República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0819136-0 B1

(22) Data do Depósito: 31/10/2008

(45) Data de Concessão: 26/05/2020

(54) Título: MÉTODO, SISTEMA, E NÓ PARA PROVER COMUTAÇÃO DE PROTEÇÃO DE ETHERNET EM UM DOMÍNIO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO POR PONTE DE ESPINHA DORSAL DE PROVEDOR

(51) Int.Cl.: H04L 12/26; H04L 12/24.

(52) CPC: H04L 43/065; H04L 43/0811; H04L 41/0654.

(30) Prioridade Unionista: 02/11/2007 US 60/984892.

(73) Titular(es): TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL).

(72) Inventor(es): PANAGIOTIS SALTSIDIS; MARTIN JULIEN; SYLVAIN MONETTE.

(86) Pedido PCT: PCT IB2008002936 de 31/10/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/056972 de 07/05/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/04/2010

(57) Resumo: MÉTODO, SISTEMA, E NÓ PARA PROVER COMUTAÇÃO DE PROTEÇÃO DE ETHERNET EM UM DOMÍNIO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO POR PONTE DE ESPINHA DORSAL DE PROVEDOR Um sistema e método para prover comutação de proteção de Ethemet em um domínio de PEE-TE. O método começa por estabelecer dois troncos de PEE-TE (102, 104) entre um primeiro componente-E (108) e um segundo componente-E (112). Cada tronco inclui dois trajetos de comutação de Ethemet unidirecionais, ESPs, com cada um associado a um identificador de VLAN possivelmente diferente. Tráfego de dados é mapeado sobre o primeiro tronco de PEE-TE, em que o primeiro tronco de PEE-TE corresponde a uma entidade funcional e o segundo tronco de PEE-TE corresponde a uma entidade de proteção de reserva. Tráfego de dados é enviado via um primeiro ESP (114) do primeiro tronco (102) associado a um primeiro VID (128) e um segundo ESP (116) do primeiro tronco associado ao segundo VID (166). Os dois troncos de PEE-TE são monitorados quanto a falhas. Ao detectar uma falha sobre um dos troncos de PEE-TE, o tráfego de dados é remapeado sobre o outro tronco de PEE-TE (104) via um terceiro ESP (118) associado a um terceiro VID (130) e um quarto ESP (...).

"MÉTODO, SISTEMA, E NÓ PARA PROVER COMUTAÇÃO DE PROTEÇÃO DE ETHERNET EM UM DOMÍNIO DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO POR PONTE DE ESPINHA DORSAL DE PROVEDOR"

Campo Técnico

A presente invenção refere-se, de modo geral, a redes de comunicações e, em particular, a redes de comunicações que empregam sistemas e métodos de Comutação de proteção de Ethernet em um domínio de Engenharia de Tráfego por Ponte de Estrutura Dorsal do Provedor (PBB-T).

Fundamentos

Nos últimos anos, Ethernet tornou-se a líder isolada de tecnologia de Rede de Área Local (LAN) devido às características intrínsecas da tecnologia, como por ser simples de implementar e usar, barata de empregar, fácil de gerenciar e retrocompatível.

Com serviços de dados agora sendo responsáveis pelo volume de tráfego, operadores e portadores de telecomunicações buscam a possibilidade de colher os mesmos benefícios pela substituição de sua infra-estrutura de Hierarquia Digital Síncrona (SDH)/Rede Ótica Síncrona (SONET) por uma infrastutura de transporte de pacote baseada em Ethernet. Entretanto, redes metro e de espinha dorsal apresentam requisitos bem diferentes das Lans empresariais.

Consequentemente, a tecnologia Ethernet exige realces específicos caso pretenda satisfazer estes requisitos de categoria de transportador. Atualmente, o trabalho vem sendo executado no Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) sobre o conceito de Engenharia de Tráfego por Ponte de Estrutura Dorsal do Provedor (PBB-T), para implementar tecnologia Ethernet para uso de transportador. Há uma emenda à norma IEEEE p802.1Q sendo discutida (IEEE p802.1Q-2006/DO.1, padrão de esboço IEEE para Redes de Área Local e Metropolitana: Redes de Área Local Conectadas por Pontes Virtuais), que se destina a prover uma solução

verdadeira de transporte de pacote de categoria transportador baseada na Ethernet.

PBB-TE (ou seja, IEEE 802.1Qay/DO.O, padrão de esboço para Redes de Área Local e Metropolitana-Redes de Área Local por Ponte Virtuais: Engenharia de Tráfego por Ponte de Estrutura Dorsal do Provedor, maio/2007) propõe uma solução simples orientada à conexão. Esta implementação mantém as vantagens da Ethernet, enquanto supera as deficiências de Ethernet como um protocolo de transporte de pacote de categoria transportador. É baseada nos conceitos apresentados nas emendas à IEEE 802.1Q e, em particular, na separação de rede de PBB (ou seja, IEEE 802.1Qay/DO.O, padrão de esboço para Redes de Área Local e Metropolitana - Redes de Área Local por Ponte Vituais: Pontes de Estrutura Dorsal do Provedor, outubro/2007) para prover uma solução de escala.

Em contraste à Conexão por Ponte de Estrutura Dorsal do Provedor (PBB), protocolos de árvore de cobertura e radiodifusão/inundação não são usados em PBB-TE. Bancos de dados de filtragem são populados usando um sistema de gerenciamento de rede ou um plano de controle realçado, permitindo que Trajetos Comutados por Ethernet sejam planejados e providos através da rede. Isto permite controle de fluxo de tráfego através da rede de transporte de pacote baseada em Ethernet que assegura uma alocação ótima de recursos. Cada ESP representa um trajeto unidirecional. Um par de ESPs que forma um trajeto bidirecional através da rede define um tronco ou túnel de PBB-TE.

Um dos pontos-chave tratados em PBB-TE é como prover proteção linear ponta a ponta para troncos de PBB-TE, em que um tronco de PBB-TE de proteção dedicada é estabelecido para um determinado tronco, e o tráfego é automaticamente comutado do tronco de PBB-TE (primário) funcional para o tronco de PBB-TE (reserva) de proteção quando uma falha ocorre sobre o tronco primário.

A figura 1 é um bloco-diagrama simplificado ilustrando elementos essenciais de um esquema de proteção linear de ponta a ponta 10 e seu arranjo nas redes existentes para uma entidade de proteção 12. O esquema emprega tráfego normal sobre um ESP 14 como uma entidade funcional e um ESP 16 como uma entidade de proteção entre um componente Oeste 18 e um componente Leste 20. O componente Oeste inclui um processo de comutação de proteção 22 e o componente Leste inclui um processo de comutação de proteção 24. Nas pontas de envio, o tráfego pode ser arranjado de dois modos. Primeiro,em um arranjo 1+1, o tráfego é enviado sobre ambos os trajetos funcional e de proteção simultaneamente (em ponte). Segundo, em um arranjo 1+1 ou 1 para 1, o tráfego é enviado sobre apenas um dos trajetos em qualquer instante (comutado). Em ambos os arranjos de proteção, a ponta receptora seleciona tráfego de entidades funcional ou de proteção com base na informação de processos de Operações, Administração e Gerenciamento (OAM) ou operadores de rede. No caso de 1 para 1, a "ponte de proteção"de envio e "seletor" de recepção tem que ser coordenados.

International Telecommunication Union-Telecommunication (ITU-T) define o termo "ponte" para o comutador que seleciona um ou ambos os trajetos de transmissão na ponta de envio de um domínio de proteção. Deve ser entendido que esta não é a mesma definição do termo "ponte" utilizado na norma IEEE 802. Como definido na presente invenção, a ponte de proteção linear de ITU-T refere-se a uma "ponte de proteção".

Nos esquemas de proteção linear unidirecional, os seletores em cada ponta do domínio de proteção operam assincronamente. Especificamente, uma ação de seleção de trajeto de tráfego em uma ponta não resulta em ação de seleção de tráfego na outra ponta sobre tráfego na direção inversa. Consequentemente, tráfego em uma direção pode usar um trajeto diferente do tráfego na outra direção.

Entretanto, esquemas de proteção linear bidirecional operam

sincronamente no sentido de que uma ação de seleção de tráfego em uma ponta dispara uma correspondente ação de seleção na outra ponta sobre o tráfego na direção inversa. Desse modo, o tráfego em ambas as direções compartilham o mesmo trajeto (ou seja, funcional ou de proteção).

Comutação de proteção pode ser disparada por informação OAM surgindo de monitoramento periódico dos trajetos funcional e de proteção ou de monitoramento de camada física, como perda de sinal ou erros de quadro detectados através de sequências de verificação de quadro.

Esquemas de proteção linear são normalmente configuráveis como "inversíveis" ou "não-inversíveis", havendo tráfego de recepção e de transmissão, em que inversões são aplicáveis, para o trajeto funcional automaticamente, uma vez que OAM indique que a falha ou defeito tenha sido eliminado.

A maioria dos esquemas de proteção linear visam atualmente a comutar completamente (ambas as pontas quando apropriado) em menos do que 50ms a partir da ocorrência da falha, e não apenas a partir da indicação de defeito de OAM. Consequentemente, a periodicidade de mensagens de verificação de continuidade tem que ser de uma ordem mais rápida para detectar a falha e transportar a informação de sincronização ponta a ponta.

A maioria dos esquemas incorpora também interrupção e espera para restaurar cronômetros. Tempos de interrupção asseguram que a falha não é apenas um evento transiente, surgindo de algum nível mais baixo de comutação de proteção, por exemplo, enquanto tempos de restauração asseguram que o desempenho do trajeto funcional esteja totalmente recuperado antes de comutar de volta para o mesmo. Obviamente, o tempo de restauração total é maior.

Desse modo, um mecanismo de resiliência menor do que 50ms de ponta a ponta que ofereça capacidade de proteção linear ponta a ponta bidirecional para túneis ou troncos de PBB-TE de ponta a ponta em um

domínio de PBB-TE é necessário.

Atualmente, diferentes mecanismos de resiliência proprietários ou baseados padrão são usados dentro de redes Ethernet, como Protocolo de Árvore de Cobertura (SEGUNDO TRONCO DE PBB-TE), Protocolo de Árvore de Cobertura Rápida (RSTP), Protocolo de Árvore de Cobertura Múltiplo (MSTP), Anel de Pacote Resiliente (RPR) e Agregação de Ligação (LAG). Entretanto, estes mecanismos são limitados a falhas de link e não são projetados para facilmente ter escala em grandes redes. Além disso, eles não suportam comutação de proteção em ambientes tanto de anel ou linear. Adicionalmente, uma vez que protocolos de árvore de cobertura não são usados em PBB-TE, isto também exclui seu uso de representar uma solução potencial para oferecer resiliência a tronco de PBB-TE.

Em redes SDH/SONET, a função e o protocolo de Comutação de Proteção Automática (APS) provêm proteção de circuito de ponta a ponta. Esta função e protocolo APS pode suportar transferência de 50ms, transferência unidirecional e bidirecional, transferência reversiva e não-reversiva, transferência manual e/ou automática. A função APS também pode suportar topologias linear, em anel e de malha. APS possibilita a transferência de circuitos no caso de falha de circuito e é utilizada na maioria das redes síncronas.

ITU-T, através da Recomendação G.8031/Y.1342, define o uso de função e protocolo APS para conexão ponta a ponta de sub-rede baseada em VLAN em redes de transporte Ethernet. O protocolo APS é usado para coordenar as duas pontas de um domínio de proteção. Mensagens APS só são enviadas sobre trajeto de proteção. Aplicação direta dos mecanismos G.8031 ou em um domínio de PBB-TE introduz complexidade adicional, uma vez que o advento da Unidade de Dados de Protocolo (PDU) para fins de sinalização contém informação substancialmente redundante levando a uma solução não custo-efetivo.

Por exemplo, a Recomendação G.8031 estabelece que é desejável que Mensagens de Verificação de Continuidade (CCMs) sejam enviadas com um intervalo de 3,3 ms e que as primeiras três mensagens APS (resultantes de um evento de comutação de proteção na ponta de origem) também sejam enviadas com um intervalo similar de 3,3ms e, depois, novamente com um intervalo de 5 segundos. Isto permite a perda de até duas mensagens APS devido a erros ou outros fenômenos, enquanto obtendo ainda tempo de comutação de proteção de 60ms.

Sumário

A técnica tem necessidade de funcionalidade APS em um domínio de PBB-TE para um mecanismo de comutação de proteção linear ponta a ponta bidirecional mais simples e mais eficiente. A presente invenção destina-se a achar soluções para tal necessidade. Uma solução mais simples baseada na troca de CCMs e no uso de Indicador de Defeito Remoto (RDI) (indicador de defeito remoto) para sinalização APS é provida na presente invenção.

A presente invenção provê uma capacidade de comutação de proteção linear bidirecional de 1:1 em um domínio de PBB-TE alavancada sobre o campo existente de Gerenciamento de Falha de Conectividade (CFM), CCMs e RDI de IEEE 802.1Qag. A presente invenção também provê uma solução simplificada e eficiente, que é bem-alinhada ao emprego de tecnologia Ethernet.

Desse modo, em um modo de realização, a presente invenção é direcionada a um método de prover comutação de proteção de Ethernet em um domínio de PBB-TE. O método começa por estabelecer dois troncos de PBB-TE entre um primeiro componente-B e um segundo componente-B. cada tronco inclui dois Trajetos de Comutação de Ethernet (ESPs), cada um associado a um indicador de VLAN (VID) possivelmente diferente. O método inclui mapear tráfego de dados sobre o primeiro tronco de PBB-TE, em que o

primeiro tronco de PBB-TE corresponde a uma entidade funcional e o segundo tronco de PBB-TE corresponde a uma entidade de proteção de reserva. Trd é enviado sobre o primeiro tronco via um ESP associado a um VID em uma direção e outro ESP associado a um VID possivelmente diferente na direção oposta. Os troncos de PBB-TE são monitorados quanto a falhas. Quando uma falha é detectada em um tronco de PBB-TE, tráfego de dados é remapeado sobre o outro tronco de PBB-TE via um terceiro ESP associado a um terceiro VID e um quarto ESP a um quarto VID.

Em outro modo de realização, a presente invenção é direcionada a um sistema para prover comutação de proteção de Ethernet em um domínio de PBB-TE. O sistema inclui um PTB entre um primeiro componente-B e um segundo componente-B, o primeiro tronco de PBB-TE tendo um primeiro ESP para tráfego unidirecional do segundo componente-B para o primeiro componente-B. O primeiro ESP é associado a um primeiro VID e o segundo ESP é associado a um segundo VID. O sistema também inclui um segundo tronco de PBB-TE entre o primeiro componente-B e o segundo componente-B. O segundo tronco de PBB-TE tem um terceiro ESP para tráfego unidirecional do primeiro componente-B para o segundo componente-B e um quarto ESP para tráfego unidirecional do segundo componente-B para o primeiro componente-B. O terceiro ESP é associado a um terceiro VID e o quarto ESP é associado a um quarto VID. Adicionalmente, o sistema mapeia tráfego de dados sobre o primeiro tronco de PBB-TE, em que o primeiro tronco de PBB-TE corresponde a uma entidade funcional e o segundo tronco de PBB-TE corresponde a uma entidade de proteção de reserva. Os dois troncos de PBB-TE são monitorados quanto a falhas. Quando uma falha é detectada sobre um tronco de PBB-TE, tráfego de dados é remapeado sobre o outro tronco de PBB-TE.

Em ainda outro modo de realização, a presente invenção é direcionada a um nó para prover comutação de proteção de Ethernet em um

domínio de PBB-TE. O nó conecta-se a um PTB entre o nó e um segundo nó. O PTB tem um primeiro ESP para tráfego unidirecional do nó para o segundo nó e um segundo ESP para tráfego unidirecional do segundo nó para o nó. O primeiro ESP é associado a um primeiro VID e o segundo ESP é associado a um segundo VID. O nó se conecta também a um segundo tronco de PBB-TE entre o nó e o segundo nó. O segundo tronco de PBB-TE tem um terceiro ESP para tráfego unidirecional do nó para o segundo nó e um quarto ESP para tráfego unidirecional do segundo nó para o nó. O terceiro ESP é associado a um terceiro VID e o quarto ESP é associado a um quarto VID. O nó mapeia tráfego de dados sobre o primeiro tronco de PBB-TE. O PRP corresponde a uma entidade funcional e o segundo tronco de PBB-TE corresponde a uma entidade de proteção de reserva. Os dois troncos de PBB-TE são monitorados quanto a falhas. Quando uma falha é detectada sobre um tronco, o nó remapeia tráfego de dados sobre o outro tronco de PBB-TE.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 (técnica anterior)é um bloco-diagrama simplificado ilustrando elementos essenciais de um esquema de proteção linear ponta a ponta e seu arranjo nas redes existentes para uma entidade de proteção;

a figura 2 é um bloco-diagrama simplificado de uma rede ilustrando configuração de tronco de PBB-TE no modo de realização preferido da presente invenção;

a figura 3 é um bloco-diagrama simplificado ilustrando mapeamento de tráfego de dados específico para uma entidade funcional na rede da figura 2;

a figura 4 é um bloco-diagrama simplificado ilustrando uma falha em uma entidade funcional da rede da figura 2;

a figura 5 é um bloco-diagrama simplificado da rede ilustrando remapeamento de tráfego de dados específico para a entidade de proteção; e

a figura 6 é um fluxograma ilustrando as etapas de ajustar e n

mapear troncos de PBB-TE para prover capacidade de comutação de proteção em um domínio de PBB-TE.

Descrição Detalhada

A presente invenção é um sistema e método para comutação de proteção de Ethernet em um domínio de PBB-TE. A presente invenção provê uma capacidade de comutação de proteção linear bidirecional de 1:1 em um domínio de PBB-TE. Em um domínio de PBB-TE, Backbone Edge Bridges (BEBs) (pontes de borda de espinha dorsal) fazem a demarcação entre o Provider Backbone Bridged Network (PBBN) (rede conectada por ponte à espinha dorsal de provedor) de interesse e as redes acopladas à mesma. Estas BEBs são assumidas como sendo B-BEBs ou IB-BEBs, cada uma contendo um componente. O domínio de proteção é definido como sendo área entre Porta de Estrutura Dorsal de Clientes (CBPs) (portas de espinha dorsal para clientes) sobre os diferentes componentes-B das BEB envolvidas, ESPs são providos de uma BEB para outra, cada uma identificada pela tupla <B-DA, B-AS, B-VID>. Cada ESP representa um trajeto unidirecional e os pares de ESPs que formam o trajeto unidirecional definem um tronco de PBB-TE. Os ESPs pertencentes ao mesmo tronco de PBB-TE são co-encaminhados, mas também podem ser identificados por diferentes B-VIDs.

A figura 2 é um bloco-diagrama simplificado de uma rede 100 ilustrando arranjo de tronco de PBB-TE no modo de realização preferido da presente invenção. A rede 100 inclui pelo menos dois troncos de PBB-TE, tronco de PBB-TE (entidade funcional) 102 e tronco de PBB-TE (entidade de proteção) 104, entre uma BEB 106 tendo componente-B de Oeste 108 e uma BEB 110 tendo um componente-B de Leste 112. O tronco de PBB-TE 102 inclui um ESP 114 de Oeste para Leste e um ESP 116 de Leste para Oeste. Cada ESP pode corresponder ao mesmo ou a diferentes arranjos B-VID para as duas direções diferentes. O tronco de PBB-TE 104 inclui um ESP de Oeste para Leste 118 e um ESP de Leste para Oeste 120.

Os ESPs 114, 116, 118 e 120 são estabelecidos pela configuração de entradas nos bancos de dados de filtragem (FDBs) sobre todas as pontes que estes ESPs precisam atravessar e a associação de VLAN de cada porta participante tem que ser ajustada. Há dois componentes-B terminando os ESPs. Conforme mostrado na figura 2, o componente-B de Oeste 108 inclui um Porta de Estrutura Dorsal de Cliente (CBP) 126 e um número de Portas de Rede de Provedor (PNPs), PNP 122 e PNP 124. O componente-B de Leste 112 inclui uma CBP 164, e um número de PNPs, PNP 160 e PNP 162. O ESP 114 associado ao VID 128 faz parte da Entidade funcional 102 e é configurado entre CBP 126 e CBP 164. Adicionalmente, há outro ESP 118, associado ao VID 130, que faz parte da Entidade de proteção 104, configurado entre CBP 126 e CBP 164. Uma vez que ESP 114 é associada a VID 128, as portas CBP 126 e PNP 122 sobre o cbw108 e as portas PNP 160 e CBP 164 sobre o componente-B de Leste 112 são configuradas como sendo membros do conjunto de membros de VID 128. Uma vez que ESP 118 é associado ao VID 130, as portas CBP 126 e PNP 124 sobre o componente-B de Oeste 108 e as portas PNP 162 e CBP 164 sobre o componente-B de Leste 112 são configuradas como sendo membros do conjunto de membros de VID 130. Na direção oposta, do componente-B de Leste 112 para componente-B de Oeste 108, há o ESP 116 associado ao VID 166 que faz parte da entidade funcional 102 e é configurado entre CBP 164 e CBP 126 e um quarto ESP 120, associado ao VID 168, que faz parte da entidade de proteção 104 e é configurado entre a CBP 164 e a CBP 126. Uma vez que o ERSP 116 é associado ao VID 166, as portas CBP 126 e PNP 122 sobre o componente-B de Oeste 108 e as portas PNP 160 e CBP 164 sobre o componente-B de Leste 112 são configuradas como sendo membros do conjunto de membros de VID 166. Uma vez que ESP 120 é associado ao VID 168, as portas CBP 126 e PNP 124 sobre o componente-B de Oeste 108 e as portas PNP 162 e CBP 164 sobre o componente-B de Leste 112 são

configurada como sendo membros do conjunto de membros de VID 168. Quadros são etiquetados para um VID específico e só podem egressar ou ingressar com portas associadas.

Configurar os troncos de PBB-TE significa que s correspondentes Maintenance Associations (Mas) (Associações de Manutenção) também são configuradas. Umas MA é estabelecida para monitorar o tronco de PBB-TE de topo (tronco-1) e uma segunda para monitorar o tronco de PBB-TE de base (tronco-2). Cada uma dessas duas Mas pode se associada a um par de identificadores de LAN Virtual (VIDs), em que cada VID corresponde a um ESP unidirecional. A MA que monitora o tronco de PBB-TE 1 pode, então, conter ambos os Vis em sua lista de VID, Os Maintenance End Points (MEPs) (pontos terminais de manutenção), associados a esta MA, são Up MEPs, configurados sobre CBPs que demarcam o tronco de PBB-TE associado. Por exemplo, em que dois VIDs são usados para um tronco de PBB-TE, cada um dos MEPs tem seu prório VID primário (por exemplo, VID 128 para o MEP sobre o componente-B de Oeste associado ao tronco de PBB-TE 102, e VID 166 para o MEP sobre o componente-B de Leste). Nesta configuração, cada MEP pode receber quadros que são etiquetados com qualquer dos VIDs na lista de MA, mas enviam quadros que são etiquetados apenas com este VID primário de MEP. Em particular, no exemplo ilustrado, o MEP para a entidade funcional sobre o componente-B de Oeste pode enviar apenas Mensagens de Verificação de Continuidade (CCMs) etiquetadas VID 128 especificadas, enquanto o MEP correspondente sobre o componente-B de Leste só pode enviar quadros etiquetados de VID 166. Ambos MEPs podem receber quadros de CCM que são etiquetados para VID 166 ou 128.

Tráfego de dados é mapeado para um tronco de PBB-TE pela configuração de parâmetros de CBP. Em particular, o identificador de serviço de instância de espinha dorsal de CBP é usado para permitir apenas que

instâncias de serviço específico sejam executadas pelo tronco de PBB-TE e a coluna de B-VID sobre a tabela de Instância de Serviço de Espinha Dorsal ou, caso não suportada, o parâmetro de VID de Porta (PVID) de CBP pode ser usado para mapearas instâncias de serviço identificadas para um ESP específico. A figura 3 é um bloco-diagrama simplificado ilustrando mapeamento de tráfego de dados específico para uma entidade funcional na rede100 da figura 2. O valor de PVID de CBP para a CBP 126 é associado ao VID 128, enquanto a CBOP 164 é associada ao VID 166. Como ilustrado, a rede inclui um MEP 200 associado ao VID 128 sobre o componente-B de Oeste 108 e um MEP 202 associado ao VID 166 sobre o componente-B de Leste 112.

Como resultado desta configuração, quadros de valores de Identificador de Instância de Serviço de Espinha Dorsal (I-SID) que alcançam a CBP sobre o componente-B de Oeste 108 são mapeados para o ESP 114, enquanto quadros específicos que alcançam a CBP sobre o componente-B de Leste 112 são mapeados sobre o ESP 116. Desse modo, o tronco de PBB-TE 102 corresponde à entidade funcional e o tronco de PBB-TE 104 corresponde a uma entidade de proteção de reserva. Sem considerar como o tráfego de dados é mapeado para os troncos de PBB-TE, quadros de CCM são trocados sobre ambas as entidades funcional e protegida de modo a verificar regularmente a conectividade provida.

A figura 4 é um bloco-diagrama simplificado ilustrando uma falha em uma entidade funcional da rede 100 da figura 2. Caso ocorra uma falha em qualquer dos ESPs, o MEP sobre a ponta de recepção é notificado. Por exemplo, se uma falha 300 sobre o ESP 114 ocorrer, o MEP 202 sobre p componente-B de Leste 112 declara um defeito de MEP remoto por estabelecer um parâmetro rMEPCCMdefect. O cronômetro para interromper CCMs tem uma granularidade mais fina ou igual a ¼ do tempo representado pela variável de CCMinterval (o tempo configurado entre transmissões

CCM). Uma Ponte não estabelece rMEPCCMdefect dentro de 3*25 segundos de CCMinterval da recepção de uma CCM, e estabelece rMEPCCMdefect dentro de 3,25* segundos de CCMinterval após a recepção da últgima CCM. O estabelecimento do parâmetro rMEPCCMdefect resulta em uma mudança do parâmetro PVID da CBP para VID 168, que é o BVID do ESP associado provido sobre o tronco de PBB-TE de proteção 104 (o parâmetro PVID também muda quando os parâmetros de xConCCMdefect ou de errorCCMdefect são estabelecidos uma vez que estes indicam um problema muito sério de erro de configuração). Todas as CCMs subseqüentes enviadas via o MEP associado ao VID 166 tem seu campo de RDI ajustado (enquanto CCMs apropriadas não forem recebidas pelo MEP).

A figura 5 ilustra bloco-diagrama da rede 100, mostrando remapeamento de tráfego de dados específico para a entidade de proteção. Recepção de um quadro de CCM com o campo RDI ajustado (ou um evento que faz com que a entrada de B-VID associado na tabela de instância de serviço de espinha dorsal para mudar para o valor pré-configurado do ESP de proteção. Isto resulta em over a instância de serviço específico para a o tronco de PBB-TE de proteção 104, conforme mostrado na figura 5.

A figura 6 é um fluxograma ilustrando as etapas de estabelecer mapeamento de troncos de PBB-TE para prover capacidade de comutação de proteção em um domínio de PBB-TE. Com referência às figuras 2-6, o método será agora explicado. Na etapa 400, os troncos de PBB-TE são estabelecidos. O tronco de PBB-TE 1023 é estabelecido como a entidade funcional e inclui ESP 114 associado ao VID 128 em uma direção (ou seja, oeste para leste). O tronco de PBB-TE 104 é estabelecido com a entidade de proteção e inclui o ESP 118 associado ao VID 130 em uma direção (ou seja, oeste para leste) e o SP 120 associado ao VID 1340 em uma direção (ou seja, oeste para leste). Em seguida, na etapa 402, tráfego de dados é mapeado para o tronco de PBB-TE especificado (ou seja, tronco de PBB-TE 102) pela

configuração dos parâmetros de CBP. Em particular, o identificador de instância de serviço de espinha dorsal de CBP é usado para permitir apenas instâncias de serviços específicos serem executados pelo tronco de PBB-TE, enquanto a coluna B-VID de CBP em suas tabelas de instância de serviço de espinha dorsal. Alternativamente, caso isto não seja suportado, o parâmetro de VID de Porta (PVID) pode ser usado para mapear as instâncias de serviço identificadas para um ESP específico. O valor de PVID ou B-VID de CBP para a CBP 126 é associado ao VID 128, enquanto a CBP 164 é associada ao VID 166. Como resultado desta configuração, quadros de valores de I-SID específicos que alcançam a CBP sobre o componente-B de Oeste 108 são mapeados para o ESP 114, enquanto quadros específicos que alcançam o CBP sobre o componente-B de Leste 112 são mapeados sobre o ESP 116. Desse modo, o tronco de PBB-TE 1023 corresponde à entidade funcional e o tronco de PBB-TE 104 corresponde a uma entidade de proteção de reserva. Sem considerar como o tráfego de dados é mapeado para os troncos de PBB-TE, quadros de CCM são trocados sobre ambas as entidades funcional e protegida, de modo a verificar regularmente a conectividade provida.

O método move-se, então, para a etapa 404, na qual os troncos são monitorados quanto a falhas. Em seguida, na etapa 406, é determinado se uma falha foi detectada. Caso uma falha não tenha sido detectada, o método continua a monitorar os troncos na etapa 404. Entretanto, na etapa 406, caso seja determinado que uma falha sobre a entidade funcional foi detectada, o método move-se para a etapa 408 na qual o tráfego de dados é remapeado para a entidade de proteção. Caso ocorra uma falha em qualquer dos ESps, o MEP sobre a ponta de recepção NE notificado. Por exemplo, se uma falha 300 sobre o ESP 114 ocorrer, o MEP 202 sobre o componente-B de Leste 112 declara um defeito de ESP remoto ao estabelecer um parâmetro rMEPCCMdefect. O cronômetro pata interromper CCMs tem uma granularidade mais fina ou igual a ¼ do tempo representado pela variável

CCMinterval (o tempo configurado entre transmissões de CCM). Uma Ponte não estabelece rMEPCCMdefect dentro de 3,25*segundos da recepção de uma CCM, e estabelece rMEPCCMdefect dentro de 3,5CCMinterval segundos após a recepção da última CCM. O estabelecimento do parâmetro rMEPCCMdefect resulta em uma mudança da coluna B-VID da tabela de Instância de Serviço de Espinha Dorsal ou o parâmetro de PVID da CBP para o VID 168, que é o BVID do ESP associado provido sobre o tronco de PBB-TE 104. Todas as CCMs subseqüentes enviadas via o MEP associado ao VID 166 tem um campo RDI estabelecido (enquanto CCMs apropriadas não são recebidas pelo MEP). Uma recepção de um quadro de CCM com o campo RDI estabelecido (ou um evento que cause o estabelecimento de somewRMEPCCMdefect, xCONCCMdefect, ou errorCCMdefect) faz com que uma mudança do valor da coluna B-VID da tabela DCE de Instância de Serviço de Espinha Dorsal ou o parâmetro de PVID da CBP 126 sobre o componente-B de Oeste 108, para o valor pré-configurado do ESP de proteção ou seja, associado ao ESP 118 e correspondente VID 130). Isto resulta em mover a instância de serviço específico para o tronco de PBB-TE de proteção 104.

A presente invenção provê um sistema e método de oferecer uma capacidade de comutação de proteção linear bidirecional 1:1 em um domínio de PBB-TE alavancada sobre Gerenciamento de Falha de Conectividade (CFM), CCMs e campo de RDI de IEE 802.1Qag. A presente invenção provê também uma solução simplificada e eficiente bem alinhada com as características intrínsecas de tecnologia Ethernet.

A presente invenção pode, naturalmente, ser executada de outros modos específicos que não os aqui apresentados sem se afastar das características essenciais da invenção. Os presentes modos de realização devem ser considerados, por conseguinte, em todos os aspetos como ilustrativos e não restritivos, e todas as alterações abrangidas pelo significado

e faixa de equivalência das reivindicações anexas tem a intenção de serem abrangidas pelos mesmos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para prover comutação de proteção de Ethernet em um Domínio de Engenharia de Tráfego por Ponte de Espinha Dorsal de Provedor, PBB-TE, **caracterizado** pelo fato de que compreende as etapas de:

estabelecer (400) um primeiro tronco (102) de PBB-TE entre um primeiro componente-B (108) e um segundo componente-B (112), o primeiro tronco (102) de PBB-TE tendo um primeiro trajeto de comutação de Ethernet, ESP (114), para tráfego unidirecional do primeiro componente-B (108) para o segundo componente-B (112) e um segundo ESP (116) para tráfego unidirecional a partir do segundo componente-B (112) para o primeiro componente-B (108), em que o primeiro ESP (114) é associado um primeiro identificador de VLAN, VID (128), e o segundo ESP (116) é associado a um segundo VID (166);

estabelecer (400) um segundo tronco (104) de PBB-TE entre o primeiro componente-B (108) e o segundo componente-B (112), o segundo tronco (104) de PBB-TE tendo um terceiro ESP (118) para tráfego unidirecional a partir do primeiro componente-B (108) para o segundo componente-B (112), e um quarto ESP (120) para tráfego unidirecional a partir do segundo componente-B (112) para o primeiro componente-B (108), em que o terceiro ESP (118) é associado a um terceiro VID (130) e o quarto ESP (120) é associado a um quarto VID (168);

mapear (402) tráfego de dados sobre o primeiro tronco (102) de PBB-TE, o primeiro tronco (102) de PBB-TE corresponde a uma entidade funcional e o segundo tronco (104) de PBB-TE correspondendo a uma entidade de proteção de reserva;

monitorar (404) o primeiro tronco (102) de PBB-TE quanto a falhas;

ao detectar (406) uma falha sobre o primeiro tronco (102) de PBB-TE,

remapear (408) tráfego de dados sobre o segundo tronco (104) de PBB-TE.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de monitorar também inclui monitorar o segundo tronco (104) de PBB-TE quanto a falhas, em que, quando uma falha é detectada sobre o segundo tronco (104) de PBB-TE, o tráfego de dados é remapeado sobre o primeiro tronco (102) de PBB-TE.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que:

o primeiro componente-B (108) inclui uma primeira porta de ingresso (122) associada ao segundo VID (166) e uma primeira porta de egresso (122) associada ao primeiro VID (128), a primeira porta de ingresso (122) recebendo tráfego de dados via o segundo ESP (116) e a primeira porta de egresso (122) enviando tráfego de dados via o primeiro ESP (114) para o segundo componente-B (112); e

o segundo componente-B (112) inclui uma segunda porta de ingresso (160) associada ao primeiro VID (128) e uma segunda porta de egresso (160) associada ao segundo VID (166), a segunda porta de ingresso (160) recebendo tráfego de dados via o primeiro ESP (114) e a segunda porta de egresso (160) enviando tráfego de dados via o segundo ESP (116) para o primeiro componente-B (108).

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de remapear dados sobre o segundo tronco (104) de PBB-TE inclui reconfigurar as portas no primeiro e no segundo componentes-B (108; 112) para enviar e receber tráfego via os terceiro e quarto ESPs (118; 120).

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que uma primeira Associação de Manutenção, MA, monitora o primeiro tronco (102) de PBB-TE e uma segunda MA monitora o segundo tronco (104)

de PBB- TE quanto a falhas.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que a primeira MA é associada aos primeiro e segundo VIDs (128; 166) e a segunda MA é associada aos terceiro e quarto VIDs (130; 168).

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que:

o primeiro componente-B (108) inclui um primeiro Ponto Terminal de Manutenção, MEP (200), para monitorar o primeiro ESP (114), o primeiro MEP (200) sendo associado ao primeiro VID (128);

o segundo componente-B (112) inclui um segundo MEP (202) para monitorar o segundo ESP (116), o segundo MEP (202) sendo associado ao segundo VID (166);

o primeiro MEP (200) enviando Mensagens de Verificação de Continuidade, CCMs, para o segundo componente-B (112) via o primeiro ESP (114) e o segundo MEP (202) enviando CCMs via o segundo ESP (116).

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que, ao detectar uma falha, o primeiro ou segundo MEP (200; 202) detecta a falha e ajusta um parâmetro de ajuste de defeito, disparando, desse modo, a etapa de remapear tráfego de dados sobre o segundo tronco (104) de PBB-TE.

9. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que:

o primeiro componente-B (108) inclui um terceiro Ponto Terminal de Manutenção, MEP, para monitorar o terceiro ESP (118), o terceiro MEP sendo associado ao terceiro VID (130);

o segundo componente-B (112) inclui um quarto MEP para monitorar o quarto ESP (120), o quarto MEP sendo associado ao quarto VID (168);

o terceiro MEP enviando Mensagens de Verificação de Continuidade,

CCMs, para o segundo componente-B (112) via o terceiro ESP (118) e o quarto MEP enviando CCMs para o primeiro componente-B (108) via o quarto ESP (120).

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que adicionalmente inclui a etapa de enviar Mensagens de Verificação de Continuidade, CCMs, via o primeiro e o segundo tronco (102, 104) de PBB-TE para verificar a conectividade dos troncos.

11. Sistema para prover comutação de proteção de Ethernet em um Domínio de Engenharia de Tráfego por Ponte de Espinha Dorsal de Provedor, PBB-TE, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um primeiro tronco (102) de PBB-TE entre um primeiro componente-B (108) e um segundo componente-B (112), o primeiro tronco (102) de PBB-TE tendo um primeiro trajeto de comutação de Ethernet, ESP (114), para tráfego unidirecional a partir do primeiro componente-B (108) para o segundo componente-B (112) e um segundo ESP (116) para tráfego unidirecional a partir do segundo componente-B (112) para o primeiro componente-B (108), em que o primeiro ESP (114) é associado a um primeiro identificador de VLAN, VID (128), e o segundo ESP (116) é associado a um segundo VID (166);

um segundo tronco (104) de PBB-TE entre o primeiro componente- B (108) e o segundo componente-B (112), o segundo tronco (104) de PBB-TE tendo um terceiro ESP (118) para tráfego unidirecional a partir do primeiro componente-B (108) para o segundo componente-B (112) e um quarto ESP (120) para tráfego unidirecional a partir do segundo componente-B (112) para o primeiro componente-B (108), em que o terceiro ESP (118) é associado a um terceiro VID (130) e o quarto ESP (120) é associado a um quarto VID (168);

meios (126) para mapear tráfego de dados sobre o primeiro tronco (102) de PBB-TE, o primeiro tronco (102) de PBB-TE correspondendo a uma entidade

funcional e o segundo tronco (104) de PBB-TE correspondendo a uma entidade de proteção de reserva;

meios (200, 202) para monitorar o primeiro tronco (102) de PBB-TE quanto a falhas; e

meios (126) para remapear tráfego de dados sobre o segundo tronco (104) de PBB-TE em resposta a detectar uma falha sobre o primeiro tronco (102) de PBB- TE.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente uma primeira Associação de Manutenção, MA, para monitorar o primeiro tronco (102) de PBB-TE e uma segunda MA para monitorar o segundo tronco (104) de PBB-TE.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a primeira MA é associada aos primeiro e segundo VIDs (128; 166) e a segunda MA é associada aos terceiro e quarto VIDs (130; 168).

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que:

o primeiro componente-B (108) incluir um primeiro Ponto Terminal de Manutenção, MEP (200), para monitorar o primeiro ESP (114), o primeiro MEP (200) sendo associado ao primeiro VID (128);

o segundo componente-B (112) incluir um segundo MEP (202) para monitorar o segundo ESP (116), o segundo MEP (202) sendo associado ao segundo VID (166); e

o primeiro MEP (200) enviando Mensagens de Verificação de Continuidade, CCMs, para o segundo componente-B (112) via o primeiro ESP (114) e o segundo MEP (202) enviando CCMs para o primeiro componente-B (108) via o segundo ESP (116).

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato

de que:

o primeiro componente-B (108) inclui um terceiro MEP para monitorar o terceiro ESP (118), o terceiro MEP sendo associado ao terceiro VID (130);

o segundo componente-B (112) inclui um quarto MEP para monitorar o quarto ESP (120), o quarto MEP sendo associado ao quarto VID (168);

o terceiro MEP enviando CCMs para o segundo componente-B (112) via o terceiro ESP (118) e o quarto MEP enviando CCMs para o primeiro componente-B (108) via o quarto ESP (120).

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que ao detectar uma falha, o primeiro ou o segundo MEP (202) detecta a falha e ajusta um parâmetro de ajuste de defeito, disparando, desse modo, o remapeamento de tráfego de dados sobre o segundo tronco (104) de PBB- TE.

17. Nó (108) para prover comutação de proteção de Ethernet em um Domínio de Engenharia de Tráfego por Ponte de Espinha Dorsal de Provedor, PBB-TE, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

meios (122) para conexão a um primeiro tronco (102) de PBB-TE entre o nó (108) e um segundo nó (112), o primeiro tronco (102) de PBB-TE tendo um primeiro trajeto de comutação de Ethernet, ESP (114), para tráfego unidirecional a partir do nó (108) para o segundo nó (112) e um segundo ESP (116) para tráfego unidirecional a partir do segundo nó (112) para o nó (108), em que o primeiro ESP (114) é associado a um primeiro identificador de VLAN, VID (128), e o segundo ESP (116) é associado a um segundo VID (166);

meios (124) para conexão a um segundo tronco (104) de PBB-TE entre o nó (108) e o segundo nó (112), o segundo tronco (104) de PBB-TE tendo um terceiro ESP (118) para tráfego unidirecional a partir do nó (108) para o segundo nó (112) e um quarto ESP (120) para tráfego unidirecional do segundo nó (112) para o nó (108), em que o terceiro ESP (118) é associado a um terceiro

VID (130) e o quarto ESP (120) é associado a um quarto VID (168);

meios (126) para mapear tráfego de dados sobre o primeiro tronco (102) de PBB-TE, o primeiro tronco (102) de PBB-TE correspondendo a uma entidade funcional e o segundo tronco (104) de PBB-TE correspondendo a uma entidade de proteção de reserva;

meios (200) para monitorar o primeiro tronco (102) de PBB-TE quanto a falhas;

meios (126) para, ao detectar uma falha sobre o primeiro tronco (102) de PBB-TE, remapear tráfego de dados sobre o segundo tronco (104) de PBB-TE.

18. Nó (108), de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de que os meios de monitoração também incluem meios para monitorar o segundo tronco (104) de PBB-TE quanto a falhas, em que, quando uma falha é detectada sobre o segundo tronco (104) de PBB-TE, os meios de remapeamento remapeiam tráfego de dados sobre o primeiro tronco (102) de PBB-TE.

19. Nó (108), de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de que o nó (108) inclui uma primeira porta de ingresso (122) associada ao segundo VID (166) e uma primeira porta de egresso (122) associada ao primeiro VID (128), a primeira porta de ingresso (122) recebendo tráfego de dados via o segundo ESP (116) e a primeira porta de egresso (122) enviando tráfego de dados via o primeiro ESP (114) para o segundo componente-B (112).

20. Nó (108), de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que o tráfego de dados é remapeado sobre o segundo tronco (104) de PBB-TE pela reconfiguração das portas no nó (108) para enviar e receber tráfego via os terceiro e quarto ESPs (118; 120).

21. Nó (108), de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente uma primeira Associação de

Manutenção, MA, para monitorar o primeiro tronco (102) de PBB-TE e uma segunda MA para monitorar o segundo tronco (104) de PBB-TE.

22. Nó (108), de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de que a primeira MA ser associada aos primeiro e segundo VIDs (128; 166) e a segunda MA ser associada aos terceiro e quarto VIDs (130; 168).

23. Nó (108), de acordo com a reivindicação 17 **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente meios para enviar Mensagens de Verificação de Continuidade, CCMs, via os primeiro e segundo troncos (102; 104) de PBB-TE para verificar conectividade dos troncos.

24. Nó (108), de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de que o nó (108) é um componente-B de uma Ponte de Borda de Espinha Dorsal.

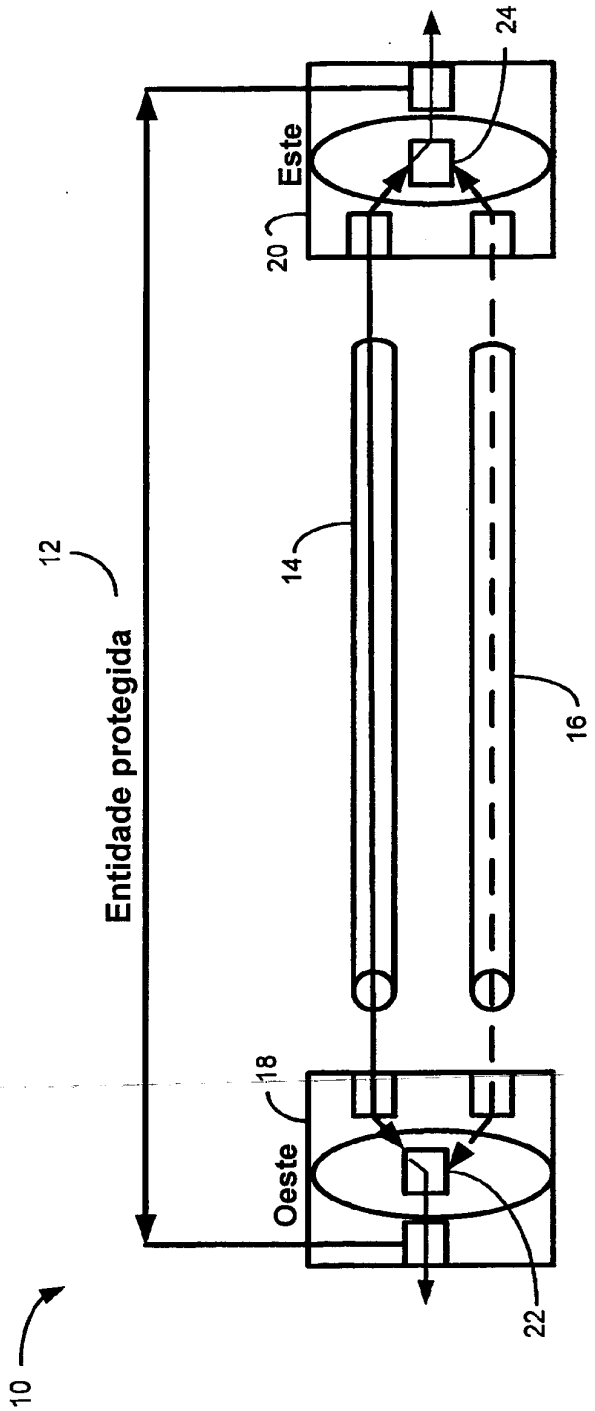


FIG. 1
Técnica Anterior

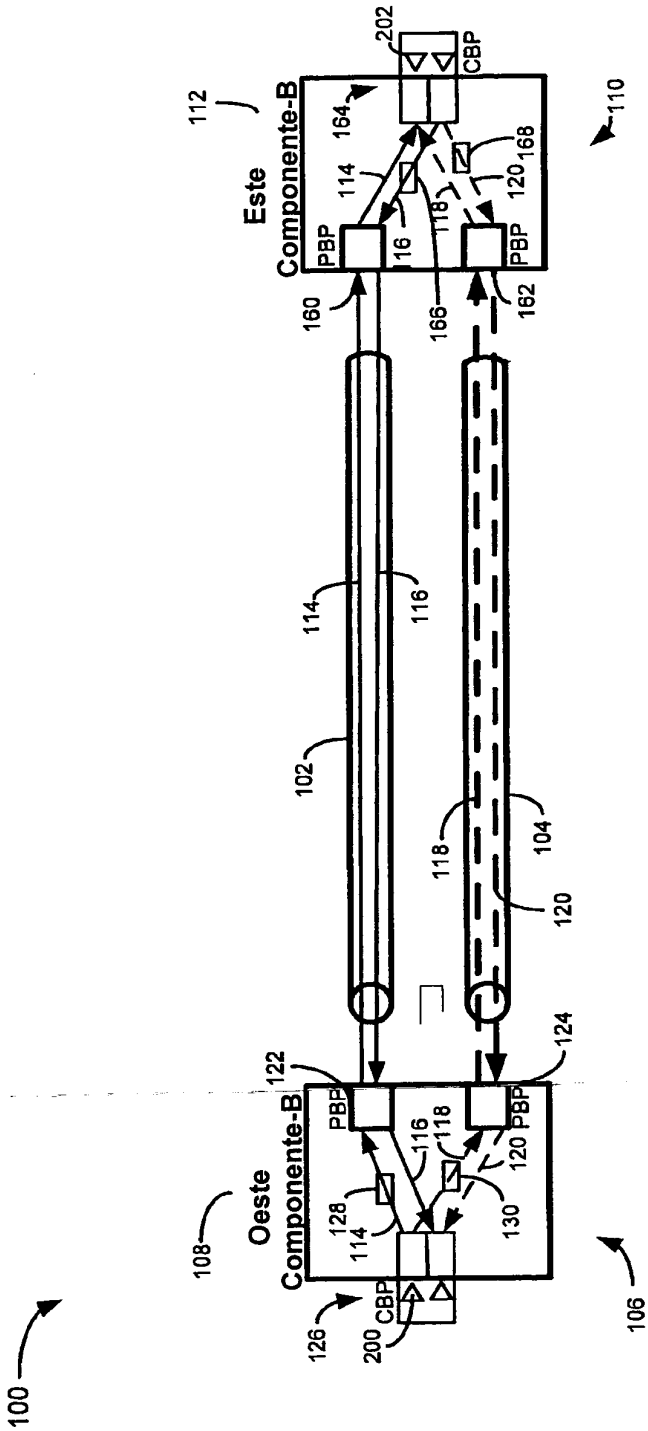

100
112
Este Componente-B
110
202
CBP
164
168
114
120
118
PBP
116
160
166
162
102
104
122
124
Oeste Componente-B
108
128
130
126
200
106

FIG. 2

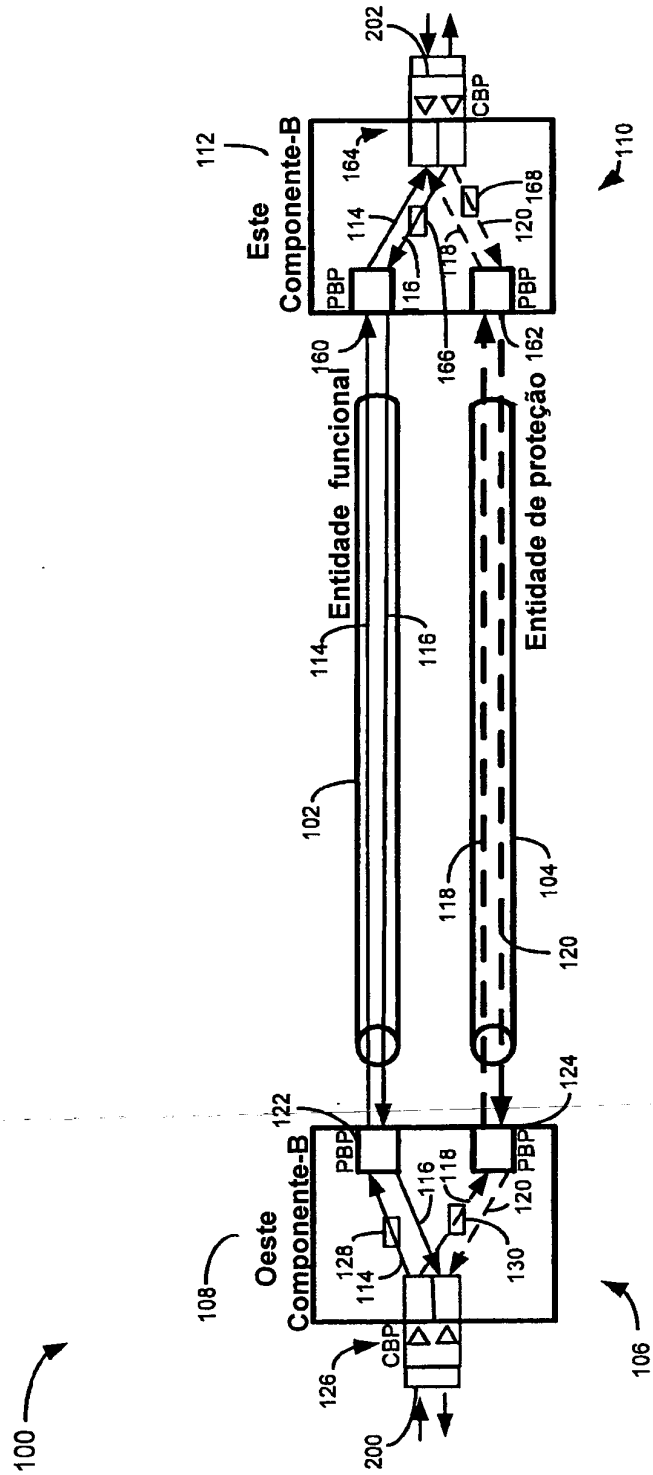

100
Este Componente-B
112
110
Oeste Componente-B
108
106
Entidade funcional
Entidade de proteção
PBP
CBP
202
200
102
104
114
116
118
120
122
124
126
128
130
160
162
164
166
168

FIG. 3

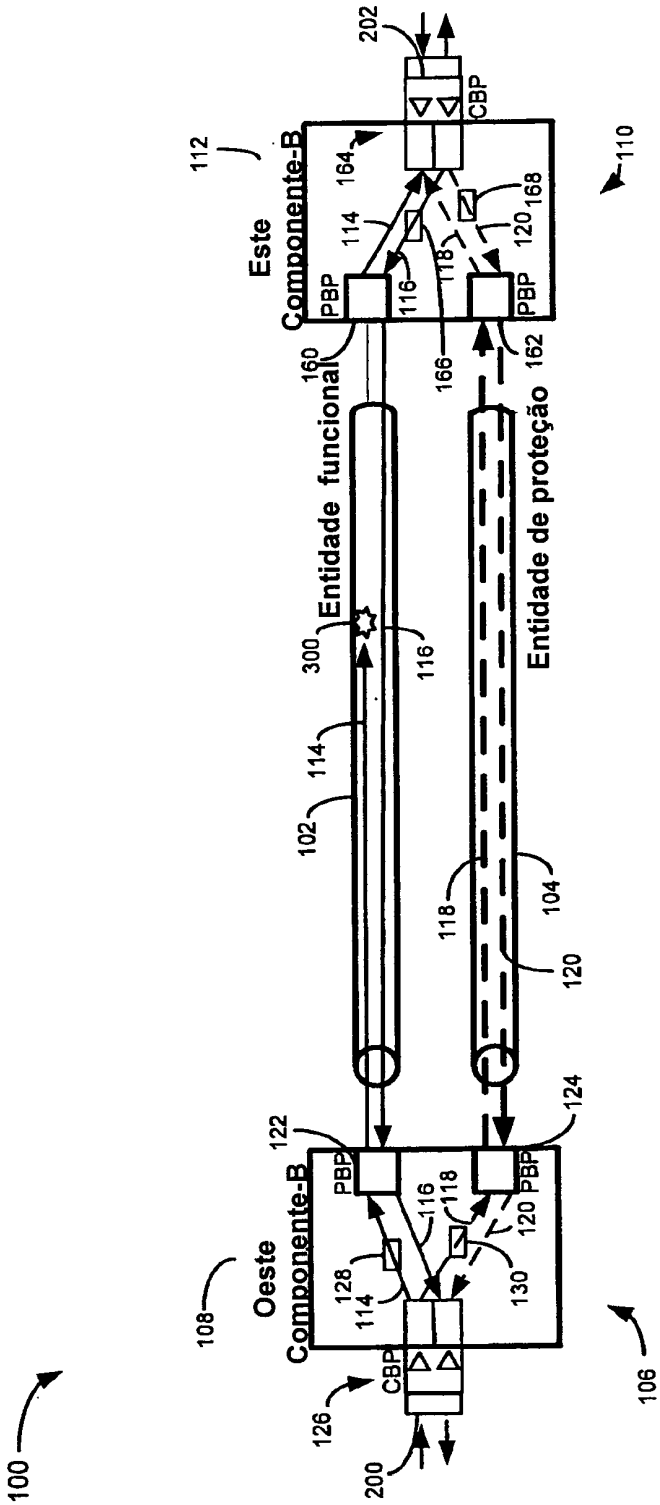

100
Este Componente-B
112
Oeste Componente-B
108
110
106
Entidade funcional
Entidade de proteção
PBP
CBP
202
200
126
160
162
164
166
168
300
102
104
114
116
118
120
122
124
128
130

FIG. 4

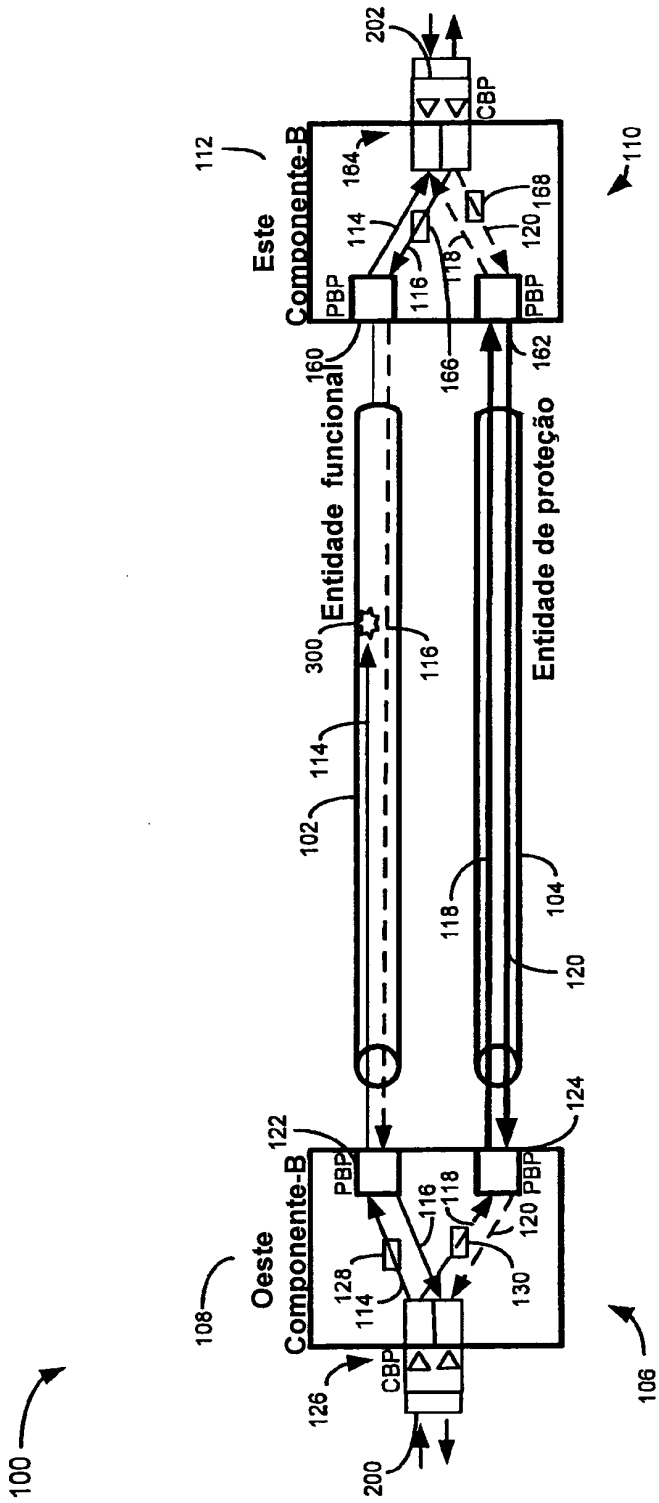
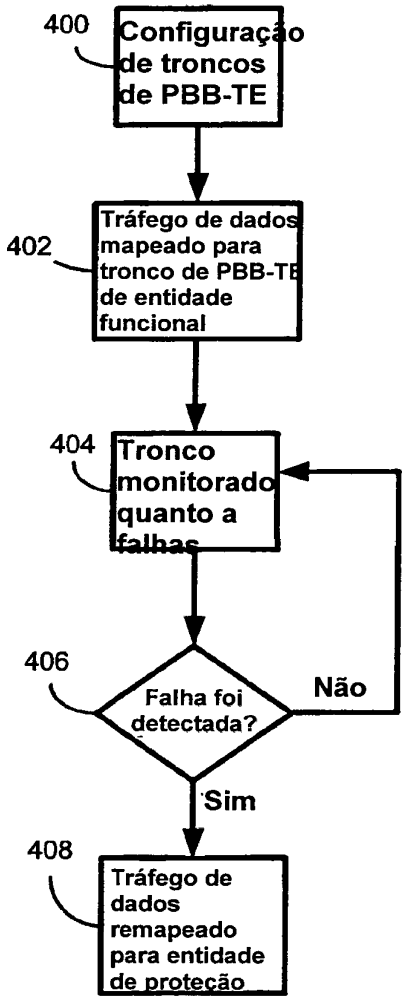

100
Componente-B
Este
112
110
Componente-B
Oeste
108
106
Entidade funcional
Entidade de proteção
PBP
CBP
202
200
126
160
162
164
166
168
300
102
104
114
116
118
120
122
124
128
130

FIG. 5

FIG. 6


400
Configuração de troncos de PBB-TE
Tráfego de dados mapeado para tronco de PBB-TE de entidade funcional
402
404
Tronco monitorado quanto a falhas
406
Falha foi detectada?
Não
Sim
408
Tráfego de dados remapeado para entidade de proteção