



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SINAL DE RADIODIFUSÃO COM TRANSMISSÃO SIMULTÂNEA DE FM, SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE RADIODIFUSÃO E DISPOSITIVO DE RECEPÇÃO PARA O MESMO"**.

5 A presente invenção refere-se a um sinal de radiodifusão com transmissão simultânea de FM de acordo com as características do preâmbulo da reivindicação de patente 1 e a um sistema de transmissão de radiodifusão, bem como a um dispositivo de recepção, que trabalha com esses sinais.

10 Para transmissão de programas de radiodifusão, dados são modulados e transmitidos através de uma interface de rádio a receptores remotos. Até o presente não se conseguiu introduzir, com sucesso, no mercado um sucessor digital pra o sistema de radiodifusão de UKW com várias décadas de idade, que se baseia em uma modulação de frequência. Um dos problemas principais consiste no fato de que padrões desenvolvidos, tal como

15 "Digital Áudio Broadcasting" (EUREKA 147) não permitem a mesma retícula de frequência como no sistema atual. Enquanto os novos padrões trabalham com uma largura de banda de 1,5 MHz por sinal, a retícula de UKW, ao contrário, utiliza para esse fim cerca de 300 kHz. Portanto, uma migração "sua-

20 ve" por adaptação de transmissores para transmissores para canais individuais não é possível, mas sempre precisam ser desligados cinco programas analógicos, situados um ao lado do outro, para poder introduzir um multiplex digital para a transmissão de sinal digital. Mas, para a recepção de programas digitais são necessários aparelhos de recepção novos, onerosos, que

25 quase ainda não têm difusão em introdução no mercado, de modo que com a introdução, por exemplo, da radiodifusão digital na banda de UKW, os que oferecem programas precisam deixar sua audiência cair para praticamente zero.

Um objetivo prioritário consiste, portanto, no fato de definir um

30 sinal transmissível através de uma interface de rádio, que a uma largura de banda fixa, pode ser decodificado tanto analogicamente, por meio de desmodulação de FM clássica, como também digitalmente.

Atualmente, na produção de um sinal desmodulado em fm, um sinal de sinusoidal é usado como portador, cuja amplitude é mantida em um valor constante, por exemplo, o valor 1. A modulação ocorre por uma modulação da fase desse sinal portador. Na modulação de frequência, a fase é modulada com um sinal integrado, com o que é produzido um sinal sinusoidal com distância de sinal zero alternada. Um sinal analógico desse tipo, transmitido através de uma interface de rádio, é recebido por um aparelho de rádio convencional como dispositivo de recepção e sua fase é diferenciada temporalmente no receptor, para poder reconstruir o sinal analógico original de dados de serviço e transmitir o mesmo.

Nas atuais introduções de sinais digitais paralelamente a sinais analógicos, precede-se de acordo com o princípio do multiplex de frequência. A um sinal analógico modulado em FM, clássico, são colocados ao lado portadoras digitais. A energia das portadoras digitais, nesse caso, é adaptada de tal modo que as interferências do sinal analógico permanecem no âmbito aceitável.

Dos Estados Unidos é conhecido um processo sob a designação de IBOC (In Band On Channel), que adiciona nos lados ao espectro analógico sinais modulados digitalmente e fortemente rebaixados. As interferências são atenuadas ou previstas, sendo que, a uma má recepção, pode ocorrer uma sobreposição entre sinais decodificados digitalmente e analogicamente. Mas, afinal de contas, trata-se de uma separação espectral rígida dos sinais analógicos e digitais, com um âmbito de sobreposição permitido.

No processo de IBOC é desvantajoso que, devido à retícula de canal mais estreita, o mesmo não é fácil de ser usado na região européia. Além disso, o âmbito de proteção entre canais adjacentes é diminuído.

Além disso, é desvantajoso, nesse caso, que a quantidade de dados do sinal modulado digitalmente é relativamente pequena. Isso se deve, por um lado, na energia relativamente pequena desses sinais, uma vez que os mesmos não podem prejudicar demais a qualidade do sinal analógico. Energia baixa implica necessidade de melhor proteção contra erros de transmissão, isto é, uma redundância mais alta, e, com isso, em uma redu-

ção da quantidade de dados efetivamente transmissível. Por outro lado, as portadoras só dispõem de pouca largura de banda, o que também leva a uma redução da quantidade de dados.

O documento EP 1 276 257 B1 descreve um sinal de transmissão simultânea de DRM/AM (DRM : Digital Radio Mondial), no qual um sinal modulado em amplitude está oculto em um sinal digital, sendo que o sinal, em uma representação no espaço de valores complexos, precisa chegar sobre o eixo real. Desvantajoso é que o mesmo não é aplicável ou não é aplicado para sinais modulados de FM.

A tarefa da invenção consiste no fato de propor um sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM, para pôr à disposição um sinal total, para transmissão como um sinal de radiodifusão, particularmente, para pôr à disposição ou processar sinais de FM, sendo que um sinal modulado desse modo deve possibilitar um melhor aproveitamento de um âmbito de frequência fixamente predeterminado, para transmissão de partes de sinais digitais e analógicos.

Essa tarefa é solucionada por um sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM de acordo com as características da reivindicação de patente 1.

Configurações vantajosas são objeto de reivindicações secundárias.

Por conseguinte, um sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM, no qual pelo menos um sinal digital e um sinal analógico estão combinados em um canal de transmissão com largura de banda limitada como sinal total (s), que apresenta uma primeira velocidade de fase (vs), para uma transmissão. Nesse caso, é posto à disposição um sinal auxiliar (hs), que está formado na região complexa do sinal digital (ds) modulado, a ser transmitido, e do sinal analógico (as) modulado em Fm, a ser transmitido, que apresenta uma segunda velocidade de fase (vas). Esse sinal auxiliar (hs) está situado em pelo menos um âmbito de frequência não usado ou pelo menos não usado extensivamente pelo sinal digital. Além disso, o sinal total, previsto para transmissão, consiste no sinal auxiliar (hs) e no sinal digi-

tal (ds) modulado em FM, sendo que a primeira velocidade de faz (vs) do sinal total (s) corresponde, pelo menos aproximadamente, à segunda velocidade de fase (vas) do sinal analógico.

O sinal total é, de preferência, formado como sinal acumulado, formado de pelo menos uma portadora modulada digitalmente com o sinal digital e do sinal auxiliar sobre as outras portadoras para o sinal auxiliar. O sinal auxiliar, nesse caso, é formado, vantajosamente, como um sinal diferencial aproximado. O sinal diferencial é, de preferência, formado como diferença, particularmente, subtração, pelo menos de um sinal digital e pelo menos um sinal analógico, que devem ser transmitidos por meio do sinal total.

O sinal auxiliar é, de preferência, formado de um sinal analógico, que é modulado em FM na banda básica complexa, de um segundo sinal digital, como um sinal modulado digitalmente e por uma formação de diferença do sinal modulado em Fm na banda básica complexa e do segundo sinal modulado digitalmente, sob formação de um sinal diferencial. O sinal modulado digitalmente apresenta, nesse caso, de preferência, uma largura de banda limitada, que foi atribuída a um transmissor para um determinado serviço de radiodifusão. O sinal auxiliar é formado, particularmente, como aproximação do sinal diferencial.

O sinal diferencial pode ser otimizado, particularmente, minimizado, para formação do sinal auxiliar, no que se refere à energia do sinal diferencial. O sinal diferencial pode ser modificado, para formação do sinal auxiliar, para limitação a partes espectrais dentro de um espectro predeterminado.

O sinal digital é limitado, de preferência, a um bloco digital, particularmente, um bloco digital com uma largura de banda entre cerca de 50 - 400 kHz, de modo que é possibilitada uma filtração e, com isso, uma melhor decodificação. O bloco digital, nesse caso, pode ser posicionado, vantajosamente, à direita ou à esquerda de uma frequência central, com um sinal auxiliar com a mesma largura de banda no outro lado. O bloco ou uma portadora digital também pode ser posicionado sobre uma frequência central e sinais de compensação podem ser posicionados nos dois lados da frequência central.

É vantajoso um processo, no qual o sinal total é gerado para transmissão através de uma portadora de múltiplos sinais, com uma pluralidade de subportadoras, sendo que as partes de sinal digitais são variadas nas subportadoras. Nesse caso, é aproveitado o grau de libertação, que resulta do fato de que essa variação não tem nenhuma influência sobre as partes de sinal analógicas, que são detectáveis por um receptor analógico.

Correspondentemente, é preferido um processo para processamento de um sinal total recebido, que foi produzido desse modo, sendo que de um sinal total é filtrado pelo menos um sinal digital em um aparelho receptor e/ou no qual, de um sinal total, é obtido pelo menos um sinal analógico por desmodulação no tipo de um sinal modulado em fm analógico. De preferência, as duas operações podem ser realizadas por um mesmo dispositivo de recepção, de modo que o dispositivo de recepção pode ser usado universalmente, também em regiões com transmissão apenas analógica ou apenas digital.

São preferidos, de modo correspondentemente independente, um dispositivo de transmissão, para pôr à disposição um sinal total desse tipo, com um gerador de sinais, e um dispositivo de recepção, para recepção desse sinal de radiodifusão. O dispositivo de recepção, nesse caso, está de preferência, configurado e/ou controlado de modo a gerar do sinal total tanto pelo menos um sinal digital como também pelo menos um sinal analógico.

O dispositivo de recepção apresenta, de preferência, um gerador de sinais, que para pôr à disposição o sinal analógico, está formado e/ou controlado para, de componentes convencionais, gerar um sinal analógico de um sinal de radiodifusão modulado em FM. Um gerador de sinais desse tipo está formado, de preferência, para filtrar pelo menos um sinal digital do sinal total recebido.

De acordo com o procedimento preferido para pôr à disposição um sinal, uma separação espectral é evitada pelo fato de que as portadoras moduladas digitalmente são partes desse sinal. Nesse caso, encontra aplicação uma geração clássica de um sinal de FM. Para continuar a possibilitar uma recepção em aparelhos receptores antigos, por exemplo, rádios de

UKW, as propriedades primárias para a desmodulação de FM de um sinal de FM são aproximadas com um sinal artificial nas frequências não usadas digitalmente. Uma dessas propriedades primárias é, particularmente, que a fase diferenciada precisa produzir o sinal de áudio a ser modulado. Propriedades secundárias, que não encontram nenhuma aplicação ou nenhuma aplicação obrigatória para a desmodulação no receptor clássico, tal como, por exemplo, uma amplitude constante, são dispensadas, em favor da integração das portadoras digitais. Desse modo, particularmente pela introdução de uma amplitude não mais constante, mas variável, é criado um grau de liberação, que é aproveitado para a transmissão dos sinais digitais.

É particularmente vantajoso que na geração de sinais e associação a portadoras individuais da banda disponível, o número das portadoras digitais e sua localização no espectro não têm nenhuma importância a partir da idéia básica. Por exemplo, sempre podem alternar-se uma portadora de dados verdadeira para um sinal digital e uma portadora para um sinal auxiliar, para a modulação de sinais de FM. É particularmente vantajoso pôr à disposição um bloco digital de, por exemplo, 50-100 kHz de largura de banda, que permite uma filtração e, com isso, uma melhor decodificação dos sinais ou partes de sinais digitais. Um bloco desse tipo pode ser posicionado, por exemplo, à direita ou à esquerda da frequência central de uma banda limitada, posta à disposição, com um sinal auxiliar com a mesma largura de banda, sobre o outro lado. Também é vantajoso um posicionamento sobre a própria frequência central, com sinais de compensação nos dois lados.

Essa geração de sinais e associação a portadoras individuais são particularmente vantajosas pelo fato de que é possibilitada uma mudança contínua de operação analógica para digital. No caso de um transmissor de UKW, desse modo, ao longo do tempo, portadoras individuais podem ser mudadas de uma ocupação para transmissões de sinais analógicos para transmissões de sinais digitais, sendo que os sinais auxiliares são substituídos por sinais portadoras modulados digitalmente.

Mas, em uma mudança desse tipo, convenientemente é observado que o número das portadoras à disposição dos sinais auxiliares seja

suficientemente grande, para garantir, uma decodificação de sinais ou desmodulação de sinais em um receptor de rádio analógico, ainda com qualidade suficiente. Com referência a isso, é preferido quando o número das portadoras para sinais digitais perfaz menos da metade de todo o âmbito de frequência limitado disponível, para que estejam à disposição portadoras 5 suficientes para a transmissão de sinais auxiliares. Particularmente, a uma designação de mais da metade do âmbito de frequência para sinais auxiliares, está à disposição uma energia suficiente para transmissão de um sinal de rádio analógico, paralelamente a sinais de rádio digitais. Em outras larguras de banda de frequência, do que são atualmente usuais na área da Europa, também pode ser correspondentemente necessário um número maior ou 10 menor de portadoras para transmissão do sinal auxiliar.

Uma vez que, sobretudo no setor móvel, crescentemente encontram aplicação receptores de FM com largura de banda variável ou adaptável do filtro preparatório, no cálculo dos sinais auxiliares é vantajoso configurar de modo pequeno as partes dos âmbitos marginais espectrais para a garantia das propriedades de sinal de FM primárias. 15

Um exemplo de modalidade é explicado detalhadamente a seguir, por meio do desenho. Mostram:

20 a figura 1 esquematicamente, uma disposição de um dispositivo de transmissão para pôr à disposição um sinal total, a ser transmitido através de uma interface e dispositivos no lado da recepção, para receber e processar um sinal total desse tipo, sendo que o sinal total está composto de sinais digitais e sinais auxiliares, postos à disposição para transmissão de 25 sinais analógicos,

a figura 2 esquematicamente, uma representação de índice no plano de valores complexos para ilustração da geração de um sinal auxiliar desse tipo,

a figura 3 exemplificadamente, um detalhe do espectro de frequência do sinal de radiodifusão com transmissão simultânea de FM, e 30

a figura 4 uma disposição correspondente à figura 1, com um aparelho receptor combinado, para recepção tanto de partes de sinais digi-

tais como também analógicos do sinal total.

A figura 1 mostra uma disposição exemplificada de um sistema de radiodifusão, no qual sinais modulados em FM são transmitidos na forma de um sinal total s entre dispositivos no lado transmissor e no lado receptor, tal como é conhecido, por exemplo, na transmissão de rádio de UKW. A descrição é, portanto, muito resumida e, substancialmente, apenas com vistas ao procedimento preferido para geração desse sinal total s ou para a desmodulação do mesmo.

No lado transmissor um sinal total s é gerado em um dispositivo transmissor em um gerador de sinais SSG e posto à disposição, que é irradiado através de uma antena transmissor S . Na modalidade representada, porém, não são postos à disposição um sinal de transmissão analógico puro nem um sinal de transmissão digital puro. No sistema de uma transmissão simultânea para digitalização de sistemas de radiodifusão que se baseiam em modulação de frequência, em vez disso é posto à disposição um sinal total digital s , que também contém componentes de sinal analógicos ou pseudo-analógicos, que podem ser recebidos e processados por um aparelho receptor analógico convencional.

No exemplo de modalidade representado, parte-se do fato de que está à disposição um primeiro sinal s_1 , particularmente analógico, que no lado da recepção deve ser processado e reproduzido como sinal analógico, e que está à disposição um segundo sinal s_2 , particularmente digital, que no lado da recepção deve ser recebido e processado como um sinal digital. O gerador de sinais SSG processa correspondentemente o primeiro e o segundo sinal s_1 , s_2 , de tal modo que os mesmos são transmitidos por meio do sinal total s .

Nesse caso, o sinal total está determinado para uma largura de banda f_b limitada, que está atribuída ao dispositivo de transmissão correspondente dentro do espectro de transmissão teoricamente disponível para uma determinada região e para um determinado serviço de transmissão. Dentro da largura de banda f_b há à disposição uma pluralidade de portadoras d , h , por exemplo, portadoras na forma de sub-bandas de frequência.

Mas, em princípio, também é possível uma mudança para outras espécies de portadoras, tais como são conhecidas, por exemplo, de sistemas com multiplex de tempo, divisão de frequência e similares. Particularmente, também pode ser usado, por exemplo, um multiplex de divisão de frequência ortogonal (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplex) para transmissão do total sinal s .

Dentro da largura de banda fb limitada, a pluralidade das portadoras d, h disponíveis é dividida sobre os componentes de sinal ou sinais individuais do sinal total s . Na divisão representada, são sempre atribuídos, alternadamente, uma portadora d a um sinal digital ds e uma portadora de sinal auxiliar h a um sinal auxiliar hs . Mas, em princípio, também são possíveis outros métodos de atribuição. Nesse caso, é particularmente preferida uma atribuição de portadoras h aos sinais auxiliares hs em uma maneira tal que no lado da recepção, por um aparelho receptor analógico convencional, para recepção de sinais de frequência modulada, é garantida uma qualidade de recepção suficiente de um sinal analógico as . Nas larguras de banda fb limitadas, atualmente disponíveis, uma atribuição das portadoras d, h é realizada, nesse caso, de tal modo que, de preferência, mais da metade das portadoras, isto é, particularmente, mais da metade do âmbito de frequência disponível, é atribuída aos sinais auxiliares hs . A um número muito grande de portadoras d, h , dentro de uma grande largura de banda limitada, disponível, esse número, no entanto, também poderia, em princípio, ser fixado em um número menor. Inversamente, um número maior de portadoras d, h para o sinal auxiliar hs é preferido em relação a portadoras para o sinal digital ds , quando está à disposição apenas uma largura de banda limitada muito pequena.

No lado da recepção estão representados dois dispositivos de recepção exemplificados, um primeiro dispositivo de recepção EA, para recepção ou pôr à disposição de um sinal analógico as , e um segundo dispositivo de recepção ED, para recepção do sinal digital ds . Correspondentemente, os dois dispositivos de recepção EA, ED estão equipados, em cada caso, com uma antena receptora E e um gerador de sinais SG, SG° ligado à mes-

ma. O gerador de sinais SG do dispositivo de recepção EA analógico recebe o sinal total s , recebido pela interface, de maneira convencional, como um sinal de rádio convencional, modulado em FM, desmodula o mesmo e põe à disposição um sinal analógico as , que é ampliado por meio de um amplificador V e emitido como um sinal acústico s_2 através de um alto-falante L , de maneira usual. No caso do dispositivo de recepção EA, trata-se, portanto, de um aparelho de rádio convencional, para recepção de, por exemplo, transmissões de rádio moduladas em FM, transmitidas através de UKW.

O dispositivo de recepção digital ED também apresenta um gerador de sinais SG° , configurado de maneira usual para dispositivos de recepção digitais ED, que analisa o sinal total s recebido através da interface, com referência a sinais digitais ds sobre as portadoras disponíveis d e filtra do sinal total s os sinais digitais ds transmitidos sobre portadoras d apropriadas e encaminha os mesmos, por exemplo, a um amplificador V para amplificação e emissão através de um alto-falante L como sinal acústico s_1 . No caso do dispositivo de recepção digital ED, trata-se, portanto, de preferência, de um dispositivo de recepção digital ED usual, com componentes e funções convencionais para esse fim.

Para possibilitar um sistema de transmissão simultânea desse tipo, para digitalização, transmissão de desmodulação de sistemas de radio-difusão baseados em modulação de frequência, o sinal total s é gerado em um modo, no qual os sinais ds , ds° são gerados de maneira usual nas portadoras digitais d atribuídas aos mesmos, postos à disposição e transmitidos. Uma particularidade consiste em pôr à disposição sinais auxiliares hs , hs° , que são transmitidos através das portadoras de sinais auxiliares atribuídas aos mesmos como outras portadoras h . Os sinais auxiliares hs são gerados, nesse caso, de tal modo que ao dispositivo de recepção analógica EA ou ao gerador de sinais do mesmo SG, ao qual o sinal total s está ajustado, é encaminhado um sinal de frequência modulada, presumivelmente analógico.

Para possibilitar a função dos dois dispositivos de recepção, isto é, do dispositivo de recepção digital ED e do dispositivo de recepção analógico EA, é aproveitado, nesse caso, o fato de que em transmissões de fre-

5 qüência modulada convencionais, em última análise, só uma parte das in-
 formações teoricamente disponíveis é importante para o dispositivo de re-
 cepção analógico. Essa parte representa uma propriedade primária, sendo
 que a propriedade primária consiste, por exemplo, no fato de que a fase dife-
 10 renciada, no caso de um sistema de radiodifusão, precisa produzir o sinal de
 áudio a ser modulado. Correspondentemente, o sinal total s é construído de
 tal modo que as informações de fase, particularmente, as informações da
 parte da fase diferenciada, estão formadas de tal modo que para o dispositi-
 vo de recepção EA está presente um sinal de recepção analógico aparente-
 15 mente usual. Propriedades secundárias do sistema de freqüência modulada
 analógico, tal como uma informação de amplitude não usada, formam, por
 outro lado, um grau de libertação, que é aproveitado para a transmissão dos
 sinais digitais ds . Correspondentemente, o sinal total s compreende uma
 informação de amplitude ou modulação de amplitude, na qual estão contidas
 20 as informações para o dispositivo de recepção digital ED.

A seguir, tal como também esboçado parcialmente na figura 2, é
 descrito um processo, com o qual um sinal total s dessa espécie pode ser
 gerado. Mas, em princípio, também podem ser usadas outras propostas para
 geração de um sinal total dessa espécie, nas quais apenas as propriedades
 25 primárias são usadas para a transmissão da parte de sinal analógico, para
 usar as propriedades secundárias para uma incorporação de sinais digitais.

Em um primeiro passo, o sinal analógico s_1 a ser transmitido,
 que está presente, particularmente, como sinal de áudio analógico, é modu-
 lado em FM na banda básica complexa no gerador de sinais SSG do dispo-
 25 sitivo de transmissão. O resultado é um sinal complexo, isto é, de valor com-
 plexo, que é representado por um índice com o comprimento 1, tal como es-
 tá esboçado na figura 2 pelo índice representado para o ponto de sinal ana-
 lógico as . Se a portadora fosse não modulada, seria representado um sinal
 sinusoidal, com alta freqüência, apoiado sobre o eixo real re , de modo que a
 30 amplitude ou comprimento do índice apoiado não estaria modulada. Mas,
 pela modulação de freqüência, o ponto as do sinal analógico move-se, conti-
 nuamente, dentro do curso de freqüência máximo admissível, com uma mo-

dulação de frequência, em torno do eixo real re.

Depois, mas, opcionalmente, também antes ou paralelamente, é posto à disposição um segundo sinal digital s_2 como um sinal modulado digital com largura de banda limitada. Um sinal digital desse tipo está esboçado no plano de valor complexo, que na figura 2 está definido pelo eixo real e imaginário re, im, por um ponto ds para o sinal digital. Um índice que leva a esse ponto ds do sinal digital, apresenta, de preferência, de modo usual para sistemas de radiodifusão digitais, uma amplitude ou comprimento de índice nitidamente menor.

No passo subsequente, é formado no âmbito de tempo um sinal de erro ou diferencial fs de valor complexo por subtração do sinal analógico as modulado em FM do sinal digital ds . Esse sinal de erro corresponde a um ideal de formação para os sinais auxiliares hs no âmbito dos espectros não usados pelo sinal digital. O sinal de erro fs representa, desse modo, uma base para geração do ou dos sinal(s) auxiliar(es) hs .

Em princípio, ocorre que o sinal auxiliar hs – uma observação gráfica de acordo com a figura 2 presumida como correta - tem seu ponto de partida em ds e, inicialmente, pode terminar em qualquer ponto sobre a reta do sinal as , porque ele só chega até o ângulo w . Esses diferentes sinais hs estão desenhados em tracejado na figura 2. Mas, em uma segunda condição do sinal encontrado é exigido que a velocidade de fase vas do sinal analógico as corresponda, pelo menos aproximadamente, à velocidade de fase vs do sinal total s . No caso mais simples e ideal, ocorre, então, que o ângulo de fase w do sinal analógico as corre exatamente ou pelo menos aproximadamente ao ângulo de fase do sinal total s .

Na figura 3 está representado um exemplo do espectro de frequência do sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM. A uma frequência central, presumida exemplificadamente, de 100 MHz, o espectro de frequência do sinal digital ds tem uma largura de banda de, por exemplo, cerca de 50 KHz até cerca de 100 KHz. À direita e à esquerda disso, encontram-se, por fora, um espectro de frequência superior e inferior para dois sinais auxiliares hs_L e hs_R , que, somados no plano complexo, resultam no

sinal auxiliar h_s . No total, o sinal total s tem aproximadamente uma largura de banda de 300 KHz até aproximadamente 400 KHz.

Como o sinal de erro f_s possui partes espectrais em todo o espectro de serviço, isto é, também no espectro digital, o mesmo é modificado de tal modo que ela só tem, ainda, partes espectrais no espectro permitido. Como outro critério, é, de preferência, otimizada a energia do sinal de erro f_s , particularmente, minimizada. Para a realização da modificação e otimização, podem ser usados processos numéricos, em si conhecidos, para fins de otimização, particularmente, processos que se baseiam em processos de gradiente conhecidos. Pela modificação do sinal de erro f_s , resulta uma resultante do sinal analógico. A oscilação de amplitude causada pela modificação, devido à modulação de FM, não tem efeitos sobre os dados transmissíveis do sinal analógico. Com isso, é posto à disposição um grau de libertação, que pode ser aproveitado para os dados digitais. Particularmente no caso de uma chamada portadora de múltiplos sinais, isto é, de uma portadora com muitas subportadoras e portadoras secundárias, as partes de sinais digitais são variáveis nas portadoras secundárias, sem, nesse caso, influenciar a reconstrução analógica em um receptor analógico.

Dessa maneira, o sinal total é gerado como um sinal de transmissão simultânea, que não se apresenta mais como um sinal de FM puro, mas no qual apenas ainda a fase diferenciada corresponde ao sinal analógico s_1 , a ser efetivamente modulado.

A figura 3 mostra uma modalidade, na qual, em vez de dois dispositivos de recepção EA, ED separados, é usado um único dispositivo de recepção como um dispositivo de recepção combinado EAD. Correspondentemente, a seguir, são abordados apenas aspectos diferentes e, de resto, faz-se referência às modalidades da figura 1.

Através de uma antena receptora E, um sinal total s recebido é novamente introduzido, através da interface, no gerador de sinais SG^* . Mas, o gerador de sinais SG^* está de tal modo modificado que ele pode realizar tanto um processamento de sinais no sentido de um receptor analógico, como, também, um processamento de sinais no sentido de um receptor digital

e, correspondentemente, põe à disposição, em duas saídas, um sinal analógico a_s e um sinal digital d_s , separado do mesmo. O sinal analógico a_s e o sinal digital d_s podem ser processados adicionalmente de maneira convencional, por exemplo, através de interfaces, transmitidos a outros dispositivos ou amplificados, através de amplificadores V , para a reprodução acústica através de alto-falantes L . De acordo com uma modificação, porém, também podem estar disponíveis dois geradores de sinais independentes em um dispositivo de recepção combinado EAD desse tipo, que estão formados para pôr à disposição sinais digitais ou analógicos e , em cada caso, recebem o

5

10

sinal total s .

De acordo com a modalidade preferida, desse modo, é formado e transmitido um sinal acumulado, sendo que o sinal acumulado é formado, por um lado, de uma portadora d modulada digitalmente, com o ou os sinal(sinais) digital(ais) e , e, por outro lado, do sinal auxiliar h_s , de preferência,

15

como uma aproximação do sinal diferencial ou sinal de erro f_s . O sinal total s , inclusive os componentes do sinal auxiliar ou dos sinais auxiliares h_s , situa-se, nesse caso, dentro da limitação de banda d_e , por exemplo 300 kHz, predeterminada pela largura de banda limitada f_b . As partes digitais, na forma dos sinais digitais d_s , sobre as portadoras d , reservadas para as mes-

20

mas, são dispostas de tal modo que elas podem ser filtradas individualmente, por exemplo, sob uso de separação por multiplex de tempo ou de frequência.

O procedimento para geração de sinais foi descrito com base em um sistema de radiodifusão exemplificado no âmbito de UKW. Em princípio,

25

porém, também é possível uma transposição do procedimento para outros âmbitos de frequência e tipos de sistemas de transmissão. Particularmente, também é possível uma transmissão para sistemas transmissores de imagens ou sistemas transmissores de imagens e som, tal como no caso da transmissão de sinais de televisão.

REIVINDICAÇÕES

1. Sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM, no qual pelo menos um sinal digital e um sinal analógico estão combinados em um canal de transmissão com largura de banda limitada como sinal total (s),
5 que apresenta uma primeira velocidade de fase (v_s), para uma transmissão, caracterizado pelo fato de que
- é posto à disposição um sinal auxiliar (hs), que na região complexa está formado do sinal digital (ds) modulado, a ser transmitido, e do sinal analógico (as) modulado em FM, a ser transmitido, que apresenta uma
10 segunda velocidade de fase (v_{as}),
 - que esse sinal auxiliar (hs) é colocado em um âmbito de frequência não usado ou pelo menos extensivamente não usado, pelo sinal digital,
 - que o sinal total (s), previsto para transmissão, consiste no si-
15 nal auxiliar (hs) e no sinal digital (ds) modulado em FM, e
 - que a primeira velocidade de fase (v_s) do sinal total (s) corresponde, pelo menos aproximadamente, à segunda velocidade de fase (v_{as}) do sinal analógico (as).
2. Sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM de
20 acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sinal auxiliar (hs) está situado em um âmbito de frequência situado acima e abaixo do âmbito de frequência do sinal digital (ds) modulado em FM.
3. Sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o sinal
25 total (s) está limitado a uma largura de banda de cerca de 300 KHz até cerca de 400 kHz e o sinal digital (ds), a uma largura de banda de cerca de 50 KHz até cerca de 100 KHz.
4. Sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que uma
30 pluralidade de sinais digitais (as) a ser transmitida e um sinal analógico (as) a ser transmitido estão combinados no sinal total (s).
5. Sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM de

acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o sinal total (s) é um sinal de rádio transmitido.

5 6. Sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o sinal auxiliar (hs) aproxima na região complexa a diferença do sinal digital (ds) modulado, a ser transmitido, e do sinal analógico (as) desmodulado em FM, a ser transmitido.

10 7. Sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o sinal digital modulado, a ser transmitido, é um sinal de OFDM ou QAM.

8. Sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que um ângulo de fase (w) do sinal total (s) corresponde, pelo menos aproximadamente, a um ângulo de fase do sinal analógico (as).

15 9. Sistema de transmissão de radiodifusão, no qual é transmitido um sinal de transmissão simultânea como definido em uma das reivindicações 1 a 8.

10. Dispositivo de recepção para decodificação do sinal de radiodifusão formado como definido em uma das reivindicações 1 a 8.

20 11. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o mesmo pode decodificar tanto o sinal digital (ds) como também o sinal total (s).

25 12. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o mesmo extrai um sinal de fase do sinal total (s) recebido e do mesmo desmodula um sinal de áudio, que corresponde, substancialmente, ao sinal de áudio do sinal de FM (as) analógico a ser transmitido.

30 13. Dispositivo de recepção de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que na dependência das condições de recepção, é feita a mudança entre a recepção do sinal digital (ds) e o sinal total (s).

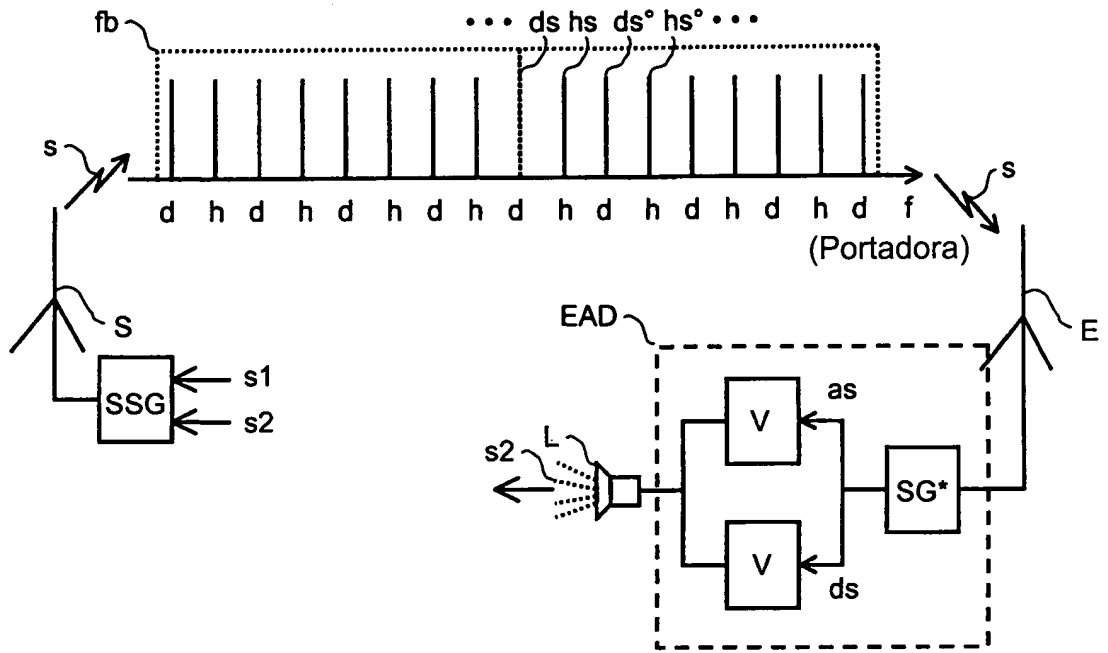


Fig. 4



RESUMO

Patente de Invenção: "SINAL DE RADIODIFUSÃO COM TRANSMISSÃO SIMULTÂNEA DE FM, SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE RADIODIFUSÃO E DISPOSITIVO DE RECEPÇÃO PARA O MESMO".

5 A presente invenção refere-se a um sinal de radiodifusão de transmissão simultânea de FM, no qual pelo menos um sinal digital e um sinal analógico estão combinados para transmissão em um canal de transmissão com largura de banda limitada como um sinal total (s), que apresenta uma primeira velocidade de fase (vs), sendo que é posto à disposição um

10 sinal auxiliar (hs), que está formado na região complexa do sinal digital (ds) modulado, a ser transmitido, e do sinal analógico (as) modulado em FM, a ser transmitido, que apresenta uma segunda velocidade de fase (vas). O referido sinal auxiliar (hs) está colocado em um âmbito de frequência não usado ou pelo menos extensivamente não usado do sinal digital (ds). O sinal

15 total (s) para transmissão compreende o sinal auxiliar (hs) e o sinal digital (ds) modulado em FM e a primeira velocidade de fase (vs) do sinal total (s) corresponde, pelo menos aproximadamente, à segunda velocidade de fase (vas) do sinal analógico (25).