



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

(11) PI 0912094-7 B1



(22) Data do Depósito: 28/05/2009

(45) Data de Concessão: 19/01/2021

(54) Título: MÉTODO E DISPOSITIVO DE ATRIBUIÇÃO DE ENDEREÇOS MAC EM UMA REDE DE COMUNICAÇÃO SOBRE LINHA DE ENERGIA

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

(52) CPC: H04L 12/12; H04L 29/12254; H04L 29/12839; H04L 61/2038.

(30) Prioridade Unionista: 02/06/2008 FR 08/53604.

(73) Titular(es): SAGEMCOM ENERGY & TELECOM SAS.

(72) Inventor(es): NICOLAS PIGEON.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009056501 de 28/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/147050 de 10/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/11/2010

(57) Resumo: MÉTODO E DISPOSITIVO DE ATRIBUIÇÃO DE ENDEREÇOS MAC EM UMA REDE DE COMUNICAÇÃO SOBRE LINHA DE ENERGIA. A presente invenção refere-se ao domínio da atribuição de endereços de comunicação a dispositivos conectados a uma rede de comunicação sobre uma linha de energia e, mais particularmente, redes de telelevantamento de medidores elétricos, a partir de um aparelho de concentração de dados através da rede elétrica, é proposto um método de atribuição de endereços MAC melhorado para esse tipo de rede, permitindo ganhar muito tempo, quando da fase de atribuição dos endereços. Esse método propõe notadamente a memorizar no nível do dispositivo central de atribuição dos endereços uma lista de associação entre os números de série dos dispositivos e o endereço MAC atribuída. É também proposto enviar um pedido de recenseamento que serve para atribuir o endereço MAC prévio ao envio de um quadro de comunicação.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO E DISPOSITIVO DE ATRIBUIÇÃO DE ENDEREÇOS MAC EM UMA REDE DE COMUNICAÇÃO SOBRE LINHA DE ENERGIA"**.

[0001] A presente invenção refere-se ao domínio da atribuição de endereços de comunicação a dispositivos conectados a uma rede de comunicação sobre linha de energia. Mais particularmente, trata-se de redes de telelevantamento de medidores elétricos, a partir de um aparelho de concentração de dados através da rede elétrica.

[0002] É conhecido o telelevantamento dos dados sobre medidores elétricos em funcionamento sobre a rede elétrica. Isto é geralmente feito por um equipamento que efetua os levantamentos e constituindo uma síntese para um sistema de informação, por exemplo, o sistema de faturamento do operador de distribuição de energia elétrica. Esse aparelho é conhecido pelo nome de DC (para *Data Concentrator* em inglês).

[0003] Para poder haver um telelevantamento, os medidores são dotados de uma interface de comunicação sobre a linha de energia. Essa interface possui em memória o número de série gravado sobre o aparelho. Esse número constitui uma identificação única e perene de cada medidor.

[0004] A comunicação sobre a linha de energia é feita com o auxílio de quadros de dados modulados sobre cabos da rede de distribuição de energia elétrica. Esses quadros, das quais se pode ver um exemplo na figura 4, são constituídos de um preâmbulo, permitindo identificar o quadro 4.1, de uma parte 4.2 que constitui propriamente falando o pacote de dados transportado e de uma soma de controle, permitindo controlar-lhe a integridade 4.3, por exemplo, com o auxílio de um CRC (*Cyclic Redondancy Code*, em inglês). A seleção do destinatário do quadro é feito com o auxílio de um endereço, denominado endereço MAC codificado sobre 12 bits e atribuído a cada dispositivo

que deve comunicar sobre a rede. O detalhe referente ao formato desses quadros pode ser encontrado na norma francesa NF EM 61334-5-1 tendo por título "*Automatização da distribuição com o auxílio de sistemas de comunicação com correntes portadoras; Parte 5-1: perfis das camadas baixas – Perfil S-FSK (modulação por salto de frequências aferidas)*" que reproduz integralmente a publicação CEI 61334-5-1:2001.

[0005] Para poder comunicar, um dispositivo conectado à rede de distribuição elétrica deve, portanto, se fazer atribuir um endereço MAC. A atribuição desses endereços é descrita na norma francesa NF EN 61343-4-511 tendo por título "*Automatização da distribuição com o auxílio de sistemas de comunicação com correntes portadoras; Parte 4-5111: Protocolos de comunicação de dados – Administração de sistemas – Protocolo CIASE*" que reproduz integralmente a publicação CEI 61334-4-511:2001. Esse protocolo permite a um dispositivo central do sistema atribuir endereços MAC a todos os dispositivos conectados à rede. O método descrito acarreta numerosas fases de descobertas que tomam muito tempo, a vazão de conexão sendo baixa.

[0006] A vazão visa a propor um método de atribuição de endereços MAC melhorado para esse tipo de rede, permitindo ganhar muito tempo, quando da fase de atribuição dos endereços. Esse método propõe notadamente memorizar, a nível do dispositivo central de atribuição dos endereços, uma lista de associação entre os números de série dos dispositivos e o endereço MAC atribuído. É também proposto enviar um pedido de recenseamento que serve para atribuir o endereço MAC prévio ao envio de um quadro de comunicação.

[0007] Dessa forma, as fases descobertas que permitem atribuir os endereços MAC a dispositivos sem endereços são notavelmente reduzidas. O tempo em que a rede é dedicada a essa descoberta se acha reduzido, aumentando tanto o tempo de comunicação útil dispo-

nível na rede.

[0008] A invenção se refere a um método de atribuição de endereços ditos MAC a dispositivos conectados a uma rede de distribuição de eletricidade por um aparelho de concentração de dados, cada dispositivo sendo dotado de um número de série distinto e imutável, comportando uma etapa de envio de uma pesquisa de pedido de descoberta em modo de difusão geral sobre a rede; uma etapa de recebimento de pelo menos uma notificação de descoberta em resposta a essa pesquisa proveniente de um dispositivo que não tem endereço MAC atribuída, esse dispositivo identificando-se com o auxílio de seu número de série; uma etapa de atribuição de um endereço MAC disponível no dispositivo que respondeu; uma etapa de envio de um pedido de recenseamento ao dispositivo que respondeu contendo seu número de saída e o endereço MAC que lhe foi atribuído e comportando, além disso, uma etapa de memorização da associação entre o número de série do dispositivo e do endereço MAC que lhe foi atribuído.

[0009] De acordo com um modo particular de realização da invenção, o dispositivo sendo suscetível a perder o endereço MAC que lhe foi atribuído, após o escoamento de um tempo determinado, sem comunicação, o método comporta, além disso, uma etapa de envio de um pedido de recenseamento prévio ao envio de um quadro de comunicação com destino ao dispositivo.

[00010] Segundo um modo particular de realização da invenção, a etapa de envio do quadro de registro prévio ao envio de um quadro de comunicação é feita sistematicamente para cada envio de um quadro de comunicação.

[00011] Segundo um modo particular de realização da invenção, o momento do último envio de um quadro de comunicação a um dispositivo sendo memorizado, a etapa de envio da pesquisa de recenseamento prévio ao envio de um quadro de comunicação só é realizado

se o tempo, a partir do último de comunicação, exceder um limite determinado.

[00012] De acordo com um modo particular de realização da invenção, o método comporta, além disso, uma etapa de envio de uma pesquisa de recenseamento a qualquer dispositivo, cuja associação é memorizada, quando de uma fase de reinicialização do sistema.

[00013] Segundo um modo particular de realização da invenção, o método comporta, além disso, uma etapa de envio periódico de uma pesquisa de pedido de descoberta em modo de difusão geral para permitir a atribuição de um endereço MAC a novos dispositivos aparecidos sobre a rede.

[00014] Segundo um modo particular de realização da invenção, as pesquisas de pedido de descobertas que comportam um primeiro parâmetro que define uma percentagem de resposta, os dispositivos não tendo endereço MAC atribuído, tomando uma decisão de resposta, segundo um sorteio aleatório, é definida com uma probabilidade de cem por cento.

[00015] Segundo um modo particular de realização da invenção, as pesquisas de pedido de descobertas que comportam um segundo parâmetro que define uma janela de resposta, os dispositivos que respondem a essa pesquisa devendo definir aleatoriamente um prazo de resposta no meio dessa janela de resposta, essa janela é definida inferior a 30 segundos.

[00016] Segundo um modo particular de realização da invenção, as pesquisas de pedido de descobertas que comportam um segundo parâmetro que define uma janela de resposta, os dispositivos que respondem a essa pesquisa devendo definir aleatoriamente um prazo de resposta no meio dessa janela de resposta, esse segundo parâmetro é calculado em função do número de dispositivos que responderam e do número de colisões detectadas, quando de uma precedente etapa de

descoberta.

[00017] A invenção se refere também a um dispositivo de atribuição de endereços ditos endereços MAC a dispositivos conectados a uma rede de distribuição de eletricidade, cada dispositivo conectado sendo dotado de um número de série distinto e imutável, comportando meios de envio de uma pesquisa de pedido de descoberta em modo de difusão geral sobre a rede; meios de recebimento de pelo menos uma notificação de descoberta em resposta a essa pesquisa, proveniente de um dispositivo que não tem endereço MAC atribuído, esse dispositivo identificando-se com o auxílio de seu número de série: meios de atribuição de um endereço MAC disponível no dispositivo que respondeu; meios de envio de uma pesquisa de recenseamento ao dispositivo que respondeu contendo seu número de série e o endereço MAC que lhe foi atribuído; o dispositivo comportando, além disso, meios de memorização da associação entre o número de série do dispositivo e do endereço MAC que lhe foi atribuído.

[00018] Segundo um modo particular de realização da invenção, o dispositivo sendo capaz de perder o endereço MAC que lhe foi atribuído após o escoamento de um tempo determinado sem comunicação, o dispositivo comporta, além disso, meios de envio de um quadro de registro prévio ao envio de um quadro de comunicação com destino ao dispositivo.

[00019] As características da invenção mencionadas acima, assim como outros, aparecerão mais claramente com a leitura da seguinte descrição de um exemplo de realização, essa descrição sendo feita em relação com os desenhos anexados, dentre os quais:

- a figura 1 ilustra a arquitetura de um exemplo de rede de distribuição elétrica;

- a figura 2 ilustra o sequenciamento de troca de pesquisas, quando de uma fase de descoberta e de comunicação, segundo um

exemplo de realização da invenção;

- a figura 3 ilustra a arquitetura do dispositivo de atribuição de endereços MAC, segundo um exemplo de realização da invenção;

- a figura 4 ilustra o formato de quadro utilizado no sistema.

[00020] A figura 1 descreve um exemplo de rede de distribuição de energia elétrica 1.2. Nessa rede é conectado um primeiro dispositivo 1.1 que serve de concentrador de dados. No exemplo de realização da invenção, esse dispositivo 1.1 tem também a função de cliente CIASE no sentido da norma NF EM 61334-4-511, isto é, esse dispositivo estará também encarregado da atribuição dos endereços MAC aos dispositivos conectados à rede. Um certo número desses dispositivos é ilustrado sob a referência 1.3. Tipicamente, esses dispositivos são medidores, C1 a CN, servindo para contabilizar a quantidade de energia elétrica consumida por assinatura. Embora descritos como medidores elétricos, esses dispositivos podem ser de qualquer natureza, à medida que forem levados a se comunicar com o dispositivo DC 1.1. No contexto do exemplo de realização, o DC está encarregado de coletar os dados de consumo dos medidores 1.3 para alimentar um sistema de informação do operador que gere a rede de distribuição de energia.

[00021] Nesse sistema, cada dispositivo é dotado de um número de série imutável, permitindo distingui-lo de maneira única sobre a rede. Esse número é denominado *system _ title* na norma citada. Ele contém também um campo de endereço MAC inicializado no valor NEW, quando da inicialização do sistema. Esse valor indica que o dispositivo é novo sobre a rede e que não dispõe de um endereço MAC atribuído, dir-se-á que esse dispositivo está no estado não atribuído.

[00022] Para poder se comunicar sobre a rede, qualquer dispositivo deve se ver atribuir um endereço MAC. Com efeito, o endereçamento do destinatário de um quadro de comunicação se faz graças a esse endereço. Um procedimento de descoberta dos dispositivos conecta-

dos é necessário para lhe atribuir esse endereço. Esse procedimento é descrito na norma CIASE já citada. Ela consiste para o dispositivo em carregar a atribuição dos endereços a enviar em uma pesquisa dita pedido de pesquisa. Deve ser observado, no caso, que a fase de descoberta é iniciada pelo DC como qualquer comunicação na rede. Nesse tipo de rede, as comunicações não são jamais da iniciativa de um dispositivo conectado, mas sempre naquela do servidor central. Essa pesquisa é enviada em modo de difusão geral (*broadcast* em inglês), isto é, ela é destinada a todos os dispositivos conectados à rede. Só os dispositivos no estado não atribuído, portanto, tendo um campo endereço MAC a NEW, vão responder a essa pesquisa por uma notificação de pesquisa, indicando seu número de série. O dispositivo de atribuição de endereços MAC, no caso o DC, lhe atribui um endereço e responde por uma pesquisa de recenseamento contendo o número de série do dispositivo que respondeu e o endereço MAC que lhe é atribuído. O dispositivo recebendo essa pesquisa e reconhecendo seu número de série na pesquisa informa então seu campo endereço MAC com o endereço MAC associado. Encontra-se então no estado atribuído e pode desde então comunicar sobre a rede. Nesse documento, denomina-se fase de descoberta, a operação consistindo para o dispositivo de atribuição em emitir uma pesquisa em pedido de descoberta, em receber o conjunto das respostas a essa pesquisa, em atribuir endereços MAC aos dispositivos que responderam e em enviar as mensagens de recenseamento correspondentes aos dispositivos para lhes atribuir seus endereços MAC.

[00023] Deve ser observado que essas comunicações são feitas a 1200 *bauds* e tomam, portanto, muito tempo. Por outro lado, desde que o número de dispositivos que devem ser atribuídos aumente, o risco de colisão entre as diferentes notificações de pesquisa enviadas por todos esses dispositivos aumenta, de maneira consequente. En-

tão, se é obrigado a reiterar essas fases de descoberta até que todos dispositivos tenham podido ser atribuídos. A norma prevê dois mecanismos que permitem auxiliar a gestão de fases de descobertas em redes que contêm um número importante de dispositivos a descobrir. Esses mecanismos são baseados em dois parâmetros que podem ser utilizados na pesquisa em pedido de descoberta. O primeiro parâmetro é uma percentagem de resposta representada por um inteiro compreendido entre 1 e 100. Quando do recebimento de descoberta, um dispositivo não atribuído vai sortear um número inteiro entre 1 e 100, caso esse número seja inferior ou igual ao parâmetro de probabilidade de resposta, ele tomará a decisão de resposta. Vê-se que, por esse mecanismo, se pode definir a percentagem de dispositivos que devem ser atribuídos e que vai responder a uma pesquisa em pedido de descoberta determinado. Pode-se assim limitar o número de dispositivos que vai tentar responder, e, portanto, as colisões entre essas respostas. Compreende-se que, quanto mais se limita essa percentagem de resposta, mais será preciso multiplicar as fases de descoberta para que todos dispositivos se encontrem atribuídos.

[00024] O segundo mecanismo é baseado em um segundo parâmetro na pesquisa em pedido de descoberta que define um intervalo temporal para a resposta. O tempo é compatibilizado em períodos (*slot* em inglês), esses períodos durando tipicamente 300 milissegundos. O parâmetro de intervalo temporal define um número de períodos sobre 15 bits utilizados nas respostas dos dispositivos. Vê-se que o intervalo temporal pode ser definido até uma duração de aproximadamente 3 horas. Quando um dispositivo deve ser utilizado, ele tira um número aleatório que lhe permite posicionar temporalmente sua resposta no meio do intervalo temporal assim definido. Esse mecanismo permite aferir temporalmente as respostas dos dispositivos que devem ser atribuídos no meio desse intervalo temporal. Esses dois mecanismos

permitem, portanto, por um lado, reduzir o número de dispositivos que devem responder e, por outro lado, repartir no tempo essas respostas para limitar as colisões.

[00025] Apesar da utilização desses mecanismos, desde que o número de dispositivos que devem ser atribuídos seja da ordem do milhão, a descoberta implica numerosas fases de descobertas, utilizando uma pequena probabilidade de resposta e um intervalo temporal longo, o que pode durar várias horas, até mesmo ultrapassar um dia de descoberta. Durante esse tempo, a rede não pode ser utilizada, de maneira útil, para operações de telelevantamento dos medidores.

[00026] Deve ser observado que, a cada reinicialização do sistema, a integralidade dos dispositivos se acha em um estado não atribuído. A reinicialização necessita, então, de uma descoberta completa da rede. Por outro lado, procedimentos de descoberta devem ser conduzidos muito regularmente para permitir, por um lado, atribuir um endereço aos novos dispositivos que puderam ser conectados à rede e, por outro lado, reatribuir um endereço aos dispositivos que terão perdido seu endereço, devido ao mecanismo, que acarreta a perda do endereço MAC após um tempo determinado sem comunicação.

[00027] Por outro lado, passado um certo prazo sem comunicação, os dispositivos perdem seu endereço MAC. Esse prazo é tipicamente de 12 horas. Quando a descoberta dura mais de 12 horas, os primeiros dispositivos atribuídos perdem seu endereço e se encontram não atribuídos, antes do fim da descoberta. Esse procedimento não termina, então, jamais.

[00028] Para prevenir esses problemas, a invenção propõe memorizar a nível do dispositivo de atribuição dos endereços MAC, os endereços atribuídos aos dispositivos. Essa memorização é feita, por exemplo, sob a forma de uma lista de associações entre os números de série dos dispositivos e o endereço MAC atribuído. Dessa forma, o

procedimento de descoberta é inicializada por um envio de pesquisas de recenseamento a todos os dispositivos memorizado. Uma vez esse envio feito, pode-se efetuar um procedimento de descoberta clássica. Assim, se tem certeza que um número restrito de dispositivos deverá ser atribuído, quando essa fase de descoberta. Mais precisamente, só os novos dispositivos que aparecem sobre a rede deverão ser atribuídos. Esse número sendo mais restrito fora de modificações maiores da rede, então é possível de maneira vantajosa de posicionar o parâmetro de probabilidade de resposta a 100 autorizando, dessa forma todos os dispositivos não atribuídos a responder. Vantajosamente, também, serão utilizados intervalos temporais de curta duração. Tipicamente, um intervalo temporal de uma quinzena de segundos que permite a aproximadamente 25 dispositivos responder pode ser utilizado ao invés dos intervalos durante tipicamente numerosos minutos. Em qualquer estado de causa, poder-se-ão utilizar intervalos temporais inferiores a 30 segundos.

[00029] Vantajosamente, o mecanismo de memorização permite implementar um mecanismo que consiste em enviar uma pesquisa de recenseamento a um dispositivo previamente ao envio de um quadro de comunicação. Dessa forma, se pré-mune contra o fato de que o dispositivo tenha podido perder seu endereço MAC. Com efeito, o dispositivo que recebe uma pesquisa de recenseamento vai reinicializar seu endereço MAC se tivesse sido perdido. Então se está em condições de receber o quadro de comunicação. Essa reinicialização do endereço Mac se faz independentemente do mecanismo de descoberta. A periodicidade dos procedimentos de descoberta pode então ser reduzida, pois eles servem apenas então à descoberta de novos dispositivos conectados à rede.

[00030] Vantajosamente, o envio dessa pesquisa de recenseamento se faz sistematicamente previamente ao envio de todas os quadros

de comunicação. Então, tem-se certeza de que o trama de comunicação é destinado a um dispositivo atribuído.

[00031] Alternadamente, também é possível memorizar o momento da última comunicação com cada dispositivo. Pode-se então limitar o envio prévio da pesquisa de recenseamento aos dispositivos com os quais o DC não comunicou, a partir de um tempo determinado, geralmente correspondente ao prazo após o qual o dispositivo perde seu endereço MAC. Limita-se assim o número de pesquisas de recenseamento que devem ser enviadas.

[00032] Vantajosamente, pode-se procurar em determinar o número o número de colisões que sobrevêm em resposta ao envio de uma pesquisa em pedido de descoberta. Uma colisão é detectada, quando o DC recebe um preâmbulo correto, mas que a soma de controle é falsa. Deduz-se daí que pelo menos uma outra resposta veio perturbar o envio da primeira. Se o número de colisões for elevado, poder-se-á seja aumentar o intervalo temporal de resposta, seja diminuir a probabilidade de resposta, seja os dois para permitir a um maior número de dispositivos de responder.

[00033] A figura 2 ilustra as trocas de mensagens, segundo o exemplo de realização da invenção. O DC envia uma pesquisa em pedido de descoberta 2.1 que é recebida pelos dispositivos C1, C2 e C3. No exemplo desenhado, só C2 é não atribuído e responde por uma notificação de descoberta 2.2 no DC. Este lhe atribui então um endereço MAC que ele memoriza e lhe envia uma pesquisa de recenseamento 2.3 contendo seu número de série e seu endereço MAC atribuído. Quando de uma comunicação, o DC envia de novo uma pesquisa de recenseamento 2.4 prévia ao quadro de comunicação 2.5 para assegurar que o dispositivo C2 seja atribuído previamente à comunicação e, portanto, em condições de receber o quadro de comunicação.

[00034] A figura 3 ilustra um exemplo de arquitetura do dispositivo

de atribuição de endereço MAC, de acordo com a invenção, 3.1. Esse dispositivo é conectado a uma rede de distribuição de energia elétrica 3.7. Ele dispõe de um processador 3.3 que permite implementar o método anteriormente descrito. Ele dispõe também de uma memória 3.4 que contém um meio 3.5 de memorizar associação entre os números de série e os endereços MAC dos dispositivos. Esse meio é, por exemplo, uma lista de associações. O processador e a memória se comunicam por uma barreira de comunicação 3.6 que permite também a comunicação com uma interface de comunicação sobre correntes portadoras 3.2 conectada à rede 3.7.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de atribuição de endereços ditos endereços MAC a dispositivos de rede conectados a uma rede de distribuição de energia elétrica, cada dispositivo de rede sendo dotado de um número de série distinto e imutável, **caracterizado pelo fato de que** o método é realizado por um aparelho de concentração de dados compreendendo:

- enviar uma pesquisa de pedido de descoberta (2.1) em modo de difusão geral sobre a rede de distribuição de energia elétrica;

- receber (2.2) pelo menos uma notificação de descoberta em resposta a pesquisa de pedido de descoberta, proveniente de um dispositivo de rede que não tem endereço MAC atribuído, esse dispositivo de rede identificando-se na notificação de descoberta com o auxílio do número de série;

- atribuir (2.3) um endereço MAC disponível ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta:

- enviar (2.3) uma primeira pesquisa de recenseamento ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta, a dita primeira pesquisa de recenseamento contendo o número de série do dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta e o endereço MAC que foi atribuído ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta;

em que o método compreende, além disso:

- memorizar (2.3, 3.4) uma associação entre o número de série do dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta e o endereço MAC que foi atribuído ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta,

e em que cada dispositivo de rede sendo capaz de perder o endereço MAC que foi atribuído a cada dispositivo de rede após o escoamento de um tempo determinado sem comunicação, o método compreendendo ainda:

- armazenar (2.3, 3.4) uma informação representativa de um momento correspondente a um último envio de um quadro de comunicação ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta, e

- antes de enviar um quadro de comunicação (2.5) ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta, enviar (2.4) uma segunda pesquisa de recenseamento para o dito dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta, o envio da segunda pesquisa de recenseamento sendo realizada apenas se um período de tempo desde o momento correspondente ao último envio do quadro de comunicação excede um dado limite.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** a etapa de enviar a segunda pesquisa de recenseamento antes do envio do quadro de comunicação ser efetuado simetricamente para cada quadro de comunicação transmitido pelo aparelho de concentração de dados para o dito dispositivo de rede par ao qual o quadro de comunicação é enviado.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de** o método compreender, além disso:

- enviar uma terceira pesquisa de recenseamento, durante uma fase de reinicialização do sistema, a qualquer dispositivo de rede para o qual a associação do endereço MAC com o número de série foi armazenada anteriormente à reinicialização do sistema.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado pelo fato de** o método compreender, além disso:

- enviar periodicamente a pesquisa de pedido de descoberta em modo de difusão geral para permitir a atribuição do endereço MAC a novos dispositivos de rede surgidos sobre a rede de distribuição de energia elétrica.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado**

pelo fato de que, cada pesquisa de pedido de descobertas compreendendo um parâmetro que define uma percentagem de resposta, os dispositivos de rede que não tem um endereço MAC atribuído tomando uma decisão de resposta segundo um sorteio aleatório com uma probabilidade de resposta igual ao parâmetro, o parâmetro é definido com uma probabilidade de cem por cento.

6. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** cada pesquisa de pedido de descobertas compreende um parâmetro que define uma janela de resposta, os dispositivos de rede respondendo a uma das ditas cada pesquisa de pedido de descobertas tendo que definir aleatoriamente um prazo de resposta dentro da janela de resposta, essa janela de resposta é definida inferior a 30 segundos.

7. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** cada pesquisa de pedido de descobertas compreende um parâmetro definindo uma janela de resposta, os dispositivos de rede respondendo a uma das ditas cada pesquisa de pedido de descobertas tendo que definir aleatoriamente um prazo de resposta dentro da dita janela de resposta, o parâmetro é calculado em função de um número de dispositivos de rede que responderam à pesquisa de pedido de descoberta em uma fase de descoberta anterior e de acordo com um número de colisões detectadas durante a dita fase de descoberta anterior.

8. Dispositivo de atribuição de endereços ditos endereços MAC a dispositivos de rede conectados a uma rede de distribuição de energia elétrica, cada dispositivo de rede sendo dotado de um número de série distinto e imutável, **caracterizado pelo fato de que** o dispositivo de atribuição de endereços compreende um circuito eletrônico configurado para:

- enviar (2.1) uma pesquisa de pedido de descoberta em

modo de difusão geral sobre a rede de distribuição de energia elétrica;

- receber (2.2) pelo menos uma notificação de descoberta em resposta a pesquisa de pedido de descoberta, proveniente de um dispositivo de rede que não tem endereço MAC atribuído, esse dispositivo de rede identificando-se na notificação de descoberta com o auxílio do número de série;

- atribuir (2.3) um endereço MAC disponível ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta:

- enviar (2.3) uma primeira pesquisa de recenseamento ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta, a dita primeira pesquisa de recenseamento contendo o número de série do dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta e o endereço MAC que foi atribuído ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta;

em que o circuito eletrônico é configurado para, além disso:

- memorizar (2.3, 3.4) uma associação entre o número de série do dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta e o endereço MAC que foi atribuído ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta,

e em que cada dispositivo de rede sendo capaz de perder o endereço MAC que foi atribuído a cada dispositivo de rede após o escoamento de um tempo determinado sem comunicação, o circuito eletrônico é configurado ainda para:

- armazenar (2.3, 3.4) uma informação representativa de um momento correspondente a um último envio de um quadro de comunicação ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta, e

- antes de enviar um quadro de comunicação (2.5) ao dispositivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta, enviar (2.4) uma segunda pesquisa de recenseamento para o dito dis-

positivo de rede que respondeu à pesquisa de pedido de descoberta, o envio da segunda pesquisa de recenseamento sendo realizada apenas se um período de tempo desde o momento correspondente ao último envio do quadro de comunicação excede um dado limite.

9. Dispositivo de atribuição de endereços, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** o circuito eletrônico de cada dispositivo de rede é configurado ainda para enviar uma terceira pesquisa de recenseamento, durante a fase de reinicialização do sistema, para qualquer dispositivo de rede para o qual a associação do endereço MAC com o número de série foi armazenada antes da reinicialização do sistema.

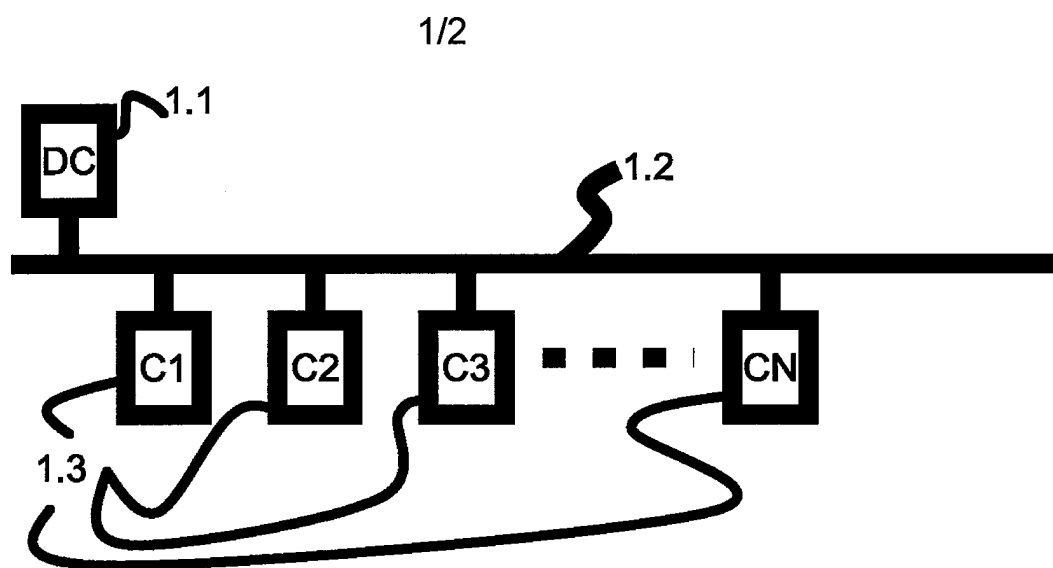


Fig. 1

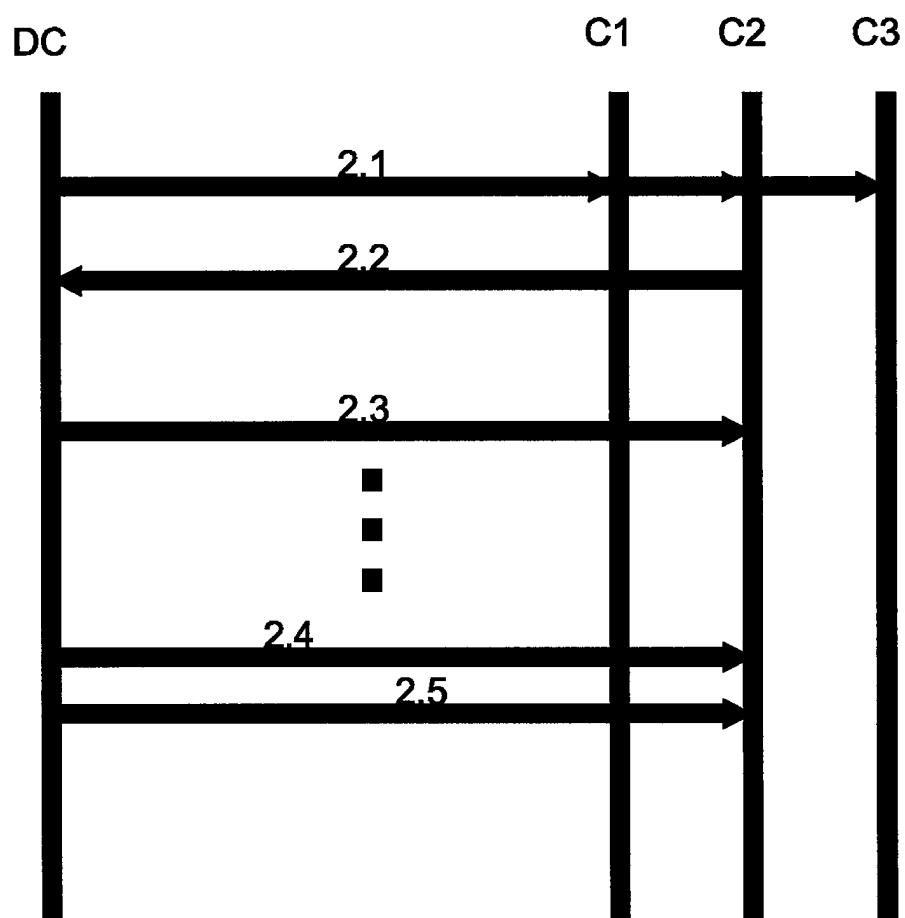


Fig. 2

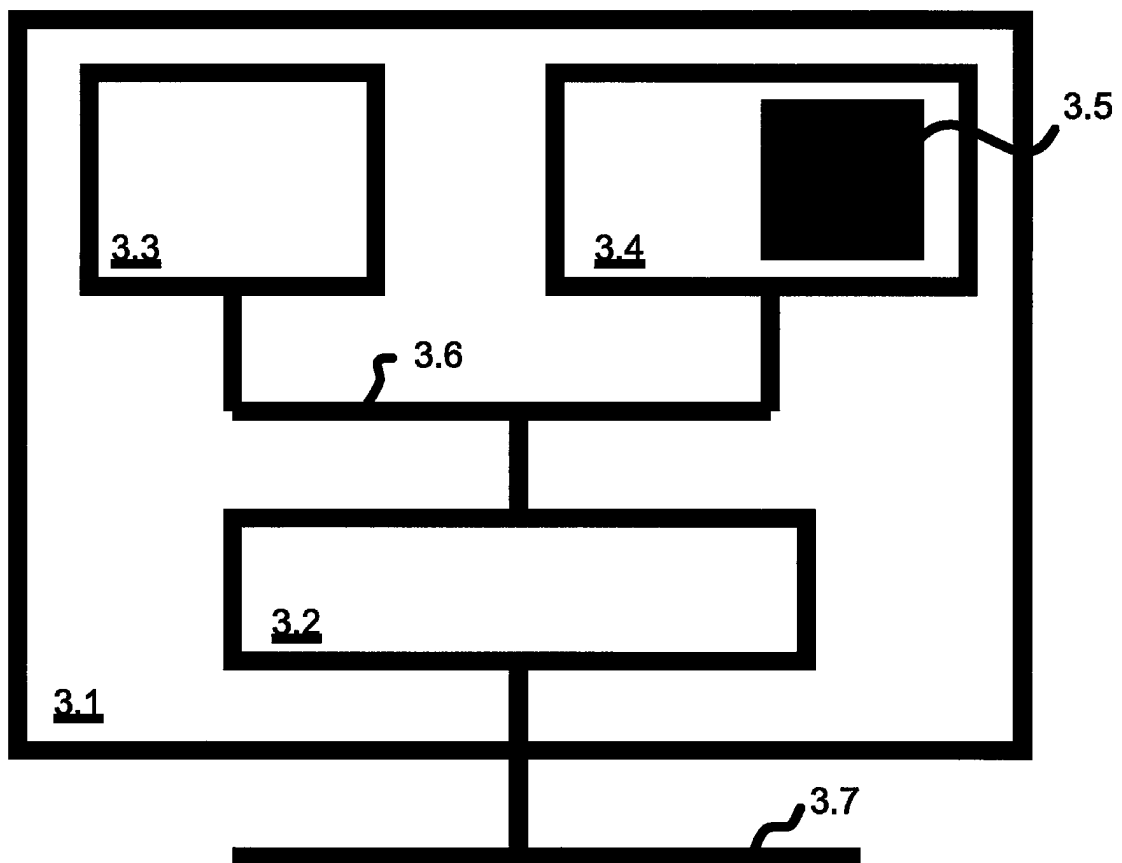


Fig. 3



Fig. 4