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

(11) **PI 0215749-7 B1**

(22) Data do Depósito: 15/07/2002

(45) Data de Concessão: 29/12/2015

(RPI 2347)

(54) Título: OTIMIZAÇÃO DE AGENTE RESIDENTE PARA MANIPULAÇÃO DE IP MÓVEL MPLS ESTÁTICA (COMUTAÇÃO DE ETIQUETA DE MULTIPROTOCOLO).

(51) Int.Cl.: H04L 12/28; H04L 29/06

(73) Titular(es): NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS GMBH & CO. KG

(72) Inventor(es): JOCHEN EISL, MATHIAS RAUTENBERG

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"OTIMIZAÇÃO DE AGENTE RESIDENTE PARA MANIPULAÇÃO DE IP MÓVEL E MPLS ESTÁTICA (COMUTAÇÃO DE ETIQUETA DE MULTIPROTOCOLO)".**

A invenção refere-se a um método e um agente residente otimizado para transferência de datagramas IP sobre um trajeto a partir de um remetente sobre uma rede de acesso rádio a um hospedeiro móvel.

O protocolo IP móvel é um conceito para lidar com aspectos de mobilidade de usuário para transporte de serviços relacionados a IP. Como um pré-requisito, a rede de acesso bem como a rede núcleo utilizam IP como o protocolo de camada de rede e são capazes de operar o protocolo IP móvel em adição. A arquitetura de rede para IPv4 móvel inclui agentes residentes e agentes estrangeiros para construir túneis de fornecimento IP, quando um hospedeiro móvel se move para fora da rede doméstica para ligar-se a um ponto de acesso diferente para solicitar serviços a partir de uma rede. O agente estrangeiro representa roteador padrão para um hospedeiro móvel se ele está ligado a um ponto de acesso fora da rede doméstica. Quando um nó correspondente envia pacotes para um hospedeiro móvel correntemente registrado em uma localização diferente, o agente residente intercepta todos os pacotes para aquele hospedeiro e os reorienta para a nova localização. O cache de ligação do agente residente contém informação de reorientação para todos os hospedeiros móveis correntemente ligados a diferentes pontos de acesso. O responsável por endereço especifica o endereço do hospedeiro adquirido temporariamente do nó móvel depois de registrar em uma localização diferente.

Utilizar túneis IP entre o agente residente e agente estrangeiro se torna ineficiente se a rede de transportes já fornece mecanismos de formação de túnel alternativos para interconectar diversos pontos de acesso. A MPLS chamada de abordagem de comutação de etiqueta oferece suporte para engenharia de tráfego IP por meio da introdução de serviços comutados de circuito virtual em redes baseadas IP sem conexão. Outros benefícios de MPLS incluem o estabelecimento de redes privadas virtuais e provisão de troncos de tráfego com largura de banda reservada dedicada entre dois

pontos extremos de um trajeto (túnel). Quando a comutação de etiqueta está ativa, o fornecimento do pacote é baseado em uma etiqueta fixa ao invés de um endereço de rede IP ou prefixo na tabela de encaminhamento. Uma etiqueta é ligada por meio de um roteador de ingresso de etiqueta, o qual é o roteador de ingresso do trajeto MPLS. O roteador de egresso de etiqueta representa o ponto extremo de um túnel MPLS. O estabelecimento de trajeto requer um protocolo de sinalização para concordar com atributos de trajeto como etiquetas a serem utilizadas e largura de banda solicitada para o trajeto etc. Exemplos são CR-LDP, RSVP-TE ou aprimoramentos BGP.

Um operador de rede tem que lidar com aspectos de convergência se existe uma estratégia para oferecer serviços baseados em IP móvel em uma rede, os quais foram engenheirados para MPLS. Componentes funcionais para IP móvel e MPLS podem residir no mesmo nó de rede na situação descrita acima. Por exemplo, um nó de rede pode incluir agente residente e funcionalidade de roteador de borda de etiqueta ao mesmo tempo. O mesmo se aplica ao agente estrangeiro móvel. É o desafio de fabricantes de equipamentos fornecer soluções integradas para componentes de rede em uma maneira que os agentes residentes móveis/estrangeiros sejam otimizados para o trabalho integrado com MPLS. Isto significa que túneis MPLS existentes podem ser utilizados para finalidades de reencaminhamento em IP móvel, ao invés de estabelecer um túnel IP separado em paralelo. Isto poderia permitir ao operador de rede adaptar facilmente serviços de mobilidade a uma infra-estrutura MPLS sem a necessidade por gerenciamento complexo de recurso de rede. Não existe qualquer necessidade de gerenciar MPLS e túneis IP em paralelo.

IP móvel e MPLS são tecnologias emergentes. Embora a definição de conceitos seja bastante estável, não há utilização propagada até agora. Uma abordagem simples é desenvolver ambas as tecnologias de forma independente uma da outra e desprezar as possibilidades de convergência. Assim, trajetos MPLS não deveriam ser utilizados para transportar pacotes redirecionados até um agente estrangeiro móvel. Ao invés disso, túneis MPLS para finalidades de engenharia de tráfego e túneis IP para suporte de

IP móvel deveriam existir em paralelo. Contudo, tal rede heterogênea poderia ampliar o esforço para gerenciamento de túneis e representar uma carga para engenharia de rede consistente devido a diferentes tecnologias a serem desenvolvidas em paralelo.

Uma abordagem diferente é um acoplamento frouxo entre MPLS e IP móvel. Agente residente e roteador de borda de etiqueta poderiam residir no mesmo nó de rede sem interação direta entre estes componentes. O mesmo se aplica ao agente estrangeiro que inclui também componentes funcionais de roteador de borda de etiqueta. Pacotes que são destinados a um hospedeiro móvel, o qual está ligado a um ponto de acesso estrangeiro, deveriam ser transportados por meio de um túnel IP e também um túnel MPLS para o acoplamento frouxo. O agente residente neste exemplo, primeiro deveria ter que encapsular o pacote IP nativo com um cabeçalho IP adicional, depois do que uma etiqueta é ligada a este pacote por meio do roteador de ingresso de comutação de etiqueta. Como um benefício, uma rede MPLS pura poderia ser suficiente para fornecer pacotes para o agente estrangeiro para a abordagem de acoplamento frouxo. Não obstante, vantagem de trajetos comutados de etiqueta não é utilizada completamente uma vez que um túnel IP adicional é requerido.

Um objetivo da invenção é um transporte eficiente de tráfego IP móvel. Isto é conseguido por meio da invenção como descrito nas reivindicações independentes.

A invenção aqui descrita fornece utilização otimizada de uma infra-estrutura MPLS estática existente, ao mesmo tempo que introduz serviços de mobilidade IP. Estático aqui significa que trajetos comutados de etiqueta foram configurados antecipadamente com base em mecanismos como engenharia de tráfego. De forma primária, o foco está em um único domínio administrativo, onde um operador de rede controla todos os nós da rede, os quais estão envolvidos em aspectos de mobilidade. Embora o mecanismo não esteja restrito a um único domínio de rede. Com o conceito introduzido, a vantagem completa de uma rede MPLS existente pode ser ganha para fornecimento de IP móvel. É admitido que por meio da engenharia de tráfego

uma malha de trajetos comutados de etiqueta tenha sido estabelecida, a qual pode ser utilizada para a rede direcionar pacotes entre qualquer par de agentes residentes móveis e agentes estrangeiros no domínio administrativo corrente. Para a finalidade de IP móvel nenhum trajeto comutado de etiqueta adicional deve ser criado ou modificado. Também nenhum túnel IP é requerido entre um agente residente e um agente estrangeiro. A solução para convergência propõe uma otimização de agentes móveis residentes/estrangeiros incorporando de forma eficiente funcionalidade de roteador de borda de etiqueta. Um acoplamento apertado entre MPLS e IP móvel é conseguido. Nenhuma mudança para protocolos existentes como IP móvel ou protocolo de distribuição de etiqueta são requeridos. Utilização eficiente de trajetos comutados de etiqueta preestabelecidos para o transporte de pacotes redirecionados entre agentes de mobilidade requer engenharia de tráfego para mobilidade. Neste contexto é necessário ganhar conhecimento a respeito do comportamento de usuários móveis, isto é, a freqüência de deixar redes domésticas, serviços a serem requisitados em pontos de acesso estrangeiros, etc.

O mecanismo descrito para convergência entre MPLS e IP móvel pode ser estendido para domínios administrativos diferentes. Macromobilidade descreve a situação onde um usuário móvel deve ligar-se a um ponto de acesso o qual é controlado por uma autoridade administrativa diferente, em uma área geograficamente distinta. Fornecimento de IP móvel e trajetos MPLS entre domínios separados deve ser possibilitado se acordos em nível de serviços são estabelecidos entre domínios de rede adjacentes.

Características vantajosas da invenção são:

- Um agente residente modificado que inclui capacidade de roteador de borda de etiqueta. Fornecimento de pacote para qualquer hospedeiro móvel em uma rede visitada é feito exclusivamente por meio de trajetos comutados de etiqueta, os quais interconectam agentes residentes com mobilidade e agentes estrangeiros. Assim, para ligações de mobilidade novas no agente residente nenhuma criação ou modificação de trajetos comutados de etiqueta é requerida.

- Um algoritmo estendido para fornecer mobilidade no agente residente: se o cache de ligação móvel contém uma entrada, a qual corresponde ao endereço de destino de um pacote que entra, o agente residente tenta mapear este responsável por endereço do nó móvel para um endereço de sub-rede da lista de sub-redes visitadas em potencial. Depois que a sub-rede visitada correta tenha sido identificada, o agente doméstico é responsável por determinar o trajeto comutado de etiqueta, adequado para fornecimento do pacote. Cada sub-rede é associada com uma etiqueta e a interface de egresso correta a utilizar no agente residente.

- Utilização de trajetos comutados de etiqueta de múltipla finalidade: estes trajetos não são dedicados a IP móvel e, portanto, podem transportar pacotes também para qualquer outra finalidade.

- Uma lista de sub-redes visitadas em potencial no domínio de rede de operadores. Esta lista é mantida por cada agente residente no domínio de rede e configurada por meio de princípios de administração de rede. A lista é requerida para possibilitar mapeamento dos nós móveis responsáveis pelos endereços para uma sub-rede visitada.

- Uma tabela FTN agregada (Fornecimento de classe de equivalência do salto para a próxima entrada de fornecimento de etiqueta): Genericamente para comutação de etiqueta MPLS o roteador de ingresso mantém esta tabela para determinar a etiqueta necessária e interface a utilizar para um endereço de destino específico. O agente residente mantém esta tabela com uma única entrada para cada sub-rede visitada em potencial ao invés de uma entrada individual para cada ligação de mobilidade. Assim todos os hospedeiros móveis ligados à mesma sub-rede visitada correspondem a uma e à mesma entrada na tabela FTN, o que introduz capacidade de alterar escala para a abordagem combinada MPLS/mobilidade.

- Uma rede com trajetos comutados de etiqueta administrados de forma estatística pré-configurada. Nenhum trajeto deve ser criado ou modificado para as finalidades de transferência de mobilidade. Como uma conseqüência, a carga de sinalização na rede é reduzida e o atraso de transferência é independente do tempo de ajuste para trajetos comutados de eti-

queta. Estes trajetos deveriam fornecer capacidade de largura de banda suficiente para possibilitar transferência com sucesso de usuários móveis quase que a qualquer tempo. Assim, engenharia de tráfego se torna um aspecto principal para IP móvel com um trajetos comutados de etiqueta gerenciados de forma estatística.

- Um agente estrangeiro, onde as entidades funcionais de IP móvel e MPLS são localizadas em conjunto, porém não correlacionadas. Assim, o componente roteador de egresso de etiqueta opera em paralelo no mesmo hospedeiro.

Outras vantagens da invenção são evidentes da descrição a seguir de um exemplo da invenção ilustrado na Figura 1.

A Figura 1 mostra um diagrama de blocos de uma rede IP.

Três estações móveis MS 1, 2, 3 utiiizam alguma tecnologia de camada de enlace sem fio para conectar a uma rede de acesso rádio baseada em IP 4. Estações base correspondentes BS 5, 6, 7 terminam a interface de rádio. A rede de acesso rádio fornece suporte de mobilidade e utiliza trajetos comutados de etiqueta LSP 37, 62 para transporte interno como já descrito para esta invenção. Conectividade para redes de transporte 14 é alcançada por meio de roteadores de fronteira BR 8, 9 que separam os domínios administrativos. Neste exemplo todas as três estações móveis 1, 2, 3 são localizadas na mesma rede doméstica 4 - elas obtém acesso por meio do mesmo roteador de borda, o qual inclui o agente residente (15) componente funcional ao mesmo tempo. MS 2 e MS 3 moveram correntemente para diferentes pontos de acesso (BS 6, 7) e se ligam à rede através de agentes estrangeiros FA 11 e FA 12, respectivamente. Dois LSPs 37, 62 são ilustrados para comutação de etiqueta entre o agente residente HA 15 e agentes estrangeiros FA 11,12. Um nó correspondente CN 13 localizado tipicamente em qualquer ponto de acesso além da rede local 4 deveria enviar dados para todas as três estações móveis 1, 2, 3. Para pacotes destinados para MS 1 nenhuma entrada no cachê de ligação (em 15) está disponível, assim pacotes são fornecidos diretamente para MS 1.

Agora CN 13 envia dados para MS 2. O agente residente HA 15

inclui uma ligação para MS 2 com responsável de endereço 137.21.16.5. A partir de uma lista de sub-sistema configurada, o agente residente está consciente que MS 2 está correntemente alcançável através da sub-rede 137.21.16.0. Finalmente, a entrada correspondente na tabela FTN para aquela sub-rede indica que o agente residente 15 precisa codificar "etiqueta 37" em sua interface eth0 para fornecer o pacote para o trajeto comutado de etiqueta adequado 37. Uma vez que os LSPs são unidirecionais, eles têm que ser originados no HA e terminados no FA. A ilustração inclui um outro exemplo para MS 3 que está ligada a um diferente ponto de acesso BS 7 onde ainda um outro trajeto comutado de etiqueta (LSP 62) é utilizado para fornecer pacotes para o destino correto (por meio de FA 12, BS 7 até MS 3).

REIVINDICAÇÕES

1. Método para transferência de um pacote IP sobre um trajeto a partir de um remetente (CN 13) sobre uma rede de acesso rádio (BS 6, HA 15, FA 11) para um hospedeiro móvel (MS 2),

no qual quando um agente residente (HA 15) recebe um pacote de dados de entrada determinado para um hospedeiro móvel (MS 2) com um endereço de destino (endereço MS 2: 137.21.16.5), o agente residente (HA 15) examina se existe uma correspondência entre o endereço de destino (endereço MS 2: 137.21.16.5), do pacote e um endereço de sub-rede (endereço FA 11: 137.21.16.0) de um agente estrangeiro (FA 11) listado em uma lista de endereços de sub-rede (137.21.16.0; 137.22.25.0), armazenada no agente residente (HA),

no qual, se existe uma correspondência entre o endereço de destino (endereço MS 2: 137.21.16.5) e um endereço de sub-rede (endereço FA 11: 137.21.16.0) de um agente estrangeiro, o agente residente examina se um trajeto pré-configurado a partir do agente residente (HA 15) para este agente estrangeiro existe e, no qual agente doméstico (HA 15) envia o pacote para este agente estrangeiro (FA 11) sobre este trajeto comutado de etiqueta pré-configurado (37) se um trajeto comutado de etiqueta (37) para este agente estrangeiro existe.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, no qual o agente residente (HA 15) envia o pacote para este agente estrangeiro (FA 11) sobre este trajeto comutado de etiqueta pré-configurado (37) enviando o pacote sobre uma porta de uma interface de fornecimento (eth0) do agente residente (HA 15) cuja porta é utilizada para o trajeto com este número de trajeto (37).

3. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o agente residente (HA 15) examina se existe uma correspondência entre um endereço de destino (endereço MS 2: 137.21.16.5) do pacote e o endereço de sub-rede (endereço FA 11: 137.21.16.0) de um agente de estrangeiro (FA 11) apenas se existe uma entrada (endereço MS 2: 137.21.16.5) em um cache de ligação do agente residente (HA 15) cuja

entrada corresponde ao endereço de destino (endereço MS 2: 137.21.16.5) do pacote que entra.

4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual uma transferência de um hospedeiro móvel (MS 1) a partir de um agente estrangeiro para um outro agente estrangeiro é feita sem criar ou modificar um trajeto entre o agente estrangeiro e um agente residente deste hospedeiro móvel.

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual o trajeto (37) é um trajeto comutado de etiqueta de múltipla finalidade administrado de forma estatística pré-configurado.

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual as entidades funcionais de IP móvel e comutação de etiqueta de múltipla finalidade MPLS, são localizadas em conjunto porém não correlacionadas em um agente estrangeiro (FA 11).

7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, no qual um agente estrangeiro (FA 11) e um agente residente (HA 15) são nós comutados de pacote de uma rede IP.

8. Agente residente (HA 15) em cujo agente residente um método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes é implementado.

9. Agente residente (HA 15) preferivelmente de acordo com a reivindicação 8,

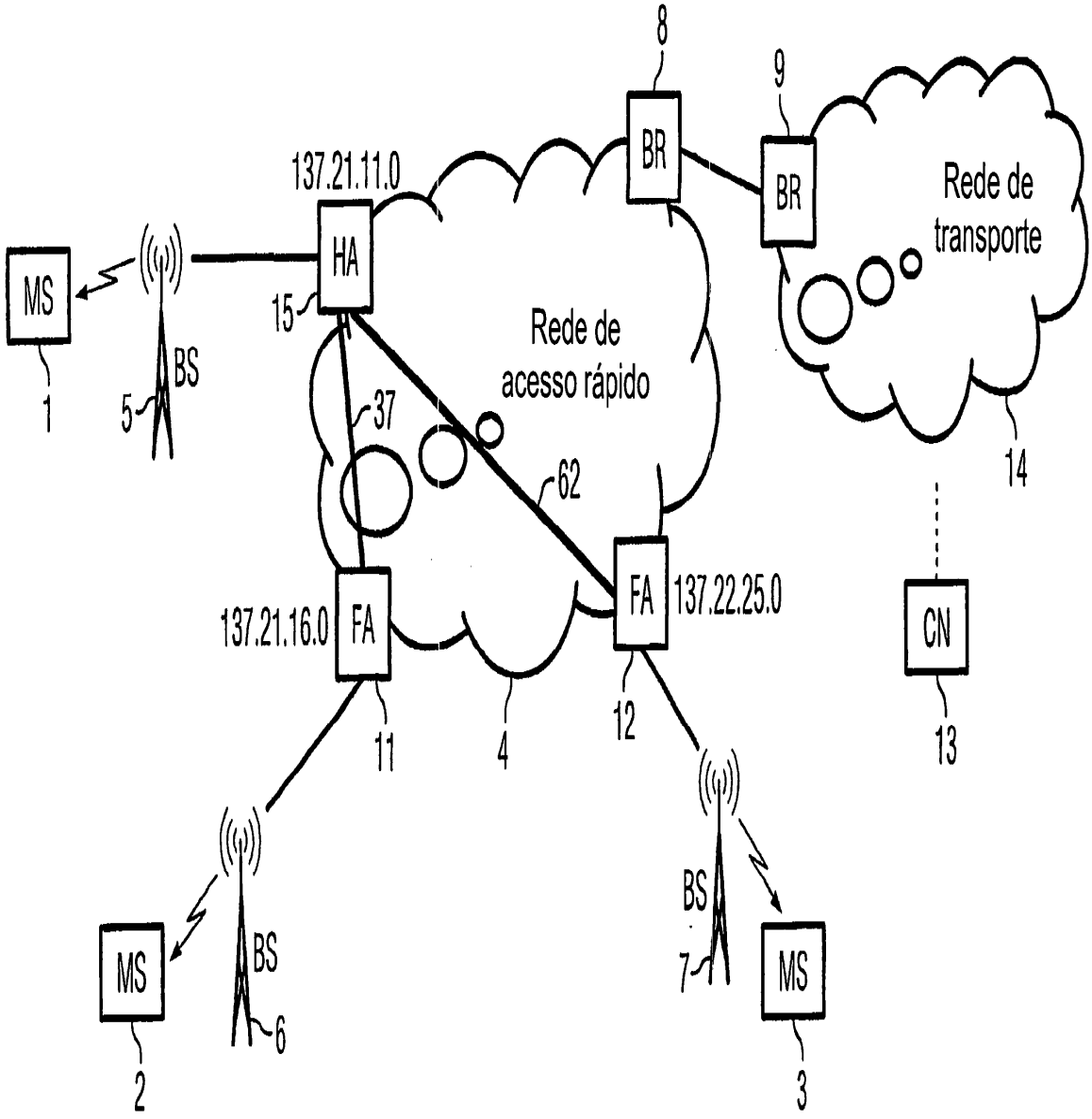
- com uma memória que contém uma lista de endereços de sub-rede (137.21.16.0; 137.22.25.0) de agentes estrangeiros,

- com um dispositivo de comparação para comparar o endereço de destino de um pacote de dados que entra determinado para um hospedeiro móvel (MS 2) com endereços de sub-rede armazenados (137.21.16.0; 137.22.25.0) de agentes estrangeiros (FA 11, FA 12) para determinar o agente estrangeiro (FA 11) para o qual o pacote deve ser enviado,

- com um dispositivo para determinar um trajeto (37) para transmissão do pacote para o agente estrangeiro (FA 11) comparando o endereço do agente estrangeiro determinado (FA 11) endereço (137.21.16.0) com

endereços armazenados (137.21.16.0; 137.22.25.0) de agentes estrangeiros (FA 11, FA 12) entre cujos agentes estrangeiros (FA 11, FA 12) e o agente residente (HA 15) existem trajetos (37, 62),

- com uma interface (eth0) para transmitir um pacote para um agente estrangeiro determinado (FA 11) em um trajeto pré-configurado determinado (37).


8
9
BR
BR
Rede de
transporte
137.21.11.0
HA
MS
15
Rede de
acesso rápido
BS
1
5
37
62
14
FA
137.22.25.0
137.21.16.0
FA
CN
11
4
12
13
BS
BS
MS
MS
7
6
2
3

RESUMO

Patente de Invenção: **"OTIMIZAÇÃO DE AGENTE RESIDENTE PARA MANIPULAÇÃO DE IP MÓVEL E MPLS ESTÁTICA (COMUTAÇÃO DE ETIQUETA DE MULTIPROTOCOLO)".**

Para encaminhamento de IP otimizado, a invenção refere-se a um agente residente e método para transferência de um pacote IP sobre um trajeto a partir de um remetente (CN) sobre uma rede de acesso rádio (RAN, HA, FA 11) para um hospedeiro móvel (MS 2) no qual, quando um agente residente (HA) recebe um pacote de dados que entra determinado para um hospedeiro móvel (MS 2) com um endereço de destino (endereço MS 2: 137.21. 16. 5) o agente residente (HA) examina se existe uma correspondência entre o endereço de destino (endereço MS 2: 137.21. 16. 5) do pacote e um endereço de sub-rede (endereço FA 11: 137. 21. 16. 0) de um agente estrangeiro (FA 11) armazenado em uma lista de endereços de sub-rede (137.21.16.0; 137.22.25.0) armazenados em uma lista no agente residente (HA), no qual, se existe correspondência entre o endereço de destino (endereço MS 2: 137.21. 16. 5) e um endereço de sub-rede (endereço FA 11: 137. 21. 16. 0) de um agente estrangeiro, o agente residente examina se um trajeto pré-configurado a partir do agente residente (HA) até este agente estrangeiro existe, e no qual o agente residente (HA) envia o pacote para este agente estrangeiro (FA 11) neste trajeto comutado de etiqueta pré-configurado (37) se um trajeto comutado de etiqueta (37) para este agente estrangeiro existe.