



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

(21) BR 102015012543-7 A2

(22) Data do Depósito: 29/05/2015

(43) Data da Publicação: 28/06/2016



(54) **Título:** LIGAÇÃO EM PONTE DE CONTEÚDO REDUNDANTE ENTRE REDES DE COMUNICAÇÃO DE SUBESTAÇÃO

(51) **Int. Cl.:** H04L 12/46; H04L 12/437

(52) **CPC:** H04L 12/4625; H04L 12/437

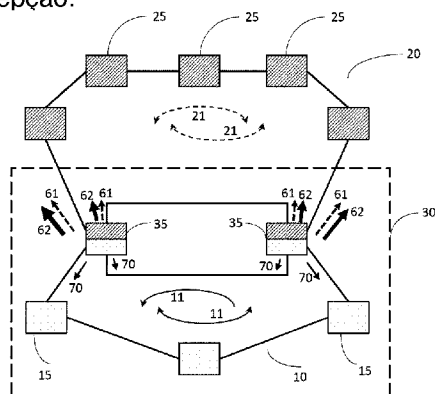
(30) **Prioridade Unionista:** 19/08/2014 EP 14181418.6

(73) **Titular(es):** ABB TECHNOLOGY AG

(72) **Inventor(es):** IOANNIS SOTIROPOULOS, RIDA JICHI, OTMAR GÖRLITZ, THOMAS WERNER, CLAUDIO HONEGGER

(74) **Procurador(es):** DANNEMANN, SIEMSEN, BIGLER & IPANEMA MOREIRA

(57) **Resumo:** RESUMO Patente de Invenção: "LIGAÇÃO EM PONTE DE CONTEÚDO REDUNDANTE ENTRE REDES DE COMUNICAÇÃO DE SUBESTAÇÃO" A presente invenção refere-se a um método para fornecer uma ponte de rede entre uma origem e uma rede de recepção de uma rede de comunicação, em que a ponte de rede compreende dois nós de ligação em ponte de conteúdo conectados entre a origem e a rede de recepção de acordo com um esquema de redundância definido em IEC62439-3, que compreende: atribuir um identificador de nó de rede de origem comum para os dois nós de ligação em ponte de conteúdo; receber, por cada um dos dois, nós de ligação em ponte de conteúdo, tráfego de rede dentro da rede de origem; e encaminhar, por cada um dos dois nós de ligação em ponte de conteúdo com o uso do identificador de rede de origem, o tráfego de rede a partir da origem para as redes de recepção.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**LIGAÇÃO EM PONTE DE CONTEÚDO REDUNDANTE ENTRE REDES DE COMUNICAÇÃO DE SUBESTAÇÃO**"

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção refere-se ao campo da comunicação dentro de uma rede de comunicação de subestação de uma rede de energia, em particular, a uma ligação em ponte de conteúdo redundante entre uma origem e uma rede de recepção na rede de comunicação de subestação.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0002] As redes de comunicação em sistemas de automação de subestação digital são tipicamente divididas em diversas camadas de rede, isto é, os chamados barramentos. Cada camada pode transportar diferentes tipos de tráfego, pertinentes às funções dos dispositivos conectados a essa camada. Parte do tráfego de rede pode ser considerada horizontal, isto é, as informações transportadas são relevantes somente para destinatários nessa camada de rede, não nas outras camadas. Geralmente, é desejável, por exemplo, por razões de desempenho, conter tal tráfego horizontal dentro da camada de rede e não encaminhá-lo para outras camadas de rede. Contudo, uma quantidade crescente do tráfego é vertical, isto é, precisa ser encaminhado para camadas de rede inferiores ou superiores. Dependendo do tipo e conteúdo do tráfego pode ser necessário encaminhá-lo como está, filtrá-lo e encaminhar somente partes de um fluxo de dados ou agregar o conteúdo selecionado a um novo fluxo de dados que é, então encaminhado.

[0003] As redes de comunicação de subestação são frequentemente requeridas para implantar esquemas de redundância de acordo com IEC 62439-3, tal como PRP ou HSR, a fim de aumentar a disponibilidade do sistema de comunicação. Consequentemente, as con-

xões em ponte entre camadas de rede devem ser redundantes também. Isso representa um problema técnico para bloquear, filtrar e agregar o tráfego entre camadas de rede, porque as conexões em ponte redundantes devem operar em perfeita coordenação, a fim de obedecer às regras do esquema de redundância. Como um resultado, o comportamento padrão das soluções existentes, tais como caixas quádruplas (quad-boxes) redundantes consiste apenas em encaminhar todo o tráfego entre camadas de rede; não suporta filtragem e agregação.

[0004] Atualmente, pontes redundantes e portas de comunicação são conhecidas para sistemas de comunicação. As pontes redundantes são variações das caixas quádruplas. A principal característica das mesmas é o encaminhamento redundante do tráfego entre camadas de rede que as mesmas implantam um esquema de redundância. Um quadro é duplicado para encaminhamento na rede de envio e a rede de recepção descarta um dos quadros duplicados que chegam depois. As caixas quádruplas podem realizar filtragem de tráfego se as mesmas suportarem VLANs. Contudo, a agregação de dados na ponte de rede não é possível. A topologia da rede de origem não é oculta, isto é, caixas quádruplas "projetam" uma camada de rede dentro da outra. As portas de comunicação, por outro lado, têm a função de filtrar e potencialmente traduzir os dados entre redes ou camadas de rede, mas não fornecem redundância e, conseqüentemente, não têm tempo de recuperação zero em caso de falha. Tipicamente, as portas de comunicação também introduzem uma latência considerável quando ligam as redes em ponte.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0005] É, portanto, um objetivo da invenção fornecer uma ponte de rede que não só encaminhe o tráfego de uma maneira redundante, mas também permita funções, tais como filtragem e agregação de da-

dos na comunicação vertical entre as diferentes redes na rede de comunicação de subestação.

[0006] Esse objetivo é alcançado por um método e um dispositivo de acordo com as reivindicações independentes. As modalidades preferidas são evidentes a partir das reivindicações dependentes da patente.

[0007] A presente invenção fornece um método para fornecer uma ponte de rede redundante entre uma origem e uma rede de recepção em uma rede de comunicação de subestação, em que a ponte de rede compreende dois nós de ligação em ponte de conteúdo conectados entre a origem e a rede de recepção de acordo com um esquema de redundância definido no padrão IEC62439-3. O método de acordo com a presente invenção compreende as etapas de: atribuir um identificador de nó de rede de origem comum para os dois nós de ligação em ponte de conteúdo; receber, por cada um dos dois nós de ligação em ponte de conteúdo, tráfego de rede dentro da rede de origem; e encaminhar, por cada um dos dois nós de ligação em ponte de conteúdo que usa o identificador de nó de rede de origem comum, o tráfego de rede a partir da origem para as redes de recepção.

[0008] De acordo com um aspecto adicional, a presente invenção fornece uma ponte de rede entre uma origem e uma rede de recepção em uma rede de comunicação de subestação, que compreende: dois nós de ligação em ponte de conteúdo conectados entre a origem e a rede de recepção de acordo com um esquema de redundância definido no padrão IEC62439-3, em que os dois nós de ligação em ponte de conteúdo têm um identificador de nó de rede de origem comum e cada um dos dois nós de ligação em ponte de conteúdo é adaptado para encaminhar o tráfego de rede a partir da origem para as redes de recepção, que usa o identificador de nó de rede de origem comum.

[0009] A rede de origem e recepção pode estar em diferentes ca-

madras de rede, isto é, processo e barramento de estação em uma rede de comunicação de subestação, cada um, que fornece uma funcionalidade diferente ou transporta dados diferentes da subestação de comunicação. Por exemplo, a rede de origem transporta dados de processo, tais como mensagens SV de valores amostrados e mensagens GOOSE que incluem informações de status, enquanto a rede de recepção contém dados de controle ou comandos de controle, tais como MMS. Também é possível usar a ponte de rede de acordo com a presente invenção na rede de origem e recepção fornecendo a mesma funcionalidade.

[0010] Visto que dois nós de conexão em ponte usam o mesmo identificador de nó de rede de origem dentro da rede de recepção, esses dois nós aparecem como um nó lógico que na verdade representa toda a rede de origem. O identificador de nó de rede de origem pode ser em forma de endereço MAC na rede de comunicação de subestação.

[0011] A ponte de rede pode receber e encaminhar o tráfego nas duas direções, isto é, pode também encaminhar tráfego de rede a partir da rede de recepção para a rede de origem. No caso, nem agregação, nem filtragem, nem representação da rede de recepção em direção à rede de origem são necessárias, a ponte de rede de acordo com a presente invenção aparece como dois nós de ligação em ponte de conteúdo de rede, isto é, todo tráfego a partir da rede de recepção em direção à rede de origem é apenas encaminhado e a rede de origem vê todos os nós na rede de recepção. No caso de a agregação, filtragem ou representação da rede de recepção em direção à rede de origem ser desejada, os princípios descritos acima que usam o identificador de rede comum também podem ser aplicados nessa direção de comunicação, isto é, aos nós de ligação em ponte de conteúdo são atribuídos um identificador de nó de rede de recepção comum para

que a ponte de rede com os nós de rede de recepção apareçam como uma rede lógica ocultando, assim a rede de recepção em direção à rede de origem. O identificador de nó de rede de recepção comum pode ser diferente do identificador de nó de rede de origem comum. O algoritmo para filtragem e agregação é instanciado duas vezes, isto é, um para qualquer uma das direções.

[0012] Em uma modalidade exemplificativa, existe mais de um identificador de rede de origem comum. Os mesmos poderiam ser úteis para o caso em que os dois nós representam dentro da rede de recepção mais de uma rede de origem. Nesse caso a primeira metade dos nós de ligação em ponte de conteúdo virados para a rede de origem está dividida em duas partes, cada um com dois enlaces de comunicação, esses quatro novos enlaces que se conectam a um segundo anel de rede de origem. Do mesmo modo, a segunda metade dos nós de ligação em ponte de conteúdo, virados para a rede de recepção pode ser dividida em dois, conectando, assim, as redes de origem às duas redes de recepção independentes. Os dois nós de ligação em ponte de conteúdo poderiam conectar as mesmas duas redes de origem a duas redes de recepção.

[0013] Em uma modalidade exemplificativa adicional da presente invenção, duas pontes de rede podem também implantar dentro da rede de comunicação de subestação. Nesse caso uma primeira ponte de rede é conectada entre uma primeira origem e uma primeira rede de recepção e uma segunda ponte de rede é conectada entre uma segunda origem e uma segunda rede de recepção. Os dois nós de ligação em ponte de conteúdo da primeira ponte de rede compartilham um primeiro identificador de nó de rede de origem comum que identifica a primeira rede de origem e os dois nós de ligação em ponte de conteúdo da segunda ponte de rede compartilham um segundo identificador de nó de rede de origem comum que identifica a segunda rede de ori-

gem. Na primeira e na segunda redes de recepção, as duas pontes de rede aparecem como duas redes lógicas, que representam toda a primeira e toda a segunda rede de origem, respectivamente.

[0014] Preferencialmente, o método de acordo com a presente invenção pode compreender adicionalmente as etapas de: filtrar uma primeira parte do tráfego de rede pelos dois nós de ligação em ponte de conteúdo, antes do encaminhamento; e agregar uma segunda parte do tráfego de rede pelos dois nós de ligação em ponte de conteúdo, antes do encaminhamento.

[0015] Preferencialmente, o método de acordo com a presente invenção pode compreender adicionalmente as etapas de: trocar informações de sincronização na rede de origem pelos dois nós de ligação em ponte de conteúdo se o tráfego de rede compreende dados esporádicos.

[0016] Preferencialmente, a rede de origem pode ser um PRP ou um anel HSR e a rede de recepção é um protocolo PRP ou um protocolo HSR e o tráfego de rede é encaminhado de acordo com o protocolo da rede de recepção, isto é, protocolo PRP ou protocolo HSR.

[0017] A invenção descrita acima permite ligar em ponte camadas de rede em um sistema de comunicação digital. As camadas de rede podem implantar um esquema de redundância tal como PRP ou HSR. A ligação em ponte entre camadas de rede é redundante, isto é, existem pelo menos dois canais de comunicação entre duas camadas de rede. A ponte de rede redundante oculta a topologia da camada de rede de origem, isto é, em direção à camada da rede de recepção, a origem aparece como um único dispositivo conectado a essa camada de rede. As pontes de rede redundantes permitem o bloqueio, a filtragem e a agregação de tráfego periódico e tráfego esporádico. O bloqueio, a filtragem e a agregação podem ser integrados ininterruptamente nos esquemas de redundância existentes. Isso pode ser alcan-

çado sem qualquer mudança nas topologias de rede existentes e sem requisitos adicionais para outros dispositivos conectados. Além disso, uma latência baixa, por exemplo, $<500 \mu\text{s}$ ou mesmo $<50 \mu\text{s}$, dependendo do tamanho de quadro do tráfego de encaminhamento/agregação, pode ser também alcançado pela presente invenção para tráfego em ponte entre camadas de rede.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0018] A matéria da invenção será explicada em mais detalhes no texto a seguir com referência às modalidades exemplificativas preferidas que estão ilustradas nos desenhos anexos, nos quais:

[0019] A Figura 1 mostra esquematicamente a topologia de ligação em ponte de conteúdo redundante entre a rede de comunicação de origem e recepção, de acordo com a presente invenção;

[0020] A Figura 2 mostra esquematicamente o princípio da operação com tráfego periódico puro, de acordo com a presente invenção;

[0021] A Figura 3 mostra esquematicamente o princípio da operação com periódico misto e tráfego esporádico, de acordo com a presente invenção; e

[0022] A Figura 4 mostra esquematicamente a ligação em ponte de conteúdo redundante entre uma rede de origem HSR e uma rede de recepção PRP, de acordo com a presente invenção.

[0023] Os símbolos de referência usados nos desenhos e seus significados primários estão listados na forma de sumário na lista das designações. Em princípio, partes idênticas são fornecidas com os mesmos símbolos de referência nas figuras.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

[0024] De acordo com a presente invenção, a ligação em ponte de conteúdo redundante conecta duas camadas de rede de um modo transparente e redundante. Transparente, porque cada rede aparece dentro da outra como um nó de rede lógica. Redundante, porque a co-

nexão consiste em dois caminhos de comunicação independentes fisicamente. As próprias redes conectadas também podem implantar esquemas de comunicação redundante.

[0025] Os nós de ligação em ponte de conteúdo que formam a conexão da camada de rede geram dados para a camada da rede de recepção a partir de dados da camada de rede de origem. Essa geração de dados pode ser de qualquer tipo de conjunto de operações nos dados originais, por exemplo, filtragem, agregação, mapeamento, etc., que inclui, mas não limitado a mapeamento de identidade, por exemplo, encaminhamento simples de dados com um identificador de origem modificado.

[0026] Dentro da rede de recepção os dois nós de ligação em ponte de conteúdo tem o mesmo identificador de origem. Consequentemente, outros nós na rede de recepção consideram quadros enviados por qualquer um dos nós de ligação em ponte de conteúdo como originados a partir do mesmo nó. O princípio da redundância na rede de recepção que espera e automaticamente descarta quadros duplicados é obedecido e a conexão em ponte de conteúdo trabalha sem nenhuma mudança na topologia da rede ou no comportamento de outros nós de rede.

[0027] A Figura 1 mostra um princípio de conexão básica das pontes de conteúdo redundante de acordo com a presente invenção. O princípio de operação é aplicável em esquemas de redundância de acordo com o IEC 62439-3 que são baseados em quadros duplicados. Nessa topologia os nós de rede de ligação em ponte de conteúdo conecta duas camadas de rede, ambas implantadas de acordo com o esquema de redundância HSR.

[0028] A Figura esboça o princípio da operação: ambas as camadas de rede transportam tráfego de acordo com o esquema de redundância HSR. Os nós de ligação em ponte de conteúdo são redundan-

tes também. Uma parte do tráfego da camada de origem é filtrada e encaminhada para a camada de recepção. Outra parte do tráfego da camada de origem é agregada e encaminhada para a camada de recepção. Todo o tráfego encaminhado é novamente redundante na camada da rede de recepção. A fim de operar em perfeita cooperação os nós de ligação em ponte de conteúdo trocam informações de sincronização na rede de origem.

[0029] Os tráfegos agregados e encaminhados originam-se nos nós de ligação em ponte de conteúdo. O tráfego filtrado e encaminhado é processado similarmente pelos nós de ligação em ponte de conteúdo tal que o mesmo aparece para a camada da rede de recepção originado a partir dos nós de ligação em ponte de conteúdo também. Como um resultado, na camada da rede de recepção, a origem da camada está oculta. Todo tráfego encaminhado aparece originado a partir dos nós de ligação em ponte de conteúdo. Além disso, os nós de ligação em ponte de conteúdo usam o mesmo identificador de origem. Consequentemente, os mesmos aparecem como um dispositivo lógico conectado à camada da rede de recepção.

[0030] A filtragem e agregação de tráfego são configuradas de forma idêntica nos nós de ligação em ponte de conteúdo. Desde que os dois nós recebem o mesmo tráfego dentro da origem da rede de camada, a filtragem e agregação dos mesmos produzem o mesmo resultado em direção à camada da rede de recepção. Com o mesmo identificador de origem nos dois nós de ligação em ponte de conteúdo, todo tráfego encaminhado aparece como quadros duplicados dentro da camada da rede de recepção, que obedece ao esquema de redundância implantado pela camada de rede.

[0031] A fim de sincronizar o encaminhamento dos mesmos, em particular para enviar os mesmos dados sempre com os mesmos identificadores de quadro, os nós de ligação em ponte de conteúdo podem

trocar conteúdo de informações de sincronização. A fim de transmitir uma mensagem a partir dos nós de ligação em ponte de conteúdo para um receptor é importante sincronizar as marcações de redundância, isto é, marcação HSR, trailer PRP, da mensagem. O nó de recepção irá somente verificar essa marcação/trailer e decidir a respeito disso, se vai encaminhar o quadro para o receptor ou descartá-lo. Geralmente a ligação em ponte de conteúdo pode lidar com dois tipos de tráfego: os dados periódicos, em que os quadros dos fluxos periódicos de dados são criados em intervalos bem definidos. Os quadros são tipicamente marcados com um número de sequência; e os dados esporádicos, em que não é conhecido com antecedência se e quando os dados esporádicos foram criados. Potencialmente, os dados esporádicos aparecem em rajadas. Por exemplo, os dados periódicos podem estar em forma de valores amostrados que contêm medidas de um equipamento de subestação primário, enquanto os dados esporádicos podem estar em forma de mensagens GOOSE que contêm equipamento de subestação de informações de status, emitidos esporadicamente em uma mudança de status.

[0032] A Figura 2 mostra a operação exemplificativa dos dois nós de ligação em ponte de conteúdo CBN1 e CBN2 com tráfego periódico puro. A chegada de cada quadro é conhecida com antecedência. Os quadros ausentes são facilmente detectados devido ao número de sequência de quadro. Ambos os nós podem processar e encaminhar de modo síncrono sem comunicação. Nesse caso a ligação em ponte de conteúdo é limitada ao tráfego periódico somente, os nós de ligação em ponte de conteúdo não precisam trocar informações de sincronização. Se todos os quadros chegarem no tempo esperado, por exemplo, em caso de operação normal, os nós de ligação em ponte de conteúdo podem, de modo síncrono, processar e encaminhar os quadros sem nenhuma interação. Desde que a chegada de todos os quadros seja

conhecida com antecedência, quaisquer quadros ausentes podem ser facilmente detectados. Devido à natureza periódica do tráfego, números de sequência de quadros encaminhados podem ser calculados com antecedência. Consequentemente, os quadros ausentes não vão atrapalhar a atribuição de números de sequência. Então mesmo no caso de quadros ausentes, nenhuma sincronização entre os nós de ligação em ponte de conteúdo é necessária.

[0033] A Figura 3 mostra a operação do caso de periódico misto e tráfego esporádico, em que os nós de ligação em ponte de conteúdo trocam informações de sincronização. No caso de tráfego esporádico ou periódico misto e tráfego esporádico, os nós de ligação em ponte de conteúdo devem sincronizar a fim de criar duplicatas exatas de quadros encaminhados. O esquema de redundância da camada da rede de origem fornece cada nó de ligação em ponte de conteúdo com os mesmos quadros. Contudo, a ordem de chegada pode não ser idêntica nos dois nós de ligação em ponte de conteúdo. Consequentemente, os nós precisam sincronizar a fim de criar cópias exatas em particular em relação aos números de sequência para encaminhamento. Novamente, em cenários de erro, por exemplo, quadros ausentes em um dos nós de ligação em ponte de conteúdo, sincronização entre os nós é necessária.

[0034] A sincronização entre os nós de ligação em ponte de conteúdo pode ser alcançada de modos diferentes, por exemplo, ao mandar mensagens de sincronização específicas na forma de pedido e resposta ou ao anexar informações de sincronização necessárias aos quadros existentes que são enviados pelos dois nós. No primeiro método, mensagens de pedido de sincronização contém identificadores dos quadros recebidos e números de sequência propostos dos quadros encaminhados. A resposta ao pedido de sincronização contém conjuntos ou subconjuntos ajustados dos números de sequência de

quadros de encaminhamento.

[0035] O princípio da operação mostra que os nós de ligação em ponte de conteúdo operam em rodadas de envio a fim de acomodar-se para diferentes tempos de chegada de quadros dentro da camada da rede de origem. A fim de lidar com quadros ausentes ou mensagens perdidas de sincronização, rodadas de envio podem ser sujeitas a interrupção. Se os nós de ligação em ponte de conteúdo são sincronizados por tempo, as rodadas de envio dos mesmos são alinhadas, o que pode diminuir significativamente a latência para encaminhamento e reduzir a extensão da interrupção.

[0036] O princípio da invenção pode se estender verticalmente e horizontalmente para conexão de mais de duas camadas de rede. Na extensão vertical, uma hierarquia de mais de duas camadas de rede é conectada tal que os nós de ligação em ponte de conteúdo podem se conectar em ponte a cada duas camadas vizinhas de rede. Isso forma efetivamente uma cadeia de camadas de rede conectadas. Na extensão horizontal, múltiplas redes são conectadas em uma rede de recepção. Na rede de recepção, pares fisicamente múltiplos de nós de ligação em ponte de conteúdo aparecem como as pontes para as redes de origem. Efetivamente, isso conecta as redes de origem pelos nós de ligação em ponte de conteúdo dos mesmos a uma rede de recepção comum.

[0037] O princípio da invenção é inerentemente bidirecional: das duas camadas de rede conectadas pelos nós de ligação em ponte de conteúdo cada uma aparece dentro das outras como um nó de rede lógica. Do mesmo modo, geração de dados, isto é, encaminha, filtra, agrega, etc., trabalha dos dois modos. Então a rede de recepção pode ser ao mesmo tempo a rede de origem e vice versa.

[0038] Doravante, alguns exemplos de implantação ou casos de uso são explicados.

[0039] Na modalidade como mostra a Figura 1, a ligação em ponte de conteúdo redundante conecta duas camadas de rede que são as redes de origem e recepção, nesse caso dois anéis HSR 10 e 20, em um modo transparente e redundante. Os nós de ligação em ponte de conteúdo de conexão 35 aparecem para o anel HSR 20 como um dispositivo lógico 30, ao ocultar a complexidade da outra rede. A conexão de rede é redundante devido a dois nós de ligação em ponte de conteúdo 35 fisicamente separados e independentes. Os nós de ligação, em ponte de conteúdo 35, que formam a conexão da camada de rede, geram dados para a camada da rede de recepção 20 dos dados a partir da camada da rede de origem 10. A geração de dados pode ser qualquer tipo de conjunto de operações nos dados originais, por exemplo, ao filtrar, agregar, mapear, etc., e inclui mapeamento de identidade, no qual quadros a partir da rede de origem são encaminhados para a rede de recepção 20 sem mudanças no conteúdo do quadro, mas rotulando os nós de ligação em ponte de conteúdo como origem dos quadros. Os quadros enviados para a rede de recepção são conforme o protocolo HSR. Os dois nós de ligação em ponte de conteúdo 35 são sincronizados por tempo. Consequentemente, rodadas de envio dos mesmos, ver Figura 3, são alinhadas por tempo.

[0040] Em uma modalidade adicional, não existe tempo de sincronização necessário entre nós de ligação em ponte de conteúdo. Nessa modalidade as rodadas de envio dos nós de ligação em ponte de conteúdo não são alinhadas por tempo. Cada nó se alinha localmente a sua rodada de envio a chegada do tráfego periódico ou a chegada de mensagens de sincronização do seu nó de ligação em ponte de conteúdo par.

[0041] Em uma modalidade adicional, existe somente o tráfego periódico puro. Nessa modalidade, a ligação em ponte de conteúdo é limitada ao tráfego periódico somente. Cada quadro pode ser proces-

sado pelos nós de ligação em ponte de conteúdo é marcada com um número de sequência. Consequentemente, o mapeamento do número de sequência na camada de rede de origem 10 para o número de sequência do quadro encaminhado pode ser pré-calculado. Isso obsoleta todas as mensagens de sincronização entre os nós de ligação em ponte de conteúdo 35.

[0042] Em uma modalidade adicional, como mostra a Figura 4, os nós de ligação em ponte de conteúdo 35 conectam um anel HSR 10 com uma rede PRP 20. O princípio de operação permanece o mesmo e todos os recursos da ligação em ponte de conteúdo são mantidos. Os quadros encaminhados são conforme o protocolo PRP. A fim de permitir a separação das camadas de rede a implantação PRP nos nós de ligação em ponte de conteúdo pode ser desviada a partir do padrão de interconexão PRP-HSR. Um enlace adicional entre os nós de ligação em ponte de conteúdo pode ser fornecido para encaminhar o tráfego PRP recebido para o nó par.

[0043] Em uma modalidade adicional, a presente invenção pode fornecer uma ligação em ponte de conteúdo de duas vias, em que a filtragem/agregação e encaminhamento de tráfego são configurados em ambas as direções. Isso significa que duas camadas de rede em ponte são origem e destinatário ao mesmo tempo. Nos nós de ligação em ponte de conteúdo a lógica de processamento é instanciada duas vezes e cada instância aplicada em uma direção. As camadas de rede conectadas em ponte podem se tanto um anel HSR quanto um anel HSR e um esquema PRP ou os dois esquemas PRP.

[0044] A ligação em ponte de conteúdo redundante, de acordo com a presente invenção, torna as informações selecionadas disponíveis por todas as camadas da rede. Em contraste com as soluções convencionais, o uso de largura de banda pode ser consideravelmente diminuído e latência de encaminhamento pode ser mantida mínima.

Isso facilita a implantação de funcionalidades que dependem das informações em diferentes camadas na subestação de hierarquia automatizada próximo ao processo ou mais acima em plataformas de computação mais potentes. Além disso, funcionalidade pode ser concentrada ou distribuída mais livremente ao reduzir a redução de disponibilidade de dados.

[0045] A presente invenção pode transparentemente interconectar redes redundantes e fornecer tempo de recuperação zero no caso de falha da rede. Ao ocultar a rede de origem atrás de um nó lógico na rede de recepção pode significativamente reduzir o esforço de configuração e engenharia.

[0046] Embora a invenção tenha sido descrita em detalhes nos desenhos e descrições supracitadas, tal descrição deve ser considerada ilustrativa ou exemplificativa e não restritiva. Variações para as modalidades reveladas podem ser entendidas e realizadas por aqueles versados na técnica e praticantes da invenção reivindicada, a partir de um estudo dos desenhos, da revelação e das reivindicações anexas. Nas reivindicações, a palavra "compreende" não exclui outros elementos ou etapas e o artigo indefinido "um" ou "uma" não exclui uma pluralidade. O simples fato de que certos elementos ou etapas são citados em reivindicações distintas não indicam que uma combinação desses elementos ou etapas não pode ser usada para vantagem, especificamente, além da dependência de reivindicação real, qualquer combinação de reivindicações significativa adicional deve ser considerada revelada.

LISTA DE DESIGNAÇÕES

10 rede de origem

11 tráfego dentro da rede de origem

15 nó de rede na rede de origem

20 rede de recepção

21 tráfego dentro da rede de recepção

25 nó de rede na rede de recepção

30 dispositivo lógico para a rede de recepção

35 nó de rede de ligação em ponte de conteúdo

61 tráfego filtrado e encaminhado

62 tráfego agregado e encaminhado

70 mensagem de sincronização de ponte de conteúdo

REIVINDICAÇÕES

1. Método para fornecer uma ponte de rede entre uma origem e uma rede de recepção de uma rede de comunicação, em que a ponte de rede compreende dois nós de ligação em ponte de conteúdo conectados entre a origem e a rede de recepção de acordo com um esquema de redundância definido em IEC 62439-3, caracterizado pelo fato de que o método compreende as etapas de:

atribuir um identificador de nó de rede de origem comum aos dois nós de ligação em ponte de conteúdo,

receber, por cada um dos dois nós de ligação em ponte de conteúdo, tráfego de rede dentro da rede de origem, e

encaminhar, por cada um dos dois nós de ligação em ponte de conteúdo com o uso do identificador de nó de rede de origem comum, o tráfego de rede a partir da origem para as redes de recepção.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

filtrar uma primeira parte do tráfego de rede pelos dois nós de ligação em ponte de conteúdo, antes do encaminhamento, e

agregar uma segunda parte do tráfego de rede pelos dois nós de ligação em ponte de conteúdo, antes do encaminhamento.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

trocar informações de sincronização na rede de origem pelos dois nós de ligação em ponte de conteúdo se o tráfego de rede compreende dados esporádicos.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3,

caracterizado pelo fato de que a rede de origem é um PRP ou um anel HSR e a rede de recepção é um protocolo PRP ou HSR, e em que o tráfego de rede é encaminhado de acordo com o

protocolo da rede de recepção.

5. Ponte de rede entre uma origem e uma rede de recepção de uma rede de comunicação, caracterizada pelo fato de que compreende:

dois nós de ligação em ponte de conteúdo conectados entre a origem e a rede de recepção de acordo com um esquema de redundância definido em IEC 62439-3,

em que os dois nós de ligação em ponte de conteúdo têm um identificador de nó de rede de origem comum e sendo que cada um é adaptado para encaminhar tráfego de rede a partir da origem para as redes de recepção com o uso do identificador de nó de rede de origem comum.

6. Ponte de rede, de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que os dois nós de ponte de conteúdo são adaptados adicionalmente para:

filtrar uma primeira parte do tráfego de rede, antes do encaminhamento, e

agregar uma segunda parte do tráfego de rede, ao encaminhamento.

7. Ponte de rede, de acordo com a reivindicação 5 ou 6, caracterizada pelo fato de que os dois nós de ligação em ponte de conteúdo são adaptados adicionalmente para:

trocar informações de sincronização na rede de origem se o tráfego de rede compreende dados esporádicos.

8. Ponte de rede, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 7,

caracterizada pelo fato de que a rede de origem é um PRP ou um anel HSR e a rede de recepção é um protocolo PRP ou HSR, e

em que o tráfego de rede é encaminhado de acordo com o protocolo da rede de recepção.

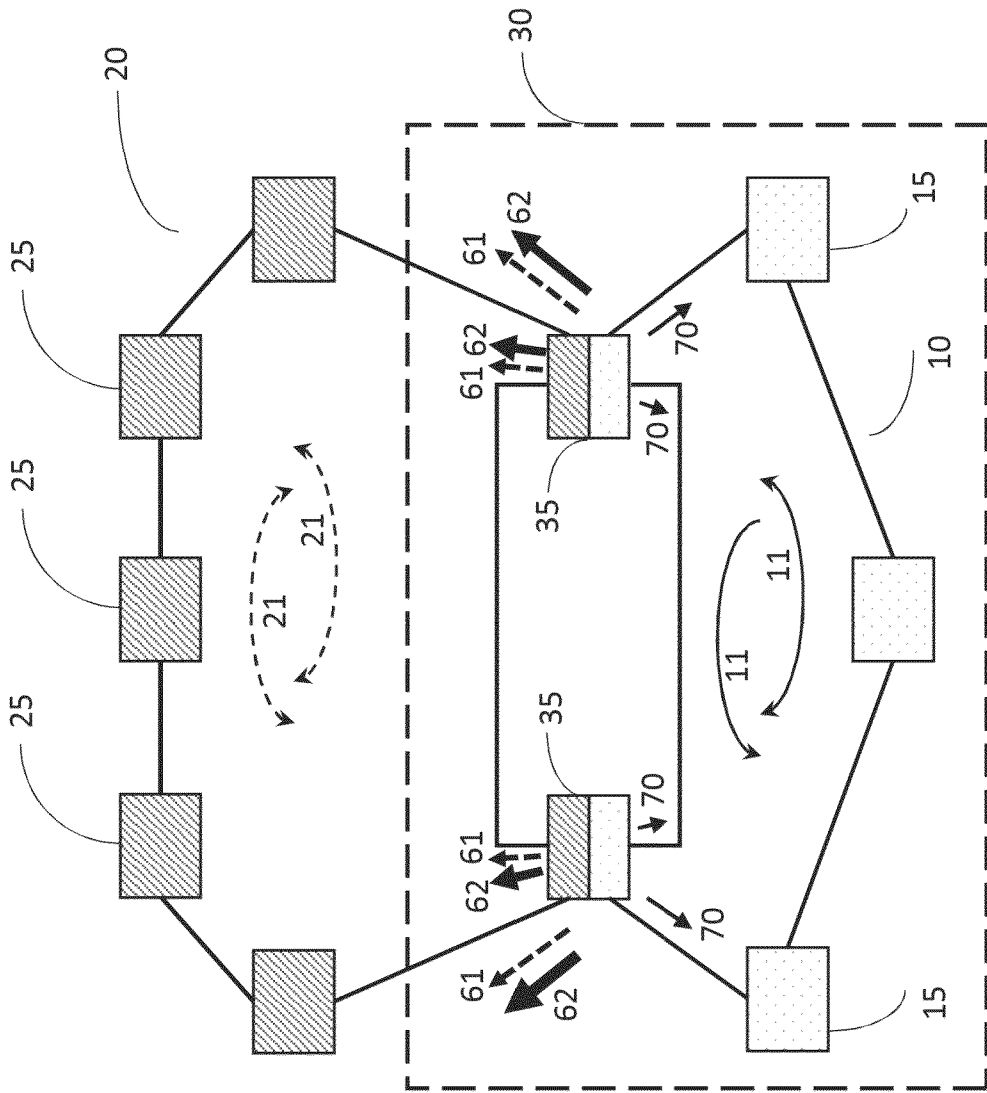


Fig. 1

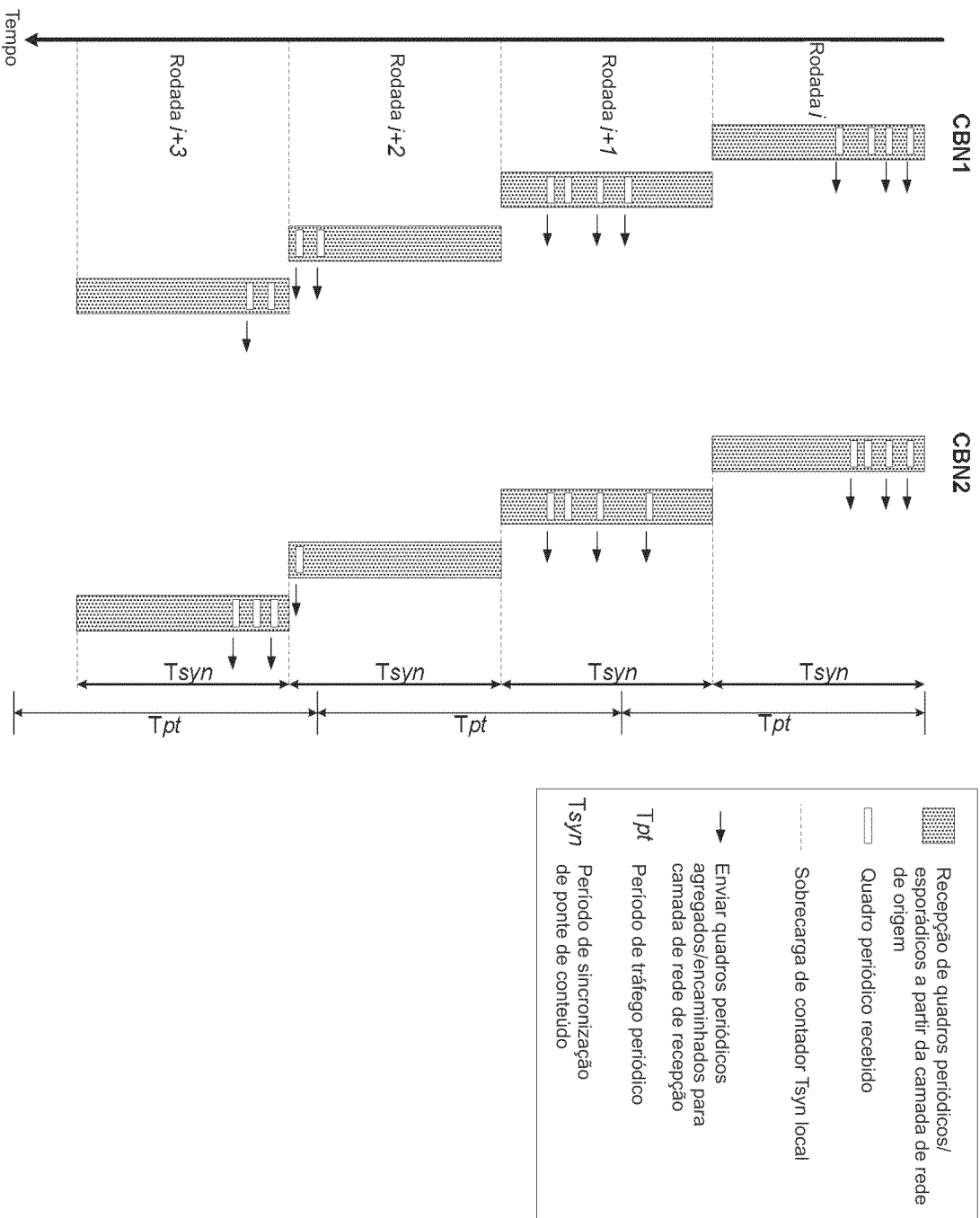


Fig. 2

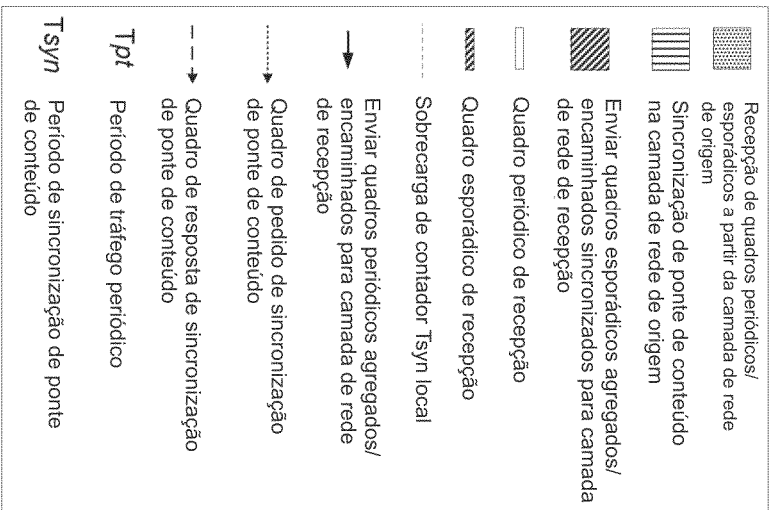
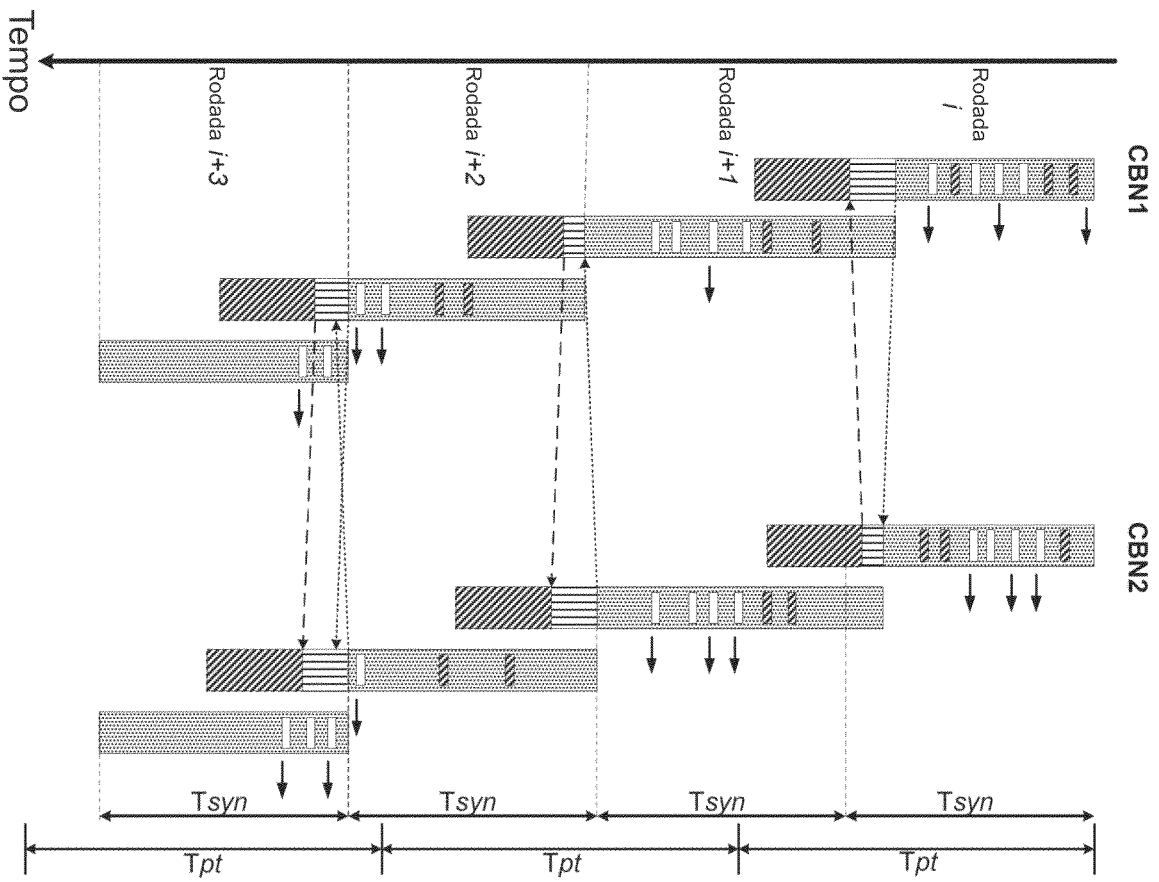


Fig. 3

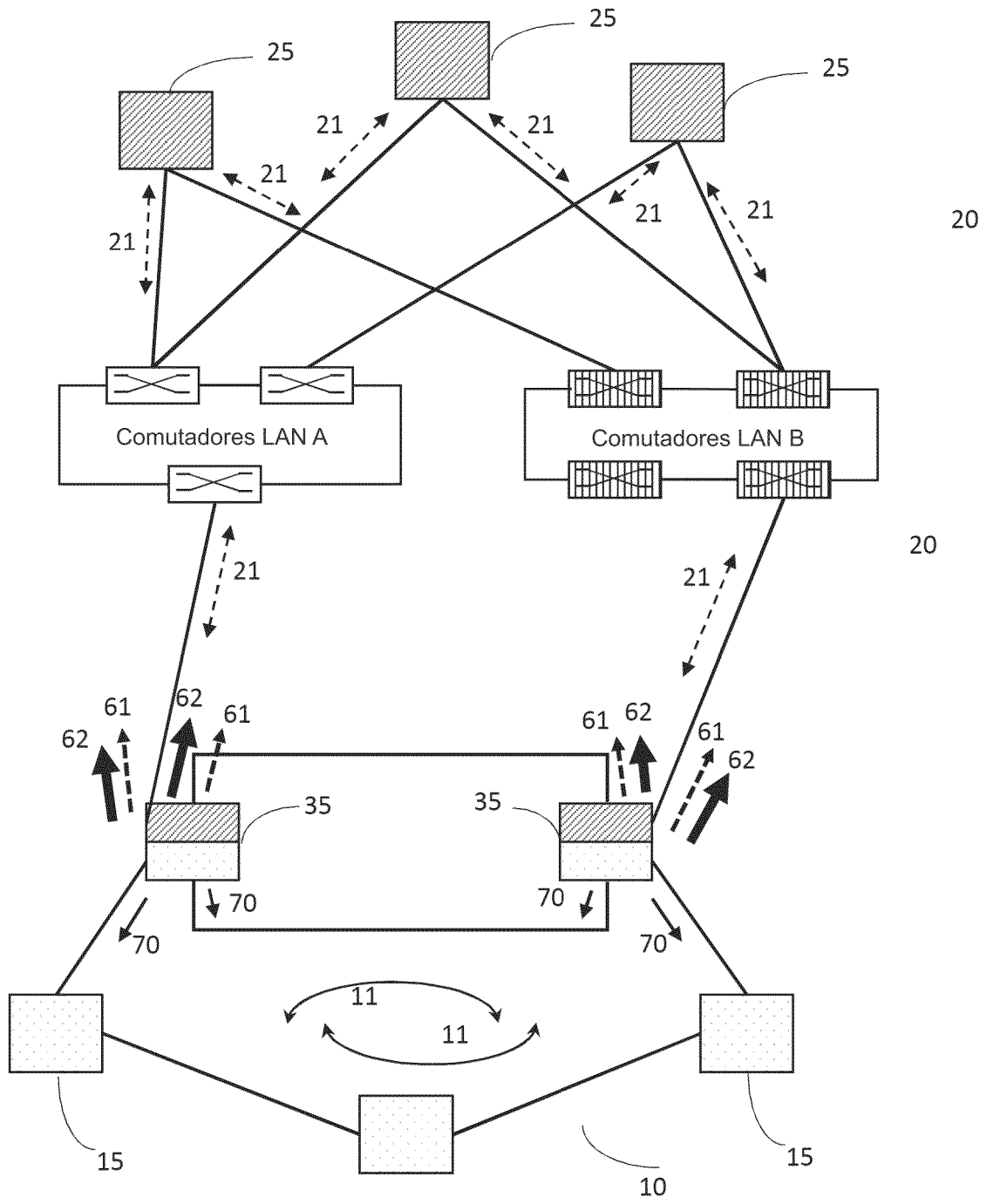


Fig. 4

RESUMO

Patente de Invenção: **"LIGAÇÃO EM PONTE DE CONTEÚDO REDUNDANTE ENTRE REDES DE COMUNICAÇÃO DE SUBESTAÇÃO"**

A presente invenção refere-se a um método para fornecer uma ponte de rede entre uma origem e uma rede de recepção de uma rede de comunicação, em que a ponte de rede compreende dois nós de ligação em ponte de conteúdo conectados entre a origem e a rede de recepção de acordo com um esquema de redundância definido em IEC62439-3, que compreende: atribuir um identificador de nó de rede de origem comum para os dois nós de ligação em ponte de conteúdo; receber, por cada um dos dois, nós de ligação em ponte de conteúdo, tráfego de rede dentro da rede de origem; e encaminhar, por cada um dos dois nós de ligação em ponte de conteúdo com o uso do identificador de rede de origem, o tráfego de rede a partir da origem para as redes de recepção.