no caso contrário):

20 PC_{eg} = pré-congestão do acesso ao site considerado no sentido rede para site

PC_{ig} = pré-congestão do acesso ao site considerado no sentido site para rede

$PC_{r,s}$ = pré-congestão da rede de trânsito do site r para o site s .

25 Para determinar os diferentes estados de pré-congestão, o equipamento ativo 30 do sistema de controle do site C_i efetua os cálculos seguintes:

Cálculo dos estados de pré-congestão do site central C_i :

Se $(Teg_i) \leq BW_{eg,i} * (1 - M_{eg})$, Então

$PC_{eg,i} = \text{FALSO}$; Senão $PC_{eg,i} = \text{VERDADEIRO}$

Se $(Tig_i) \leq BW_{ig,i} * (1 - M_{ig})$, Então

$PC_{ig,i} = \text{FALSO}$; Senão $PC_{ig,i} = \text{VERDADEIRO}$

Cálculo dos estados de pré-congestão do site distante D_m :

5 Se $(Teg_m) \leq BW_{eg,m} * (1 - M_{eg})$, Então

$PC_{eg,m} = \text{FALSO}$; Senão $PC_{eg,m} = \text{VERDADEIRO}$

Se $(Tig_m) \leq BW_{ig,m} * (1 - M_{ig})$, Então

$PC_{ig,m} = \text{FALSO}$; Senão $PC_{ig,m} = \text{VERDADEIRO}$

Cálculo dos estados de pré-congestão entre o site central C_i e o

10 site distante D_m :

Se $(TC_i D_m) \leq BW_{i,m} * (1 - M_{i,m})$, Então $PC_{i,m} = \text{FALSO}$;

Senão $PC_{i,m} = \text{VERDADEIRO}$

Se $(TD_m C_i) \leq BW_{m,i} * (1 - M_{m,i})$, Então $PC_{m,i} = \text{FALSO}$;

Senão $PC_{m,i} = \text{VERDADEIRO}$.

15 A figura 10 ilustra esquematicamente os pontos de congestão potencial detectados.

Decisão de alocar os recursos

A alocação dos recursos consiste em determinar a melhor maneira de regular cada uma das sessões entre os diferente sites em função
20 dos diferentes estados de pré-congestão e da natureza e do número dessas sessões.

O tráfego que se refere a cada site central 12 tendo vários lugares potenciais de pré-congestão, pode então haver aí vários mecanismos de alocação dos recursos que se sobrepõem para esse site.

25 - Determinação da necessidade de alocar os recursos

Nos casos em que não há pré-congestão, não é necessário alocar os recursos pois a demanda de tráfego é inferior à capacidade da rede.

Para saber se há motivo para alocar os recursos Pás diferentes sessões dos utilizadores o equipamento ativo 30 do sistema de controle do site

C_i efetua os seguintes cálculos:

- Determinação da necessidade de alocar os recursos para o acesso ao site central C_i :

5 Se ($PC_{eg,i} = \text{FALSO}$), então não há regulação dos fluxos que entram em C_i ; senão é preciso regular.

Se ($PC_{ig,i} = \text{FALSO}$), então não há regulação dos fluxos que saem de C_i ; senão é preciso regular.

- Determinação da necessidade de alocar os recursos para o acesso ao site distante D_m :

10 Se ($PC_{eg,m} = \text{FALSO}$), então não há regulação dos fluxos que entram em D_m ; senão é preciso regular.

Se ($PC_{ig,m} = \text{FALSO}$), então não há regulação dos fluxos que saem de D_m ; senão é preciso regular.

15 - Determinação da necessidade de alocar os recursos para o entre o site central C_i e o site distante D_m :

Se ($PC_{i,m} = \text{FALSO}$), então na há regulação dos fluxos que vão de C_i a D_m ; senão é preciso regular.

Se ($PC_{m,i} = \text{FALSO}$), então na há regulação dos fluxos que vão de D_m a C_i ; senão é preciso regular.

20 Alocação da banda passante

O princípio de alocação do recurso sendo nesse estágio idêntico para os seis diferentes pontos de congestão potencial descritos precedentemente, só um será descrito utilizando-se para isso os índices gerais x e y tais que:

25 $X, y = ig, eg, i$ (site central) ou m (site distante).

Quando $PC_{x,y} = \text{VERDADEIRO}$, há um estado de pré-congestão e portanto é necessário regular os fluxos e alocar a banda passante. Essa banda passante disponível tem um valor $BW_{x,y}$ e a margem relativa de segurança aplicável é M_z . O número de sessões ativas para a classe K é $S_{k;x,y}$.

Diferentes políticas de alocação da banda passante são possíveis. A título de exemplo um dispositivo de alocação por prioridade relativa atribuirá a cada sessão uma parte BW_s da banda passante $BW_{x,y}$ disponível (menos a margem) proporcionalmente a um peso P_k atribuído da classe k e à atividade global no ponto de congestão, por exemplo com a fórmula:

$$BW_s = BW_{x,y} * (1 - M_z) * P_k * 1/\Sigma(P_k * S_{k;x,y})$$

Em função da política de alocação de banda passante escolhida, cada equipamento ativo 30 de site central gera as regras de gestão (por sessão, por grupo de sessão, ...) que correspondem a cada ponto de congestão potencial.

De acordo com uma característica fundamental da invenção:

- a detecção dos estados de pré-congestão nos sites distantes 14 que não dispõem de equipamento ativo utiliza uma imagem do tráfego desse site que é reconstituída de modo idêntico para cada equipamento ativo 30 de site central 12;

- a alocação da banda passante que se refere a esses sites distantes 14 é calculada por cada equipamento ativo 30 de site central 12 partindo-se da imagem da totalidade do tráfego, embora somente uma parte desse tráfego seja proveniente ou em proveniência desse site central 12.

Isso permite a realização do laço de contra-reação que compreende as operações seguintes: alocação de banda passante, medição do tráfego, detecção de pré-congestão e alocação de banda passante.

Etapa 6 – Condicionamento do tráfego que entra e que sai pelos sites centrais

Essa etapa consiste, para cada equipamento ativo 30 de site central 12, em aplicar a alocação da banda passante como calculada na etapa precedente, para o tráfego efetivo pelo qual ele está encarregado, quer dizer em proveniência ou com destinação desse site central 12.

O mecanismo de condicionamento deve ter pelo menos as características seguintes:

- ser capaz de regular os fluxos provenientes do site central 12 e também os fluxos provenientes dos sites distantes 14;

5 - poder funcionar nos diferentes níveis de alocação da banda passante (acesso local, site distante 14, site central 12 a site distante 14).

Diferentes mecanismos podem ser considerados para condicionar o tráfego. Entre esses últimos, podem ser citados o mecanismo chamado “TCP rate control” utilizável se os fluxos de dados são trocados pelo
10 protocolo TCP/IP, a gestão de fila de espera, por exemplo “Class based queuing”. Esse último mecanismo funciona para qualquer tipo de fluxo no sentido site Central 12 para site Distante 14, e para os fluxos de tipo TCP/IP no sentido site Distante 14 para site central 12.

A fineza desses diferentes mecanismos é também variável.

15 Preferencialmente, o processo de acordo com a invenção utiliza uma solução de condicionamento do tráfego que permite regular ao nível da sessão unitária.

A figura 11 ilustra o encadeamento do mecanismo de condicionamento do tráfego visto de um site central 12.

20 Para um tráfego central C_i na direção da rede 10, esse encadeamento compreende as operações seguintes:

- condicionamento do tráfego de cada site distante D_m ; D_n ; ... para o site central C_i (etapa 106).

25 - condicionamento do tráfego de cada site distante D_m ; D_n ; ... para a rede (etapa 108).

- condicionamento da rede para o site central C_i (etapa 110).

O método e o dispositivo proposto permitem a alocação da banda passante a partir de um pequeno número de sites centrais 12 munidos de equipamentos ativos centrais 30, ao mesmo tempo em que geram sites

distantes 14 (potencialmente em grande número), e especialmente em caso de fluxos de ligação em malhas.

A invenção permite evitar a necessidade de instalar um equipamento ativo 30 em cada site distante 14.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de controle remoto do congestionamento de fluxos ligados em malha trocados em uma rede de telecomunicação em modo pacote entre um número N de sites centrais C_i (12) munidos de equipamentos ativos de gestão de fluxo e um número M de sites distantes D_m (14) desprovidos de tais equipamentos, os ditos sites centrais (12) trocam entre si informações destinadas especificamente à gestão dos fluxos trocados entre cada um dos sites centrais (12) e cada um dos sites distantes (14), caracterizado pelo fato de que ele compreende as seguintes etapas:

- associar dinamicamente cada site distante (14) a um subconjunto de sites centrais (12) em função do tráfego realmente constatado,
- estabelecer uma matriz de tráfego dinâmico que indica, para cada site distante (14), o grupo de sites centrais (12) que trocam dados com esse site distante (14) durante um período de observação dado,

- trocar entre os diferentes sites centrais (12) de cada grupo informações mínimas sobre o tráfego em tempo real com cada um dos ditos sites distantes (14),

- definir a partir das informações trocadas na etapa precedente uma imagem local que indica o estado de pré-congestão para o tráfego de cada site distante (14),

calcular regras de gestão do tráfego de (respectivamente para) cada site distante (14) em função da imagem definida na etapa precedente.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a gestão dos fluxos compreende as etapas prévias seguintes:

- configurar automaticamente os equipamentos ativos e gestão de fluxo (30) dos sites centrais (12) em função desses agrupamentos dinâmicos,

- para cada site distante (14), coordenar os equipamentos ativos (30) de maneira a gerir em tempo real o tráfego com destinação ou em

proveniência dos mesmos sites centrais para/de esse site distante (14).

3. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que para cada site distante (14) e para cada sessão de troca de dados de (respectivamente para) esse site distante (14), o cálculo das regras de gestão do tráfego é executado localmente em cada site central (12) e
5 compreende as seguintes etapas:

- detectar pré-congestões próximas da capacidade máxima de troca de (respectivamente para) esse site,
- repartir os recursos de transmissão entre as diferentes sessões
10 em função dos estados de pré-congestão detectada, da natureza e do número dessas sessões.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a execução do estabelecimento de uma matriz de tráfego dinâmico é distribuída entre os equipamentos ativos de gestão de fluxo (30)
15 dos diferentes sites centrais (12) de modo que cada site central C_k :

- determina uma lista de sites distantes D_m com os quais ele trocou informação durante o período de observação,
- troca periodicamente a dita lista com todos os outros sites centrais C_i (12),
20
- constitui uma base $\{M_{im}\}$ de informação que é a matriz no conjunto dos sites centrais C_i (12) e dos sites distantes D_m (14),
- deduz, para cada site distante n (14), os sites centrais (C_{kn}) (12) com os quais o dito site distante n trocou informações durante o tempo de observação considerado.

25 5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estabelecimento da matriz de tráfego dinâmico é executada periodicamente durante um primeiro laço de tratamento que tem uma duração adaptada para estabelecer uma matriz de tráfego agregada que leva em consideração a superposição de todos os tipos de tráfegos durante o dito

período.

6. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as trocas de informações entre os sites centrais (12) e a definição de uma imagem local que indicam o estado de pré-congestão são executadas periodicamente durante um segundo laço de tratamento que tem uma duração adaptada para estabelecer uma matriz do tráfego em tempo real de maneira a detectar em tempo real os diferentes estados de congestão.

7. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o cálculo das regras de gestão do tráfego é executado periodicamente durante um terceiro laço de tratamento que tem uma duração muito curta em relação aos tempos de execução dos primeiro e segundo laços de tratamento de maneira a regular em tempo real o tráfego em função do tipo e da quantidade de fluxos trocados entre os sites centrais (12) e os sites distantes (14).

8. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estabelecimento de uma matriz de tráfego dinâmica é gerida por um equipamento de gestão central da seguinte maneira :

- cada equipamento ativo (30) de cada site central (12) efetua uma medição de atividade para o tráfego entre ele próprio e cada site distante (14), para os dois sentidos de comunicação.

- o equipamento de gestão centralizada levanta periodicamente as informações de tráfego nos equipamentos ativos (30) de cada site central (12),

- o equipamento de gestão centralizada deduz daí para cada site distante (14) a lista dos sites centrais (12) com os quais ele troca informações,

- o equipamento de gestão centralizada comunica ao equipamento ativo (30) de cada site central (12) as ditas listas.

9. Processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 8,

caracterizado pelo fato de que o número N de sites centrais C_i (12) é inferior ao número M de sites distantes D_m (14).

10. Dispositivo de controle remoto do congestionamento de fluxos ligados em malha trocados em uma rede de telecomunicação em modo
5 pacote entre um número N de sites centrais C_i (12) munidos de equipamentos ativos de gestão de fluxo (30) e um número M de sites distantes D_m (14) que não compreendem tais equipamentos, dispositivo caracterizado pelo fato de que ele compreende:

10 - meios para estabelecer uma matriz de tráfego que indica, para cada site distante (14), o grupo de sites centrais (12) que trocam dados com esse site distante (14) durante um período de observação dado,

- meios para trocar entre os diferentes sites centrais (12) de cada grupo informações mínimas sobre o tráfego em tempo real com cada um dos ditos sites distantes (14),

15 - meios para definir a partir das informações trocadas uma imagem local que indica o estado de congestão ao nível de cada site distante (14),

- meios para calcular e aplicar regras de gestão do tráfego de (respectivamente para) cada site distante (14) em função da imagem definida.

20 11. Dispositivo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que os ditos meios para estabelecer uma matriz de tráfego são dispostos em cada site central (12).

25 12. Dispositivo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que os ditos meios para estabelecer uma matriz de tráfego são dispostos em um equipamento de gestão central disposto na rede (10).

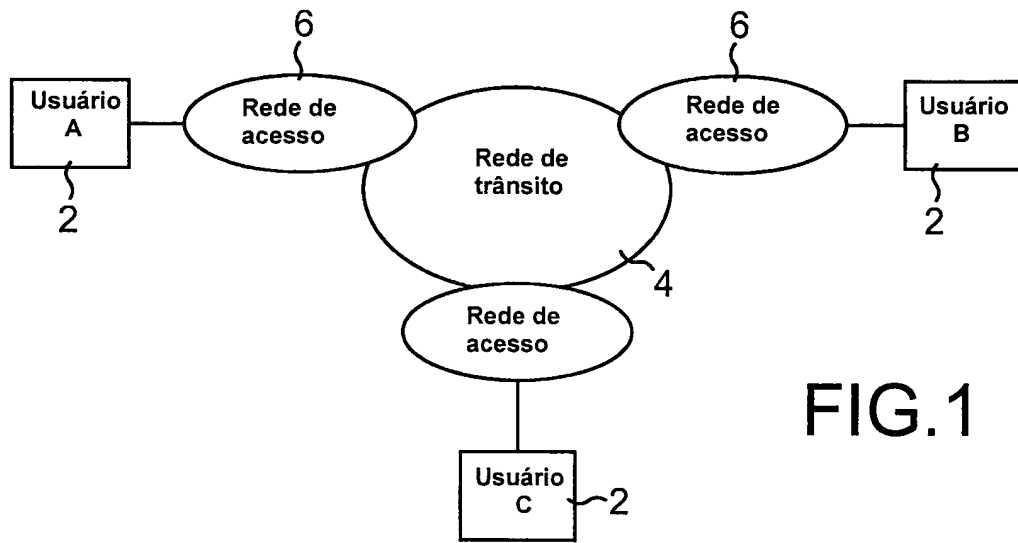


FIG.1

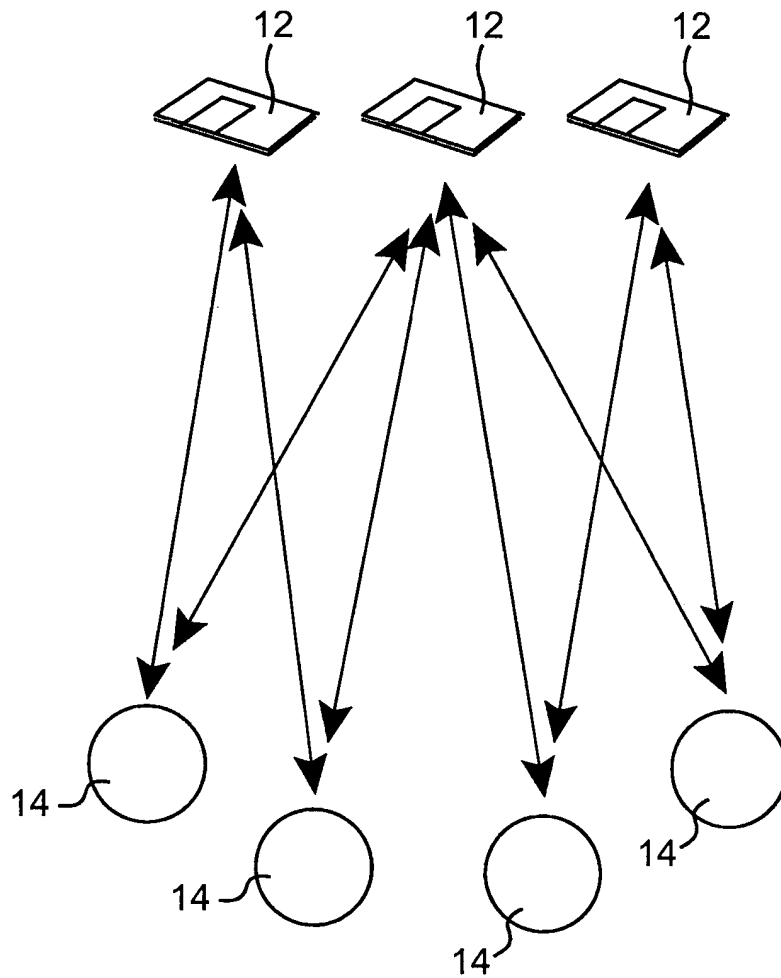
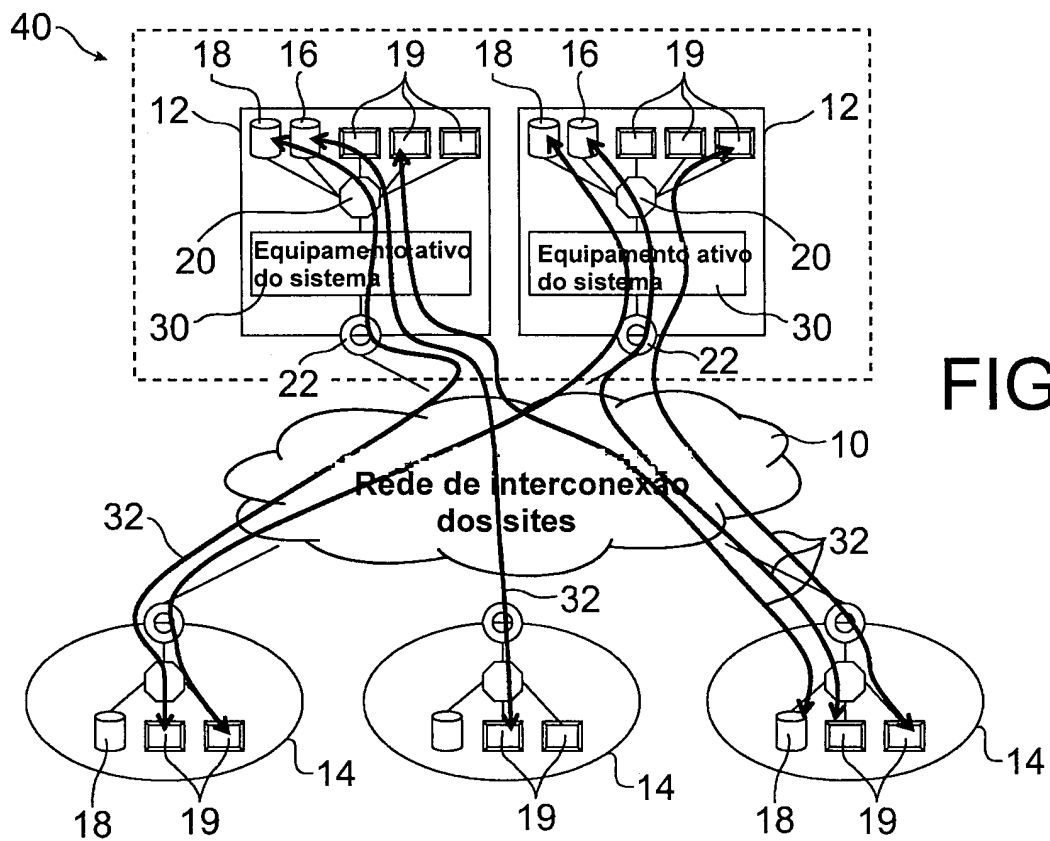
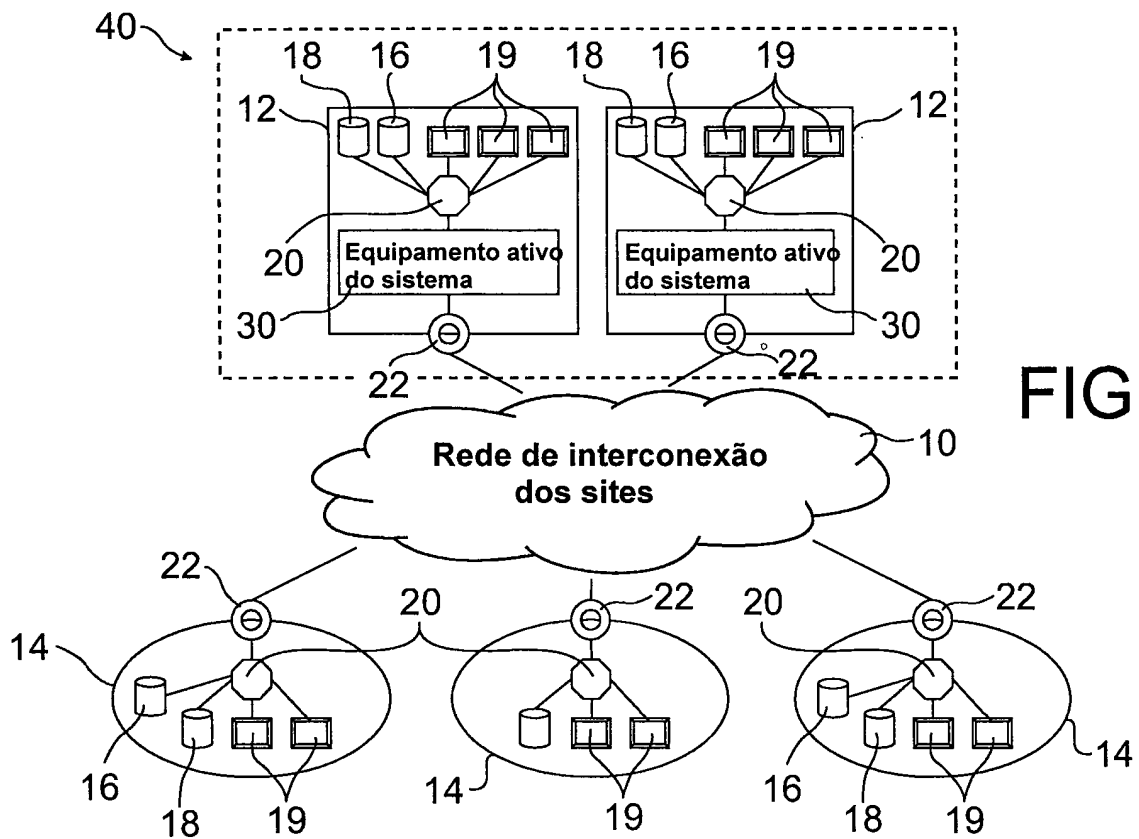


FIG.2



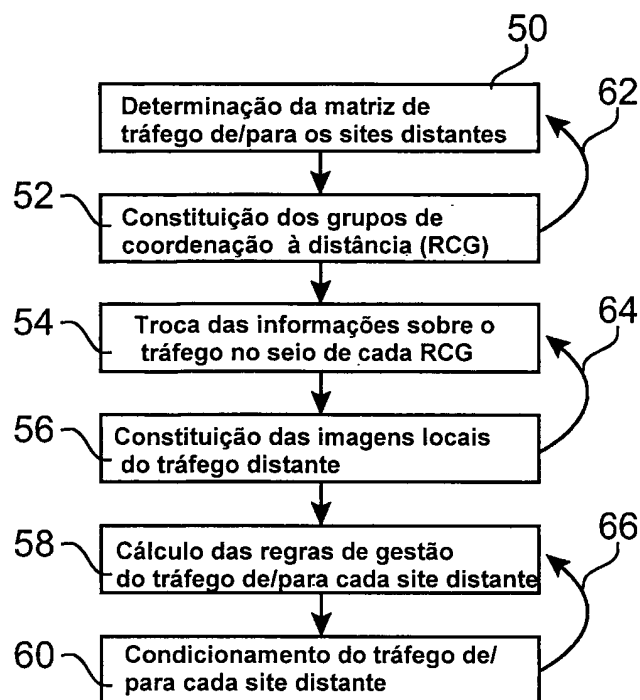


FIG.5

Site distante Dm Site central Ci	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆
C ₁	1	1	1	0	0	0
C ₂	1	1	1	1	1	1
C ₃	0	0	1	0	1	1

Linha Ci = lista dos sites distantes que têm tráfego com o site central i

Coluna Dm = lista dos sites centrais que têm tráfego com o site distante m

Mim = 0 nenhum tráfego entre Ci e Dm
Mim = 1 tráfego entre Ci e Dm

FIG.6

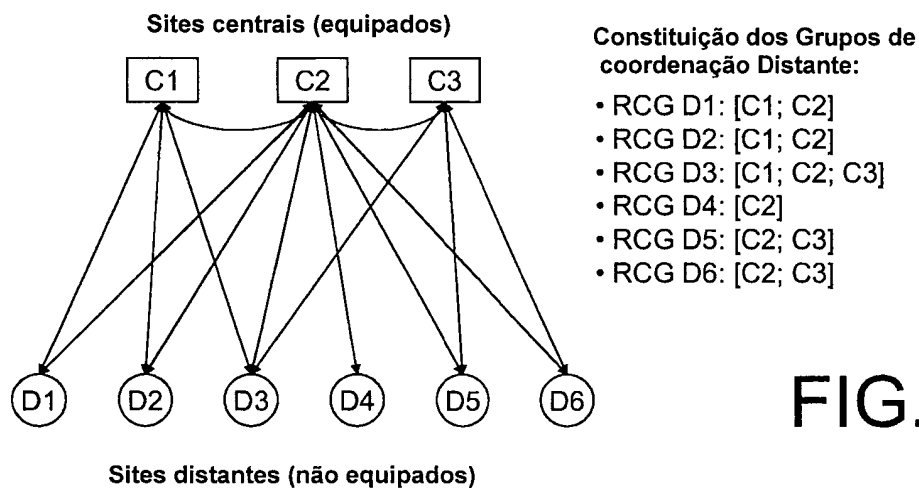


FIG.7

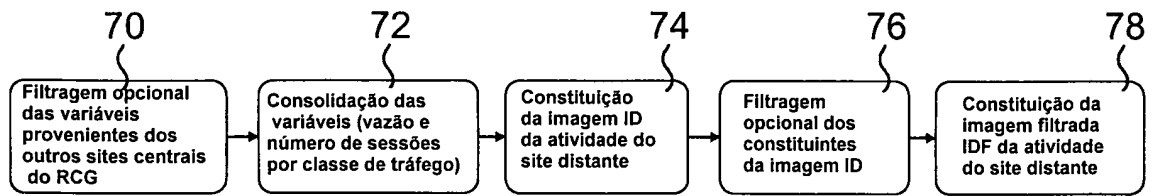


FIG. 8

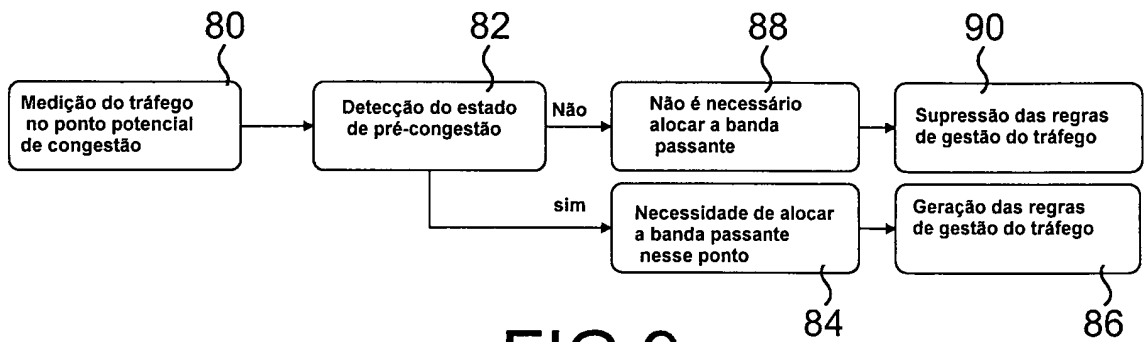


FIG. 9

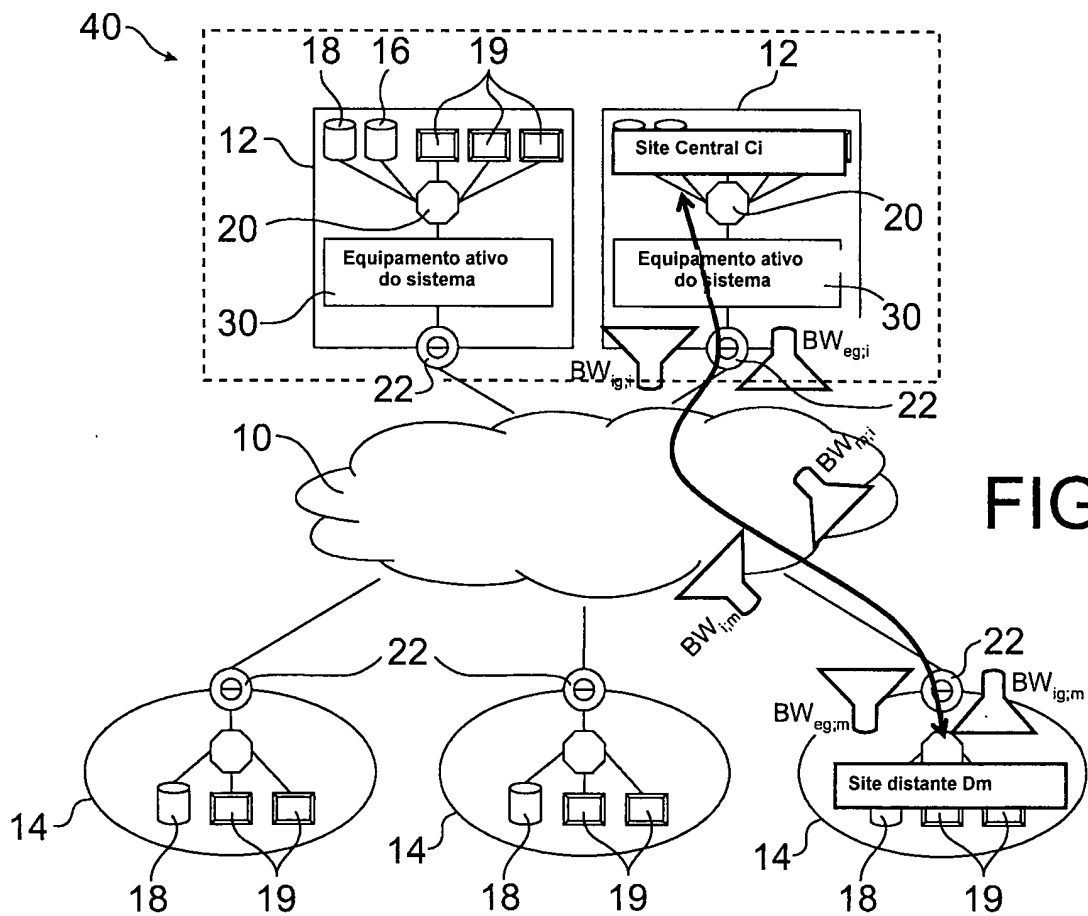


FIG. 10

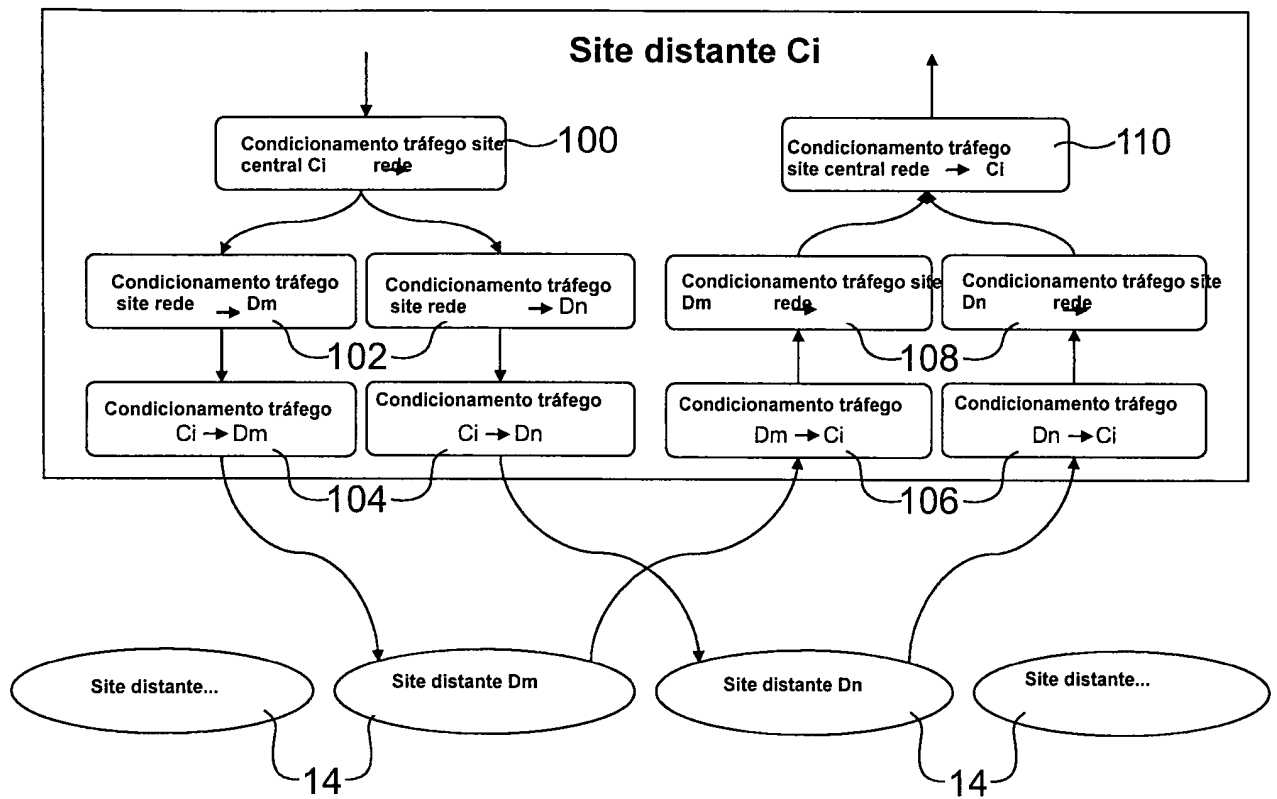


FIG.11

RESUMO

“PROCESSO E DISPOSITIVO DE CONTROLE REMOTO DO CONGESTIONAMENTO DE FLUXOS LIGADOS EM MALHA TROCADOS EM UMA REDE DE TELECOMUNICAÇÃO”

- 5 A invenção se refere a um processo de controle remoto do congestionamento de fluxos ligados em malha trocados em uma rede de telecomunicação em modo pacote entre um número N de sites centrais C_i munidos de equipamentos de gestão de fluxo e um número M de sites distantes D_m desprovidos de tais equipamentos. De acordo com a invenção, os
- 10 ditos equipamentos de sites centrais C_i trocam entre si informações destinadas especificamente à gestão dos fluxos trocados entre cada um dos sites centrais C_i e cada um dos sites distantes D_m .