



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

(21) **PI 1004255-5 A2**



(22) Data de Depósito: 30/07/2010
(43) Data da Publicação: 10/04/2012
(RPI 2153)

(51) *Int.Cl.:*
H04W 84/18
G06F 17/00
G06F 19/00

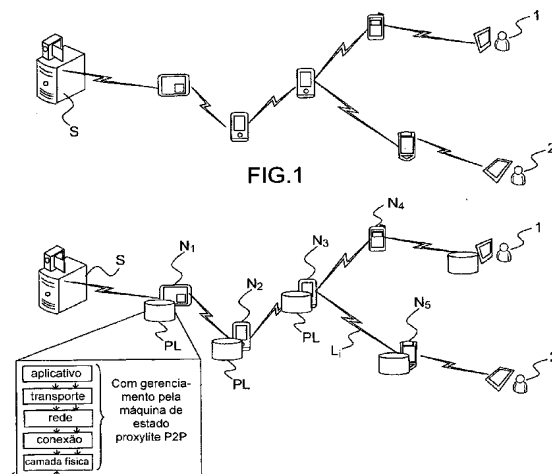
(54) **Título:** MÉTODO PARA TRANSMITIR DADOS DE MULTIMÍDIA EM REDES DE COMUNICAÇÃO AD HOC

(30) **Prioridade Unionista:** 31/07/2009 FR 0903789

(73) **Titular(es):** Thales

(72) **Inventor(es):** Catherine Lamy-Bergot, Roberta Racchia

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA TRANSMITIR DADOS DE MULTIMÍDIA EM REDES DE COMUNICAÇÃO AD HOC. A presente invenção refere-se ao método para a transmissão de dados de multimídia em uma rede ad hoc compreendendo pelo menos as etapas a seguir: O pacote é recebido na interface de rádio, e se o nó não for o seu destino, é copiado em um armazenador local Q enquanto espera pela verificação do pacote, o pacote também é carregado para as camadas superiores para, por um lado, verificação de sua possível corrupção e, por outro lado, o armazenamento opcional em uma pilha local P de longa duração com informação adicional sobre o fragmento de dados. No caso onde a transmissão no último pulo antes do nó atual corrompeu o pacote, é verificado que os cabeçalhos estão intactos de modo a serem capazes de direcionar o pacote de forma adequada, depois de terem verificado se a pilha P está presente e se contém uma versão intacta do pacote, caso em que é a carga útil intacta que será substituída pela carga útil errada no armazenador Q. Se a pilha não estiver presente ou não contiver o pacote, então o método irá, não obstante, propagar o pacote quando apenas a carga útil foi corrompida visto que um decodificador de multimídia robusto pode ser capaz de utilizar esse pacote corretamente.





PI1004255-5

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "MÉTODO PARA TRANSMITIR DADOS DE MULTIMÍDIA EM REDES DE COMUNICAÇÃO AD HOC".

5 O assunto da presente invenção refere-se a um método para transmitir dados em uma rede de comunicação que utiliza "proxy" inteligente em cada ponto de uma rede não hierarquizada. A palavra "proxy" designa o envio de solicitações entre um cliente e um servidor ou uma fonte e a expressão "rede não hierarquizada" designa uma rede na qual existe o compartilhamento dos arquivos de forma não hierarquizada.

10 O método de acordo com a invenção refere-se a difusões de sequência de multimídia em um contexto de rede de comunicação ad hoc a partir de uma fonte para múltiplos clientes. Por motivos de simplificação no resto da descrição, a palavra "proxyfile" será utilizada para designar de uma forma genérica o método de acordo com a invenção, qualquer que seja a
15 modalidade vislumbrada.

No campo das comunicações sem fio, vários protocolos têm sido introduzidos recentemente para permitir a propagação nas camadas OSI (que representa "Interconexão de Sistemas Abertos") de pacotes cujo conteúdo não é perfeito. Wimax, que representa Interoperacionalidade Mundial
20 para Acesso por Micro-Ondas, é o caso mais notável para as camadas de rádio, onde uma soma de verificação reduzida ao cabeçalho de conexão foi introduzida, e possibilita o carregamento de um pacote não perfeito para a camada de rede. De forma similar, os protocolos de transporte tal como UDP-Lite, que é muito similar ao protocolo UDP, apareceram. O protocolo
25 UDP Lite permite verificações parciais que cobrem uma parte apenas dos dados e pode distribuir pacotes parcialmente corrompidos. É particularmente útil para transmissões de multimídia, tal como difusão de sequência de vídeo ou Voz através de IP, nas quais é preferível receber um pacote com uma carga útil parcialmente danificada do que não receber pacote algum. O pro-
30 tocolo DCCP, que representa "Protocolo de Controle de Congestionamento de Datagrama", é um protocolo de comunicação de camada de transporte orientado por mensagem. Esses últimos dois protocolos, UDP-Lite e DCCP,

introduziram somas de verificação parcial possibilitando a verificação de cabeçalhos dos pacotes enquanto permitem a passagem de pacotes cuja carga útil ou dados úteis estão errados.

5 A técnica anterior conhecida exibe de forma perceptível as desvantagens de se trabalhar exclusivamente com soluções de retransmissão no modo ponto a ponto ou com soluções de multidifusão, difusão para enviar informação de um remetente para um grupo (opcionalmente com retransmissões) para difusões de múltiplos pontos temporariamente sincronizadas.

10 Nas técnicas anteriores, a capacidade das sequências de multimídia de permitir decodificações mesmo em sequências parcialmente corrompidas não é harnessed controlada. As técnicas conhecidas a partir da técnica anterior, portanto, não se adaptam às limitações das redes ad hoc, por exemplo, saber como efetivamente controlar as capacidades particulares das sequências de multimídia.

15 O assunto do presente pedido de patente se refere a um método de difusão mais eficiente do que os métodos conhecidos a partir da técnica anterior para sequências de multimídia em um contexto de comunicação ad hoc a partir de uma fonte para múltiplos clientes. O benefício de se considerar as transmissões de multimídia em particular, é explicado pelo fato de decodificadores de som, imagem ou vídeo serem capazes de absorver uma
20 taxa de erro residual, visto que esses decodificadores geralmente empregam técnicas de mascaração que exploram as capacidades humanas do olho e do ouvido em aceitar ou compensar os defeitos residuais.

O assunto da invenção refere-se a um método para transmitir
25 dados de multimídia em uma rede de comunicação ad hoc compreendendo pelo menos uma fonte S e vários nós N_i se comunicando um com o outro por meio de conexões L_i , um número N_p dos ditos nós sendo equipado com um processador para implementar pelo menos as etapas a seguir:

Recebimento de pelo menos um pacote de dados de multimídia,
30 Realização de um cálculo do CRC de rádio completo do dito pacote recebido,

a) no caso onde o valor da CRC de cabeçalho compreende um

erro, então o pacote é eliminado,

b) no caso onde o valor da CRC de cabeçalho está livre de erros, então a etapa a seguir consiste de se observar se o nó atual N_i é o nó de destino,

5 c) se o nó atual for o nó de destino, então o método irá carregar o valor da CRC de rádio completa, testar para ver se o valor da CRC de transporte contém erros, eliminar o pacote se esse valor contiver erros, carregar o pacote para o aplicativo para decodificação,

10 d) se o nó atual não for o nó de destino, então, o método armazena o pacote em uma pilha temporária Q e inicializa um temporizador T ($pklt_d$) correspondente a uma duração máxima de processamento dos dados do pacote.

o método, depois disso, verifica o valor da CRC de rádio completa do pacote,

15 se o dito valor estiver correto então o método modificará a pilha Q e reconfigurará o temporizador $T(pklt_d)$ para zero de modo a despachar o pacote, e então o método iniciará o processamento de outro pacote de dados de multimídia,

20 se o valor de CRC de dados estiver errado, então o método lançará o acionamento do temporizador $CKS_VER(Pkld)$, para uma verificação no nível de integridade de carga de dados,

25 em paralelo, o método realiza o carregamento do pacote de dados de multimídia para as camadas superiores da rede de rádio, enquanto elimina os pacotes para os quais o valor da CRC de transporte está errado e enquanto carrega os cabeçalhos corretos para o pacote $Pkld$ para os pacotes para os quais o valor de CRC está correto,

se o temporizador $CKS_VER(Pkld)$ que corresponde à verificação da integridade do pacote tiver expirado, em todos os casos, o método modifica a pilha Q eliminando o pacote,

30 e) mediante a expiração do temporizador $T(Pkld)$, o método extrairá o pacote da pilha Q de modo a transmitir o mesmo em um novo pulso, ou para outro nó da rede, para essa finalidade o mesmo irá realizar um novo

cálculo da CRC de rádio completo, e então enviará o pacote na conexão física para o próximo pulo destinado a um nó da rede.

No curso da etapa d), se o temporizador CKS_VER(PkId) não tiver expirado, então o método pode modificar a memória temporária ou pilha Q configurando um campo indicando a corrupção do pacote, por exemplo, pela indicação de (CRC_Error_Flag).

De acordo com uma modalidade um pacote de dados compreende um rótulo correspondendo a um item de informação em uma parte específica do cabeçalho RTP do pacote, o dito cabeçalho RTP específico contendo uma soma de verificação adicional permitindo a validação do cabeçalho RTP e opcionalmente dos primeiros bytes da carga útil, os pacotes sendo eliminados quando esse valor estiver errado.

O método pode compreender uma etapa de armazenamento de informação incluindo pelo menos as seguintes etapas:

quando nó em que os dados são recebidos é o destinatário, simultaneamente o método carrega o valor da CRC de rádio completa, e faz uma cópia do pacote em uma pilha P para armazenamento na dita pilha P do identificador de pacote, da carga útil ou seus dados do pacote e o estado do pacote,

no caso em que o nó não é o destinatário, então, quando o valor da CRC de rádio completa está incorreto, o método carrega o item de informação errôneo para armazenamento, e aciona o temporizador CKS_VER(PkId) para verificação do pacote,

quando o valor da CRC de rádio completa está correto e o valor de CRC_Error Flag está correto, o dito método transmite o item de informação correto para armazenamento, carrega o item de informação errôneo para armazenamento e de acordo com as etapas do método descritas acima, o método aciona uma solicitação por verificação da integridade do pacote CKS_VER_REQ, e o temporizador lança CKS_VER(PkId) para verificação da integridade do pacote,

durante a etapa de carregamento do pacote para as camadas superiores, o método carregará a informação de armazenamento para o pa-

cote Pkld para a pilha P,

no caso onde a transmissão no último pulo corrompeu o pacote, o modulo de resposta para responder às solicitações de verificação CKS_VER_REQ é invocado e irá, portanto, lançar o temporizador CKS_VER (Pkld), em paralelo com o carregamento, interrogar a pilha P para verificar se a última contém uma versão intacta do pacote, caso em que o temporizador CKS_VER(Pkld) é configurado para zero, e o método substitui a carga útil errônea a carga útil intacta no armazenador Q,

mediante a expiração do temporizador T(Pkld), o método extrairá o pacote para transmissão enquanto tendo, de antemão, recalculado a CRC de rádio,

se não encontrar qualquer pacote intacto, o método espera pelo carregamento de pacote e propaga o pacote quando apenas a carga útil ou dados foram corrompidos.

Durante o armazenamento na pilha P, o método armazena, por exemplo, os dados recebidos no nível do nó além da identificação de dados, um item de informação referente à possível corrupção durante cada carregamento na pilha P

O método pode compreender uma etapa de interceptação das solicitações "upgoing", as solicitações enviadas a partir de um cliente para a fonte de envio, e assim compreender pelo menos as seguintes etapas:

Depois do recebimento de uma nova solicitação de transmissão de multimídia, o método:

calcula o valor de CRC de rádio completo;
 testa o valor da CRC de cabeçalho de conexão,
 se o último estiver errado, então o pacote é eliminado
 se o valor da CRC de cabeçalho estiver livre de erro: então
 se o nó for o destinatário: o pacote é carregado para o aplicativo
 se o nó não for o destinatário, então:
 o pacote é armazenado na pilha temporária Q com o temporizador T(pkld)
 o pacote é carregado para o aplicativo,

depois da expiração do temporizador o pacote é transmitido em um novo pulo depois do novo cálculo da CRC completa

No nível de aplicativo:

se os dados solicitados forem armazenados na pilha P, a pilha
5 despacha a resposta necessária ou inicia diretamente as transmissões dos dados solicitados, do contrário despacha uma mensagem para eliminar o pacote da pilha Q.

A invenção também se refere a um sistema para a transmissão de dados de multimídia em uma rede ad hoc compreendendo pelo menos
10 uma fonte enviando dados de multimídia e vários nós Ni se comunicando um com o outro em virtude de conexões Li, os ditos nós compreendendo uma parte receptora, possibilitando a recepção de um pacote de dados e uma parte de envio, a função da qual é transferir um pacote para um Ni, caracterizada pelo fato de os nós Np serem equipados com os seguintes elementos
15 adicionais: uma pilha Q correspondendo a uma memória de armazenamento temporário, uma pilha P ou memória de longo prazo, e um processador adaptado para executar as etapas do método de acordo com as características descritas anteriormente.

Outras características e vantagens do dispositivo de acordo com
20 a invenção se tornarão mais aparentes a partir da leitura da descrição que se segue de uma modalidade ilustrativa fornecida por meio de ilustração totalmente não limitadora e acompanhada pelas figuras que representam:

a figura 1 é um exemplo de uma rede ad hoc e várias comunicações móveis não hierarquizadas;

25 a figura 2a é uma arquitetura ilustrativa da rede de acordo com a invenção, a figura 2b é uma estrutura ilustrativa dos pacotes de dados. A figura 2c é uma implementação física ilustrativa no nível de um nó da rede;

as figuras 3a e 3b são uma comparação entre o número de pulos realizados no caso de transmissões de acordo com a técnica anterior e
30 no caso de transmissões de acordo com a invenção;

a figura 4 é a redução no número de pulos a serem realizados;

a figura 5a é uma primeira modalidade variável do método de

acordo com a invenção e a figura 5b é uma variação onde um nó da rede compreende uma pilha de armazenamento permanente;

as figuras 6, 7, 8 e 9 resultam na evidência de aperfeiçoamento da transmissão com relação às técnicas da técnica anterior pela implementação do método e sistema de acordo com a invenção.

A fim de se elucidar ainda melhor o assunto da presente invenção, a descrição que se segue se refere ao caso em que dois clientes distintos desejam obter o mesmo conteúdo de uma mesma fonte.

A figura 1 ilustra de forma diagramática uma rede ad hoc de acordo com a técnica anterior para a comunicação não hierarquizada de uma fonte S de dados de vídeo com dois clientes 1, 2 identificados dentre os iguais da rede ad hoc.

A figura 2a ilustra de forma diagramática uma implementação ilustrativa do método e sistema de acordo com a invenção compreendendo: da mesma forma que na figura 1, uma fonte S e dois clientes 1, 2. Os clientes 1, 2 nesse exemplo desejam obter o mesmo conteúdo de uma mesma fonte. As solicitações sendo, em geral assíncronas, são processadas separadamente como comunicações de unidifusão (que representa uma conexão de rede de ponto a ponto). Ademais, mesmo no caso de solicitações sincronizadas, o estabelecimento de conexões de multidifusão em uma rede ad hoc permanece um problema complexo. Nessa figura são apresentados os nós referidos como N_i , um número determinado N_p dos quais é equipado com um aplicativo PL de acordo com a invenção ou software capaz de gerenciar as transmissões de dados de multimídia, por exemplo, o nó N_4 na figura não sendo fornecido com equipamento de acordo com a invenção. As conexões L_i permitem a comunicação e transmissão de informação ou dados entre as mesmas.

A figura 2b ilustra de forma diagramática uma estrutura ilustrativa de pacotes de dados de multimídia no nível MAC (controle de acesso a meio), compreendendo um ou mais cabeçalhos, áreas Z_i , seguidas por uma área Z_2 contendo a carga útil ou dados de multimídia, e também compreendendo uma ou mais áreas Z_i para as várias CRCs detalhadas na descrição

subsequente. Nas CRCs a serem verificadas, é possível se mencionar as CRCs de transporte, cabeçalho e rádio que são em geral dispostas antes da área de dados Z_2 .

A figura 2c representa uma arquitetura ilustrativa de um nó fornecido com equipamento de acordo com a invenção compreendendo uma parte de receptor convencional 4, possibilitando o recebimento de um pacote de dados e a transmissão do mesmo para um processador 6 em que um método de acordo com a invenção é implementado, uma pilha P ou memória de longo prazo e uma pilha Q correspondendo a uma memória de armazenamento temporário, um emissor 5 cuja função é retransmitir o pacote para outro pulo ou outro nó N_i , e um módulo de solicitação 70 para responder às solicitações para verificar a integridade de um pacote, o dito módulo sendo, por exemplo, implementado no nível de processador 6 e não representado na figura. O nó pode também compreender uma tabela de direcionamento ano representada por motivos de simplificação fornecendo o destino de um pacote recebido ou um software possibilitando a realização de solicitações de direcionamento para determinar o nó destinatário de um pacote.

No caso de transmissão de sequência de multimídia, a divisão em pacotes para transmissão em uma rede do tipo IP (abreviação para Protocolo de Internet) significa que cada pacote IP contém um fragmento da informação da sequência de multimídia. Durante a recepção, a concatenação dos fragmentos de dados resultará em uma sequência que é igual ou similar (se perdas ou erros tiverem ocorrido) à sequência original.

No caso convencional, de acordo com os métodos conhecidos a partir da técnica anterior, cada cliente receberá seus dados diretamente da fonte S, essa sendo representada na figura 3a pelo "diagrama" dos pulos realizados a partir da fonte para o cliente 1 ou para o cliente 2.

Por outro lado, no caso onde uma função de proxy inteligente de acordo com a invenção é introduzida pelo menos no nível de alguns dos nós N_i de uma rede do tipo ad hoc, a segunda solicitação, a do cliente 2, por exemplo, não precisará necessariamente ser carregada até a fonte S, mas pode ser servida em virtude do armazenamento de dados executado subse-

quentemente à primeira comunicação. Essa diferença é ilustrada na figura 3b pelos diagramas de pulos Dp1 e Dp2, onde parece que os pulos para o cliente 2 começam no terceiro nó N_3 e passam através do nó N_6 .

5 A figura 4 representa o resultado teórico de economia em termos de número de mensagens a ser despachado para dois clientes de acordo com sua respectiva distância e sua distância da fonte S. Esse número de medidas é proporcional ao número de pulos eliminados.

De forma mais detalhada, o método implementado pela invenção é detalhado na figura 5a e na figura 5b de acordo com duas variações de implementação. Nessas figuras 5a, 5b foram representadas a camada física 10, a camada de conexão 11, a camada de rede 12 na qual se encontra a camada de transporte 13 que pode ser constituída de uma camada de protocolo do tipo UDP-Lite e da camada RTP, e então da camada de aplicativo 14. Esse exemplo corresponde a uma estrutura fornecida por meio de ilustração totalmente não limitadora para descrever o método implementado pela invenção.

A descrição fará referência a essas duas figuras 5a e 5b para descrever duas variações de implementação do método de acordo com a invenção. A primeira implementação se refere mais particularmente ao processamento de pacotes recebidos por um nó não destinatário, a segunda 20 variação adiciona uma pilha P ou memória de armazenamento ao nó.

Uma das funções do método "proxylite" de acordo com a invenção implementado em vários nós da rede é, de forma perceptível, a substituição da função de envio simples realizada pelo nó na rede ad hoc pela execução das operações upgoing, isso é, em pacotes transmitidos a partir da 25 fonte S para um cliente 1, 2.

Os detalhes dos processamentos realizados pelo método "proxylite" de acordo com a invenção são resumidos como se segue, e como ilustrado pela descrição das figuras 5a, 5b de duas modalidades variáveis, da 30 máquina de estado lidando com o armazenamento de dados na recepção e retransmissão para o próximo pulo (operações "downgoing").

A primeira variante de implementação compreende, por exem-

plo, as seguintes etapas, os números de referência possibilitando se encontrar a etapa na figura 5:

20 - a recepção de um pacote de dados

21 - o processador 6 realiza um cálculo da soma de verificação de rádio completa (convencionalmente denotada CRC), isso é, pertencente à
 5 totalidade de dados, incluindo os vários cabeçalhos; deve-se notar que dentro da estrutura de trabalho do método de acordo com a invenção, várias somas de verificação podem ser realizadas no pacote total, isso é, determinados cabeçalhos: cabeçalho de nível de camada de conexão, cabeçalho de
 10 protocolo de transporte, e, opcionalmente, uma soma de verificação específica que pode ser introduzida no cabeçalho RTP (Protocolo de Transferência em Tempo Real)

22 - no caso onde o valor da CRC de cabeçalho de conexão compreende um erro, então o pacote é eliminado

15 24 - no caso onde o valor da CRC de cabeçalho de link está livre de erro, então a etapa a seguir consiste na observação de se o nó atual N_i é o nó destinatário. Isso é feito, por exemplo, pela verificação de um identificador contido no pacote de dados transmitido.

Se o nó atual for o nó destinatário, então o método carregará o
 20 valor da CRC de rádio completa 25, o processador testará 26 se o valor da CRC de transporte está errada, no caso onde esse valor está errado 27 o pacote será eliminado, no caso inverso, o processador também pode testar se o valor da CRC específica para RTP está errada, no caso onde uma CRC específica de RTP foi adicionada se estiver errada, 29, o pacote é eliminado,
 25 do contrário, o pacote é carregado para o aplicativo 30 para decodificação e exibição; a adição da CRC RTP é uma etapa opcional no método;

se o nó atual não for o nó destinatário, então, 40, o método armazenará o pacote na pilha temporária Q e inicializará um temporizador $T(pkld)$ correspondente a uma duração máxima do processamento de dados
 30 do pacote,

o método, depois disso, verifica o valor da CRC de rádio completa do pacote, 41, (verificação da CRC da integridade dos dados e do cabeça-

lho), se o dito valor for correto, então o método modificará a pilha configurado para zero o temporizador T (pkltid) 43 para despacho imediato do pacote (56, 57, 58) depois de ter recalculado a CRC de rádio, o pacote é enviado pela camada física para o próximo pulo, e então o método inicia o processamento de outro pacote de dados de multimídia,

5 se o valor de dados CRC estiver errado, então 44, o mesmo lança o acionamento do temporizador CKS_VER(Pkld), 45, verificação do nível de integridade de carga de dados, e em paralelo, o processador executa o carregamento 46 do pacote para as camadas superiores, e então calcula 47

10 a CRC do transporte, se o valor da CRC de transporte estiver errada, 48, então o método elimina o pacote, se o valor da CRC de transporte estiver exato, então o método pode testar também o valor da CRC específica de RTP, 49, no caso onde a última existir, por exemplo, se esse valor estiver errado, então o pacote é eliminado 50, se esse valor estiver exato, então o

15 método carregará 51 os cabeçalhos corretos para o pacote Pkld.

 Se o temporizador VER(Pkld) que corresponde à verificação de integridade do pacote tiver expirado, em todos os casos, o método modifica a pilha Q eliminando 55 o pacote Pkld,

 se o temporizador VER(Pkld) não tiver expirado, então o método

20 pode de uma forma opcional modificar a memória temporária ou a pilha Q pela configuração no pacote de um campo de informação específica (chamado indicador de erro de CRC do pacote Pkld) indicando que não está perfeito 54,

 depois da expiração do temporizador T(Pkld) 56, o método extra-

25 irá o pacote da pilha Q de modo a transmitir o mesmo para o remetente do nó para transmissão em um novo pulo, ou para outro nó da rede, para essa finalidade realizará um novo cálculo da CRC de rádio completa 57 e então enviará o pacote no link físico 58 para o próximo pulo destinado a um nó da rede.

30 De acordo com uma segunda variação de implementação, é considerado que um nó pode ser equipado com uma pilha P ou memória de longo termo que servirá para o armazenamento de informação em pacotes

que passaram através desse nó, se o nó for o destinatário ou simplesmente um nó de trânsito capaz de preservar os dados para uso de uma solicitação futura depois dos novos cálculos de CRC, se algum.

5 Nesse caso, o método detalhado na figura 5b possui, além das etapas descritas em conjunto com a figura 5a, as etapas adicionais descritas posteriormente, as referências similares nas figuras 5a e 5b correspondem aos estados ou etapas idênticos do método.

10 Quando o nó é o destinatário, quando o método carrega o valor da CRC de rádio completa (etapa 25), o mesmo irá adicionalmente, 61, fazer uma cópia do pacote na pilha P para o armazenamento e 62, armazenar na pilha P o identificador o pacote, a carga útil ou os dados do pacote e o estado do pacote (integridade do pacote, erros contidos nos dados ou carga útil), por exemplo, o campo indicador de erro CRC.

15 No caso onde o nó não é o destinatário, então, quando o valor da CRC de rádio completa está incorreto, o método carrega, 63, o item de informação errado 63a para armazenamento, e aciona 52 o temporizador CKS_VER(PkId) para verificação do pacote,

etapa 63 = item de informação errado para armazenamento
PKT_RX_INF (PkId)=1.

20 etapa 52 = despacho errado de CKS_VER_REQ.

Quando o valor da CRC de rádio completa 41 está correta e o valor de CRC_Error Flag está correto 42, o mesmo transmite, 65, o item de informação correto para armazenamento, então o método carrega, 64, o item de informação errado para armazenamento na pilha P e como no submétodo anterior, a transmissão de uma solicitação por verificação da integridade do pacote CKS_VER_REQ, e o lançamento do temporizador (44, 45) CKS_VER (PkId) para verificação da integridade do pacote ocorre,

etapa 65 = item de informação correto para armazenamento
PKT_RX_INF(PkId) = 0.

30 Durante da etapa de carregamento do pacote para as camadas superiores 46, descrito na figura 5a, o método carregará, 66, para a pilha P a informação de armazenamento para o pacote PkId (contraparte do item de

informação PKT_RX_INF(PkId) que informou a chegada em potencial de um pacote com o valor do CRC_Error_Flag, levando em consideração também a CRC de cabeçalho RTP no caso onde essa soma de verificação existe.

No caso onde a transmissão no último pulo corrompeu o pacote, o módulo de resposta 70 para responder às solicitações de verificação CKS_VER_REQ é invocado e, portanto, depois do lançamento do temporizador CKS_VER(PkId), em paralelo com o carregamento 51, interrogar 67, a pilha P para verificar se a última contém uma versão intacta do pacote, caso no qual o temporizador CKS_VER(PkId) é configurado para zero, e é a carga útil intacta que será substituída pela carga útil errada no armazenador Q 54, a substituição pelo pacote correto Pkt. Depois disso, depois da expiração do temporizador T(PkId) 56, o método extrairá o pacote para transmissão enquanto tendo, de antemão, recalculado, 57, a CRC de rádio como foi explicado previamente. Se não encontrar qualquer pacote intacto, o método espera pelo carregamento 51 e então propaga o pacote quando apenas a carga útil foi corrompido visto que um decodificador de multimídia robusto pode ser capaz de utilizar o pacote corretamente. Nesse caso, os cabeçalhos para o pacote (PkId) são corretos,

etapa 51 = cabeçalho correto para o pacote (PkId), PKT_HD_INF (PkId) = 0.

Um dos outros benefícios de introdução de pilha P é a possibilidade em virtude de o nó realizar uma função proxy, pela ação no percurso upgoing, isso é, em solicitações transmitidas a partir do cliente para fonte, de modo a interrogar a pilha P nos pacotes solicitados do servidor e para modificar as solicitações de forma a deixar passar apenas as solicitações que o nó atual não pode servir (com ou sem pacotes errados dependendo opcionalmente na escolha do cliente) e o despacho em paralelo de pacotes disponíveis para o cliente. Essa modalidade variável é implementada da seguinte forma:

Durante o recebimento de uma nova solicitação de transmissão de multimídia, o método:

calcula o valor de CRC de rádio completa,

testa o valor da CRC de cabeçalho de conexão,
 se a última estiver errada, então o pacote é eliminado
 se o valor da CRC de cabeçalho estiver livre de erro; então
 se o nó for o destinatário: o pacote é carregado para o aplicativo
 5 se o nó não for o destinatário, então:
 o pacote é armazenado na pilha temporária Q com o temporiza-
 dor T(pkltid)
 o pacote é carregado no aplicativo,
 mediante a expiração do temporizador o pacote é transmitido em
 10 um novo pulo depois do novo cálculo da CRC completa
 No nível de aplicativo:
 se os dados solicitados forem armazenados na pilha P, a pilha
 despacha a resposta necessária ou começa diretamente a transmissão dos
 dados solicitados, do contrário, despacha uma mensagem para eliminar o
 15 pacote da pilha Q (esse pacote não deve ser transmitido em um novo pulo).
 Para resumir na segunda modalidade variável da invenção com-
 preendendo a presença de uma pilha P, o método em adição às etapas im-
 plementadas no curso da primeira variante executa as etapas a seguir:
 O armazenamento de dados recebido no nível de nó em uma pi-
 20 lha P.
 A adição de um item de informação de marcação, isso é, a iden-
 tificação do fragmento de dados, a informação sobre sua possível corrupção
 mediante cada carregamento na pilha (cuja funcionalidade foi apenas opcio-
 nal na primeira variação).
 25 Na prática, para se realizar essas funções, as operações terão
 que ser realizadas no chamado software "proxylite" de acordo com a inven-
 ção no nível das camadas superiores (aplicativo). O gerenciamento do paco-
 te é descarregado para o nível de aplicativo (espaço de usuário) como as
 verificações e decisões, e então o método retorna para a pilha de pacotes
 30 temporariamente armazenados de modo a modificar opcionalmente, eliminar
 ou retransmitir o pacote. Esse carregamento nas camadas é explicado pelo
 fato de a marcação se basear no cálculo das somas de verificação (no nível

de rádio e no nível de transporte) que são naturalmente processados pela máquina pelo carregamento dos pacotes a partir da camada de rádio.

"Proxylite" será, dessa forma, capaz de assumir o armazenamento em uma pilha no nível de aplicativo dos pacotes recebidos e a implementação de uma ferramenta para marcar os pacotes possibilitando a aplicação de um rótulo aos mesmos indicando se o pacote está correto ou corrompido.

O pacote (identificado por Pkld) é recebido na interface de rádio, e se o nó não for seu destino, é copiado em um armazenador local (Q) enquanto a espera pela verificação da transmissão de pacote para o nó seguinte será realizada se e apenas se os cabeçalhos (rádio, rede e transporte) estiverem corretos.

O pacote também é carregado para as camadas superiores para, por um lado, a verificação de possível corrupção (a integridade dos vários cabeçalhos é verificada em virtude de suas somas de verificação respectivas) e, por outro lado, o armazenamento em uma pilha local (P) de longa duração com informação adicional sobre o fragmento de dados (identificador de fragmento, possível corrupção, etc.).

No caso onde a transmissão no último pulo antes do nó atual corrompeu o pacote, é verificado que os cabeçalhos estão intactos de modo a serem capazes de direccionar o pacote adequadamente, depois de terem verificado se a pilha P está presente e se contém uma versão intacta do pacote, caso em que é a carga útil intacta que será substituída pela carga útil errada no armazenador (Q). Se a pilha P não estiver presente ou não contiver o pacote, então o pacote será, não obstante, propagado quando apenas a carga útil tiver sido corrompida visto que um decodificador de multimídia robusto pode ser capaz de utilizar esse pacote corretamente.

Em cada novo pulo de rádio, a CRC da camada de rádio é recalculada, visto que é uma nova conexão de rádio que está sendo estabelecida. Isso também permite um processamento mais rápido das transmissões pulo por pulo (a direcção de novos erros dando lugar a mais processamento) e impede que os nós não equipados com o método de acordo com a invenção

eliminam o pacote parcialmente corrompido. É importante se notar que o novo cálculo dessa CRC significa que, de modo a não perder o conhecimento de uma corrupção, é necessário se marcar o pacote de informação com um rótulo (denotado `CRC_Error_Flag`) indicando se a carga útil está ou não errada. Isso se deve ao fato de o uso da soma de verificação de transporte não ser suficiente para detectar o que apenas o cabeçalho de rádio do pulo onde a corrupção ocorreu será capaz de detectar.

Na modalidade considerada aqui, é proposto que esse rótulo seja integrado como um item de informação em um pedaço específico do cabeçalho RTP do pacote. De uma forma opcional, o cabeçalho RTP específico pode obter uma soma de verificação adicional (chamada CRC RTPproxylite) permitindo a validação do cabeçalho RTP e, opcionalmente, dos primeiros bytes da carga útil. Essa funcionalidade adicional possibilitará a proteção da informação chave que não é protegida pela soma de verificação da camada de transporte, e, portanto, para garantir que o pacote preservado com o rótulo `CRC_Error_flag` igual a 1 tenha uma chance razoável de ser útil para o decodificador de multimídia.

O item `CRC_Error_flag` possui três objetivos:

Possibilitar a atualização da pilha de armazenamento (P) com uma versão, detectada para ser corrigida, de um pacote que teria previamente sido recebido com erros.

Decidir (de acordo com os parâmetros da solicitação de cliente, ou escolha do sistema) se se propaga todos os pacotes armazenados ou apenas os pacotes corretos.

Permitir que o cliente forneça seu decodificador de multimídia com a informação de corrupção de modo a lançar uma decodificação robusta, se necessário.

Como mencionado anteriormente, a pilha local (P) armazena na camada de aplicativo (espaço de usuário) não apenas os fragmentos recebidos, mas também seus identificadores e o item de informação `CRC_error_flag`. A fim de que a função proxy seja efetiva, o identificador de pacote deve ser singular e relevante. Visto que é desejado que o nó respon-

da a uma solicitação de outro usuário com essa função proxy, o identificador deve, portanto, conter em um mesmo momento o item de informação nomeando a sequência de multimídia, mas também uma identificação do pacote nessa sequência. Inúmeras soluções podem ser vislumbradas para esse

5 identificador, que será, da mesma forma, armazenado no cabeçalho RTP específico do pacote. Por conta da abordagem variável adotada para difusão, mais do que o arquivo de vídeo propriamente dito, os fragmentos, isso é, os pacotes de dados segmentados de forma coerente em um mesmo momento para aplicativo e para encapsulamento de rede, são aqui conside-

10 rados como sendo a unidade a ser identificada. É, dessa forma, possível se vislumbrar o formato apresentado em

Identificador de Arquivo	Identificação do fragmento	Informação do fragmento no arquivo (opcional)	Soma de verificação	Validade de fragmento
Para exemplo obtido pela função hash no nome do arquivo (por exemplo: MD5 em 64 ou 128 bits)	Número de fragmento no arquivo	Campo possibilitando para indicar as operações opcionais realizadas no fragmento (isso é, aplicativo de proteção, tipo de CRC utilizada, etc.).	Soma de verificação no fragmento + informação de faixa. A soma de verificação pertence ao cabeçalho RTP + opcionalmente uma parte da carga útil. O objetivo dessa soma é possibilitar a detecção da validade do pacote transportando o fragmento de multimídia (por exemplo, 16/32 bits de uma CRC, 64 bits com MD5, etc.)	O rótulo CRC_error_flag indicando se o fragmento está corrompido ou válido (sem erro)

Tabela 1 – Proposta para um identificador de um fragmento transmitido na rede ad hoc

Em virtude da operação de proxylite, as solicitações realizadas pelos clientes na rede ad hoc (operações de percurso de "upgoing") serão interceptadas por cada um dos nós e a solicitação será comparada com a lista de pacotes na memória na pilha (P) no modo atual. No caso onde um
 5 (ou mais) dos pacotes solicitados está (estão) presente(s) na pilha, a solicitação do cliente é modificada de forma que pertença agora apenas aos fragmentos faltando e os fragmentos disponíveis são extraídos da pilha (P) para transmissão para o cliente solicitante.

No entanto, continua sendo importante se lembrar o fato de que
 10 os pacotes marcados com CRC_error_flag igual a 1 podem estar muito corrompidos para serem utilizáveis por um, vários ou todos os clientes. De forma a ser possível que a relevância do pacote corrompido seja chamada em questão, se propõe também que os endereçados aos quais os quadros corrompidos foram transmitidos sejam armazenados na lista de informação adicional anexada a seu fragmento na pilha (P). Dessa forma, no caso onde
 15 uma segunda solicitação é recebida de um cliente para um fragmento corrompido que já foi transmitido para o mesmo, o mesmo será deduzido que o fragmento tem uma chance alta de ser corrompido também para ser útil, e será, portanto, eliminado da pilha (P) antes da retransmissão da solicitação
 20 referente a esse fragmento para a fonte.

As figuras 6 e 7 descrevem as medições da variação em taxa de bit útil oferecida para várias configurados do sistema; curvas I, II, III correspondem aos resultados obtidos pelos sistemas da técnica anterior, para 2, 4 e 6 pulos, respectivamente. As curvas Ip, IIp, IIIP são obtidas para 2, 4 e 6,
 25 respectivamente, utilizando o método de acordo com a invenção. A partir dessas curvas emerge que a funcionalidade proxylite resulte em uma economia, que limita a queda em taxa de bits com o aumento na duração do intervalo de tempo médio entre a recepção de dois quadros de vídeo para o cliente.

30 A figura 8 ilustra para as mesmas configurações do sistema como nas figuras 6 e 7 o ganho em termos de qualidade de objetivo (representada pela Razão de Sinal de Pico para Ruído PSNR); curvas IV, V, VI cor-

responde aos resultados obtidos pelos sistemas da técnica anterior, para 2, 4 e 6 pulos, respectivos, o índice p correspondendo às curvas obtidas utilizando-se o método de acordo com a invenção. Isso é ainda mais claramente aparente quando da observação da variação na qualidade de vídeo instantânea do vídeo transmitido.

Em um contexto onde o recurso de rádio é raro ou caro e/ou para fins de economia, baterias de nó têm um papel de uma rede ad hoc em uma rede de iguais móveis, cada nó tendo o papel de envio, incluindo para dados que não se referem ao mesmo, e, portanto, para os quais não desejará exaurir sua bateria, será, portanto, benéfico se solicitar uma retransmissão de dados de multimídia errados apenas se a taxa de erro for verdadeiramente significativa, isso é, que a informação transmitida pelo pacote corrompido não seja suficiente para o decodificador de multimídia para fornecer uma máscara relevante. Estatisticamente, a obtenção de cabeçalhos corretos, por exemplo, por meio de soma de verificação UDP-Lite, em um pacote é um teste razoável de se existe uma chance de o pacote não estar muito corrompido para o decodificador de fontes saber como utilizar.

O método e o sistema de acordo com a invenção aperfeiçoam o desempenho das transmissões de ponto para múltiplos pontos em virtude da função dupla de "proxy" e "lite". Um dos benefícios desse sistema é que pode se adaptar a qualquer técnica de direcionamento adaptativa de modo a harness o mesmo desempenho aperfeiçoado do sistema.

A invenção também possibilita a limitação da banda de passagem utilizada para as transmissões úteis (um nó que conhece um item de informação fornece o mesmo diretamente, tornando desnecessário se voltar para a fonte (função proxy)). Essa operação é realizada até mesmo para os pacotes que podem possivelmente ser corrompidos no nível de carga útil, de modo a harness as capacidades de sequências de multimídia a serem exibidas com poucos erros ou perdas (função proxylite).

Ademais, cada pacote é marcado de modo a ser possível se saber seu estado exato (corrompido ou não) e permitir a recusa de solicitações para a retransmissão como uma função das escolhas de usuários/sistema.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para transmitir dados de multimídia em uma rede de comunicação ad hoc compreendendo pelo menos uma fonte S e vários nós N_i se comunicando um com o outro por meio de conexões L_i , um número N_p dos ditos nós sendo equipado com um processador adaptado para executar pelo menos as seguintes etapas:
- receber (20) pelo menos um pacote de dados de multimídia, o dito pacote de dados compreendendo um ou vários cabeçalhos, uma CRC de cabeçalho de transporte, um cabeçalho CRC, uma CRC de rádio,
- realizar (21) um cálculo da CRC de rádio completa do dito pacote recebido,
- a) no caso onde o valor da CRC de cabeçalho compreende um erro, então o pacote é eliminado, (22),
- b) no caso onde o valor da CRC de cabeçalho está livre de erro, então a etapa a seguir consiste na observação para ver se o nó atual N_i é o nó destinatário, e marcar o dito pacote de dados com um indicador (CRC_Error_Flag) quando a carga útil dos dados em pacote está errada.
- c) se o nó atual for o nó destinatário, então o método carregará o valor da CRC de rádio completa (25), testará (26) se o valor da CRC de transporte está errada, eliminará o pacote (27) se esse valor estiver errado, do contrário, carregará o pacote para o aplicativo (30) para decodificação.
- d) se o nó atual não for o nó destinatário, então, (40), o método armazena o pacote em uma pilha temporária Q e inicializa um temporizador T(pkltid) correspondente a uma duração máxima do processamento de dados do pacote,
- o método, depois disso, verifica o valor da CRC de rádio completa do dito pacote (41),
- se o dito valor estiver correto então o método modificará a pilha Q e reconfigurará o temporizador T(pkltid) para zero (43) de modo a despachar o pacote (56, 57, 58) e então o método começa o processamento de outro pacote de dados de multimídia,
- se o valor da CRC de rádio dos dados estiver errado, então (44)

o método lança o acionamento do temporizador CKS_VER(PkId) (45) ou uma verificação no nível de integridade de carga de dados,

em paralelo, o método realiza o carregamento (46) do pacote dos dados de multimídia para as camadas superiores da rede de rádio, enquanto elimina os pacotes para os quais o valor da CRC de transporte está errado (48) e enquanto carrega os cabeçalhos corretos para o pacote PkId (51) para os pacotes para os quais o valor da CRC do RTP específico está correto,

se o temporizador CKS_VER(PkId) que corresponde à verificação da integridade do pacote tiver expirado, em todos os casos, o método modifica a pilha Q pela eliminação do pacote (55),

e) mediante a expiração do temporizador T(PkId) (56) o método extrairá o pacote da pilha Q de modo a transmitir o mesmo em um novo pulso, ou para outro nó da rede, para essa finalidade realizará um novo cálculo da CRC de rádio completa (57) e então enviará o pacote na camada física (58) para o próximo pulso destinado a um nó da rede.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de no curso da etapa d), se o temporizador CKS_VER(PkId) não tiver expirado, então o método modifica a memória temporária ou pilha Q configurando um campo indicando a corrupção do pacote.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de um pacote de dados compreender um rótulo correspondente a um item de informação em um pedaço específico de cabeçalho RTP do pacote, o dito cabeçalho RTP específico contendo uma soma de verificação adicional permitindo a validação do cabeçalho RTP e opcionalmente dos primeiros bytes da carga útil, pacotes sendo eliminados quando esse valor está errado.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender uma etapa de armazenamento de informação incluindo pelo menos as seguintes etapas:

quando o nó em que os dados são recebidos é o destinatário, simultaneamente, o método carrega o valor da CRC de rádio completa (25) e

faz (61) uma cópia do pacote em uma pilha P para o armazenamento (62) na dita pilha P do identificador do pacote, da carga útil ou seus dados do pacote e o estado do pacote,

5 no caso em que o nó não é o destinatário, então, quando o valor da CRC de rádio completa está incorreto, o método carrega (63) o item de informação errado (63a), para armazenamento, e aciona o temporizador CKS_VER(Pkld) para verificação do pacote (52),

quando o valor da CRC de rádio completa estiver correto (41) e o valor de CRC_Error flag estiver correto (42), o dito método transmite (65) o item de informação correto para armazenamento, carrega o item de informação errado (64) para armazenamento e de acordo com as etapas da reivindicação 1, o método aciona uma solicitação para verificação da integridade do pacote CKS_VER_REQ, e o lançamento do temporizador (44, 45) CKS_VER(Pkld) para verificação da integridade do pacote,

15 durante a etapa de carregamento de pacote para as camadas superiores (46), o método carregará (66) a informação de armazenamento para o pacote Pkld para a pilha P,

no caso em que a transmissão no último pulso corrompeu o pacote, o módulo de resposta (70) para responder às solicitações de verificação CKS_VER_REQ é invocado e, portanto, irá depois do lançamento do temporizador CKS_VER(Pkld), em paralelo com o carregamento (51), interrogar (67), a pilha P para verificar se a última contém uma versão intacta do pacote, caso em que o temporizador CKS_VER(Pkld) é configurado para zero, e o método substitui pela carga útil errada a carga útil intacta na pilha Q,

25 mediante a expiração temporizador T(Pkld), o método extrairá o pacote para transmissão enquanto tendo, de antemão, recalculado (57) a CRC de rádio,

se não encontrar qualquer pacote intacto, o método espera pelo carregamento do pacote (51) e propaga o pacote quando apenas a carga útil ou os dados foram corrompidos.

30 5. Método, de acordo com a reivindicação 2, em que durante o armazenamento na pilha P, o método armazena os dados recebidos no nível

do nó além da identificação de dados, um item de informação referente à sua possível corrupção mediante cada carregamento na pilha P.

6. Método, de acordo com a reivindicação 4, em que um nó realiza uma função proxy e caracterizado pelo fato de compreender as seguintes etapas: o dito modo intercepta as solicitações “upgoing”OK, as solicitações enviadas de um cliente para a fonte remetente, e pelo fato de compreender pelo menos as etapas a seguir:

calcular o valor CRC de rádio completo,
testar o valor da CRC de cabeçalho de conexão,
se a última estiver errada, então o pacote é eliminado,
se o valor da CRC de cabeçalho estiver livre de erro; então
se o nó for o destinatário: o pacote é carregado para o aplicativo
se o nó não for o destinatário, então:

o pacote é armazenado na pilha temporária Q com o temporizador T(pkltid)
o pacote é carregado para o aplicativo,
depois da expiração do temporizador o pacote é transmitido em um novo pulo depois do novo cálculo da CRC completa

No nível de aplicativo:
se os dados solicitados forem armazenados na pilha P, a pilha despacha a resposta necessária ou começa diretamente a transmissão dos dados solicitados, do contrário, despacha uma mensagem para eliminar o pacote da pilha Q.

7. Sistema para a transmissão de dados de multimídia em uma rede ad hoc compreendendo pelo menos uma fonte enviando dados de multimídia e vários nós N_i comunicando um com o outro em virtude das conexões L_i , os ditos nós compreendendo uma parte receptora (4), possibilitando a recepção de um pacote de dados, e uma parte remetente (5), a função da qual é transferir um pacote para um N_i , caracterizado pelo fato de os nós N_p serem equipados com os elementos adicionais a seguir: uma pilha Q correspondendo a uma memória de armazenamento temporário, uma pilha P ou memória de longo prazo, e um processador (6) adaptado para executar as

etapas do método como definido na reivindicação 1.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de um nó ser equipado com uma pilha P ou memória de longo prazo que servirá para o armazenamento de informação nos pacotes que passaram através desse nó, se o nó for o destinatário ou simplesmente um nó de trânsito capaz de preservar os dados para uso de uma solicitação futura depois dos novos cálculos de CRC, se existir algum.

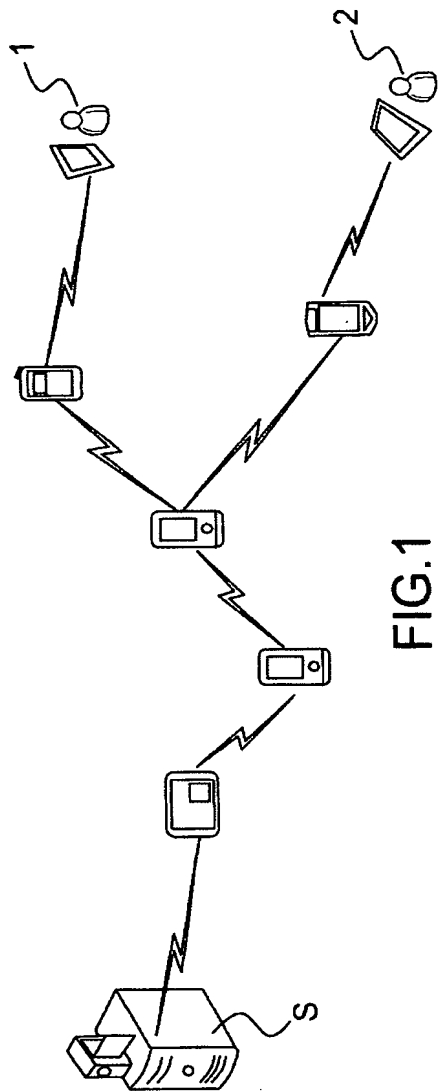


FIG.1

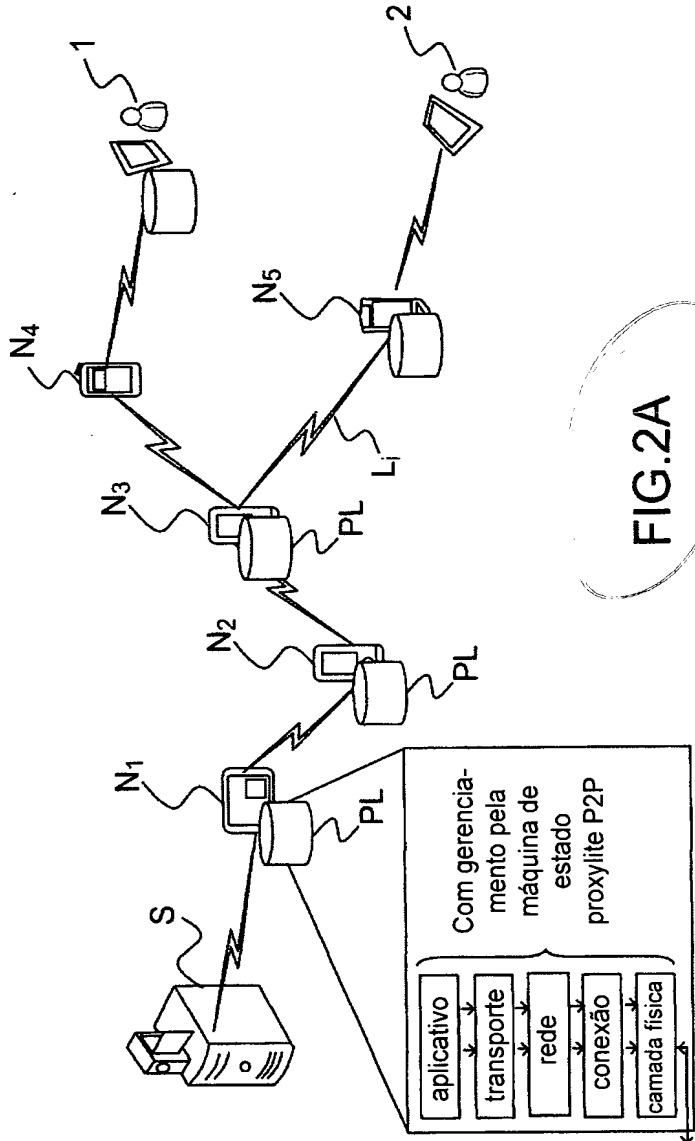


FIG.2A

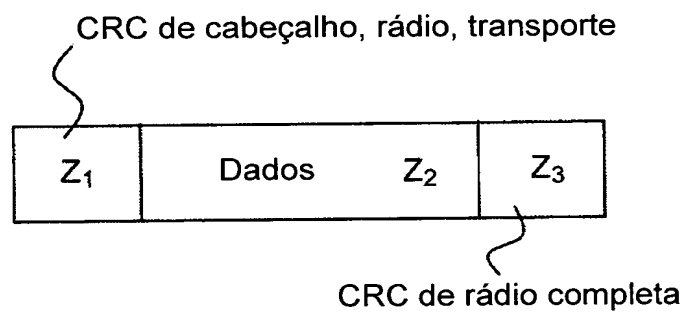


FIG.2B

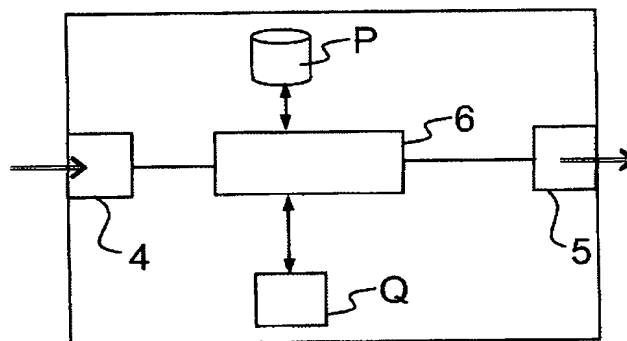
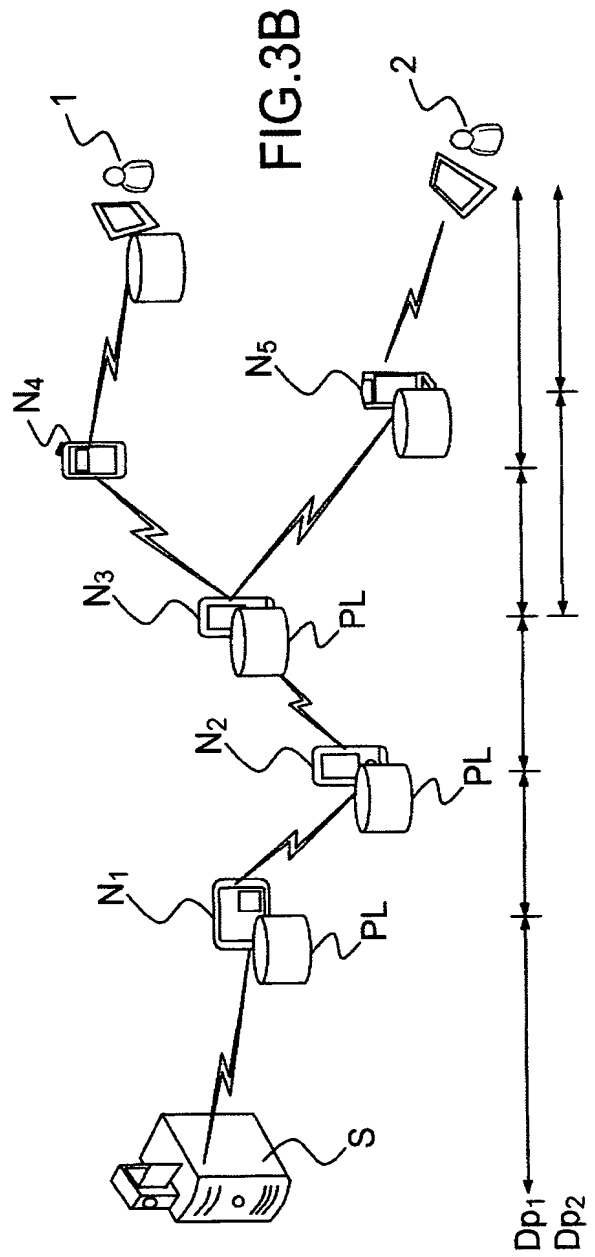
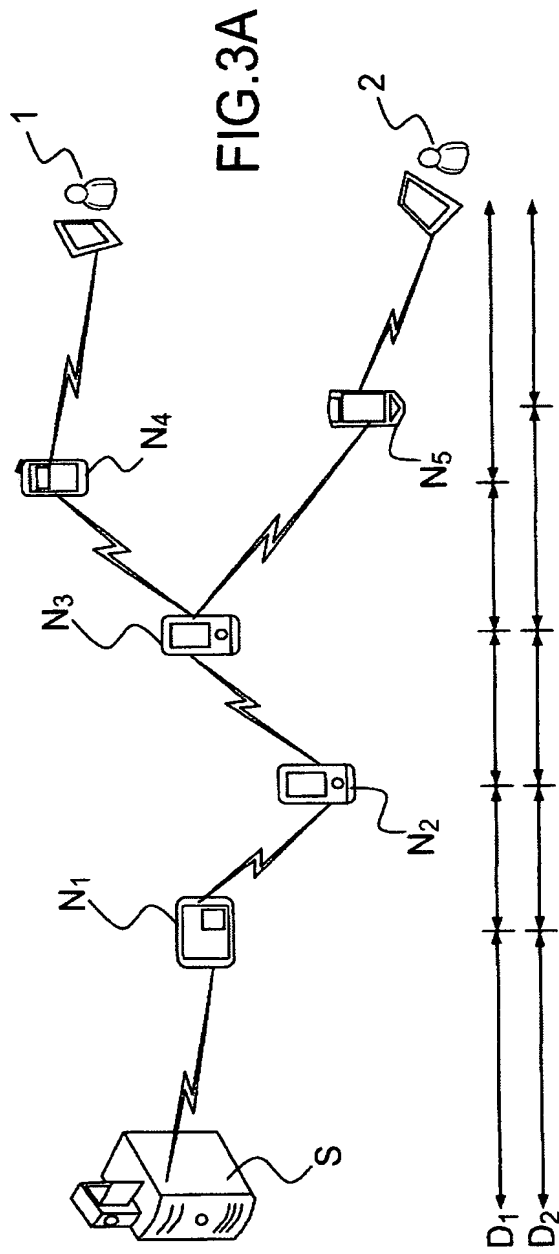


FIG.2C



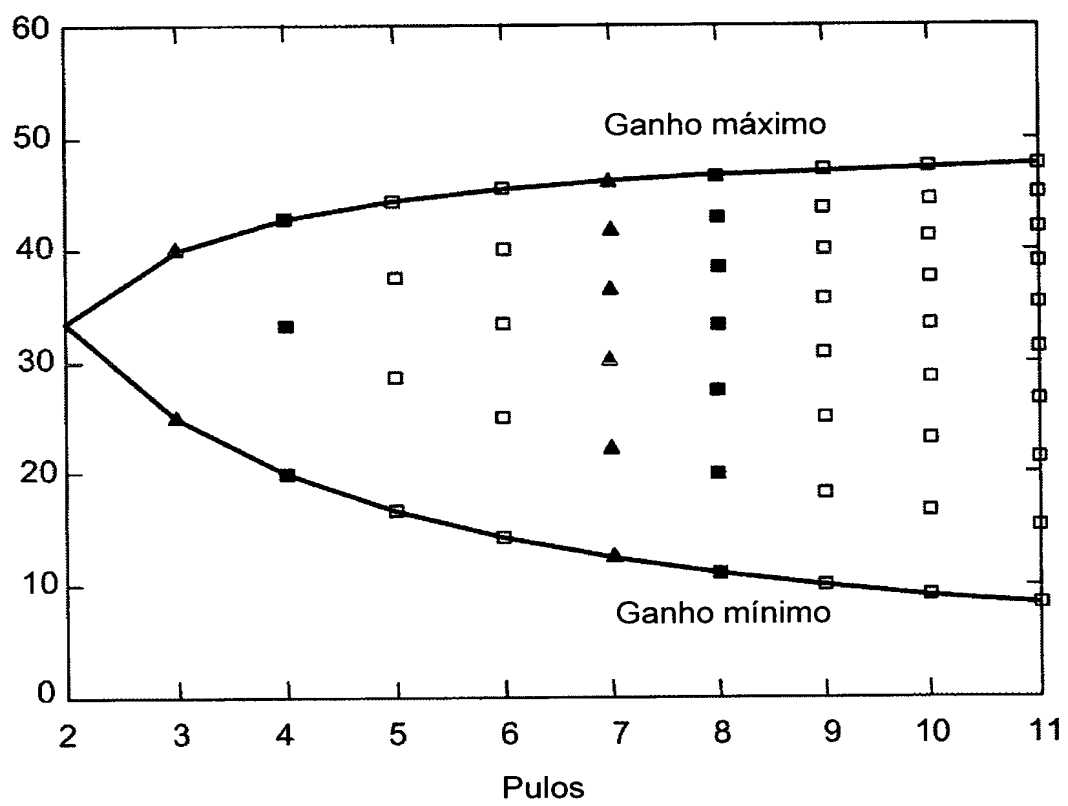
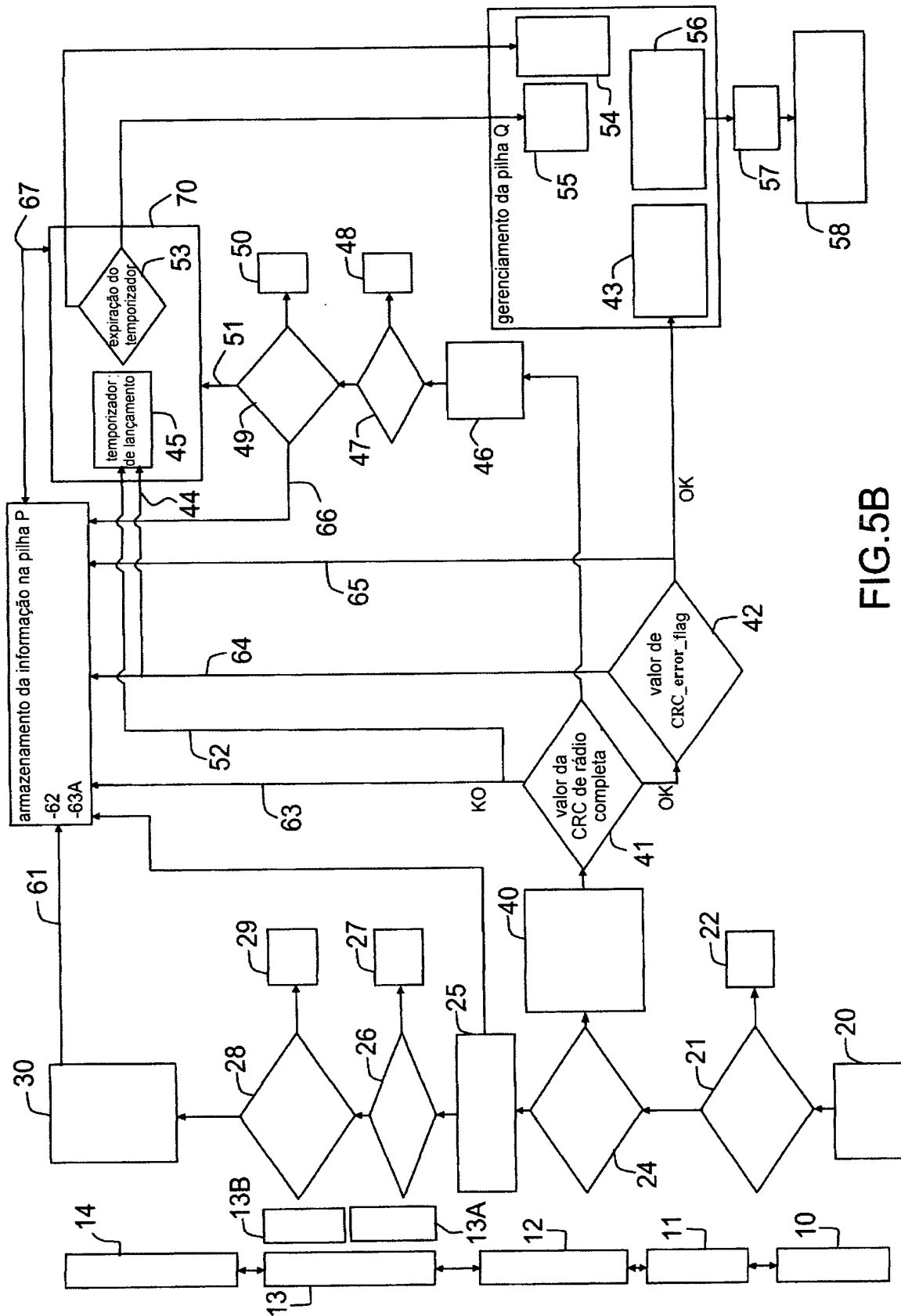


FIG.4





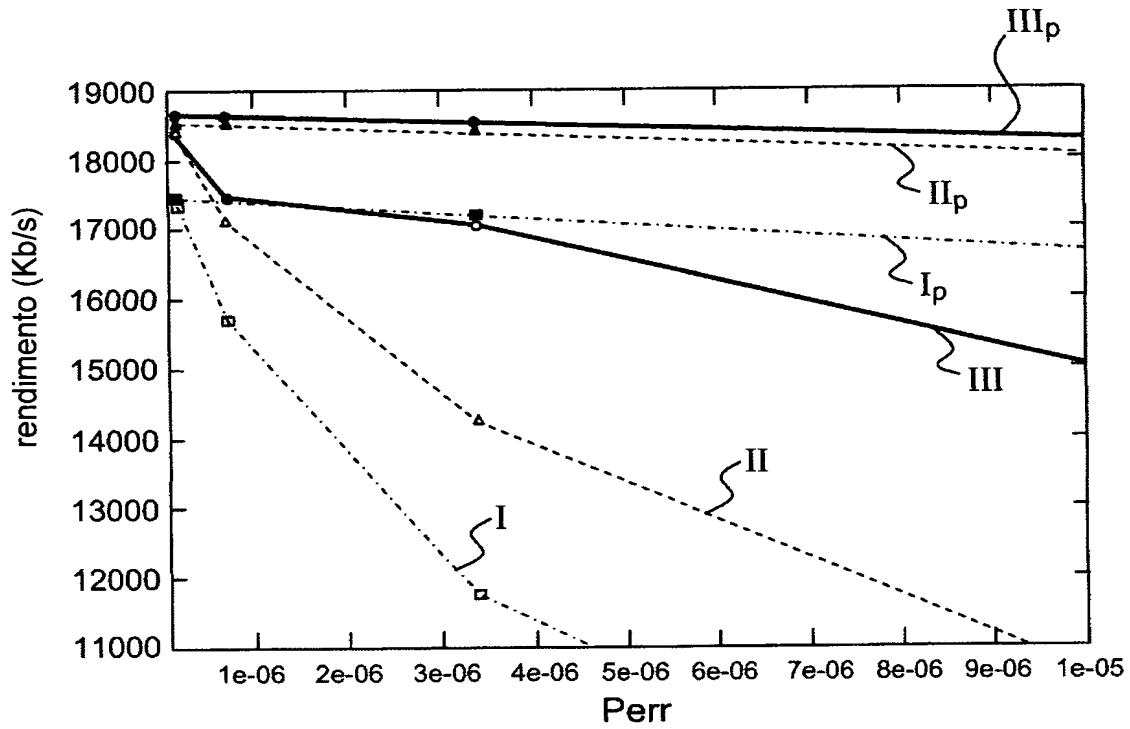


FIG.6

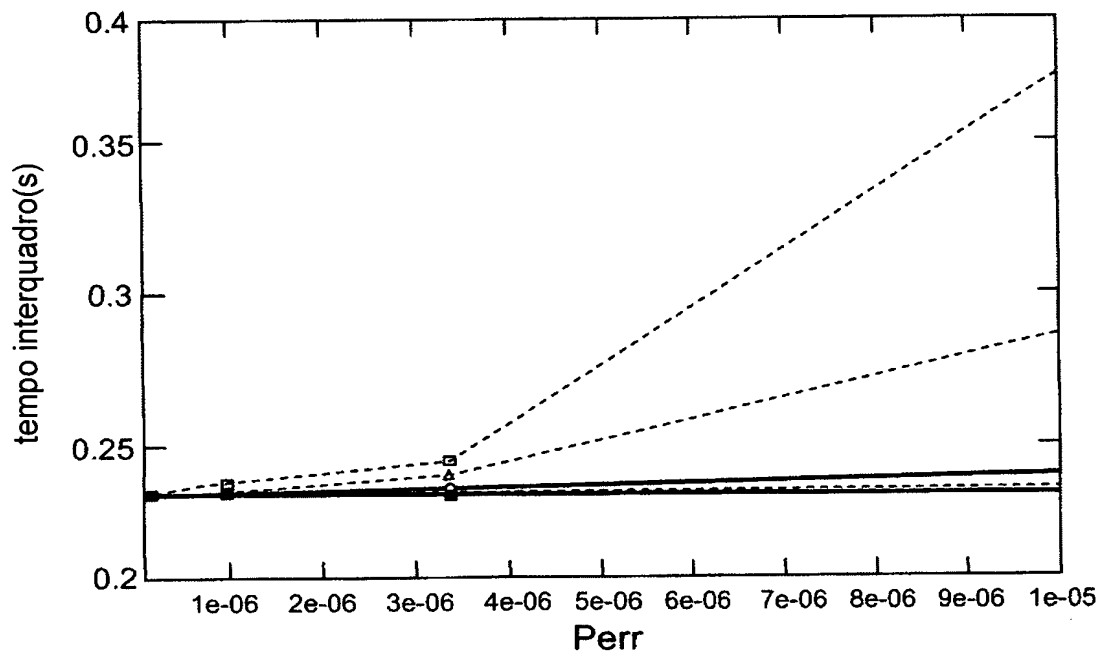


FIG.7

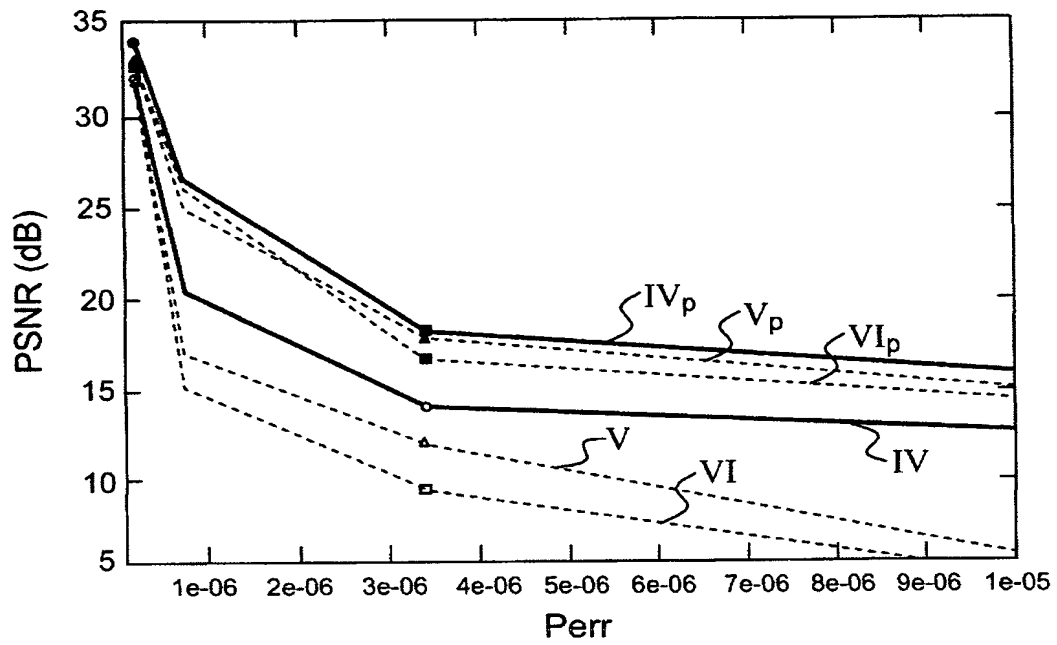


FIG.8

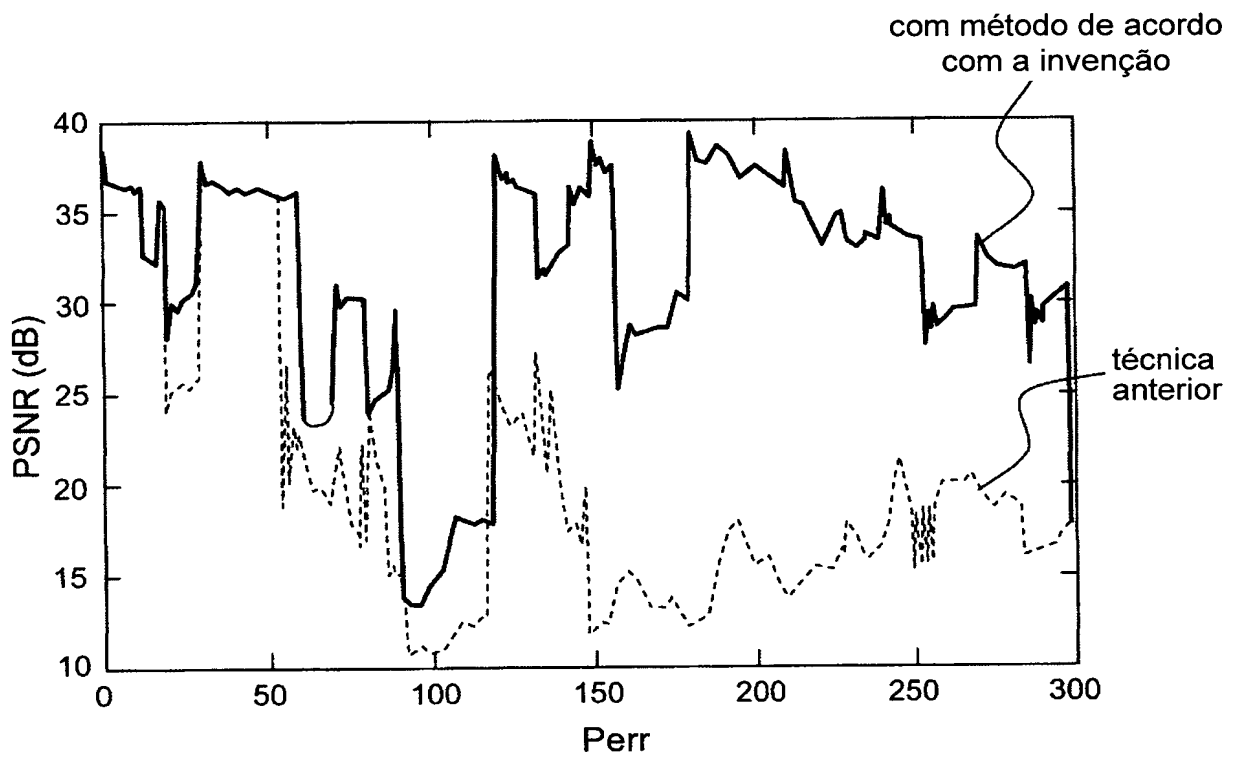


FIG.9

RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA TRANSMITIR DADOS DE MULTIMÍDIA EM REDES DE COMUNICAÇÃO AD HOC"**.

5 A presente invenção refere-se ao método para a transmissão de dados de multimídia em uma rede ad hoc compreendendo pelo menos as etapas a seguir:

10 O pacote é recebido na interface de rádio, e se o nó não for o seu destino, é copiado em um armazenador local Q enquanto espera pela verificação do pacote, o pacote também é carregado para as camadas superiores para, por um lado, verificação de sua possível corrupção e, por outro lado, o armazenamento opcional em uma pilha local P de longa duração com informação adicional sobre o fragmento de dados.

15 No caso onde a transmissão no último pulso antes do nó atual corrompeu o pacote, é verificado que os cabeçalhos estão intactos de modo a serem capazes de direcionar o pacote de forma adequada, depois de terem verificado se a pilha P está presente e se contém uma versão intacta do pacote, caso em que é a carga útil intacta que será substituída pela carga útil errada no armazenador Q. Se a pilha não estiver presente ou não contiver o pacote, então o método irá, não obstante, propagar o pacote quando apenas
20 a carga útil foi corrompida visto que um decodificador de multimídia robusto pode ser capaz de utilizar esse pacote corretamente.