



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

(21) **PI0709779-4 A2**

(22) Data de Depósito: 10/04/2007
(43) Data da Publicação: 26/07/2011
(RPI 2116)



(51) *Int.Cl.:*
H04L 12/56 2006.01

(54) Título: **SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE RÁDIO E PROCESSO PARA A SUA OPERAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 10/05/2006 DE 10 2006 021 831.0

(73) Titular(es): Rohde & Schwarz GMBH & CO. KG

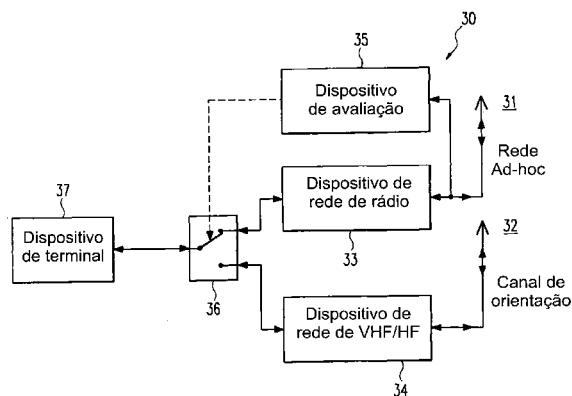
(72) Inventor(es): Günter Greiner, Rainer Bott

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007003183 de 10/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/128376 de 15/11/2007

(57) **Resumo:** SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE RÁDIO E PROCESSO PARA A SUA OPERAÇÃO. A presente invenção se refere a um sistema de transmissão de rádio com uma rede ad hoc (31) através da qual podem ser transmitidos pacotes de dados com uma forma de onda predeterminada, com um dispositivo de avaliação (35) para cada nó (30) que avalia a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da rede ad hoc (31) e com um canal de orientação (32). Através do canal de orientação (32) os pacotes de dados são, então, transmitidos quando o dispositivo de avaliação (35) tiver avaliado a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da rede ad hoc (31) como insuficiente.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE RÁDIO E PROCESSO PARA A SUA OPERAÇÃO**".

A invenção se refere a um sistema de transmissão de rádio e a um correspondente processo de operação.

5 Conceitos modernos de redes de rádio bem como os conceitos de Network-Centric-War-fare colocam à disposição informações, de modo apropriado e sem demora de tempo, em todos os locais onde elas serão necessárias. Para isso, são desenvolvidos sistemas de comunicação apropriados já com alta intensidade; a eles são colocados requisitos exigentes, por exemplo, alta mobilidade, capacidade de interoperação a máxima possível
10 (por exemplo, também com autoridades civis (BOS)), transparência das redes (ligada por fio / sem fio, PSTN, ISDN, LAN, WAN / rede de rádio / rádio direcional, militar/ civil), capacidade de alcance universal, transmissão de informação no composto reconhecimento/ condução/ atuação: relatório de
-15 posição, representação da posição, reconhecimento de amigo e inimigo, dados de sensor, fotos de câmeras digitais, rastreamento por GPS, e-mail, informações breves, outros serviços de IP, capacidade de conexão em rede móvel espontânea (MANET) e independência de uma infraestrutura.

 O tipo da comunicação de participantes de rede de alta mobilidade como tropas táticas se altera de modo crescente. Até o momento, estava em primeiro plano, quase exclusivamente a aplicação "conexão de voz segura", isto é, voz codificada e resistente em relação a possíveis interferências.
20

 Atualmente, além da radiotelefonia, de modo crescente existe o
25 desejo por uma conexão em rede dos diversos participantes de comunicação com capacidade de alcance pessoal. Este tipo de conexão em rede exige uma capacidade de interoperação das técnicas de comunicação e uma integração das redes ao sistema composto.

 Por motivos da capacidade de interoperação, para a conexão
30 em rede da comunicação de dados através das diversas redes, de longe, é necessário o emprego de protocolos de internet, por exemplo, TCP/ IP. A conversão técnica de rádio pode ocorrer por banda estreita, por exemplo,

com a 1.5 MIL-STD-188-220 B. O padrão especifica os níveis de protocolo inferiores para uma capacidade de interoperação de aparelhos de rádio táticos.

O rádio tático se baseia em canais atualmente com 25kHz de largura de banda, através dos quais normalmente podem ser transmitidos 16 kbit/s bruto, com FEC de até 9,6 kbit/s. O emprego de protocolos de internet padrão para a realização de capacidade de conexão em rede móvel espontânea (MANET) na comunicação de rádio militar seria uma solução rápida e de custo em conta. Contudo, isto exige taxas de dados na faixa de Mbit/s e, com isto, larguras de banda na faixa de MHz. Por isto, eles não podem ser usados nos canais de rádio largos de somente 25 kHz. Aparelhos de rádio com grandes larguras de banda deste tipo até hoje não foram empregados na área tática com exceção do plano da companhia.

Durante a propagação dos sinais de rádio ao longo da superfície terrestre (portanto, sem propagação no espaço livre como em plataformas volantes), os aparelhos de rádio com altas taxas de dados e, com isto, grandes larguras de banda de sinal estão sujeitos às seguintes restrições: para um emprego eficiente, recomenda-se uma faixa de frequência maior (225 MHz a 400 MHz, mas também até 2 GHz ou acima). Certamente o alcance de sinais de rádio abaixa com o aumento da frequência. O aumento da potência de transmissão amplia este alcance somente de modo moderado. A potência de transmissão oito vezes maior resulta somente um alcance em dobro.

A largura de banda necessária é proporcional às taxas de dados desejadas. Certamente o alcance diminui com o aumento da largura de banda. Isto tem como consequência que, no caso de um aumento das taxas de dados de 16 kbit/s para 1,6 Mbit/s, o alcance diminui em torno do fator 5. Pelo fato que, em geral, altas larguras de bandas tornam necessárias frequências de transmissão mais altas - uma vez que, por exemplo, a faixa de frequência tática de 30 MHz até 88 MHz não pode mais ser usada devido à largura de banda alta e ocupação densa - deve ser considerada uma outra perda em alcance.

Tipos de modulação de valor mais alto necessitam de intervalos de interferência mais altos e, por isto, com a mesma potência de transmissão, causam um alcance menor do que com o emprego de processos de modulação mais simples.

5 O número dos aparelhos de rádio necessários para a cobertura de rádio depende bastante do alcance. Este, por sua vez, depende da faixa de frequência, da distância de interferência necessária, das taxas de dados ou da largura de banda do sinal e da potência de transmissão.

 A patente DE 196 51 593 A1 e a patente DE 198 97 931 A1 se
10 ocupam com uma otimização destes parâmetros.

 Aparelhos de rádio de banda larga para altas taxas de dados são certamente a solução ideal para a comunicação de rede. Certamente o seu alcance de rádio é limitado. Aparelhos de rádio com canais de 25 kHz se caracterizam por taxas de dados médias, altos alcances e processos de mo-
15 dulação robustos. Por isso, eles são indispensáveis no uso tático. Adicionalmente ao rádio de voz seguro eles podem ser conectados em redes de dados atuais e futuras com protocolos apoiados por IP como com a MIL-STD-188-220 B.

 Com a MIL-STD-188-220 B podem ser realizadas redes de auto-
20 organização com roteamento automático, nas quais são apoiadas aplicações, que se baseiam no protocolo de internet IP. Com isto, o rádio tático tradicional pode ser ampliado para a rede digital de campo de combate, como está representado na fig. 1.

 O sistema de hardware/ software 1 combinado garante a comu-
25 nicação internet/ intranet moderna através de diversos meios de transmissão. O sistema de gerenciamento e controle de sinal 2 automatiza a comunicação de rádio em navios, enquanto que o sistema de gerenciamento e controle de sinal 3 organiza a comunicação de rádio das unidades apoiadas em terra. Todos os sistemas de 1 a 3 estão conectados na rede MANET - ad
30 hoc 4.

 Redes conectadas por fio de redes de rádio (quase estacionárias) com altas taxas de dados como, por exemplo, redes de rádio direcional

se diferenciam consideravelmente em suas propriedades de redes de rádio táticas móveis. Aparelhos de rádio táticos introduzidos de modo tradicional atualmente colocam à disposição taxas de dados de até no máximo 16 kbit/s. Da geração de aparelhos de rádio que veio recentemente ao mercado
5 são apoiados até 72 kbit/s.

Aparelhos de rádio para a radiotelefonia tática com taxas de dados na ordem de grandeza de Mbit/s se encontram no estágio de desenvolvimento. Soluções comerciais como, por exemplo, WLAN representam uma solução satisfatória somente em casos excepcionais, uma vez que elas ope-
10 ram exclusivamente em uma frequência pré-ajustada. A desvantagem essencial desta solução é que ela, por exemplo, não é protegida contra interferências específicas. Outras desvantagens de um sistema de um canal são evitadas em futuros aparelhos modernos de rádio de banda larga através das propriedades descritas abaixo como, por exemplo, a adaptação da for-
15 ma de onda à qualidade do canal variável.

Forma de onda é, tradicionalmente e também no contexto do requerimento em questão, o termo para o sinal de rádio no ar e abrange, por exemplo, além do tipo de modulação, taxas de dados e, eventualmente, se-
quência de salto de frequência ou do código de expansão, também o código
20 e a codificação, bem como, em processos modernos, também protocolos.

No emprego móvel, a qualidade e, com isto, a capacidade dos canais de rádio depende da topologia e da natureza do terreno, bem como, da distância a ser coberta.

Isto significa que, a capacidade de canal disponível pode variar
25 entre a taxa de dados máxima de um aparelho de rádio de banda larga de, por exemplo, 2 Mbit/s e a de um aparelho de rádio de banda estreita de alguns kbit/s. Além disto, as propriedades dos canais de rádio são marcadas por condições marginais físicas. Estas propriedades são, por exemplo: evaporação, reflexão, rompimento, flexão, deslocamento de Doppler.

30 Elas levam a interferências de recepção, propagação de várias vias e volume de frequência seletiva e variável no tempo. A propriedade da ligação de rádio afetada por isto é, em essência, a qualidade do sinal que é

descrita através do intervalo de sinal/ interferência, da deformação do sinal e oscilação do sinal causada pelo canal, e da capacidade do canal (taxa de dados/ largura da banda) derivada disto, da taxa de erro de bit BER (Bit Error Rate) e do alcance.

5 Em determinados casos de aplicação, em particular, no caso de intervalos maiores dos nós de rádio, as redes de rádio podem apresentar as chamadas passagens estreitas ou gargalos nas redes. A fim de obter uma utilização satisfatória das redes, apesar dessas restrições da capacidade e da qualidade de canal possível temporariamente, resultante da mobilidade
10 das redes de rádio, e de suas propriedades físicas, devem ser examinadas várias medidas e devem ser realizadas nas futuras redes.

Conforme depreendido da patente DE 10 2005 030 108 A1 não publicada previamente, os sistemas modernos de transmissão de rádio são concebidos de tal modo que, eles podem se ajustar de modo adaptativo a
15 cenários variáveis de características mais variáveis possíveis. Deste modo, são esperados, por exemplo, cenários que apresentam uma densidade maior em aparelhos de radio, que se comunicam entre si, com distâncias menores. Para redes de rádio homogêneas deste tipo as redes ad hoc móveis adaptadas com processo de roteamento apropriado são uma solução apropriada para uma capacidade de alcance completa de todos os participantes
20 da rede.

Contudo, também são possíveis situações, nas quais um ou um número pequeno de nós de rádio devem ser conectados a uma estação de rádio central através de uma grande distância. Um outro cenário, que apresenta um meio entre os extremos apresentados, são redes que densidade
25 menor e distâncias de rádio médias. Além disso, devem ser possíveis formas de passagem entre estes cenários, por exemplo, ilhas de redes parciais com distâncias de rádio menores, que através de distâncias maiores devem conservar a conexão com outras redes parciais com grandezas características
30 semelhantes.

Caso os aparelhos de rádio sejam operados com alta velocidade de transmissão, então a capacidade de banda larga necessária resultante

disto conduz a alcances de rádio consideravelmente restritos. Se, durante o emprego móvel, um participante da rede se afastar do alcance de rádio dos outros participantes da rede, então ele é cortado da comunicação. Uma vez que os participantes da rede usam uma forma de onda comum, que se baseia em uma largura de banda definida, em geral, o participante da rede "separado" não pode conseguir um restabelecimento da ligação de rádio por meio de medidas unilaterais. É necessário que, os sistemas de rádio tenham implementado mecanismos correspondentes para estes casos.

Sistemas de transmissão de rádio de acordo com a patente DE 10 2005 030 108 A1 são talhados especialmente para o emprego flexível de alta mobilidade nos mais distintos cenários. Sistemas de rádio concebidos deste modo se caracterizam por uma capacidade de adaptação altamente desenvolvida, que capacita o sistema a se adaptar aos canais de rádio com as mais distintas qualidades de canal. Certamente na patente DE 10 2005 030 108 A1 não está descrito como os sistemas de rádio solucionam a tarefa que consiste em manter as ligações de rádio exigidas e medir a qualidade de canal.

À presente invenção cabe a tarefa de criar um sistema de transmissão de rádio e um processo para a sua operação, com os quais os aparelhos de rádio produzam ou mantenham ligações de rádio nos locais opostos, que são necessárias para a transmissão de mensagens através de um ou de vários nós de rádio.

A tarefa é solucionada através de um sistema de transmissão de rádio de acordo com a reivindicação 1, e de um processo para a operação de um sistema de transmissão de rádio de acordo com a reivindicação 14. As reivindicações subordinadas contêm aperfeiçoamentos vantajosos da invenção.

A seguir será descrito, em detalhes, um exemplo de execução da invenção por meio do desenho. No desenho:

A fig. 1 mostra um exemplo de uma rede digital de campo de combate;

A fig. 2 mostra um diagrama de blocos de uma montagem em

camadas do sistema de transmissão de rádio que pode ser empregado no âmbito da invenção;

A fig. 3 mostra os espaços esperados de ação e movimento;

A fig. 4 mostra MANETs homogêneos com pequenas variações de distância;

A fig. 5 mostra a expansão excedente das distâncias de rádio em MANETs;

A fig. 6 mostra o cenário de um combate de casas;

A fig. 7 mostra um aperfeiçoamento;

A fig. 8 mostra formas de passagem de cenários de alta dinâmica e

A fig. 9 mostra um exemplo de execução da configuração de um nó do sistema de transmissão de rádio de acordo com a invenção.

Para o problema da qualidade e capacidade variantes do tempo de canais de rádio, na patente DE 10 2005 030 108 A1 é proposto um pacote constituído de três soluções:

- otimização da qualidade e capacidade dos links de rádio individuais

- escolha de rota adaptada e otimizada

- escolha de aplicações e/ ou adaptação de aplicações apropriadas

Além disto, a abordagem de solução de acordo com a patente DE 10 2005 030 108 A1, como representado na fig. 2, prevê uma divisão de tarefas entre a área da técnica de rádio clássica (camadas 1 e 2 do modelo de camadas ISO/ OSI) e a técnica de rede (camada 3 e acima) e uma cooperação das duas áreas. Entre estas duas áreas está previsto um ponto de intersecção 10 através do qual podem ser trocados características de qualidade e, eventualmente, dados de controle, sendo que, os dados de controle são produzidos como reação às características de qualidade trocadas.

Abaixo do ponto de intersecção 10, isto é, na área de rádio clássica, precisam ser tomadas medidas (Phys/ QoC) no bloco 11 da camada 1 para analisar o canal de rádio, e definir características de qualidade corres-

pondentes, bem como adaptar os canais de rádio através de medidas adaptativas à respectiva situação topográfica.

As características de qualidade para isto são mencionadas, em apoio à qualidade, definida para a rede, de um serviço QoS (Quality of Service/ qualidade de serviço) no QoC (Quality of Channel/ qualidade do canal) seguinte. Elas são executadas no bloco de função 11 (Phys/ QoC).

Além disto, precisam ser previstas funções (MAC/ QoC) para poder controlar o acesso do canal (por exemplo, gerenciamento do link, slot Multiplexing) e o fluxo de dados, isto é, em função da qualidade do canal atual e da prioridade do pacote e de suas exigências à qualidade do canal (classe de serviço CoS). Isto ocorre no bloco de função 12 (MAC/ QoC) da camada 2. A prioridade dos pacotes pode ser definida ou em relação ao serviço ou em relação ao usuário. Isto ocorre, do mesmo modo, no bloco de função 12 (MAC/ QoC).

Acima do ponto de intersecção 10 QoC - QoS, portanto, na área da rede, precisam ser encontrados caminhos para ajustar a comunicação, com auxílio destes valores de QoC, às propriedades dos canais a serem usados.

No bloco de função 13 da camada 3 (QoC/ QoS - gerenciamento) precisam ser tomadas, por exemplo, as seguintes medidas:

- seleção dos pacotes de dados de acordo com a prioridade (MAC/ QoC)
- queuing adaptado (MAC/ QoC), isto é, formação de filas de espera de acordo com a prioridade
- suporte das funções de MANET (apoio de roteamento de QoC/ QoS), por exemplo, através de
 - cálculo de alcance com auxílio de cartões digitalizados
 - análise de ligação com o auxílio de coordenadas de local trocadas
 - prognósticos de ligação com o auxílio de vetores de velocidade dos objetos que abrangem as estações de rádio
 - determinação das características de qualidade para os links

individuais através dos aparelhos de rádio

- caracterização das qualidades de caminho nas tabelas de roteamento

- conversão dos valores de QoC aos valores de QoS e adaptação à funcionalidade de IP (adaptação a TCP/ UDP)

- indicação ao usuário sobre a qualidade e a capacidade do canal disponível (ajuste ao QoS/ QoC) e aviso dos serviços disponíveis

- adaptação das aplicações à qualidade e à capacidade do canal disponível (ajuste ao QoS/ QoC)

10 - reações e medidas em relação à capacidade do canal, por exemplo, priorização, redução de dados ou interrupção, o que é convertido ao plano da aplicação no bloco de função 16 (ajuste ao QoS/ QoC).

Para a coordenação das medidas abaixo e acima do ponto de intersecção 10 as grandezas características de QoC e de QoS precisam ser representadas uma sobre a outra. Isto também é necessário pelo motivo que pode ocorrer uma passagem sem interrupção entre as redes de rádio e as redes ligadas por condutor, isto significa que, as características de serviço (mecanismos de QoS) definidas para as redes ligadas por condutor também possam ser convertidas em redes por rádio.

20 São afetados tanto o acesso do canal (acesso ao meio, MAC), o roteamento do MANET no bloco de função 14 da camada 3, como também, os protocolos de transporte TCP/ UDP, nos quais os dados são convertidos no bloco de função 15 da camada 4, e as aplicações das camadas de 5 a 7. Por isto a representação QoC/ QoS precisa ser ampliada em funções adicionais, o que ocorre em um bloco de função 13 (gerenciamento de QoC/ QoS).
25 Para isto o bloco de função 13 está ligado, através de outros pontos de intersecção 17, 18 e 19, com os blocos de função 14, 15 e 16.

Neste caso, a função do sistema de transmissão de rádio, representado na fig. 2, pode ser esclarecida como a seguir:

30 O sistema de transmissão de rádio possui várias camadas de processamento para a transmissão de pacotes de dados entre os diversos aparelhos de rádio em um canal de rádio, e abrange várias unidades de fun-

ção e uma unidade de controle. Uma primeira unidade de função 11 está localizada em uma camada de transmissão de rádio física e analisa o canal de rádio, a fim de determinar a qualidade do canal de rádio QoC.

5 Uma segunda unidade de função 12 está localizada em uma camada de proteção de dados e controla o acesso ao canal de rádio em função da qualidade atual do canal de rádio QoC, e da prioridade dos pacotes de dados a serem transmitidos de acordo com a qualidade QoS do serviço realizado através dos pacotes de dados. Uma terceira unidade de função 14 está localizada em uma camada de intermediação e controla a transmissão
10 dos pacotes de dados.

Uma unidade de controle 13 superior libera os pacotes de dados para a transmissão através da terceira unidade de função 14 somente, então, quando a qualidade QoS do serviço realizado através dos pacotes de dados corresponder de modo satisfatório à qualidade do canal de função
15 QoC definida na primeira unidade de função 11, isto é, quando para a qualidade QoS do serviço ou da característica do serviço da aplicação existir uma qualidade mínima QoC do canal de função.

A unidade de controle 13 está ligada com a primeira unidade de função 11 e com a segunda unidade de função 12 através de um primeiro
20 ponto de intersecção 10, e com a terceira unidade de função 14, através de um segundo ponto de intersecção 17.

Além disso, a unidade de controle 13 está ligada com uma quarta unidade de função 15, de preferência, através de um terceiro ponto de intersecção 18 em uma camada de transporte. A quarta unidade de função
25 15 converte os pacotes de dados em um protocolo de transporte correspondente, por exemplo, TCP/ UDP.

A unidade de controle 13 coloca o correspondente protocolo de transporte TCP/ UDP na base da qualidade QoS do serviço realizado através dos pacotes de dados e da qualidade QoC do canal de função, determinada na primeira unidade de função 11 e controla, de modo correspondente
30 a quarta unidade de função.

De preferência, a unidade de controle 13 está em ligação, atra-

vés de um quarto ponto de intersecção 19, com uma quinta unidade de função 16 em uma camada de aplicação. Se, para a transmissão através da terceira unidade de função 14, os pacotes de dados não puderem ser liberados, então pela quinta unidade de função 16 é emitida uma correspondente
5 comunicação ao usuário. Neste caso, também podem ser mostrados ao usuário todos os serviços disponíveis atualmente.

Neste caso, a unidade de controle 13 controla a terceira unidade de função 14, de tal modo que, através de transmissão apropriada (roteamento) esta unidade de função coloca à disposição a capacidade de trans-
10 missão do canal de rádio necessária para a respectiva qualidade QoS do serviço realizado através dos pacotes de dados.

De preferência, a unidade de controle 13 executa uma seleção dos pacotes de dados de acordo com a prioridade exigida pela respectiva qualidade QoS do serviço realizado através dos pacotes de dados. Depois
15 disso a terceira unidade de função 14 é controlada para a realização da transmissão dos pacotes de dados nesta seqüência.

A unidade de controle 13 também pode executar um prognóstico da futura qualidade do canal de rádio a se desenvolver com base nos vetores de velocidade definidos dos aparelhos de rádio que se movimentam.

Resumindo, esta abordagem de solução da patente DE 10 2005
20 030 108 A1 pode ser descrita, de tal modo que, a determinação permanente necessária no emprego móvel de possíveis caminhos (caminhos de rádio) da rede (MANET) é apoiada através de processos inteligentes. Os canais de rádio são adaptados, através de medidas adaptativas, à respectiva situação
25 topográfica, e a respectiva capacidade e qualidade do canal dos caminhos de rádio individuais são marcados e considerados de modo correspondente durante o transporte dos pacotes de dados.

Certamente, com esta abordagem de solução da patente DE 10
2005 030 108 A1 as ligações de rádio somente podem ser mantidas através
30 de distâncias de rádio limitadas. Em cenários, nos quais devem ser cobertas distâncias de rádio maiores, são necessárias medidas adicionais que serão descritas a seguir.

O alcance de sistemas de rádio em ligações de solo e solo é determinado das seguintes grandezas: ele é tanto menor quanto maior for a frequência de uso. Ele é tanto menor quanto maior for a taxa de dados ou a largura de banda de uso ou quanto maior for a qualidade do tipo de modulação usada. Ele é tanto maior quanto maior for a potência de transmissão. Ele é tanto maior quanto mais alto for o ganho da antena. Ele é tanto maior quanto mais alto for o ponto da base da antena.

Na operação estacionária os três últimos parâmetros de rádio, isto é, a altura da antena, o ganho da antena e a potência de transmissão, podem ser ampliados para cobertura de distâncias de rádio maiores. No emprego móvel isto é somente muito limitado ou não é possível de modo algum, ignorando-se o bem discutível emprego técnico e operacional de estações de relé suportadas pelo ar, como corpos de aeronaves não tripulados, balões, helicópteros, etc. Por este motivo, para o emprego móvel precisa ser encontrada uma solução, que também possibilite a sistemas de rádio com antenas simples e baixas e potência de transmissão menor, por exemplo, manpacks, determinar a alteração da qualidade do canal e reagir contra a expansão excedente de distâncias de rádio.

A qualidade do canal pode ser acompanhada permanentemente através da análise do canal de rádio usado. Esta análise pode ocorrer tanto em um canal sem tráfego de rádio, bem como, em um canal ocupado. No primeiro caso podem ser determinados e indicados o tamanho e o tipo dos sinais de interferência, no segundo caso são analisados os sinais de mensagem. Uma vez que, neste caso, se trata de parâmetros técnicos conhecidos como, por exemplo, o tipo de modulação, a taxa de dados, etc., a análise do canal pode ocorrer de forma bem detalhada, com relação aos critérios de qualidade como distância de interferência e sinal, grandezas características de Fading, taxa de erro de bit, etc. Uma vez que, em um nó de rádio, em geral, são recebidos os sinais de vários pontos opostos, estas características de qualidade podem ser alocadas aos caminhos de rádio individuais na composição da rede.

Com este método pode ser concluída, por exemplo, a distância

do ponto oposto com auxílio da intensidade de campo do sinal. Se na operação da rede também forem trocadas as coordenadas das localizações dos nós de rádio, as distâncias podem ser calculadas e, por meio de mapas e modelos de propagação, pode ser determinado o alcance e os parâmetros de rádio necessários para isto.

Aparelhos de rádio modernos de banda larga irão usar taxas de dados de até alguns Mbit/s e, com isto, larguras de banda de vários MHz. Por vários motivos, esta transmissão irá ocorrer em faixas de frequências mais altas, por exemplo, na faixa de algumas centenas de MHz, ou até dentro da faixa de GHz. Certamente a distância de rádio que pode ser coberta com isto é bem reduzida. Sob condições desfavoráveis ela pode ser limitada a alguns 100 m. Nesta faixa de frequência, exigências por uma cobertura de um alcance de alguns 10 km também poderiam ser cobertas somente com larguras de bandas de uso muito estreitas, e somente através de estações de relé situadas altas.

Se a qualidade do canal se alterar, então por meio destes resultados de análise com uma adaptação dos parâmetros de rádio pode-se reagir contra esta alteração, por exemplo, com uma adaptação da largura de banda do sinal e da correspondente taxa de dados ou da alteração do tipo de modulação ou da codificação. Por meio da distribuição da informação de canal na rede, cada nó de rádio pode escolher os parâmetros de rádio ótimos para a comunicação com um parceiro, em particular, quando adicionalmente são conhecidas as posições dos nós de rádio através da troca de coordenadas.

Certamente não se pode recorrer a estes métodos quando a capacidade de adaptação da forma de onda usada na frequência de uso (mais alta) selecionada fica esgotada na atual distância de rádio. Neste caso, como é evidente acima, a frequência de uso e a largura de banda de uso precisam ficar consideravelmente mais baixas. Com processos de rádio táticos tradicionais, de acordo com o terreno, podem ser cobertos alcances de rádio de até alguns 10 km, por exemplo, com uma largura de banda de uso de 25 kHz na faixa de VHF de 30 a 88 MHz. O uso da faixa de HF com as larguras

de bandas usuais ali de, por exemplo, 3kHz permite alcances de rádio ainda maiores.

Se um nó de rádio se encontrar em uma distância de rádio atual que, mesmo com adaptação, não pode mais ser coberta com a forma de onda usada, então, de acordo com a invenção, como última alternativa só resta o emprego de processos com faixas de frequência baixas, isto é, o uso, de acordo com a invenção, de um chamado canal de orientação. A largura de banda e a faixa de frequência destes processos se orientam de acordo com as máximas distâncias de rádio esperadas nos respectivos cenários de ação. Uma vez que o instante da expansão excedente dos caminhos de rádio não pode ser previsto a priori, de modo vantajoso, os nós de rádio devem estar prontos para a recepção permanente para sinais deste tipo. De modo alternativo, no caso de conhecimento da qualidade de canal, através de entendimento na rede, este canal de orientação pode ser coordenado a aquele nó de rádio, que com grande probabilidade não pode mais ser alcançado. A comunicação na rede para este nó é, então, realizada através deste canal; o nó que não pode ser mais alcançado irá, então, se comunicar através deste canal de orientação. Por isso, os nós de rádio precisam estar preparados para a recepção do canal de orientação, somente para o caso em que um ou mais nós de rádio não possam ser mais alcançados com o processo de transmissão com alta taxa de dados na rede ad hoc.

Esta preparação de recepção pode ser realizada de diversas formas. Possíveis soluções são: comutação cíclica do nó de rádio para a recepção de um sinal de orientação e/ou uso de um receptor separado para a recepção de um sinal de orientação e/ou uso de um receptor de Guard-Software integrado para a recepção de um sinal de orientação e/ou uso de um receptor de Guard-Hardware integrado para a recepção de um sinal de orientação.

Este sinal de orientação é projetado, de tal modo que, ele pode cobrir o máximo alcance para o cenário esperado. Se isto for usado, então, com o método descrito acima da análise de um sinal de uso, a estação que recebeu o sinal de orientação pode determinar as propriedades do canal e

disto determinar por extrapolação a máxima largura de banda, que pode ser usada, para a distância de rádio existente.

A vantagem da presente invenção reside no fato de que, com aparelhos de rádio adaptativos podem ser cobertos todos os alcances de rádio desde que fisicamente possível.

Para isto necessita-se da permanente análise do canal de uso já mencionada acima, por exemplo, através de uma análise de um canal sem tráfego de rádio, com determinação e indicação de tamanho e tipo dos sinais de interferência e/ou uma análise dos sinais de mensagem de um canal ocupado com análise do diagrama de constelação e/ou análise da distância de interferência do sinal e/ou análise de grandezas características de fading e/ou análise de taxas de erro de bit e coordenação dos resultados da análise aos caminhos de rádio na composição da rede.

O processo para a manutenção de ligações de rádio por meio de análise permanente do canal de rádio, e distribuição dos parâmetros de canal na rede de rádio serve para o ajuste adaptativo da forma da onda (por exemplo, tipo de modulação, tipo de codificação, largura de banda do sinal e potência de transmissão, efeito da direção da antena).

O processo para a produção e manutenção de conexões de rádio por meio de um canal de orientação robusto e de banda estreita serve para o caso em que a comunicação normal não é mais possível através da forma de onda padrão adaptativa, uma vez que, os parâmetros do canal pioraram, bem como, serve para a recepção da comunicação de um participante em uma rede com parâmetros de canal desconhecidos.

As propriedades do canal de orientação são, em particular: baixa frequência, pequena largura de banda processo de modulação robusto e codificação, bem como, eventualmente uma potência de transmissão mais alta em comparação com o canal de uso propriamente dito.

A ilustração da fig. 1 serve para a contemplação de futura conexão em rede de rádio. Contudo, ela representa uma grande simplificação e descreve o ambiente esperado de fato somente de modo insuficiente. As condições representadas, isto é, o terreno, é extremamente simples e con-

trolável, as distâncias de rádio são extremamente pequenas, a densidade dos nós de rádio é alta, estão disponíveis instalações estacionárias com antenas altas e estão disponíveis estações de relé apoiadas no ar, não descrevem de modo suficiente as reais situações e possíveis características de

5 potência de modernos sistemas de rádio. Na prática, em particular, no avanço de tropas ou em ações de combate móveis, se trata de grandes espaços que precisam ser cobertos através de rádio.

A fig. 3 mostra os espaços de ação e movimentação esperados no contexto da divisão e da brigada. A distribuição de nós de rádio nestes

10 espaços agora, de modo algum, pode sempre ser esperada como quase homogênea com pequenas distâncias de rádio. Frequentemente pode ocorrer também a formação de ilhas de redes de rádio com distâncias maiores entre estas ilhas. As possibilidades de ação flexíveis móveis dinâmicas se refletem em uma variedade de possíveis cenários, nos quais os sistemas de

15 rádio devem possibilitar uma comunicação segura. O contexto desta variedade de cenários deve ser coberto por meio de alguns exemplos representativos.

Como mostra a fig. 4, existem cenários que apresentam uma densidade maior de aparelhos de rádio, que se comunicam entre si, com

20 distâncias menores. Para redes de rádio homogêneas deste tipo, as redes ad hoc móveis adaptadas com processos de roteamento apropriados são uma solução apropriada.

No caso de emprego móvel chega-se forçosamente a situações, nas quais surgem distâncias maiores de estações para seus MANETs ou

25 entre os MANETs que não podem ser mais cobertas através do alcance do rádio de uma forma de onda de banda larga.

Se, como ilustrado na fig. 5, no emprego móvel, um participante da rede se distanciar do alcance do rádio dos outros participantes da rede, então ele é cortado da comunicação. Se os participantes da rede usarem

30 uma forma de onda não adaptativa comum, que se baseia em uma largura de banda definida, então, através de medidas unilaterais, em geral o participante da rede "separado" não pode conseguir nenhum restabelecimento da

conexão de rádio.

Contudo também são possíveis situações, nas quais um ou um pequeno número de nós de rádio devem ser conectados a uma estação de rádio central através de uma distância grande, ou em um terreno com condições de propagação desfavoráveis.

Esta situação pode ser encontrada, por exemplo, como mostrada na fig. 6, no combate de casas, em tropas de espreita ou patrulhas. Particularmente no último caso, em viagens através de uma região a ser controlada, são possíveis grandes distâncias em relação à estação de rádio central, por exemplo, à posição de combate da companhia, o que está ilustrado na fig. 7. Contudo, é necessário que, também nestes casos, a patrulha tenha ou possa efetuar ligação de rádio para a estação de base. Em viagens em terrenos difíceis, por exemplo, na montanha, ou em distâncias que visivelmente excedem o alcance de cerca de 20 km a ser coberto normalmente com o rádio tático, serão necessárias medidas especiais.

Além disso, devem ser possíveis formas de passagem entre estes cenários, por exemplo, ilhas de redes parciais com distâncias de rádio menores, que devem manter, através de distâncias maiores, a conexão com outras redes parciais com grandezas características semelhantes.

A fig. 8 deve ilustrar, quais formas mistas de cenários são possíveis. Nas redes parciais (MANET 1, 2, 3, PRR; Personal Role Radio) existe uma ligação, contudo elas estão tão separadas no espaço que, a ligação entre as redes parciais não é mais possível com a forma de onda usada dentro da MANET. Os dois veículos fora da MANET, em virtude de sua grande distância, não podem mais ser alcançados a partir das redes parciais.

A fig. 9 mostra um nó 30 do sistema de transmissão de rádio de acordo com a invenção. O sistema de transmissão de rádio abrange a rede ad hoc 31 descrita anteriormente, e um canal de orientação 32, sendo que, cada nó 30 está em ligação tanto com a rede ad hoc 31 como também com o canal de orientação 32.

No exemplo de execução representado na fig. 9, para a comunicação através da rede ad hoc existe um aparelho de rádio da rede 33, e para

a comunicação através do canal de orientação 32, existe uma faixa de VHF (Very High Frequency, de 30 MHz a 88 MHz) e/ou um aparelho de rádio de HF (para a faixa de HF, de 10 MHz a 30 MHz). Através do aparelho de rádio da rede 33 é comunicado para os canais da rede ad hoc 31, que se encontra na faixa de SHF de alguns GHz, enquanto que através do aparelho de rádio de VHF/ HF é comunicado com o canal de orientação 32, que se encontra, de preferência, na faixa de HF, portanto, na faixa de ondas curtas ou na faixa de VHF. Se o canal de orientação 32 se encontrar em uma frequência mais baixa que a rede ad hoc 31, isto leva, em geral, a um alcance maior, de tal modo que nós de rádio, que não podem mais ser alcançados através da rede ad hoc 31, ainda podem se comunicar através do canal de orientação 32.

Não é obrigatoriamente necessário que, o aparelho de rádio da rede 33 e o aparelho de rádio 34 para o canal de orientação sejam separados um do outro. Pelo contrário, o aparelho de rádio 34 para o canal de orientação também pode ser integrado como componente de hardware ou componente de software no aparelho de rádio da rede 33.

Além disso, é possível que, o aparelho de rádio da rede seja ligado simplesmente através de comando na faixa de frequência do canal de orientação. Neste caso, esse aparelho de rádio processa também o canal de orientação. Nessa característica o canal de orientação pode ser operado somente de modo alternado com o canal de uso.

Um dispositivo de avaliação 35 avalia constantemente a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da rede ad hoc 31. Na medida que a transmissão através da rede ad hoc 31 não é mais satisfatória, um dispositivo de comutação 36 é comutado de tal modo que, o aparelho terminal 37 não se comunica mais através do aparelho de rádio da rede 33, mas através do aparelho de rádio 34 para o canal de orientação. A avaliação da qualidade dos pacotes de dados, que serão transmitidos para a rede ad hoc 31, pode ocorrer de múltiplas formas. Por exemplo, como já foi mencionado, pode ser realizada uma análise do diagrama de constelação e/ou da distância de interferência do sinal e/ou das grandezas características de Fa-

ding e/ou das taxas de erro de bit.

O dispositivo de avaliação 35 avalia um canal da rede ad hoc 31 ocupado não com o tráfego de rádio, de forma apropriada, através da determinação do tamanho e/ou do tipo dos sinais de interferência para esse canal. Um canal da rede ad hoc 31 ocupado com o tráfego de rádio é avaliado, de forma apropriada, pelo dispositivo de avaliação 35, pelo contrário, por meio de uma análise dos sinais de mensagem dos pacotes de dados transmitidos para esse canal.

Além disso, é apropriado se, o dispositivo de comutação 36 for operado de tal modo que, ciclicamente também, então, seja comutado para o canal de orientação, se o dispositivo de avaliação 35 avaliar a transmissão através da rede ad hoc 31 como suficientemente qualitativa. Isto tem a vantagem que, nós de rádio 30 da rede podem constatar durante a comutação cíclica para o canal de orientação 32, se ali transmite um outro nó, que não pode mais ser alcançado através da rede ad hoc 31. Um nó 30 desse tipo, que durante a comutação cíclica constata que, ele pode se comunicar com o outro nó através do canal de orientação 32, os dados desse nó isolado pela rede ad hoc 31, então, pode alimentar novamente na rede ad hoc 31 e, assim, manter a comunicação com o nó isolado.

É razoável se for comunicado, através do canal de orientação 32 com um tipo de modulação robusta, isto é, em geral de valor mais baixo, por exemplo, baixo valor PSK (Phase Shift Keying) ou FSK (Frequency Shift Keying) ao invés de através da rede ad hoc 31. Também é razoável, se para a comunicação através do canal de orientação 32 for empregada uma proteção contra erro aperfeiçoada, que, então, condiciona uma taxa de dados úteis mais baixa que para a comunicação através da rede ad hoc 31. Também para a comunicação através do canal de orientação 32 deverá ser empregada uma taxa de dados mais baixa que para a comunicação através da rede ad hoc 31. Eventualmente, para a comunicação através do canal de orientação, também pode ser empregada uma potência de transmissão mais alta que para a comunicação através da rede ad hoc 31.

O canal de orientação pode ser empregado, adicionalmente, pa-

ra consultar a identidade e a posição de nós de rádio que podem ser integrados potencialmente na MANET. Para isso, o nó de rádio que consulta pode transmitir ou uma vez, por exemplo, iniciado pelo operador, ou também ciclicamente, por exemplo, a cada segundo, uma mensagem correspondente para o canal de orientação. Um nó de rádio que recebe, então, pode responder a essa mensagem no canal de orientação. Com isso, também é possível identificar aparelhos de rádio, que não dispõem de funcionalidade de MANET, contudo, recebem o canal de orientação e através desse canal também podem transmitir novamente. O emprego do canal de orientação é vantajoso, para isso de forma especial, uma vez que, como já foi mencionado, ele dispõe de um alcance maior e, com isso, a MANET também pode receber conhecimento sobre aparelhos de rádio que se encontram fora de seu alcance. Esse conhecimento pode ser empregado, por exemplo, para o reconhecimento de amigo e inimigo.

15 A invenção não está restrita ao exemplo de execução representado. Eventualmente o canal de orientação também pode ser um certo canal da rede ad hoc, que é equipado como canal de chamada generalizado (canal de Hailing). Todas as características descritas anteriormente podem ser combinadas entre si opcionalmente no contexto da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de transmissão de rádio

com uma rede ad hoc (31) com vários nós (30), através da qual
podem ser transmitidos pacotes de dados com uma forma de onda prede-
5 terminada,

com um dispositivo de avaliação (35) para cada nó (30) que ava-
lia a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da rede ad hoc
(31) e

com um canal de orientação (32), através do qual, os pacotes de
10 dados podem ser, então, transmitidos quando o dispositivo de avaliação (35)
tiver avaliado a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da
rede ad hoc (31) como insuficiente.

2. Sistema de transmissão de rádio de acordo com a reivindica-
ção 1, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) tem uma
15 frequência de transmissão mais baixa que a rede ad hoc (31), em particular,
na faixa de HF (10 MHz - 30 MHz) ou faixa de VHF (30 MHz - 88 MHz).

3. Sistema de transmissão de rádio de acordo com a reivindica-
ção 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) tem
um tipo de modulação mais robusta que a rede ad hoc (31), em particular, de
20 valor mais baixo PSK (Phase Shift Keying/ chave de mudança de fase) ou
FSK (Frequency Shift Keying/ chave de mudança de frequência).

4. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das rei-
vindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação
(32) tem um código de valor mais baixo que a rede ad hoc (31).

25 5. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das rei-
vindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação
(32) tem uma proteção contra erro melhor e/ou um código melhor que a rede
ad hoc (31).

6. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das rei-
30 vindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação
(32) tem uma potência de transmissão mais alta que a rede ad hoc (31).

7. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das rei-

vindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que, o dispositivo de avaliação (35) avalia um canal da rede ad hoc (31) não ocupado com o tráfego de rádio por meio da determinação do tamanho e/ou do tipo dos sinais de interferência sobre o canal.

5 8. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de que, o dispositivo de avaliação (35) avalia um canal da rede ad hoc (31) ocupado com o tráfego de rádio por meio da análise dos sinais de mensagem dos pacotes de dados transmitidos para o canal.

10 9. Sistema de transmissão de rádio de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que, o dispositivo de avaliação (35) realiza uma análise do diagrama de constelação e/ou da distância de interferência do sinal e/ou de grandezas características de fading e/ou das taxas de erro de bit.

15 10. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de que, cada nó (30) do sistema de transmissão de rádio apresenta um dispositivo de comutação (36), que comuta a recepção cíclica entre uma frequência da rede ad hoc (31) e a frequência do canal de orientação (32).

20 11. Sistema de transmissão de rádio de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que, a transmissão para o canal de orientação e/ou para a recepção do canal de orientação é empregado um aparelho de rádio da rede.

25 12. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de que, para a recepção do canal de orientação (32) cada nó (30) do sistema de transmissão de rádio tem um receptor e transmissor (34) separado.

30 13. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado pelo fato de que, cada nó (30) do sistema de transmissão de rádio tem um módulo de hardware ou de software para a recepção do canal de orientação (32), que está integrado em um aparelho de rádio da rede pertencente ao nó (30).

14. Processo para a operação de um sistema de transmissão de rádio com uma rede ad hoc (31), através da qual podem ser transmitidos pacotes de dados com uma forma de onda predeterminada e com um canal de orientação (32), sendo que, a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da rede ad hoc (31) é continuamente avaliada e os pacotes de dados podem ser, então, transmitidos quando a qualidade da transmissão dos pacotes de dados tiver sido avaliada como insuficiente através da rede ad hoc (31).

15. Processo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com uma frequência de transmissão menor que a rede ad hoc (31), em particular, na faixa de HF (10 MHz - 30 MHz) ou na faixa de HF (30 MHz - 88 MHz).

16. Processo de acordo com a reivindicação 14 ou 15, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com um tipo de modulação de valor mais baixo que a rede ad hoc (31), em particular, PSK (Phase Shifting Key/ chave de mudança de fase) ou FSK (Frequency Shifting Key/ chave de mudança de frequência).

17. Processo de acordo com uma das reivindicações de 14 a 16, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com uma proteção contra erro melhor que a rede ad hoc (31).

18. Processo de acordo com uma das reivindicações de 14 a 17, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com uma taxa de dados menor que a rede ad hoc (31).

19. Processo de acordo com uma das reivindicações de 14 a 18, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com uma capacidade de transmissão mais alta que a rede ad hoc (31).

20. Processo de acordo com uma das reivindicações de 14 a 19, caracterizado pelo fato de que, um canal da rede ad hoc (31) não ocupado com o tráfego de rádio é avaliado por meio da determinação do tamanho e/ou do tipo dos sinais de interferência sobre o canal.

21. Processo de acordo com uma das reivindicações de 14 a 20, caracterizado pelo fato de que, um canal da rede ad hoc (31) ocupado com o

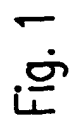
tráfego de rádio é avaliado por meio da análise dos sinais de mensagem dos pacotes de dados transmitidos para o canal.

22. Processo de acordo com a reivindicação 21, caracterizado através de uma análise do diagrama de constelação e/ou da distância de
5 sinal de interferência e/ou de grandezas características de fading e/ou das taxas de erro de bit.

23. Processo de acordo com uma das reivindicações de 14 a 22, caracterizado pelo fato de que, em cada nó (30) do sistema de transmissão de rádio a recepção cíclica é comutada entre uma frequência da rede ad hoc
10 (31) e a frequência do canal de orientação (32).

24. Processo de acordo com uma das reivindicações de 14 a 23, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação é empregado para a consulta da identidade de um nó de rede, e para a consulta de sua posição.

25. Processo de acordo com a reivindicação 24, caracterizado
15 pelo fato de que, essa consulta ocorre ou uma vez, iniciada pelo usuário, ou de forma cíclica, controlada através do nó.



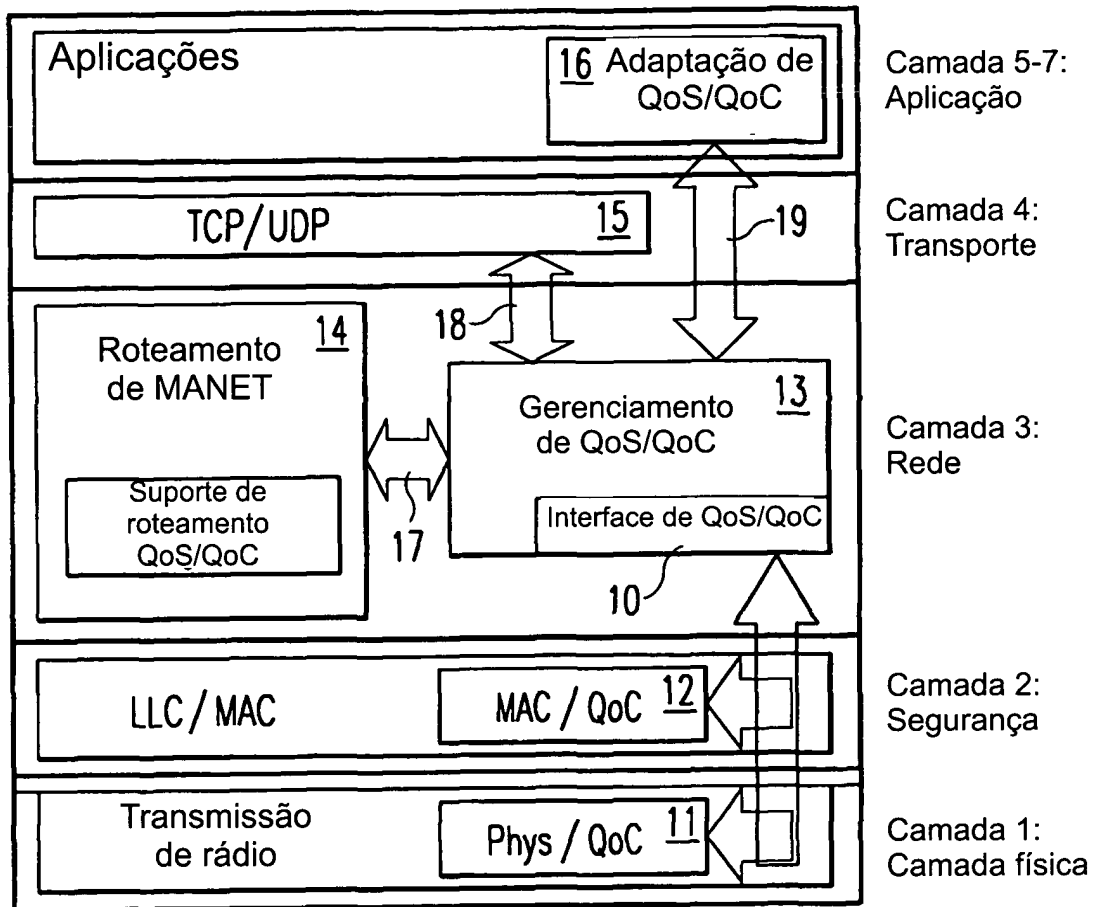
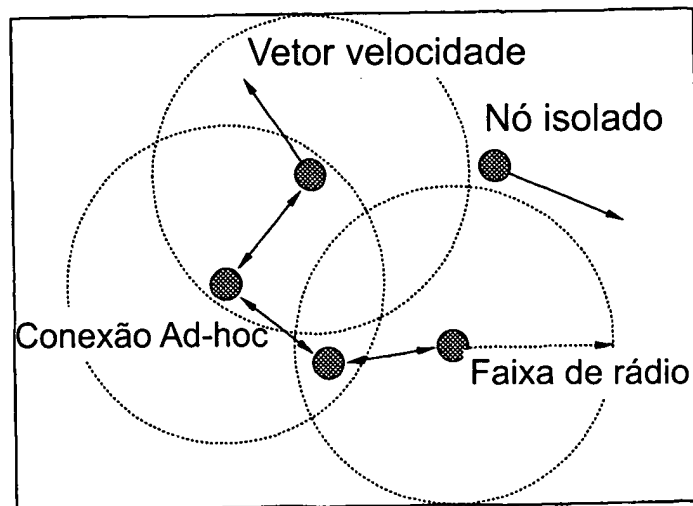
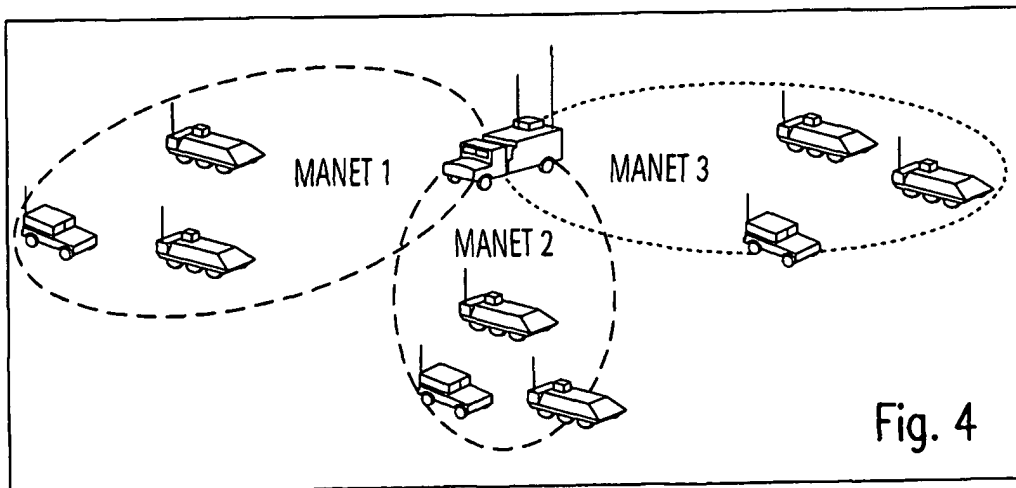
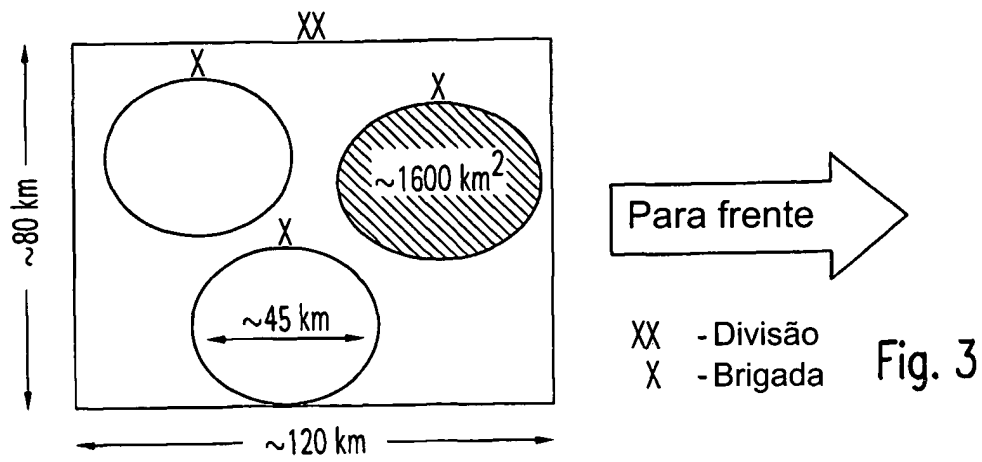


Fig. 2



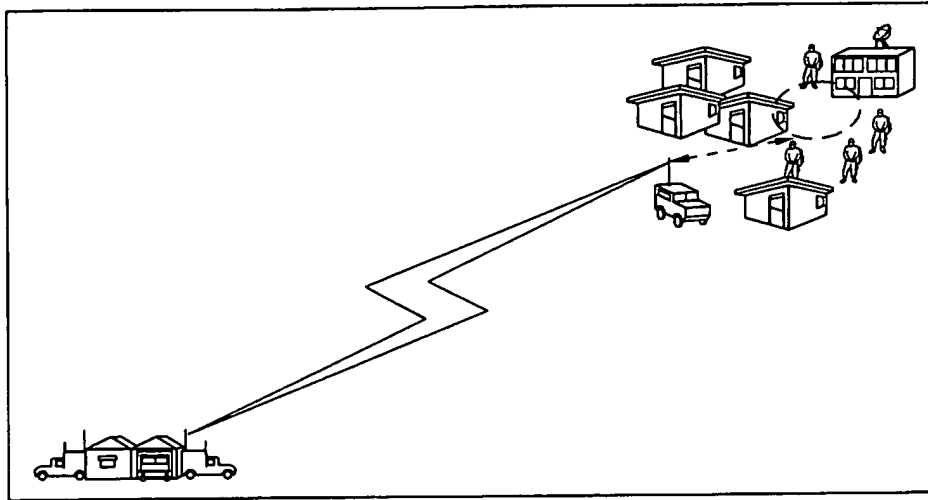


Fig. 6

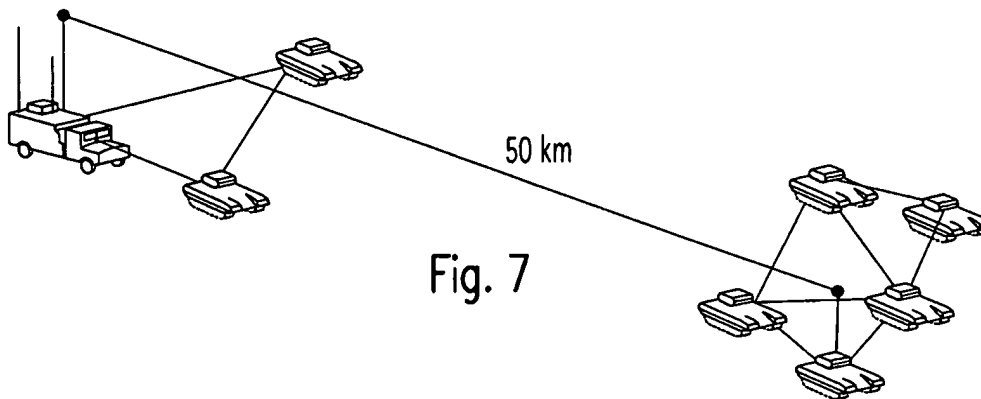


Fig. 7

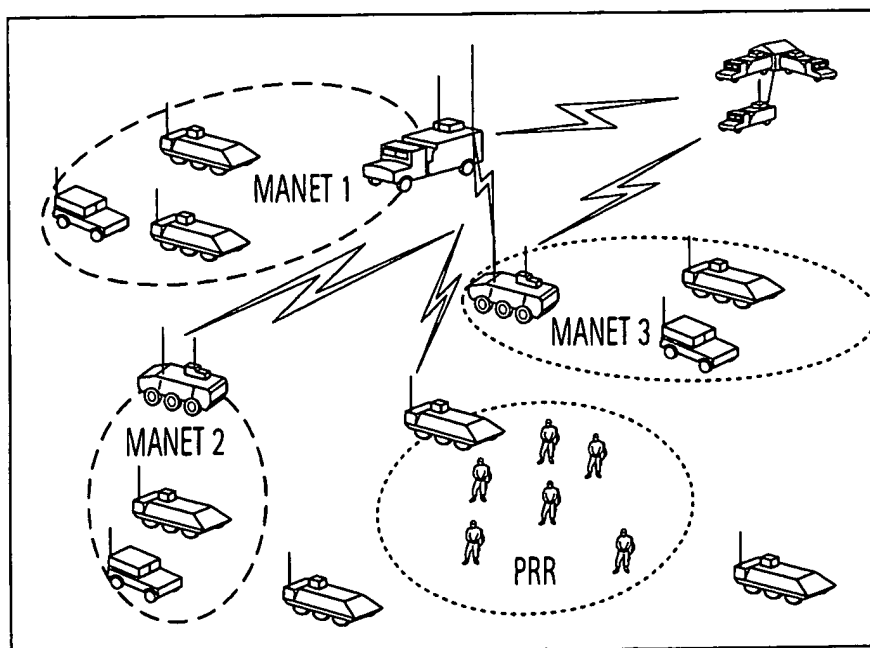


Fig. 8

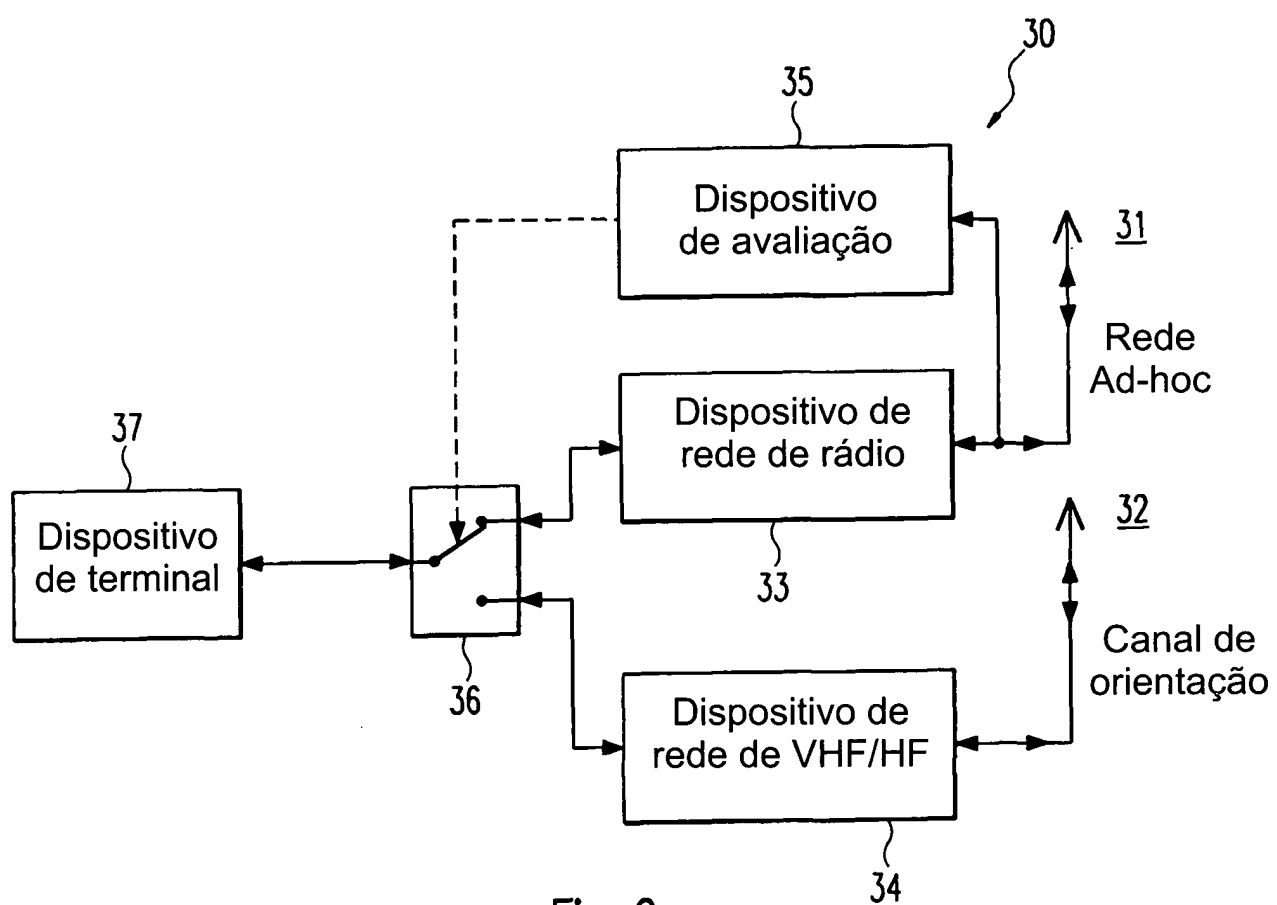


Fig. 9

RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE RÁDIO E PROCESSO PARA A SUA OPERAÇÃO"**.

5 A presente invenção se refere a um sistema de transmissão de rádio com uma rede ad hoc (31) através da qual podem ser transmitidos pacotes de dados com uma forma de onda predeterminada, com um dispositivo de avaliação (35) para cada nó (30) que avalia a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da rede ad hoc (31) e com um canal de orientação (32). Através do canal de orientação (32) os pacotes de dados são,
10 então, transmitidos quando o dispositivo de avaliação (35) tiver avaliado a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da rede ad hoc (31) como insuficiente.

Novo quadro reivindicatório (total de 23 reivindicações), incorporando as emendas às reivindicações conforme relatório do Exame Preliminar.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de transmissão de rádio

com uma rede ad hoc (31) com vários nós (30), através da qual
São transmitidos pacotes de dados com uma forma de onda predetermina-
5 da,

com um dispositivo de avaliação (35) para cada nó (30), que a-
valia a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da rede ad
hoc (31), e

com um canal de orientação (32), através do qual, os pacotes de
10 dados podem ser, então, transmitidos, quando o dispositivo de avaliação
(35) tiver avaliado a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através
da rede ad hoc (31) como insuficiente, caracterizado pelo fato de que,

cada nó (30) do sistema de transmissão de rádio apresenta um
dispositivo de comutação (36), que comuta também a recepção, então, cícli-
ca entre uma frequência da rede ad hoc (31) e a frequência do canal de ori-
15 entação (32), quando o dispositivo de avaliação (35) avaliar a transmissão
através da rede ad hoc (31) como suficientemente qualitativa.

2. Sistema de transmissão de rádio de acordo com a reivindica-
ção 1, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) tem uma
20 frequência de transmissão mais baixa que a rede ad hoc (31), em particular,
na faixa de HF (10 MHz - 30 MHz) ou na faixa de VHF (30 MHz - 88 MHz).

3. Sistema de transmissão de rádio de acordo com a reivindica-
ção 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) tem
um tipo de modulação mais robusta que a rede ad hoc (31), em particular, de
25 valor mais baixo PSK (Phase Shift Keying/ chave de mudança de fase) ou
FSK (Frequency Shift Keying/ chave de mudança de frequência).

4. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das rei-
vindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação
(32) tem um código de valor mais baixo que a rede ad hoc (31).

30 5. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das rei-
vindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação
(32) tem uma proteção contra erro melhor e/ou um código melhor que a rede

ad hoc (31).

6. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) tem uma potência de transmissão mais alta que a rede ad hoc (31).

5 7. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que, o dispositivo de avaliação (35) avalia um canal da rede ad hoc (31) não ocupado com o tráfego de rádio por meio da determinação do tamanho e/ou do tipo dos sinais de interferência sobre o canal.

10 8. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de que, o dispositivo de avaliação (35) avalia um canal da rede ad hoc (31) ocupado com o tráfego de rádio por meio da análise dos sinais de mensagem dos pacotes de dados transmitidos para o canal.

15 9. Sistema de transmissão de rádio de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que, o dispositivo de avaliação (35) realiza uma análise do diagrama de constelação e/ou da distância de interferência do sinal e/ou de grandezas características de fading e/ou das taxas de erro de bit.

20 10. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de que, para a transmissão para o canal de orientação e/ou para a recepção do canal de orientação é empregado um aparelho de rádio da rede.

25 11. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de que, para a recepção do canal de orientação (32) cada nó (30) do sistema de transmissão de rádio tem um receptor e transmissor (34) separado.

30 12. Sistema de transmissão de rádio de acordo com uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de que, cada nó (30) do sistema de transmissão de rádio tem um módulo de hardware ou de software para a recepção do canal de orientação (32), que está integrado em um aparelho de rádio da rede pertencente ao nó (30).

13. Processo para a operação de um sistema de transmissão de rádio com uma rede ad hoc (31), através da qual podem ser transmitidos pacotes de dados com uma forma de onda predeterminada e com um canal de orientação (32), sendo que, a qualidade da transmissão dos pacotes de dados através da rede ad hoc (31) é continuamente avaliada, e os pacotes de dados podem ser, então, transmitidos quando a qualidade da transmissão dos pacotes de dados tiver sido avaliada como insuficiente através da rede ad hoc (31),

caracterizado pelo fato de que, em cada nó (30) do sistema de transmissão de rádio a recepção cíclica é, então, comutada também entre uma frequência da rede ad hoc (31) e a frequência do canal de orientação (32), quando o dispositivo de avaliação (35) avalia a transmissão através da rede ad hoc (31) como suficientemente qualitativa.

14. Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com uma frequência de transmissão menor que a rede ad hoc (31), em particular, na faixa de HF (10 MHz - 30 MHz) ou na faixa de VHF (30 MHz - 88 MHz).

15. Processo de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com um tipo de modulação de valor mais baixo que a rede ad hoc (31), em particular, PSK (Phase Shifting Keying/ chave de mudança de fase) ou FSK (Frequency Shifting Keying/ chave de mudança de frequência).

16. Processo de acordo com uma das reivindicações de 13 a 15, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com uma proteção contra erro melhor que a rede ad hoc (31).

17. Processo de acordo com uma das reivindicações de 13 a 16, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com uma taxa de dados menor que a rede ad hoc (31).

18. Processo de acordo com uma das reivindicações de 13 a 17, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação (32) é operado com uma potência de transmissão mais alta que a rede ad hoc (31).

19. Processo de acordo com uma das reivindicações de 13 a 18,

caracterizado pelo fato de que, um canal da rede ad hoc (31) não ocupado com o tráfego de rádio é avaliado por meio da determinação do tamanho e/ou do tipo dos sinais de interferência sobre o canal.

5 20. Processo de acordo com uma das reivindicações de 13 a 19, caracterizado pelo fato de que, um canal da rede ad hoc (31) ocupado com o tráfego de rádio é avaliado por meio da análise dos sinais de mensagem dos pacotes de dados transmitidos para o canal.

10 21. Processo de acordo com a reivindicação 20, caracterizado através de uma análise do diagrama de constelação e/ou da distância de interferência do sinal e/ou de grandezas características de fading e/ou das taxas de erro de bit.

22. Processo de acordo com uma das reivindicações de 13 a 21, caracterizado pelo fato de que, o canal de orientação é empregado para a consulta da identidade de um nó de rede, e para a consulta de sua posição.

15 23. Processo de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que, essa consulta ocorre ou uma vez, iniciada pelo usuário ou de forma cíclica, controlada através do nó.