

(11) Número de Publicação: **PT 2286554 E**

(51) Classificação Internacional:

**H04L 12/751** (2015.01) **H04L 12/705** (2015.01)  
**H04L 12/753** (2015.01) **H04L 12/721** (2015.01)

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2009.04.03**

(30) Prioridade(s): **2008.05.15 US 153274**

(43) Data de publicação do pedido: **2011.02.23**

(45) Data e BPI da concessão: **2015.08.26**  
**210/2015**

(73) Titular(es):

**SOLARWINDS WORLDWIDE, LLC**  
**3711 SOUTH MOPAC EXPRESSWAY BUILDING**  
**2 AUSTIN, TX 78746** **US**

(72) Inventor(es):

**MICHAEL JON SWAN** **US**

(74) Mandatário:

**FERNANDO ANTÓNIO FERREIRA MAGNO**  
**RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º 1200-195 LISBOA** **PT**

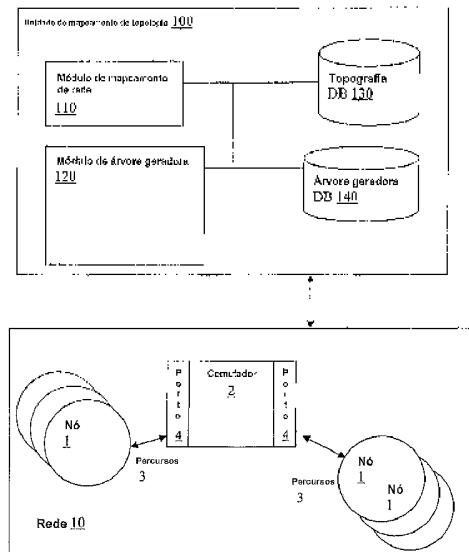
(54) Epígrafe: **UTILIZAÇÃO DE PROTOCOLO DE ÁRVORE GERADORA (STP) PARA MELHORAR MAPAS DE TOPOLOGIA DE REDE DE CAMADA 2**

(57) Resumo:

OS DADOS DE PROTOCOLO DE ÁRVORE GERADORA (STP) SÃO OBTIDOS ATRAVÉS DE INTERROGAÇÕES DE COMUTADOR DE REDE (SNMP) PARA MELHORAR A IDENTIFICAÇÃO DE LIGAÇÕES DE COMUTADOR PARA COMUTADOR EM MAPEAMENTO DE CAMADA-2. EM PARTICULAR, POR ANÁLISE DE DADOS STP, PODE SER REDUZIDA A AMBIGUIDADE NA DETERMINAÇÃO DE PORTOS DE LIGAÇÃO ASCENDENTE DE COMUTADOR. DE FORMA ESPECÍFICA, OS DADOS STP PODEM SER UTILIZADOS EM CONJUNTO COM OUTROS DADOS DE TOPOGRAFIA PARA FACULTAR CAPACIDADE DE LIGAÇÃO DE CAMADA-2 PARA NÓS NUMA TOPOLOGIA DE REDE. AS TABELAS DE MAPEAMENTO DE ENDEREÇO DE CAMADA-2 SÃO OBTIDAS DE UM MAPEAMENTO DE TOPOLOGIA E OS DADOS STP SÃO OBTIDOS EM CONJUNTO COM TABELAS DE TABELAS DE TRANSLAÇÃO DE ENDEREÇOS (ARP). COM A UTILIZAÇÃO DESTA INFORMAÇÃO, OS COMUTADORES SÃO IDENTIFICADOS COM A UTILIZAÇÃO DE TABELAS DE ENDEREÇOS DE CAMADA-2. OS DADOS STP PODEM SER CORRELACIONADOS POR COMPARAÇÃO DE DADOS EM COMUTADORES, IDENTIFICAÇÃO DE PORTOS DE COMUTADOR LIGADOS DIRETAMENTE COM OUTROS PORTOS E POR ELIMINAÇÃO DE LIGAÇÕES DIRETAS DE PORTOS DE COMUTADOR PARA COMUTADOR A PARTIR DA CONSIDERAÇÃO DE MAIS MAPEAMENTOS DE NÓS DE CAMADA-2.

RESUMO**"Utilização de protocolo de árvore geradora (STP) para melhorar mapas de topologia de rede de camada 2"**

Os dados de protocolo de árvore geradora (STP) são obtidos através de interrogações de comutador de rede (SNMP) para melhorar a identificação de ligações de comutador para comutador em mapeamento de camada-2. Em particular, por análise de dados STP, pode ser reduzida a ambiguidade na determinação de portos de ligação ascendente de comutador. De forma específica, os dados STP podem ser utilizados em conjunto com outros dados de topografia para facultar capacidade de ligação de camada-2 para nós numa topologia de rede. As tabelas de mapeamento de endereço de camada-2 são obtidas de um mapeamento de topologia e os dados STP são obtidos em conjunto com tabelas de tabelas de translação de endereços (ARP). Com a utilização desta informação, os comutadores são identificados com a utilização de tabelas de endereços de camada-2. Os dados STP podem ser correlacionados por comparação de dados em comutadores, identificação de portos de comutador ligados diretamente com outros portos e por eliminação de ligações diretas de portos de comutador para comutador a partir da consideração de mais mapeamentos de nós de camada-2.

**Figura 1**

### DESCRIÇÃO

#### **"Utilização de protocolo de árvore geradora (STP) para melhorar mapas de topologia de rede de camada 2"**

### CAMPO DO INVENTO

Os dados de protocolo de árvore geradora (STP) obtidos através de interrogações de comutador de rede (SNMP) podem ser utilizados para melhorar a identificação de ligações de comutador para comutador em mapeamento de camada-2. Em particular, por análise de dados STP, pode ser reduzida a ambiguidade na determinação de portos de ligação ascendente de comutador. De forma específica, os dados STP podem ser utilizados em conjunto com outros dados para facultar capacidade de ligação de camada-2 para nós numa topologia de rede.

### ANTECEDENTES DO INVENTO

A topologia de rede é o estudo da arquitetura ou mapeamento dos elementos (ligações, nós, etc.) de uma rede, em especial, os nós entre interligações físicas (reais) e lógicas (virtuais). Uma rede de área local (LAN) é um exemplo de uma rede que exibe tanto uma topologia física como uma topologia lógica. Qualquer dado no na LAN tem uma ou mais ligações para um ou mais outros nós na rede e o mapeamento destas ligações e nós num gráfico resulta numa forma geométrica que determina a topologia física da rede. Do mesmo modo, o mapeamento do fluxo de dados entre os nós na rede determina a topologia lógica da rede.

Deste modo, a topologia de rede descreve a organização lógica ou física específica dos elementos de uma rede. Os elementos podem ser físicos ou lógicos de modo que elementos físicos são reais e elementos lógicos podem ser, por exemplo elementos virtuais numa organização dos elementos de uma rede. Duas redes podem partilhar uma topologia similar se a configuração de ligação for a mesma, apesar das redes poderem diferir noutras aspetos tais como interligações físicas, domínios, distâncias entre nós, velocidades de transmissão e/ou tipos de sinal. Uma rede pode incorporar múltiplas redes mais pequenas. Por meio de exemplo, uma central telefónica

privada é uma rede e essa rede faz parte de uma central telefónica local. A central local faz parte de uma rede maior de telefones que permite chamadas internacionais e está interligada com redes de telefone móvel.

Qualquer topologia de rede particular é determinada apenas pelo mapeamento gráfico da configuração de ligações físicas e/ou lógicas entre nós. A topologia de rede LAN é, por conseguinte, tecnicamente uma parte de teoria de grafos. Distâncias entre nós, interligações físicas, velocidades de transmissão e/ou tipos de sinal podem diferir em duas redes e ainda as suas topologias podem ser idênticas. A organização ou mapeamento dos elementos de uma rede dá origem a certas topologias básicas que podem ser então combinadas para formarem topologias mais complexas (topologias híbridas). O mais comum destes tipos básicos de topologias inclui bus (tal como bus distribuído, linear), estrela, anel, malha (incluindo uma malha ligada parcialmente ou ligada completamente), árvore, híbrido que é composto por uma ou mais topologias de rede e ponto a ponto.

A topologia lógica corresponde a um mapeamento das ligações aparentes entre os nós de uma rede, como evidenciado pelo percurso que os dados parecem assumir quando se deslocam entre nós. A classificação lógica de topologias de rede, em geral, segue as mesmas classificações das classificações físicas de topologias de rede, o percurso que os dados assumem entre nós é utilizado para determinar a topologia em contraste com as ligações físicas reais que são utilizadas para determinar a topologia. Topologias lógicas estão, muitas vezes, associadas de forma próxima com métodos e protocolos de controlo de acesso de meios (MAC). As topologias lógicas são, em geral, determinadas por protocolos de rede em contraste com serem determinadas pelo vista física de cabos, fios e dispositivos de rede ou pelo fluxo dos sinais elétricos, apesar de em muitos casos os percursos que os sinais elétricos assumem entre nós poderem coincidir, de forma próxima, com o fluxo lógico de dados, neste modo a convenção de utilizar os termos 'topologia lógica' e 'topologia de sinal' de forma intermutável. Topologias lógicas podem, tipicamente, ser reconfiguradas de forma

dinâmica por tipos especiais de equipamento tais como redirecionadores e comutadores.

O mapeamento de topologia de camada-2 é difícil de conseguir devido ao modo como os dados de comutação de camada-2 estão organizados nos comutadores. Um comutador mantém uma tabela de endereços MAC organizada pelo porto onde cada porto tem um ou mais entradas de endereço MAC para cada endereço MAC recebido naquele porto. No exemplo mais simples, um porto na tabela tem um único endereço MAC que pode ser utilizado para mapeamento de forma única de um nó de rede que corresponde àquele único endereço MAC para o dado porto de comutação. No entanto, mesmo este caso mais simples pode não representar a verdadeira topologia como tabelas de comutadores podem conter dados desatualizados ou incompletos em função do tráfego de rede que flui através do comutador.

A complicar mais o mapeamento de topologia de camada-2 estão os dados de porto associados com ligações entre comutadores. Por exemplo, quando um comutador, por exemplo, T1, está ligado diretamente a outro comutador, por exemplo T2 no porto 3, a tabela contida no comutador 2 tem provavelmente muitas entradas de endereços MAC para o porto 3. Este arquivo de múltiplas entradas de endereço MAC para o porto 3 é devido a alguns ou todos os endereços MAC conhecidos pelo comutador T1 que transmite dados através do comutador T2 estarem presentes no comutador T2, porto 3. São estas ligações intra-comutadores que apresentam o desafio mais difícil na preparação para apresentação de mapas de topologia de rede precisos.

Nas metodologias convencionais, dados STP são regularmente transmitidos entre comutadores para dois objetivos gerais: (a) para identificar e evitar anéis na topologia de rede e (b) para selecionar os percursos mais rápidos entre comutadores quando estão presentes ligações de comutadores redundantes. Comutadores que implementam STP mantêm uma tabela de comutadores vizinhos ligados diretamente com base na receção destes dados periódicos. Estes dados de tabela STP podem ser utilizados para identificar ligações intra-comutadores e, deste modo, reduzir a complexidade na preparação para apresentação de ligações intra-comutadores e

identificação e preparação para apresentação de outras ligações de rede de camada-2.

O documento US 2002/0046271 A1 descreve uma arquitetura para criação de uma única imagem para uma pilha de comutadores, onde uma pluralidade dos dispositivos de interligação está prevista numa configuração de pilha para interligar redes e suporte lógico é executado em cada dispositivo de interligação de modo que a pilha de dispositivos de interligação se pareça como um único dispositivo de interligação para as redes interligadas.

#### SUMÁRIO DO INVENTO

Em resposta a estas e outras necessidades, o objeto do invento é conseguido por um método de acordo com a reivindicação 1, um produto de programa informático de acordo com a reivindicação 9 e um aparelho de acordo com a reivindicação 11. Mais concretizações vantajosas são apresentadas nas respetivas reivindicações dependentes. Em detalhe, concretizações do presente pedido referem-se à formação de um mapeamento de topologia por formação de um mapeamento inicial da topologia de uma rede. Tabelas de endereços de camada-2 são obtidas do mapeamento de topologia. Dados de protocolo de árvore geradora (STP) são então também obtidos, em conjunto com tabelas de tabelas de translação de endereços (ARP). Com a utilização desta informação, comutadores são identificados com a utilização de tabelas de endereços de camada-2. Os dados STP podem ser correlacionados por comparação de dados em comutadores, identificação de portos de comutador ligados diretamente a outros portos de comutação e eliminação de ligações diretas de portos de comutador para comutador a partir da consideração de mais mapeamentos de nó de camada-2.

Por opção, o mapeamento de uma topologia de uma rede inclui a transferência de dados sintéticos na rede; e o seguimento dos dados sintéticos. Por exemplo, o mapeamento da topologia da rede pode incluir a pesquisa de nós num número predefinido de endereços de protocolo de internet (IP), e a repetição da pesquisa para um número predefinido de saltos. Então, a capacidade de ligação da camada-2 e camada-3 pode

ser determinada a partir de quaisquer nós descobertos, dos dados de endereço de camada-2 e camada-3 correlacionados e da determinada capacidade de ligação de rede de endereços IP descobertos. Também, o mapeamento da topologia da rede pode incluir a receção e armazenamento de preferências de utilizador que compreendem a dimensão do bloco de endereços IP e o número de saltos.

A correlação dos dados de STP pode incluir a localização de entradas para um comutador numa tabela de STP associada. Para o comutador, um endereço de ponte base é comparado com um designado endereço de ponte e o endereço de ponte base é comparado com um designado endereço de ponte do vizinho. Um endereço de camada-2 correspondente a um endereço do porto do vizinho é localizado, mas quando não é encontrado endereço de camada-2 de porto do vizinho, é criada uma entrada sintética. Um nó de comutador vizinho que é definido quer pelo endereço de camada-2 encontrado quer pela entrada sintética é então armazenado e outros endereços de camada-2 no comutador são invalidados. Por exemplo, a comparação dos endereços de ponte base do comutador com um designado endereço de ponte do comutador vizinho pode incluir, para cada entrada de tabela que identifica um nó Tt de comutador vizinho, a comparação de cada endereço de ponte base da tabela de endereço de camada-2 do comutador vizinho com o designado endereço de ponte no Tt de comutador. Quando o designado endereço de ponte e o endereço de ponte base do vizinho coincidem, o porto designado na entrada Tt de comutador é comparado com um porto designado na entrada Tn de comutador. Quando o porto designado na entrada Tt de comutador corresponde com o porto designado na entrada Tn de comutador, é determinada uma ligação direta entre o Tt de comutador e o Tn de comutador. Deste modo, são identificados portos de comutador em cada extremidade de ligação.

A invalidação de outros endereços de camada-2 no dito comutador inclui a invalidação de todas as outras entradas de tabela de endereços de camada-2 no comutador Tt cujo porto de (comutador) ponte coincide com o porto de ponte identificado. Estas entradas invalidadas correspondem a endereços de camada-2 a jusante das ligações de comutador para comutador e

não são úteis para capacidade de ligação de camada-2 na topologia de rede.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Para compreensão adequada do invento, é feita referência aos desenhos em anexo, onde:

a Fig. 1 é um diagrama esquemático de alto nível de um sistema de mapeamento melhorado de STP de acordo com concretizações do presente pedido;

a Fig. 2 é um fluxograma de um método de mapeamento de rede de acordo com concretizações do presente pedido; e

as Fig. 3 a 4 são fluxogramas de um método de obtenção de dados STP de acordo com concretizações do presente pedido.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES PREFERIDAS

Com referência à Fig. 1, concretizações do presente pedido referem-se a uma unidade 100 de mapeamento de topologia configurada para ligar a uma rede 10 que inclui, por exemplo, múltiplos nós 1, comutadores 2 com múltiplos portos 4 e percursos 3.

A unidade 100 de mapeamento de topologia inclui um módulo de mapeamento 110. Em particular, o módulo de mapeamento 110 está configurado para mapeamento de componentes na rede 10. Várias técnicas de mapeamento de topografia de rede são conhecidas e podem ser integradas nas concretizações do presente pedido, como descrito em maior detalhe abaixo.

O módulo de mapeamento 110 descobre, de forma automática, tudo na rede, incluindo computadores de secretaria, servidores, impressoras, comutadores e redirecionadores com utilização de métodos de descoberta e identificação (ping/ICMP, SNMP, VoIP baseada em SIP, NetBIOS e outros) para rastrear intervalos de endereços IP e encontrar nós, como descrito abaixo na Fig. 2.

Com referência agora para a Fig. 2, é facultado um método de mapeamento 200 de acordo com concretizações do presente pedido. Em particular, o método de mapeamento 200 inclui o passo de definir critérios de dados de mapeamento no passo 210. Por exemplo, um utilizador pode definir um intervalo de endereços IP, o número de saltos (ou dispositivos ligados a partir de cada dispositivo descoberto) e tipos de dispositivos (por exemplo, clientes de respondedor ou dispositivos SNMP) a descobrir durante a pesquisa.

Continuando com a Fig. 2, no passo 220, é executada uma pesquisa de nó. Por exemplo, tipos de métodos de descoberta tais como Ping ICMP, NetBIOS, clientes SIP, etc. implicam transmissão de pequenos pacotes UDP ou ICMP para cada endereço IP no intervalo definido, bem como descoberta de dispositivos dentro do número de saltos a partir dos dispositivos descobertos. Deste modo, são enviados dados e seguidos para cada endereço de IP definido para determinar o dispositivo associado com um endereço IP e com os percursos físicos e virtuais utilizados para alcançar o endereço IP respetivo. Por opção, grandes intervalos de endereços IP são subdivididos em blocos fixos de endereços, tais como blocos de 30 endereços, com respostas pesquisadas a partir desses endereços. Ao pesquisar a rede deste modo com pequenos pacotes de dados a serem trocados com um número limitado de endereços, efeitos notáveis são minimizados na largura de banda de rede ou nos dispositivos.

Continuando com a Fig. 2, a descoberta de nó no passo 220 é descrita em maior detalhe. Pesquisa de nós em blocos de um número pré selecionado N de endereços IP com utilização de métodos de descoberta configurados pelo utilizador, passo 221. Então, a capacidade de ligação de camada-3 pode ser determinada a partir de nós descobertos no passo 222. Se for definido um contador de salto  $> 0$ , repete passo 221 com os novos intervalos de rede descobertos até ser atingido o contador de saltos, passo 223. Então, a ligação de camada-2 é determinada a partir de quaisquer nós descobertos identificados como um comutador gerido no passo 224. Os dados de endereço de camada-2 e camada-3 a partir dos passos 221 a 224 são, então, correlacionados, por exemplo, através da utilização de tabelas de translação de endereços (ARP) e

tabelas de árvore geradora obtidas dos nós SNMP-compatíveis descobertos no passo 225. Então, a capacidade de ligação de rede é determinada no passo 226 por exame de cada endereço(s) IP de nó descoberto. Ligação de camada-2 é utilizada quando disponível; capacidade de ligação de camada-3 é utilizada caso contrário.

Os resultados da pesquisa de topologia de rede são armazenados no passo 230. Por exemplo, o módulo de mapeamento 110 pode obter e armazenar toda a informação de topologia numa base de dados 140, alimentando uma fonte de topologia e informação de ativo para estratégias de base de dados de gestão de configuração (CMDB) corporativas. O módulo de mapeamento 110 também mantém de forma automática estes dados para atualizar os nós de rede, para deste modo, alimentar engenheiros de rede com uma representação constantemente precisa da rede para visibilidade e requisitos de conformidade.

Por opção, os resultados da pesquisa de topologia de rede são armazenados no passo 230. Por exemplo, uma vez descobertos os nós de rede, o módulo de mapeamento 110 pode compilar a informação num mapa de topologia de rede fácil de ver, coeso, por exemplo, com ícones de nó e linhas coloridas que representam a velocidade de capacidade de ligação de rede numa interface 130 de utilizador. Por este meio, o módulo de mapeamento 110 habilita engenheiros de rede a verem exatamente como estão ligados os dispositivos na rede. O módulo de mapeamento 110 pode aceder a comutadores geridos para elaborar um diagrama, de forma precisa, de capacidade de ligação de portos para todos os dispositivos de rede, o que resulta num mapa completo que ilustra todos os nós ligados diretamente a um comutador gerido com a informação de porto exibida junto ao nó.

Voltando à Fig. 1, numa implementação do presente pedido, o módulo de mapeamento 110 executa o mapeamento de camada-2. A camada-2 ou camada de ligação de dados facilita os meios funcionais e processuais para transferência de dados entre entidades de rede e para detecção e possivelmente correção de erros que possam ocorrer na camada física. Originalmente, esta camada foi prevista para meios ponto a

ponto a ponto para multiponto, característicos de meios de área ampla no sistema telefónico. A arquitetura de rede de área local (LAN), que incluía meios de multi-acesso com capacidade de difusão incluídos, foi desenvolvida de forma independente do trabalho ISO, no projeto IEEE 802. Serviços LAN, tipicamente, organizam os bits, a partir da camada física, em sequências lógicas designadas quadros.

A subcamada superior é controlo de ligação lógica (LLC). Esta subcamada multiplexa protocolos que são executados no topo da camada de ligação de dados e, por opção, facilita controlo de fluxo, confirmação e recuperação de erro. O LLC facilita endereçamento e controlo da ligação de dados. O mesmo especifica que mecanismos se destinam a ser utilizados para endereçar estações sobre o meio de transmissão e para controlar a troca de dados entre o emissor e as máquinas receptoras.

Por baixo do subnível LLC está o controlo de acesso de meios (MAC). Algumas vezes tal refere-se ao subnível que determina quem está habilitado a aceder aos meios em qualquer instante (habitualmente CSMA/CD) e outras vezes esta frase refere-se a uma estrutura de quadro com endereços MAC dentro. Existem geralmente duas formas de controlo de acesso de meios: distribuída e centralizada. A subcamada de controlo de acesso de meios também determina onde um quadro de dados termina e o seguinte se inicia.

Continuando com a Fig. 1, numa implementação do presente pedido, o módulo de mapeamento 110 executa o mapeamento de camada-3. A camada-3, ou a camada de rede, é a terceira camada de sete no modelo OSI e a terceira camada de cinco no modelo TCP/IP. Na essência, a camada de rede é responsável pela entrega de pacotes ponto a ponto (fonte para destino), visto que a camada de ligação de dados é responsável por entrega de quadros ponto a ponto (salto para salto). A camada de rede facilita meios funcionais e processuais de transferência de sequências de dados de comprimento variável de uma fonte para um destino através de uma ou mais redes enquanto mantém a qualidade de serviço e funções de controlo de erro. A camada de rede lida com a transmissão de

informação em todo o percurso desde a sua fonte até ao seu destino.

Ao realizar descoberta multinível, o módulo de mapeamento 110 alavanca múltiplos métodos de descoberta para facultar um mapa de topologia de camada-2 e camada-3, OSI integrado, para incluir:

- endereço IP
- endereço MAC
- último utilizador com sessão aberta (necessita de clientes de respondedor opcionais)
- nome de DNS
- nome de nó (determinado por SNMP ou outro protocolo de cliente)
- ligação de porto de comutador

Estes dados de topologia podem então ser armazenados numa base de dados 130 de topologia.

Esta descoberta multinível de dados de infraestrutura de rede na base de dados 130 de topologia mune um utilizador com fácil acesso a funcionalidades de economia de tempo significativa, incluindo representação automática de topologia em níveis, para mostrar redireccionadores e subredes, além disso comutadores geridos, ou além disso, nós terminais podem ser filtrados por tipo ou grupo para refinar mais as vistas de implantação.

Continuando com a Fig. 1, a unidade de mapeamento 100 de topologia também inclui uma unidade 120 de obtenção de dados STP. Em particular, logo que o módulo de mapeamento 110 tenha formado um mapa de topologia, a unidade de descoberta 120 de dados STP pode utilizar estes dados de mapeamento de uma árvore geradora para melhor mapeamento das ligações de camada-2 nos elementos de rede descobertos, como descrito abaixo nas Fig. 3 e 4.

Uma vez produzida esta informação da localização da topologia de camada-2 da rede 10 pelo módulo 120 de obtenção de dados STP, esta informação é armazenada na base de dados

STP 140. A base de dados de topologia 130 pode ser atualizada para refletir esta informação na topologia de camada-2, através da utilização da informação na base de dados STP 140.

O protocolo de árvore geradora (STP) é um protocolo de camada-2 concebido para ser executado em pontes e comutadores. A árvore geradora é uma redução da malha de rede de camada-2 construída de tal modo que os pacotes podem ser transmitidos através da rede sem andar às voltas. A especificação STP é definida em IEEE 802.1D e RSTP (protocolo de árvore geradora rápida) é definido em IEEE 802.1w (incorporado em IEEE 802.1D-2004). O objetivo principal de STP é garantir que uma situação de andar às voltas não ocorre quando existem percursos redundantes numa rede. STP consegue isto ao desabilitar anéis de rede e garantir ligações de socorro entre comutadores ou pontes. STP permite que dispositivos interajam com outros dispositivos conformes com STP na rede para garantir que apenas um percurso existe entre quaisquer duas estações na rede. Se STP ou um protocolo semelhante não estiver presente numa rede de topologia redundante, os comutadores podem emitir num fluxo sem fim pacotes para todos os portos (isto é, uma tempestade de difusão). Quando múltiplas cópias de um quadro chegam a portos diferentes de um comutador, pode ocorrer instabilidade de entrada MAC numa base de dados de filtragem.

Como o nome sugere, STP cria uma árvore geradora numa rede de malha de pontes de camada-2 ligadas (tipicamente comutadores Ethernet) e desabilita as ligações que não fazem parte daquela árvore, o que leva a um único percurso ativo entre quaisquer dois nós de rede.

A colecção de pontes numa LAN pode ser considerada um grafo cujos nós são as pontes e cujas margens são os cabos que ligam as pontes. Para quebrar laços na LAN enquanto mantém acesso a todos os segmentos de LAN, as pontes podem calcular de forma coletiva uma árvore geradora. A árvore geradora que as pontes calculam com a utilização do protocolo de árvore geradora pode ser determinada com a utilização do processo 300, representado na Fig. 3, descrito em maior detalhe abaixo.

Com referência agora à Fig. 3, concretizações do presente pedido referem-se a um método 300 de obtenção de dados STP. O método 300 de obtenção de dados STP inicia com um mapeamento inicial da rede no passo 310 para mapeamento da rede. Como explicado acima, podem ser utilizados vários métodos de mapeamento de topologia, tais como os descritos na Fig. 2 e no texto de apoio.

No passo 320, o mapeamento de topologia tenta obter tabelas de endereço de camada-2 de todos os nós descobertos como protocolo de gestão de rede simples (SNMP) capaz de utilizar base de informação de gestão Q-Bridge (MIB) (como definido, por exemplo, no pedido de comentários (RFC) 2674) e Bridge MIB (como definido, por exemplo, em RFC 1493). Os nós descobertos que devolvem dados são então identificados como comutadores. No passo 330, dados STP são obtidos dos nós de comutador através da utilização de Bridge MIB (como definido, por exemplo, em RFC 1493).

No passo 340, tabelas de protocolo de resolução de endereço (ARP) são obtidas de todos os nós descobertos como compatíveis com SNMP que utilizam MIB-2 MIB (RFC 1213) e de outras fontes de mapeamento entre endereços Ethernet e endereços IP.

Então, no passo 350, para cada tabela de endereços de camada-2 obtida no passo 320, são identificados aqueles portos de ponte (comutador) com um único endereço de Ethernet. Então, um ou mais endereços IP mapeados para aquele endereço Ethernet são encontrados com a utilização dos mapeamentos obtidas no passo 340. Aqueles endereço(s) IP podem então ser armazenados na entrada de tabela de endereços de camada-2 com o seu endereço de Ethernet correspondente.

A seguir, no passo 360, dados STP obtidos no passo 330 podem ser correlacionados por comparação de dados em cada nó de comutador, por identificação daqueles portos de ponte (comutador) que estão ligados diretamente a outros portos de ponte (comutador) vizinha. Esta correlação é descrita em maior detalhe na Fig. 4, abaixo e a apresentação correspondente. O endereço IP do comutador vizinho em conjunto com o porto vizinho podem também ser armazenados na

entrada de tabela de endereços de camada-2 com um endereço de Ethernet correspondente.

Com referência agora para a Fig. 4, um processo 400 de correlação de dados STP é descrito em maior detalhe. Em particular, o processo 400 de correlação de dados STP refere-se ao processamento específico de dados STP obtidos do passo 330 e referenciados no passo 360.

No passo 410, cada um dos nós,  $T_t$ , de comutador alvo é identificado, e cada entrada naquela tabela STP do comutador é localizada. Então, no passo 420, aquele endereço de ponte base da entrada (dot1dBaseBridgeAddress) é comparado com o seu endereço de ponte designado (dot1dStpPortDesignatedBridge). Se estes endereços forem diferentes, então o  $T_t$  de comutador tem um nó,  $T_n$ , de comutador vizinho que comunica com o endereço de ponte designado.

No passo 430, para cada entrada de tabela no passo 420 que identifica um nó,  $T_t$ , de comutador vizinho cada endereço de ponte base da entrada é comparado em todas as outras tabelas de endereços de camada-2 do comutador com o designado endereço de ponte no  $T_t$  de comutador. Se estes endereços coincidirem, o porto designado (dot1dStpPortDesignatedPort) na entrada  $T_t$  de comutador é comparado com o porto designado na entrada  $T_n$  de comutador. Se estes valores também coincidirem, existe uma ligação direta entre  $T_t$  de comutador e  $T_n$  de comutador e, também, são identificados os portos de comutador em cada extremidade da ligação.

Continuando para o passo 440, para cada ligação direta de comutador para comutador identificada no passo 430, é encontrada a entrada de tabela de endereço de camada-2 no  $T_t$  de comutador que corresponde ao porto de ponte (comutador) para o nó vizinho. Se não existir esta entrada de tabela de endereço de camada-2, é criada uma entrada sintética na tabela como um espaço reservado para mais dados. Para cada entrada de tabela de endereço de camada-2 no  $T_t$  de comutador identificado ou criado pelo passo 440, são armazenados os dados do nó de comutador vizinho reunidos a partir do passo 430, no passo 450.

No passo 460, são invalidadas todas as entradas de tabela de endereço de camada-2 no Tt de comutador cujo porto de ponte (comutador) coincida com o porto de ponte (comutador) identificado no passo 430. Estas entradas invalidadas contêm endereços de camada-2 a jusante das ligações de comutador para comutador e não são úteis para capacidade de ligação de camada-2 na topologia de rede.

Como explicado acima, podem ser configuradas várias concretizações do invento em numerosos elementos físicos ou podem ser configuradas num único elemento de rede ou configuradas num número de elementos que têm várias funções apresentadas distribuídas através da mesma. O controlo dos IP SLA ou de outras configurações de monitorização e outras funções pode ser executado em vários componentes de rede, tais como no equipamento de utilizador, no servidor VOIP, num dispositivo de interligação de acesso ou outro componente de rede associado com a rede VOIP e o acesso à rede.

Um perito na especialidade pode compreender que as concretizações do invento explicadas acima são para propósitos ilustrativos apenas, e que o invento pode ser concretizado em numerosas configurações como explicado acima. Além disso, o invento pode ser implementado como um programa informático ou num meio que possa ser lido por computador, onde o programa informático controla um computador ou um processador para executar as várias funções que são explicadas como passos de método e também explicadas como elementos de suporte físico ou de suporte físico/suporte lógico.

Lisboa, 2015-10-07

## REIVINDICAÇÕES

1 - Método (300) para formar um mapeamento de topologia, compreendendo o método:

mapeamento (310), por um servidor, de uma topologia de uma rede, em que o mapeamento compreende a obtenção (330) de dados de protocolo de árvore geradora;

obtenção (320), pelo servidor, de tabelas de endereço de camada-2 a partir do mapeamento de topologia;

obtenção (340), pelo servidor, de tabelas de translação de endereços dos nós descobertos no mapeamento;

identificação (350), pelo servidor, de comutadores, com base nos nós que devolvem dados, com a utilização de tabelas de endereços de camada-2; e

correlação (360), pelo servidor, de dados de protocolo de árvore geradora, em que a correlação compreende:

- comparação de dados nos comutadores, incluindo

- localização de entradas para um comutador numa tabela de protocolo de árvore geradora associada;

- identificação de portos de comutação ligados diretamente a outros portos de comutação, incluindo:

- comparação (420), para o comutador, de um endereço de ponte base com um endereço de ponte designado, e

- comparação (430) do endereço de ponte base com um endereço de ponte designado do vizinho;

- eliminação de endereços de camada-2 que não correspondem às ligações diretas de porto de comutador para comutador e que estão localizadas a jusante a partir da consideração de mais mapeamentos de nó de camada-2, incluindo:

- encontrar (440) um endereço de camada-2 que corresponda a um endereço de porto do vizinho;

- criação (440) de uma entrada sintética, quando não são encontrados endereços de camada-2 de porto do vizinho;

- armazenamento (450) de nó de comutação de vizinho que compreende quer o dito endereço de camada-2 encontrado quer a dita entrada sintética, e

- invalidação (460) de outros endereços de camada-2 no dito comutador.

2 - Método de acordo com a reivindicação 1, em que o mapeamento (310) de uma topologia de uma rede compreende:

transferência de dados sintéticos na rede, e

seguimento dos dados sintéticos; e/ou

recepção de armazenamento de preferências de utilizador que compreendem a dimensão do bloco de endereços de protocolo de internet e o número de saltos.

3 - Método de acordo com a reivindicação 1, em que o mapeamento (310) da topologia da rede compreende:

pesquisa (221) de nós num número predefinido de endereços de protocolo de internet;

repetição (223) da pesquisa de um número predefinido de saltos;

determinação (222, 224) de capacidade de ligação de camada-2 e camada-3 a partir de qualquer dos nós descobertos;

correlação (225) de dados de endereço de camada-2 e camada-3; e

determinação (226) de ligação de rede de endereços de protocolo de internet descobertos.

4 - Método de acordo com a reivindicação 1, em que a localização de entradas para cada comutador numa tabela de protocolo de árvore geradora associada compreende a identificação (410) de cada nó, Tt, de comutador alvo.

5 - Método de acordo com a reivindicação 4, em que o endereço de ponte base compreende dot1dBaseBridgeAddress, em que o endereço de ponte designado compreende dot1dStpPortDesignatedBridge e, em que uma diferença no endereço de ponte base e o endereço de ponte designado indica que o nó, Tt, de comutador tem um nó, Tn, de comutador vizinho que comunica com o endereço de ponte designado.

6 - Método de acordo com a reivindicação 5, em que a comparação (430) do endereço de ponte base do comutador com um endereço de ponte designado do comutador vizinho compreende:

comparação, para cada entrada de tabela que identifica um nó, Tt, de comutador vizinho de cada endereço de ponte base na tabela de endereços de camada-2 do comutador vizinho com o endereço de ponte designado no Tt de comutador;

comparação, quando o endereço de ponte designado e o endereço de ponte base do vizinho coincidem, do porto designado, dot1dStpPortDesignatedPort, na entrada Tt de comutador com o designado porto na entrada Tn de comutador;

determinação, quando o porto designado, dot1dStpPortDesignatedPort, na entrada Tt de comutador corresponde com o porto designado na entrada Tn de comutador, de uma ligação direta entre o Tt de comutador e o Tn de comutador; e

identificação de portos de comutador em cada extremidade de ligação.

7 - Método de acordo com a reivindicação 6, em que a descoberta (440) de um endereço de camada-2 que corresponde ao endereço do porto do vizinho compreende:

encontrar, para cada ligação direta de comutador para comutador identificada, a entrada de tabela de endereço de camada-2 em Tt de comutador que corresponde com o porto de ponte para o comutador vizinho.

8 - Método de acordo com a reivindicação 4,

em que a entrada sintética compreende um espaço reservado para mais dados; e/ou

em que o armazenamento (450) de nó de comutador vizinho que compreende quer o dito endereço de camada-2 encontrado quer a dita entrada sintética é executado para cada entrada de tabela de endereço de camada-2 identificada ou criada no Tt de comutador; e/ou

em que a invalidação (460) de outros endereços de camada-2 no dito comutador compreende a invalidação de todas as outras entradas de tabela de endereço de camada-2 no Tt de comutador cujo porto de ponte coincide com o porto de ponte identificado, em que as ditas entradas invalidadas compreendem endereços de camada-2 a jusante das ligações de comutador para comutador e não são úteis para capacidade de ligação de camada-2 na topologia de rede.

9 - Produto de programa informático que inclui um programa para um dispositivo de processamento, que compreende porções de código de suporte lógico para executar os passos de qualquer das reivindicações de 1 a 8 quando o programa é executado no dispositivo de processamento.

10 - Produto de programa informático de acordo com a reivindicação 9, em que o produto de programa informático compreende um meio que pode ser lido por computador no qual as porções de código de suporte lógico estão armazenadas, em que o programa pode ser carregado diretamente numa memória interna do dispositivo de processamento.

11 - Aparelho para descobrir uma topologia de rede, compreendendo o aparelho:

um servidor configurado para:

mapeamento (310) de uma topologia de uma rede, em que o mapeamento compreende a obtenção (330) de dados de protocolo de árvore geradora;

obtenção (320) de tabelas de endereço de camada-2 a partir do mapeamento de topologia;

obtenção (340) de tabelas de translação de endereços a partir dos nós descobertos no mapeamento;

identificação (350) de comutadores, com base nos nós que devolvem dados, com a utilização de tabelas de endereços de camada-2; e

correlação (360) de dados de protocolo de árvore geradora, em que a correlação compreende:

- comparação de dados nos comutadores, incluindo:

- localização de entradas para um comutador numa tabela de protocolo de árvore geradora associada;

- identificação de portos de comutação ligados diretamente a outros portos de comutação, incluindo:

- comparação (420), para o comutador, de um endereço de ponte base com um endereço de ponte designado, e

- comparação (430) do endereço de ponte base com um endereço de ponte designado do vizinho;

- eliminação de endereços de camada-2 que não correspondem às ligações diretas de porto de comutador para comutador e que estão localizadas a jusante a partir da consideração de mais mapeamentos de nó de camada-2, incluindo:

- encontrar (440) um endereço de camada-2 que corresponda a um endereço dos portos vizinhos;

- quando não são encontrados endereços de camada-2 de porto de vizinho, criação (440) de uma entrada sintética;

- armazenamento (450) de nó de comutação vizinho que compreende quer o dito endereço de camada-2 encontrado quer a dita entrada sintética, e

- invalidação (460) de outros endereços de camada-2 no dito comutador.

12 - Aparelho de acordo com a reivindicação 11, em que o servidor, no mapeamento (310) de uma topologia da rede, está também configurado para:

transferência de dados sintéticos na rede, e

seguimento dos dados sintéticos; e/ou

recepção e armazenamento de preferências de utilizador que compreendem a dimensão do bloco de endereços de protocolo de internet e o número de saltos.

13 - Aparelho de acordo com a reivindicação 11, em que, durante o mapeamento (310) da topologia da rede, o servidor também está configurado para:

pesquisa (221) de nós num número predefinido de endereços de protocolo de internet;

repetição (223) da pesquisa de um número predefinido de saltos;

determinação (222, 224) de capacidade de ligação de camada-2 e camada-3 a partir de qualquer dos nós descobertos;

correlação (225) de dados de endereço de camada-2 e camada-3; e

determinação (226) de capacidade de ligação de rede de endereços de protocolo de internet descobertos.

14 - Aparelho de acordo com a reivindicação 11, em que o servidor, durante uma localização de entradas para cada comutador numa tabela de protocolo de árvore geradora associada, está também configurado para identificar (410) cada nó, Tt, de comutador alvo.

15 - Aparelho de acordo com a reivindicação 14, em que o endereço de ponte base comprehende dot1dBaseBridgeAddress, em que o endereço de ponte designado comprehende dot1dStpPortDesignatedBridge e, em que uma diferença no endereço de ponte base e o endereço de ponte designado indica que o nó, Tt, de comutador tem um nó, Tn, de comutador vizinho que comunica com o endereço de ponte designado.

16 - Aparelho de acordo com a reivindicação 15, em que o servidor, durante uma comparação (430) do endereço de ponte base do comutador com um endereço de ponte designado do comutador vizinho, está também configurado para:

comparação, para cada entrada de tabela que identifica um nó, Tt, de comutador vizinho, de cada endereço de ponte base na tabela de endereços de camada-2 do comutador vizinho com o endereço de ponte designado em Tt de comutador;

comparação, quando o endereço de ponte designado e o endereço de ponte base do vizinho coincidem, do porto designado, dot1dStpPortDesignatedPort, na entrada Tt de comutador com o porto designado na entrada Tn de comutador;

determinação, quando o porto designado, dot1dStpPortDesignatedPort, na entrada Tt de comutador corresponde com o porto designado na entrada Tn de comutador, de uma ligação direta entre o Tt de comutador e o Tn de comutador; e

identificação de portos de comutador em cada extremidade de ligação.

17 - Aparelho de acordo com a reivindicação 16, em que o servidor, durante uma descoberta (440) do endereço de camada-2 que corresponde ao endereço de porto do vizinho, está também configurado para:

encontrar, para cada ligação direta identificada de comutador para comutador, a entrada de tabela de endereço de camada-2 em Tt de comutador que corresponde com o porto de ponte para o comutador vizinho.

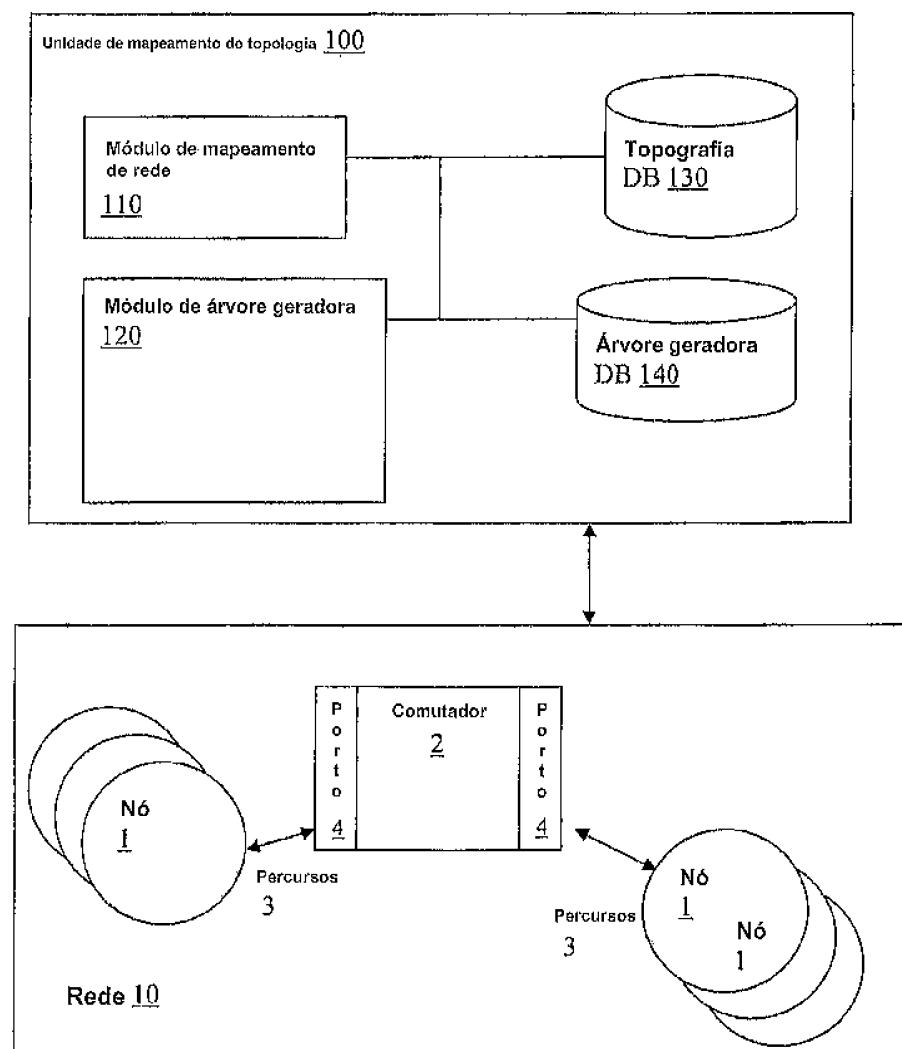
18 - Aparelho de acordo com a reivindicação 14,

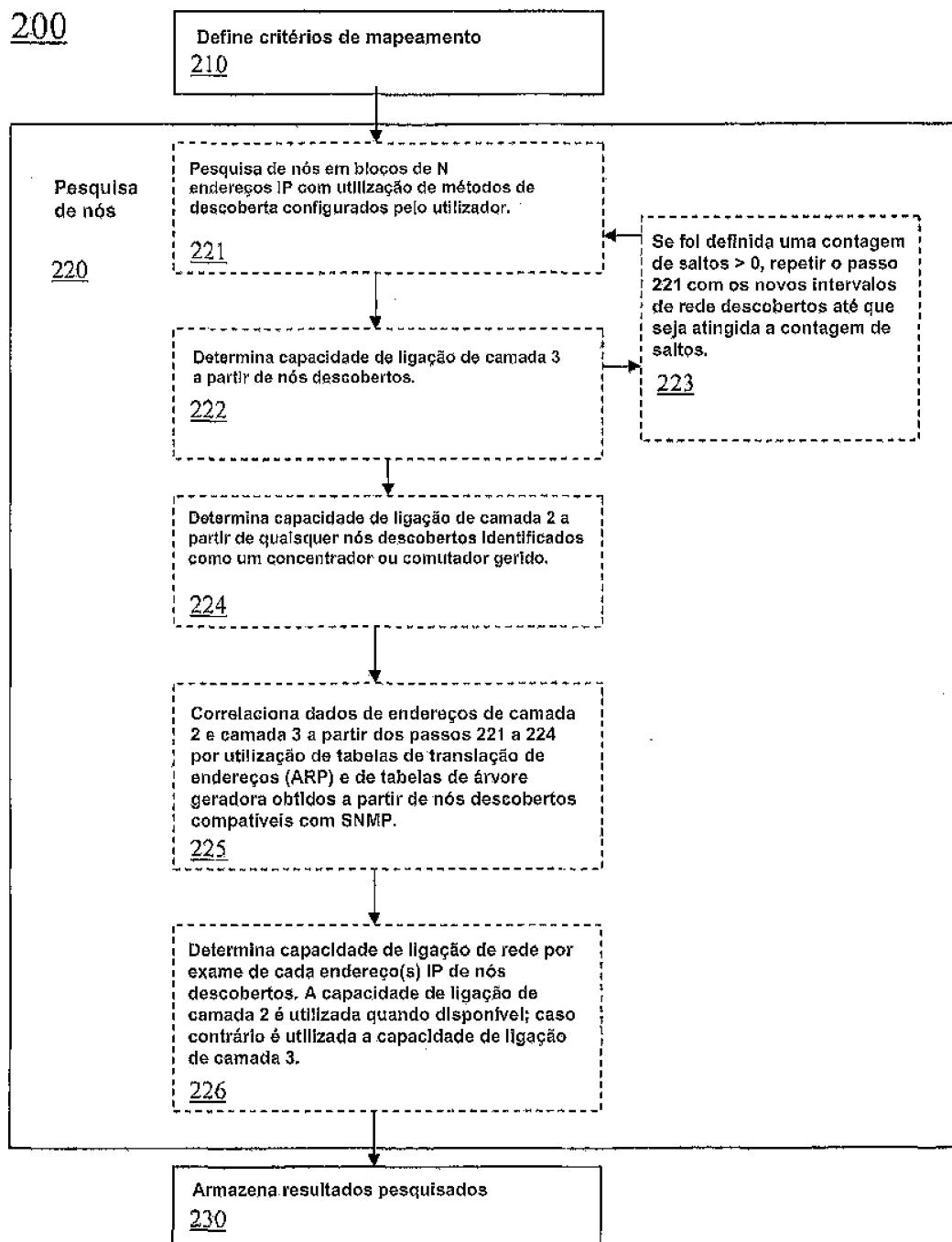
em que a entrada sintética compreende um espaço reservado para mais dados; e/ou

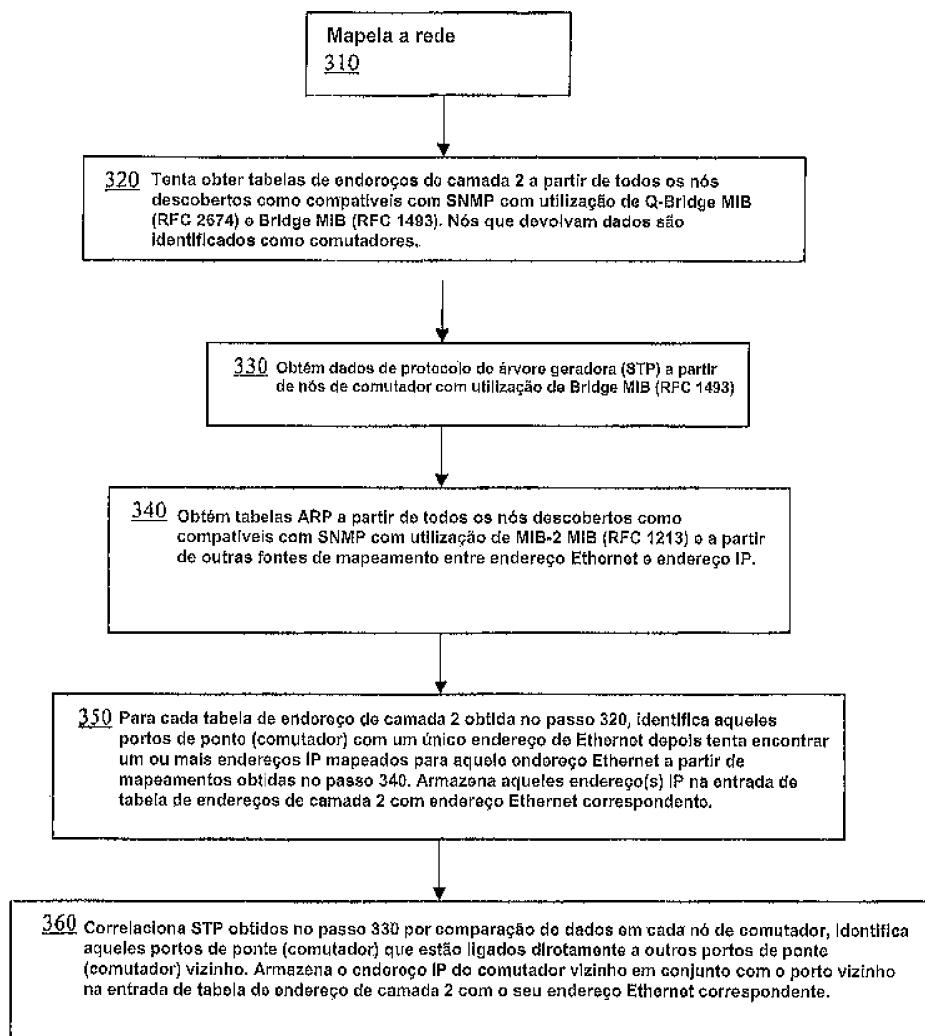
em que o servidor, quando em armazenamento (450) de nó de comutador vizinho que compreende quer o dito endereço de camada-2 encontrado quer a dita entrada sintética, está também configurado para armazenar o dito nó de comutação de vizinho para cada entrada de tabela de endereço de camada-2 identificada ou criada no Tt de comutador; e/ou

em que o servidor, quando em invalidação (460) de outros endereços de camada-2 no dito comutador, está também configurado para invalidar uma pluralidade de outras entradas de tabela de endereço de camada-2 no Tt de comutador cujo porto de ponte coincide com o porto de ponte identificado, em que as ditas entradas invalidadas compreendem endereços de camada-2 a jusante das ligações de comutador para comutador e não são úteis para capacidade de ligação de camada-2 na topologia de rede.

Lisboa, 2015-10-07

**Figura 1**

**Figura 2**

**Figura 3**300

**Figura 4****400**