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

(11) **PI 0101297-5 B1**

(22) Data do Depósito: 03/04/2001

(45) Data de Concessão: 29/12/2015

(RPI 2347)

(54) Título: SISTEMA RECEPTOR UTILIZANDO CONVERSÃO DE ANALÓGICO PARA DIGITAL EM RADIOFREQUÊNCIA E MÉTODO

(51) Int.Cl.: H03M 1/12

(30) Prioridade Unionista: 14/04/2000 US 09/548.995

(73) Titular(es): LUCENT TECHNOLOGIES

(72) Inventor(es): ARILD KOLSRUD, WALTER JOSEPH KAMINSKI

SISTEMA RECEPTOR UTILIZANDO CONVERSÃO DE ANALÓGICO PARA DIGITAL EM RADIOFREQÜÊNCIA E MÉTODO

Antecedentes da Invenção

1. Campo da Invenção

Esta invenção relaciona-se à comunicação sem fio e mais especificamente a uma arquitetura de receptor em sistemas de comunicação sem fio utilizando conversão de analógica para digital em radiofreqüência (RF).

2. Descrição da Técnica Relacionada

A área de serviço de um sistema de comunicações sem fio é dividida em domínios de serviços conectados, conhecidos como células, onde as unidades sem fio comunicam-se via links de rádios com uma estação-base (BS) servindo a célula. A estação-base é acoplada a uma rede de terra, por exemplo através de um Centro de Comutação Móvel (MSC) que é conectado a uma pluralidade de estações-base dispersas por toda a área de serviço. Na indústria de comunicações sem fio, freqüentemente é concedido ao provedor de serviço duas ou mais faixas de freqüência não contíguas ou separadas a serem utilizadas para transmissão e recepção sem fio de canais de comunicação de RF. Por exemplo, nos Estados Unidos, uma estação-base para um provedor de faixa "A" para comunicações celulares recebe canais de freqüência nas faixas A(825-835MHz), A'(845-846,5MHz) e A"(824-825MHz), e as unidades sem fio recebem os canais de freqüência nas faixas A (870-880MHz), A'(890-891,5MHz) e A"(869-870MHz). Uma estação-base para um provedor de faixa B recebe canais de freqüência nas faixas de freqüência B (835-845MHz), e B'(846,5-849MHz) e as

unidades sem fio recebem canais de freqüência nas faixas de freqüência B (880-890 MHz) e B'(891,5-894 MHz). Além disso, uma estação-base para um provedor de Sistemas de Comunicação Pessoal (PCS) pode receber canais de freqüência das unidades sem fio em uma ou mais faixas de PCS (1850MHz-1910MHz), e as unidades sem fio recebem canais de freqüência em uma ou mais faixas de PCS (1930-1990MHz).

De forma a reduzir os custos de hardware de sistemas, um provedor de serviço poderia querer usar um receptor comum para recepção e processamento simultâneo dos sinais no interior das faixas de freqüência não-contíguas. Em uma arquitetura típica de receptor, um estágio de conversão descendente para cada faixa de freqüência é tipicamente utilizado para converter descendentemente e para manipular a colocação de cada faixa de freqüência em freqüências intermediárias (IF) tais que as faixas de freqüências de sinais analógicos modulados são convertidos em um espectro de freqüência IF correspondente e podem ser amostrados em uma taxa de amostragem reduzida por conversores analógico para digitais (A/D) separados. Para utilizar um único conversor A/D para digitalizar os sinais analógicos modulados em faixas não-contíguas, um único A/D teria de amostrar em uma taxa elevada o suficiente para abranger ambas faixas de freqüência. Esta é uma abordagem ineficiente porque o conversor A/D está utilizando largura de faixa nas freqüências não procuradas de amostragem no intervalo entre as faixas de freqüência. Para reduzir o intervalo de freqüência entre as faixas de freqüência não-contíguas, um estágio de conversão descendente para cada

uma das faixas de freqüência é utilizado para converter descendentemente e manipular a colocação de cada faixa de freqüência em IF, tal que as faixas estejam próximas entre si para adaptar em uma largura de faixa Nyquist menor. Outra abordagem para melhorar o uso eficiente da largura de faixa do conversor A/D envolve a conversão descendente de ambas as faixas de freqüência tal que uma réplica de uma das faixas de freqüência esteja posicionada no intervalo de freqüência entre as faixas de freqüência.

Quando o espectro IF é amostrado por um conversor A/D em uma taxa de amostragem que é maior do que ou igual a duas vezes a largura de faixa do sinal combinado, que pode ser referida como uma taxa de amostragem Nyquist, a largura de faixa do sinal de entrada A/D gira ou se dobra periodicamente em torno de si mesma em múltiplos de metade da freqüência de amostragem. Como tal, a largura de faixa do sinal e as imagens em espelho da largura de faixa do sinal são periodicamente repetidas em intervalos de freqüência correspondentes à taxa de amostragem do conversor A/D. Cada réplica da largura de faixa de sinal pode ser referida aqui como uma zona Nyquist, e a largura de faixa do sinal IF se dobra de volta para a primeira zona Nyquist entre aproximadamente 0Hz e metade da freqüência de amostragem. A largura de faixa de uma zona Nyquist corresponde à largura de faixa Nyquist.

A periodicidade da densidade espectral no domínio digital é uma propriedade básica de formas de ondas amostradas que pode ser prevista determinando a transformação de Fourier da forma da onda de tempo

amostrada. Geralmente, o conversor A/D amostra no mínimo duas larguras de faixa das faixas de freqüência compostas (isto é a taxa de amostragem de Nyquist) para obter uma representação digital do sinal IF analógico modulado. Consequentemente, a taxa de amostragem para o conversor A/D é escolhida, tal que a largura de faixa Nyquist englobe as faixas de freqüência IF desejadas. Quanto mais elevada a taxa de amostragem, mais larga é a largura de faixa Nyquist. Se a forma de onda for amostrada em uma taxa menor do que duas vezes sua largura de faixa do sinal (a largura de faixa Nyquist), uma indesejável sobreposição entre os espectros periódicos adjacentes pode ocorrer - como o fenômeno conhecido como introdução de erro. Consequentemente, a taxa de amostragem e a freqüência IF são escolhidas tais que a largura de faixa Nyquist englobe a faixa de freqüência a ser convertida enquanto reduz a taxa de amostragem do conversor A/D, habilitando o uso de conversores A/D de taxa de amostragem inferior, com custo reduzido. Consequentemente, quanto mais larga a separação ou intervalo de freqüência entre as faixas de freqüência, as arquiteturas de receptor atuais atingem um ponto onde o uso de um único A/D não é visto como prático ou eficaz.

Se as faixas de freqüência estiverem suficientemente separadas, ou se desejado, uma antena separada é utilizada para cada faixa de freqüência segregada. Em arquiteturas de antenas múltiplas onde as antenas são exclusivas a faixas de freqüências diferentes, uma derivação separada é utilizada na qual um estágio de conversão de freqüência incluindo um misturador e um oscilador local (LO) são

utilizados para converter de forma descendente os sinais analógicos de radiofreqüência (RF) para freqüências intermediárias (IF), e um A/D é tipicamente utilizado para cada trajetória de antena. As arquiteturas do receptor acima não tiram proveito de larguras de faixa potenciais e flexibilidade providos pelos conversores A/D em converter sinais analógicos para domínio digital.

Sumário da Invenção

A presente invenção envolve um receptor que recebe sinais analógicos em radiofreqüência (RF) e os sinais analógicos RF são convertidos para domínio digital. Como tal, o receptor não requer estágio(s) de conversão de freqüência antes da conversão analógica para digital. Por exemplo, o receptor pode compreender no mínimo uma antena(s) que recebe sinais analógicos de radiofreqüência (RF) em faixas de freqüência diferentes. Os sinais analógicos RF são fornecidos a um único conversor analógico para digital (A/D), e o conversor A/D converte os sinais analógicos RF em faixas de freqüência diferentes em sinais digitais no interior da largura de faixa Nyquist. Selecionando apropriadamente a taxa de amostragem do conversor A/D para os sinais analógicos RF, o conversor A/D pode produzir réplicas de faixas de freqüência diferentes dos sinais analógicos em porções de não-sobreposição da largura de faixa Nyquist.

Breve Descrição dos Desenhos

Outros aspectos e vantagens da presente invenção podem tornar-se visíveis a partir da leitura da descrição detalhada a seguir e em referência aos desenhos, nos quais:

A Figura 1 mostra um diagrama em blocos geral de um receptor, de acordo com os princípios da presente invenção.

A Figura 2 mostra as faixas de freqüência diferentes nas freqüências de entrada A/D e as réplicas dos sinais analógicos nas diferentes zonas Nyquist que se dobram de volta para primeira zona Nyquist no domínio digital;

A Figura 3 mostra um diagrama em blocos geral de um exemplo da modalidade de um receptor de faixa múltipla, de acordo com os princípios da presente invenção;

A Figura 4 mostra as faixas de freqüência nas freqüências de entrada A/D e as réplicas das faixas de freqüência nas freqüências de domínio digital na primeira zona Nyquist para o receptor de faixa múltipla da Figura 3;

A Figura 5 mostra um plano de freqüência de zona Nyquist para um conversor A/D utilizando um taxa de amostragem de 61,44 MHz; e

A Figura 6 mostra os canais de zona Nyquist com réplicas das faixas de freqüências em RF.

Descrição Detalhada

São descritas a seguir modalidades ilustrativas de um sistema receptor utilizando um único conversor analógico para digital (A/D) para converter sinais analógicos RF em domínio digital. Os sinais analógicos RF são convertidos digitalmente utilizando uma taxa de amostragem para o conversor A/D que produz uma réplica(s) da(s) largura(s) de faixa do sinal em RF na largura de faixa de Nyquist. Como tal, a arquitetura do receptor, de acordo com os princípios da presente invenção, não requer estágio(s) de conversão de freqüência, que compreende misturador(es) e oscilador(es)

local(is), para converter descendentemente os sinais analógicos RF. Além disso, utilizando um único conversor A/D, o receptor fornece tempo e/ou amostragem de fase coerente de sinais analógicos em diferentes faixa(s) de freqüência em certas modalidades.

Em referência específica à Figura 1, um receptor 10 compreende N antenas 12a-n que recebem sinais analógicos através de canais de comunicações RF, onde N>=1. A antena 12a pode ser uma antena de faixa de freqüência múltipla. Um distribuidor de derivação de canal 14, como um filtro N-plexor ou um arranjo combinador, combina e/ou separa os sinais analógicos RF recebidos ou porções dele e fornece os sinais analógicos recebidos em X derivações de canal 16a-x em uma forma desejada, onde X>=1 e pode, mas não necessariamente, ser igual a N. Por exemplo, derivações de canais diferentes 16a-x podem transportar os sinais analógicos para faixas de freqüência RF correspondentes, as derivações de canais 16a-x podem transportar sinais analógicos RF recebidos por diferente(s) antena(s) ou grupos de antenas, e/ou derivações de canais múltiplos tendo cópias de sinais analógicos RF de faixas de freqüência diferentes ou contíguas. Nesta modalidade, um arranjo de filtro 18 fornece pelo menos duas diferentes faixas de freqüência RF em pelo menos uma derivação de canal 16a-x. Por exemplo, o arranjo de filtro 18 pode compreender um filtro 20a-x em cada derivação de canal 16a-x que passa uma faixa de freqüência na respectiva derivação de canal 16a-x enquanto atenua outras freqüências. De forma alternativa, dependendo da modalidade, o distribuidor de

derivação de canal 14 pode simplesmente incluir conexão(ões) diretas da antena(s) 12a-n para o arranjo de filtro 18, e o arranjo de filtro 18 pode compreender um filtro 20a-x para cada derivação de canal 16a-x.

Um arranjo de combinação 22 combina os sinais analógicos RF nas derivações de canal 16a-x em uma forma desejada. O sinal analógico composto resultante é fornecido com sinais analógicos em faixas de freqüência diferentes a um conversor analógico para digital 24 que digitaliza os sinais analógicos RF e fornece os sinais digitalizados para o conjunto de circuitos de processamento digital 26. De forma alternativa, dependendo da modalidade, se o receptor 10 tiver uma derivação única 16, o arranjo de combinação 22 é simplesmente uma conexão da antena 12 através do filtro 20 (se necessário) para um conversor A/D 24.

Uma taxa de amostragem para o conversor A/D 24 é selecionada tal que as faixas de freqüência dos sinais analógicos RF das derivações de canal 16a-x se dobrem de volta para porções não sobrepostas da primeira zona Nyquist que reflete a largura de faixa Nyquist fornecida pelo conversor analógico para digital (A/D) 24. A taxa de amostragem de Nyquist para um sinal analógico modulado, por exemplo onde um sinal de informação é modulado em um sinal portador, pode ser definido como sendo pelo menos duas vezes componente de freqüência mais elevado do sinal de informações, independente da freqüência portadora na qual o sinal de informações está modulado. A informação, que pode ser voz, dados, vídeo, texto e/ou outra informação é transportada na largura de faixa do sinal. O componente de

freqüência mais elevado do sinal de informações é diretamente relacionado à largura de faixa do sinal. Como a largura de faixa do sinal é amostrada pelo menos duas vezes o componente de freqüência mais elevada do sinal de informações, o sinal de informações pode ser reproduzido no domínio digital.

Quando o espectro de freqüência é mostrado por um conversor A/D 24 em uma taxa de amostragem de pelo menos duas vezes a largura de faixa do sinal combinado, que pode ser referido como uma taxa de amostragem Nyquist, a largura de faixa do sinal gira ou dobra-se periodicamente em torno de si mesma em múltiplos de freqüências ou intervalos ("zonas Nyquist") de metade da freqüência de amostragem de volta a uma primeira zona Nyquist no domínio digital de 0 Hz à metade da taxa de amostragem. Como tal, uma largura de faixa do sinal e uma imagem em espelho da largura de faixa do sinal repete periodicamente, em intervalos de freqüência correspondentes à taxa de amostragem do conversor A/D. Por exemplo, uma largura de faixa do sinal em uma zona de Nyquist com número ímpar aparecerá na mesma posição relativa nas zonas Nyquist de número ímpar de volta à primeira zona Nyquist ainda assim aparece como uma imagem em espelho nas zonas Nyquist de número par. Além disso, uma largura de faixa de sinal em uma zona Nyquist de número par aparece como uma imagem em espelho nas zonas Nyquist de número ímpar à primeira zona Nyquist enquanto aparece na mesma posição relativa nas zonas Nyquist de número par. Portanto, réplicas da(s) largura(s) de faixa do sinal são repetidas em intervalos de metade da taxa de amostragem. A

taxa de amostragem para o conversor A/D é escolhida tal que após os sinais analógicos serem digitalizados, as faixas de freqüência de réplica desejadas ocupam porções de não-sobreposição ou canais da primeira zona Nyquist. A conversão digital efetivamente preserva a informação, sendo produzida em uma taxa de perda menor ou igual à metade da taxa de amostragem na largura de faixa da primeira zona Nyquist. Se a taxa de amostragem for aumentada, a primeira zona Nyquist ou a largura de faixa Nyquist se torna mais larga.

Nesta modalidade uma transformação rápida de Fourier (FFT) dos valores de sinal digital fornece sinais na faixas de freqüência ("canais de zona Nyquist") dentro de metade da taxa de amostragem ("a primeira zona Nyquist") representando os sinais analógicos convertidos. Se a forma da onda for amostrada em uma taxa menor do que duas vezes sua largura de faixa do sinal (a largura de faixa de Nyquist), uma sobreposição indesejável entre os espectros periódicos adjacentes pode ocorrer - um fenômeno bem conhecido como introdução ao erro. Consequentemente, a taxa de amostragem é escolhida para evitar perda de informação devido à introdução ao erro.

Por exemplo, como mostrado na Figura 2, na conversão do sinal analógico em faixas de RF diferentes para domínio digital, o conversor A/D 24 processa o sinal analógico composto em canais de zona Nyquist 30a-x ou faixas na primeira zona Nyquist. Os canais 30a-x da zona Nyquist no domínio digital correspondem à diferentes faixas de freqüência 28a-x dos sinais analógicos de RF. O conjunto de

circuitos de processamento de sinal digital 26 pode recuperar os sinais digitais dos canais da zona Nyquist da primeira zona Nyquist, porque os diferentes canais eventualmente encerram na primeira zona Nyquist após digitalizar os sinais de entrada analógicos, por exemplo utilizando os filtros digitais, os combinadores digitais, os detectores digitais, os desmoduladores digitais, os conversores descendentes digitais, tal como um Conversor Descendente Digital (DDC) com Oscilador de Controlador Numérico (NCO) para converter descendentemente digitalmente a taxa de dados (que é referida como decimação), e/ou outro processamento digital. O DDC pode sintonizar-se nas freqüências respectivas para processamento de sinal adicional. Portanto, o receptor 10 pode utilizar a largura de faixa disponível em um único A/D para processar os sinais analógicos RF de diferentes faixas de freqüência de RF.

Como tal, o receptor 10, conforme os princípios da presente invenção, elimina a necessidade de uma combinação de misturador/LO em qualquer uma das derivações de canal 16a-x. Um receptor 10 sem uma combinação de misturador/LO tem muitas vantagens. Por exemplo, sem um oscilador local fixo (LO) nos estágios de conversão de freqüência, o consumo de energia CC é reduzido, a re-radiação de LO fora da antena é eliminada, o que reduz a necessidade de filtragem de extremidade-dianteira extra, exigências de filtro na IF são eliminadas, e não demandam filtros de faixa de imagem. Como não é necessário um misturador, o produtos de misturador falsos bem como distorção de

intermodulação produzida por um misturador são removidas, melhorando, dessa forma, a faixa dinâmica livre falsa. Além disso, as perdas introduzidas pelo misturador são removidas, o que reduz o ganho de canal exigido e que melhora o algarismo de ruído e a linearidade de ganho. Além disso, utilizando um conversor A/D único, o receptor fornece tempo e/ou amostragem de fase coerente de sinais analógicos em diferentes faixas de freqüência. Aplicações diferentes ou esquemas de processamento de sinais podem se beneficiar de tais medições melhoradas de tempo e/ou fase coerente.

Dependendo da modalidade e devido à flexibilidade do receptor, de acordo com os princípios da presente invenção, o receptor pode ser implementado em diferentes modos para utilizar a largura de faixa potencial de um conversor A/D 24. A Figura 3 mostra uma modalidade de um receptor de faixa múltipla 50, de acordo com certos princípios da presente invenção, que é utilizado para receber sinais de comunicação nas faixas de freqüência celular e de Sistema de Comunicações Pessoal (PCS). Nos Estados Unidos, uma estação-base para uma provedor de serviço celular de faixa "A" recebe os canais de freqüência nas faixas de A(825-835MHz), A"(824-825MHz) e A'(845-846,5MHz). Uma estação-base para um provedor de serviço celular de faixa B utiliza as faixas de freqüências B(835-845MHz) e B'(846,5-849MHz). Neste exemplo, uma primeira antena 12a recebe sinais analógicos modulados na faixa de recepção de estação-base celular inteira(824-849MHz), e uma segunda antena 12b

recebe os sinais analógicos modulados na faixa de recepção da estação-base PCS inteira (1850-1910MHz).

Nesta modalidade, os sinais analógicos de RF da antena 12a são fornecidos a uma primeira derivação de canal 16a, e os sinais analógicos de RF da antena 12b são fornecidos a uma segunda derivação de canal 16b. Um filtro de passagem de faixa 20a na primeira derivação de canal 16a passa as freqüências na faixa celular (824-849MHZ) e atenua todas as outras freqüências. Um filtro de passagem de faixa 20b na segunda derivação de canal 16b passa as freqüências na faixa PCS (1850-1910MHz) e atenua todas as outras freqüências. Nesta modalidade, amplificadores de ruído baixo (LNAs) 52a-b amplificam os sinais analógicos nas respectivas derivações de canal 16a-b. Um arranjo de combinação 56 recebe os sinais analógicos nas primeira e segunda derivações de canal 16a-b e fornece os sinais analógicos combinados das duas faixas de freqüência diferentes para o conversor A/D 24. O arranjo de combinação 56 pode ser um combinador de potência ou um filtro multiplexador.

Neste exemplo, a largura de faixa total dos sinais analógicos RF nas derivações diferentes 16a-b é de 85MHZ após acrescentar as faixas celular (25MHz) e o PCS (60MHz). Como tal, uma taxa de amostragem para o conversor A/D 24 é utilizado tal que a largura de faixa Nyquist é suficiente para manipular a largura de faixa de 85MHz dos sinais analógicos de RF. Além disso, a taxa de amostragem para o conversor A/D 24 é selecionado tal que as bandas de freqüência diferentes são replicadas em porções de não

sobreposição da largura de faixa Nyquist. Como tal, o posicionamento relativo das faixas de freqüência diferentes dentro de respectiva zona Nyquist executa a escolha da taxa de amostragem. Para fins ilustrativos, uma taxa de amostragem de 400MHz(400 Mega Amostras por segundo) é utilizado para o conversor A/D 24 fornecer uma largura de faixa de zona Nyquist de 200MHz (Metade da taxa de amostragem). Na prática, uma taxa de amostragem diferente pode ser selecionada para fornecer uma largura de faixa diferente ou faixas protetoras entre os sinais de faixas ou derivações de freqüência diferentes. O conversor A/D 24 amostra os sinais analógicos compostos ou combinados na faixa celular (824-849MHz) e na faixa PCS (1850-1910MHz). Ao fazer isto, o conversor A/D 24 produz para o conjunto de circuitos de processamento digital 26, sinais convertidos em um canal de zona Nyquist em 24-49MHz, correspondendo à largura de faixa de sinal na faixa celular e sinais convertidos em um canal de zona Nyquist em 90-150MHz correspondendo à largura de faixa do sinal na faixa PCS.

A Figura 4 mostra o espectro da freqüência produzida pelo conversor A/D 24 onde as zonas Nyquist 60a-j são repetidas através do espectro de freqüência em intervalos de largura de faixa de Nyquist ou 200MHz. A faixa celular aparece na quinta zona Nyquist 60e nas freqüências de entrada A/D de 824-849MHZ que são freqüências de RF. Uma réplica de faixa celular aparece em cada uma das zonas Nyquist de volta à primeira zona Nyquist 60a que fornece recuperação do sinal de informação da faixa celular em um canal de zona Nyquist entre 24 e 49 MHz. A faixa PCS

aparece na décima zona Nyquist 60j nas freqüências de entrada de A/D de 1850-1910MHZ que são freqüências de RF. Uma réplica de faixa de PCS aparece em cada uma das zonas Nyquist de volta a primeira zona Nyquist 60a que fornece recuperação do sinal de informação da faixa de PCS no canal da zona Nyquist entre 90-150 MHz correspondendo à imagem em espelho das freqüências de entrada de A/D 1850-1910MHz.

Selecionando apropriadamente a taxa de amostragem para o conversor A/D 24, o receptor, conforme os princípios da presente invenção, pode aumentar a utilização da largura de faixa Nyquist potencial fornecida pelo conversor A/D 24 para receber sinais analógicos RF em faixas de freqüência diferentes separadas por grandes diferenças de freqüências. No exemplo acima, a faixas celular e PCS inteiras foram recebidas e convertidas digitalmente utilizando um único conversor A/D, que utiliza uma taxa de amostragem de 400 MHz. Na amostragem dos sinais analógicos nas freqüências RF, o conversor A/D fornece réplicas ou imagens das faixas de freqüências RF na primeira zona Nyquist que estão disponíveis para processamento de sinal digital. Em outras modalidades, diferentes taxas de amostragem podem ser utilizadas para aumentar ou diminuir a largura de faixa Nyquist, por exemplo para fornecer largura de faixa extra ou faixas protetoras entre os sinais de faixas de freqüências diferentes.

Por exemplo, a Figura 5 mostra um plano de freqüência da zona Nyquist para um conversor A/D utilizando uma taxa de amostragem de 61,44 MHZ que fornece zonas Nyquist que têm 30,72MHz de largura. As zonas Nyquist são mostradas

como larguras de faixa de 15 MHz dentro de cada zona Nyquist como estando em faixa. A Figura 6 mostra uma primeira zona Nyquist que têm 30,72MHZ de largura na qual as réplicas dos sinais em faixas de freqüência diferentes na zona Nyquist mais elevadas são mostradas em porções de não-sobreposição ou canais da primeira zona Nyquist. Um primeiro canal de zona Nyquist 80 é mostrado em aproximadamente 7,5 MHz com uma réplica de um sinal analógico de amplitude modulada (AM) dobrado de volta da zona Nyquist 12 em 361 MHz com uma largura de faixa de 400 KHz. Um segundo canal de zona Nyquist 82 é mostrado em aproximadamente 10 MHz com uma réplica de um sinal de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA) dobrado de volta da zona Nyquist 61 em 1853MHz com uma largura de faixa de 2MHz. Um terceiro canal de zona Nyquist 84 é mostrado em aproximadamente 18,75 MHz com uma réplica de um sinal de tom único de onda contínua (CW) dobrado de volta da zona Nyquist 5 em 141,7 MHz. Finalmente, um quarto canal de zona Nyquist 86 é mostrado em aproximadamente 22MHz com uma réplica de sinal de freqüência modulada (FM) dobrado de volta da zona Nyquist 17 em 513,5 MHz com uma largura de faixa de 4MHz. Consequentemente, o receptor, conforme os princípios da presente invenção, pode receber e converter digitalmente os sinais analógicos dos sistemas utilizando diferentes, iguais ou nenhuma técnica de acesso múltiplo, utilizando as mesmas e/ou diferentes técnicas de modulação, e/ou utilizando diferentes e/ou contíguas faixas de freqüências ou esquemas em um único conversor A/D sem conversão de freqüência das faixas de freqüências de RF. Os

sinais analógicos podem ser caracterizados como faixa ampla, faixa larga e/ou faixa estreita.

Além da modalidade descrita anteriormente, configurações alternativas de arquitetura de receptor, em conformidade com os princípios da presente invenção, são possíveis que eliminem e/ou acrescentem componentes e/ou utilizem variações ou porções da arquitetura de receptor descritas. Por exemplo, com referência especifica à Figura 3, uma faixa de radiofreqüência de difusão AM (550-1600KHZ) pode ser recebida por uma antena 76 e ser acrescida ao sinal analógico combinado ou composto, e o conversor A/D 24 pode digitalizar os sinais analógicos na faixa de freqüência de rádio AM. A faixa de freqüência de rádio AM poderia ser localizada na faixa de kilohertz da primeira zona Nyquist. Como tal, o receptor, em conformidade com os princípios da presente invenção, poderia receber sinais de diferentes fontes, tais como estações-base para sistemas celulares ou PCS, estações de radiodifusão AM ou FM e/ou satélites GPS. Como será entendido por aqueles versados na técnica, os vários componentes que compõem a arquitetura do receptor e seus respectivos parâmetros e características de operação devem ser adequadamente combinados para fornecer a operação apropriada. Por exemplo, uma modalidade de sistema de recepção pode ser utilizada para receber sinais do sistema americano TDMA, do sistema Global para Comunicação Móvel (GSM), do sistema de acesso múltiplo por divisão de código (CDMA), do sistema de acesso múltiplo por divisão de freqüência (FDMA), do Sistema de Posicionamento Global (GPS), de rádio FM e/ou rádio AM. Além disso, as

modalidades do receptor, em conformidade com os princípios da presente invenção, foram descritas com faixa(s) de freqüência associadas às freqüências de recepção da estação-base, mas a arquitetura do receptor, em conformidade com os princípios da presente invenção, pode ser utilizada em unidades sem fio, tais como unidades móveis, receber informação de outra faixa de freqüência, tais como uma faixa de transmissão de estação-base que é uma faixa de recepção de unidade móvel.

Além disso, o sistema receptor foi descrito utilizando configurações específicas de diferentes componentes, mas deve ser entendido que o sistema receptor e partes dele, podem ser implementados em circuitos integrados de aplicações específicas, conjuntos de circuitos de processamento acionado por software, firmware, dispositivos lógicos programáveis, hardware ou outros arranjos de componentes distintos, como será entendido por aqueles versados na técnica, com o benefício desta revelação. Embora na modalidade ilustrativa seja mostrado com um conjunto de circuitos específico, a arquitetura de rádio de medição pode utilizar diferentes componentes que juntos desempenham funções similares quando comparados ao conjunto de circuitos mostrados. O que foi descrito é meramente ilustrativo da aplicação dos princípios da presente invenção. Aqueles versados na técnica reconhecerão prontamente que estas e várias outras modificações, arranjos e métodos podem ser feitos à presente invenção sem seguir estritamente as aplicações exemplares ilustradas e

descritas aqui e sem se afastar do espírito e escopo da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de processar sinais recebidos **caracterizado** por:

fornecer sinais analógicos em diferentes faixas de freqüência RF em várias derivações de canal (16a-b);

combinar os sinais analógicos RF em diversas derivações de canal (16a-b) em RF; e

converter digitalmente os sinais analógicos em diferentes faixas de freqüência RF para produzir sinais digitais em diferentes faixas de freqüência.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por incluir recepção dos sinais analógicos em pelo menos duas antenas (12a-b).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o fornecimento inclui:

utilizar uma primeira antena (12a) para fornecer sinais analógicos de uma faixa de freqüência em uma primeira derivação de canal (16a); e

utilizar uma segunda antena (12b) para fornecer sinais analógicos de uma segunda faixa de freqüência em uma segunda derivação de canal (16b).

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do fornecimento incluir filtragem, em cada derivação de canal (16a-b), dos sinais analógicos para fornecer sinais analógicos com uma faixa de freqüência correspondente à derivação de canal.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do fornecimento incluir:

receber sinais analógicos de pelo menos uma antena

(12a); e

produzir seletivamente em cada derivação de canal (16a-b) sinais analógicos com uma faixa de freqüência correspondente à derivação de canal (16a-b).

6. Receptor (10), **caracterizado** por:

pelo menos uma antena (12a) para receber sinais analógicos em diferentes faixas de radiofreqüência (RF);

um arranjo de derivação de canal (14, 16, 18) conectado a pelo menos uma antena (12a) para receber sinais analógicos e fornecer sinais analógicos em várias derivações de canal (16a-b) em radiofreqüências diferentes (RF);

um arranjo de combinação (22) conectado às diversas derivações de canal (16a-b) para combinar os sinais analógicos nas diversas derivações de canal (16a-b); e

um conversor analógico para digital (24) configurado para receber e converter digitalmente os sinais analógicos em diferentes faixas de RF para produzir sinais digitais em freqüências diferentes.

7. Receptor, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de incluir pelo menos duas antenas (12a-b) para fornecer o arranjo de derivação de canal (14, 16, 18) com os sinais analógicos.

8. Receptor, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que o arranjo de derivação de canal (14, 16, 18) é configurado para fornecer em uma primeira derivação de canal (16a) sinais analógicos de uma primeira antena de uma faixa de freqüência e para fornecer em uma segunda derivação de canal (16b) sinais analógicos de uma segunda antena (12b) de uma segunda faixa de freqüência.

FIG. 1

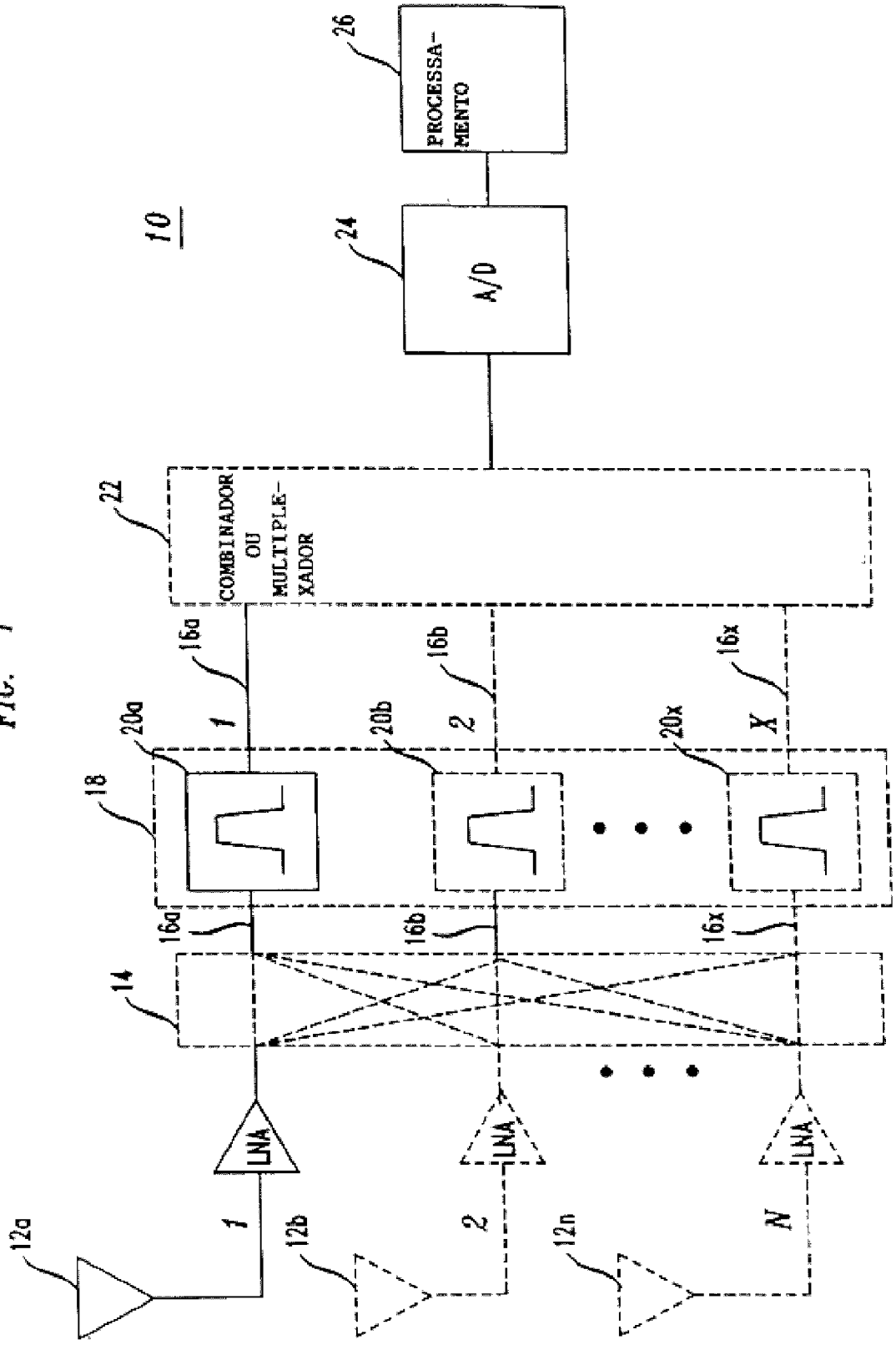
10
26
PROCESSA-
MENTO
24
A/D
22
COMBINADOR
OU
MULTIPLE-
XADOR
16a
16b
16x
1
2
X
20a
20b
20x
18
16a
16b
16x
14
LNA
LNA
LNA
1
2
N
12a
12b
12n

FIG. 2

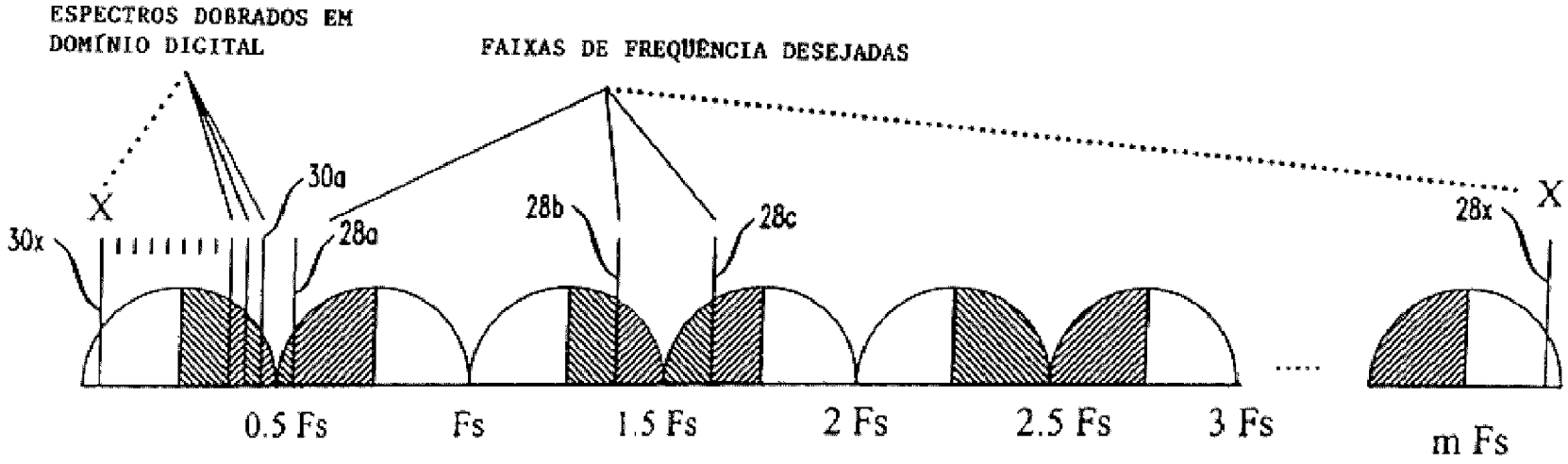
ESPECTROS DOBRADOS EM DOMÍNIO DIGITAL
FAIXAS DE FREQUÊNCIA DESEJADAS
X
30x
30a
28a
28b
28c
28x
X
0.5 Fs
Fs
1.5 Fs
2 Fs
2.5 Fs
3 Fs
m Fs

FIG. 4

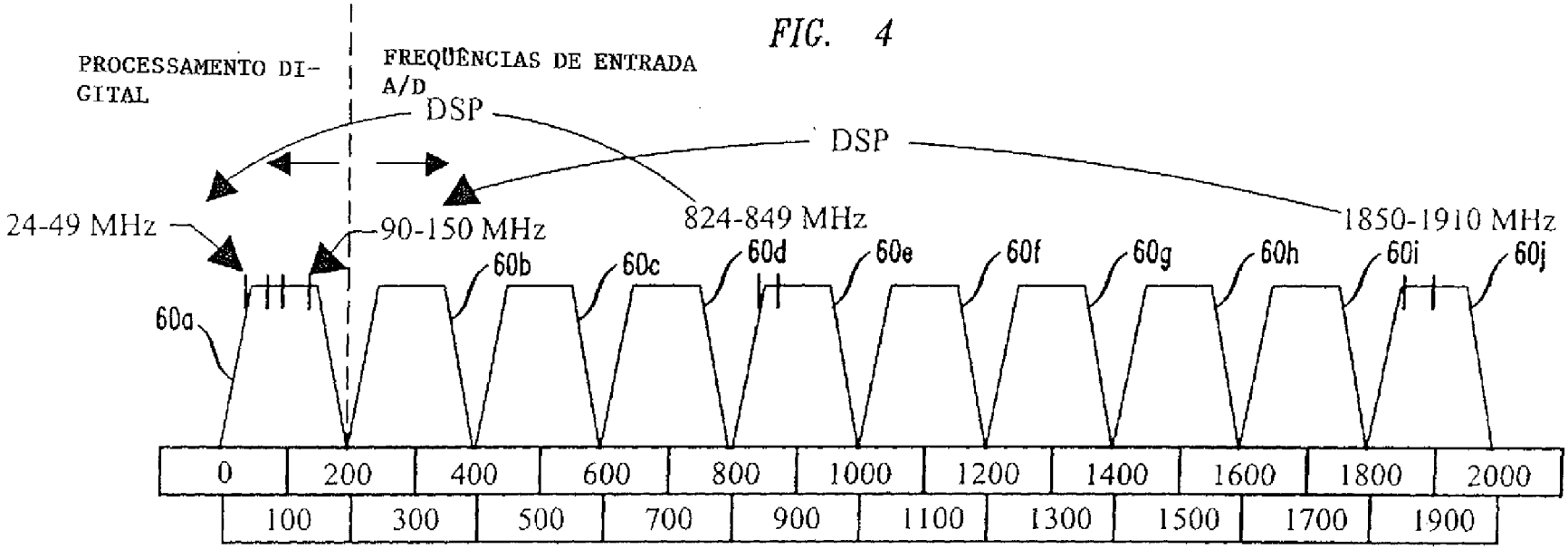
PROCESSAMENTO DIGITAL
FREQÜÊNCIAS DE ENTRADA A/D
DSP
DSP
24-49 MHz
90-150 MHz
824-849 MHz
1850-1910 MHz
60a
60b
60c
60d
60e
60f
60g
60h
60i
60j
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
100
300
500
700
900
1100
1300
1500
1700
1900

FIG. 3

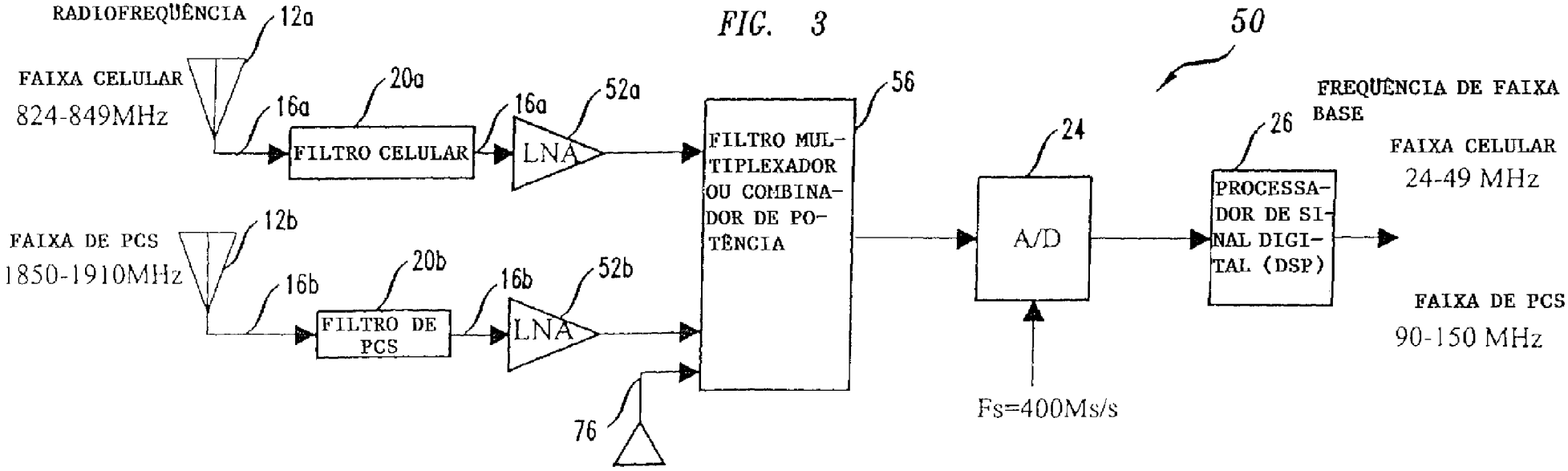
RADIOFREQÜÊNCIA
12a
FAIXA CELULAR
824-849MHz
16a
20a
FILTRO CELULAR
16a
LNA
52a
56
FILTRO MULTIPLEXADOR OU COMBINADOR DE POTÊNCIA
50
FREQÜÊNCIA DE FAIXA BASE
24
26
FAIXA CELULAR
24-49 MHz
12b
FAIXA DE PCS
1850-1910MHz
16b
20b
FILTRO DE PCS
16b
LNA
52b
A/D
PROCESSADOR DE SINAL DIGITAL (DSP)
FAIXA DE PCS
90-150 MHz
76
Fs=400Ms/s

FIG. 5

PLANO DE FREQÜÊNCIA DA
ZONA NYQUIST

fs= 61.44 fs/2= 30.72

ZONAS DE NYQUIST (FREQÜÊNCIA EM 15 MHz LARGURA DE FAIXA)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23.94	37.5	85.38	98.94	146.8	160.4	208.3	221.8	269.7	283.3
8.94	52.5	70.38	113.9	131.8	175.4	193.3	236.8	254.7	298.3

ZONAS DE NYQUIST (FREQÜÊNCIA EM 15 MHz LARGURA DE FAIXA)									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
331.1	344.7	392.6	406.1	454	467.6	515.5	529	576.9	590.5
316.1	359.7	377.6	421.1	439	482.6	500.5	544	561.9	605.5

ZONAS DE NYQUIST (FREQÜÊNCIA EM 15 MHZ LARGURA DE FAIXA)									
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
638.3	651.9	699.8	713.3	761.2	774.8	822.7	836.2	884.1	897.7
623.3	666.9	684.8	728.3	746.2	789.8	807.7	851.2	869.1	912.7

ZONAS DE NYQUIST (FREQÜÊNCIA EM 15 MHz LARGURA DE FAIXA)									
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
945.5	959.1	1007	1021	1068	1082	1130	1143	1191	1205
930.5	974.1	992	1036	1053	1097	1115	1158	1176	1220

ZONAS DE NYQUIST (FREQÜÊNCIA EM 15 MHz LARGURA DE FAIXA)									
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1253	1266	1314	1328	1376	1389	1437	1451	1499	1512
1238	1281	1299	1343	1361	1404	1422	1466	1484	1527

ZONAS DE NYQUIST (FREQÜÊNCIA EM 15 MHz LARGURA DE FAIXA)									
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1560	1574	1621	1635	1683	1696	1744	1758	1806	1819
1545	1589	1606	1650	1668	1711	1729	1773	1791	1834

ZONAS DE NYQUIST (FREQÜÊNCIA EM 15 MHz LARGURA DE FAIXA)									
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
1867	1881	1929	1942	1990	2004	2051	2065	2113	2126
1852	1896	1914	1957	1975	2019	2036	2080	2098	2141

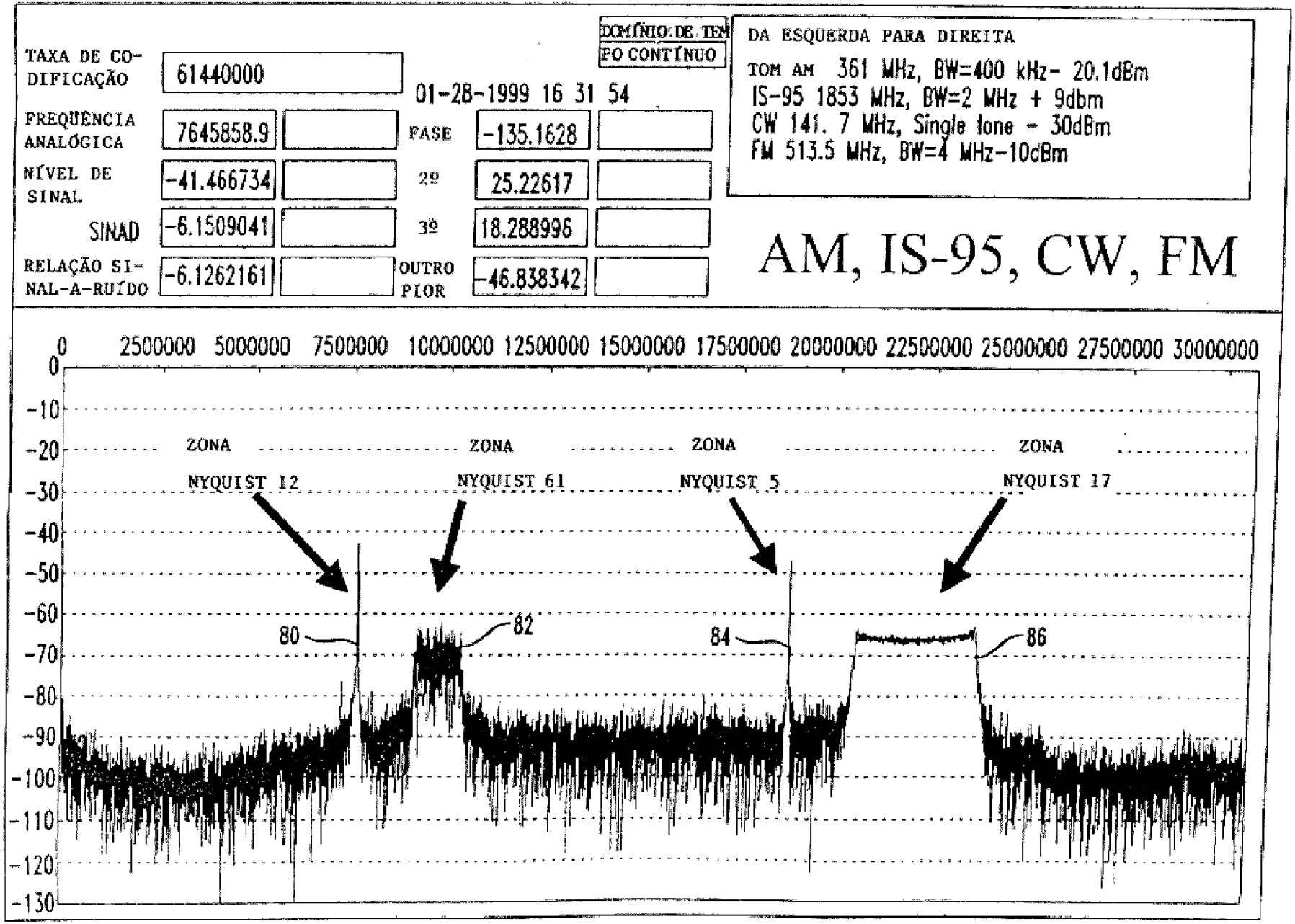
DOMÍNIO DE TEMPO CONTÍNUO
DA ESQUERDA PARA DIREITA
TOM AM 361 MHz, BW=400 kHz- 20.1dBm
IS-95 1853 MHz, BW=2 MHz + 9dbm
CW 141. 7 MHz, Single tone - 30dBm
FM 513.5 MHz, BW=4 MHz-10dBm
TAXA DE CODIFICAÇÃO
61440000
01-28-1999 16 31 54
FREQUÊNCIA ANALÓGICA
7645858.9
FASE
-135.1628
NÍVEL DE SINAL
-41.466734
2º
25.22617
SINAD
-6.1509041
3º
18.288996
RELAÇÃO SINAL-A-RUÍDO
-6.1262161
OUTRO PIOR
-46.838342
AM, IS-95, CW, FM
0
2500000
5000000
7500000
10000000
12500000
15000000
17500000
20000000
22500000
25000000
27500000
30000000
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
-110
-120
-130
ZONA
NYQUIST 12
ZONA
NYQUIST 61
ZONA
NYQUIST 5
ZONA
NYQUIST 17
80
82
84
86

FIG. 6

SISTEMA RECEPTOR UTILIZANDO CONVERSÃO DE ANALÓGICO PARA DIGITAL EM RADIOFREQÜÊNCIA E MÉTODO

Um receptor recebe sinais analógicos em radiofreqüência (RF), e os sinais analógicos RF são convertidos em domínio digital. Como tal, o receptor não requer estágio(s) de conversão de freqüência antes da conversão analógica para digital. Por exemplo, o receptor pode compreender pelo menos uma antena (s) que recebe sinais analógicos de radiofreqüência (RF) em diferentes faixas de freqüência. Os sinais analógicos RF são fornecidos a um conversor analógico para digital (A/D) único, e o conversor A/D converte os sinais analógicos RF em diferentes faixas de freqüência em sinais digitais dentro da largura de faixa Nyquist. Selecionando apropriadamente a taxa de amostragem do conversor A/D para os sinais analógicos RF, o conversor A/D pode produzir réplicas de diferentes faixas de freqüência dos sinais analógicos em porções de não-sobreposição da largura de faixa de Nyquist.