



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 332 875**

51 Int. Cl.:

**G08G 1/127** (2006.01)

**H04M 11/06** (2006.01)

**H04L 25/49** (2006.01)

**H04L 27/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01950402 .6**

96 Fecha de presentación : **22.06.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1297632**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.04.2003**

54 Título: **Señalización intrabanda mejorada para la transmisión de datos sobre redes de telecomunicaciones digitales inalámbricas.**

30 Prioridad: **22.06.2000 US 602593**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**15.02.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**15.02.2010**

73 Titular/es: **Airbiquity, Inc.**  
**1011 Western Avenue**  
**Seattle, Washington 98104, US**

72 Inventor/es: **Preston, Dan, A.;**  
**Preston, Joseph, D.;**  
**Leyendecker, Robert;**  
**Eatherly, Wayne;**  
**Proctor, Rod, L. y**  
**Smith, Philip, R.**

74 Agente: **Urizar Anasagasti, José Antonio**

ES 2 332 875 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Señalización intrabanda mejorada para la transmisión de datos sobre redes de telecomunicaciones digitales inalámbricas.

### Campo técnico

Esta invención se refiere a telecomunicaciones inalámbricas y más específicamente a un sistema que transmite datos digitales sobre el canal audio de una red inalámbrica digital "intrabanda".

### Antecedentes de la invención

Un teléfono celular permite a un usuario hablar a otro usuario sin estar atado a una línea terrestre. El teléfono celular incluye circuitería que genera una señal de audio a partir de la voz del usuario. Estas señales de voz se convierten a forma digital usando un convertidor A-D. Las señales digitalizadas de voz se codifican mediante un codificador de voz (vocoder) y después se modulan sobre una frecuencia portadora que transmite las señales de voz sobre una red celular. Las señales vocales se envían por la red celular inalámbrica bien a otro teléfono en la red celular inalámbrica o a otro teléfono en una red telefónica terrestre.

En las redes telefónicas celulares y terrestres se usan diferentes codificadores/descodificadores (codecs), moduladores, vocodificadores, Controladores de ganancia automática, convertidores analógico-digitales (A-D), circuitos de reducción de ruidos, y convertidores digital-analógicos (D-A). Estos componentes telefónicos pueden implementar diferentes esquemas de codificación para codificar y descodificar las señales de voz.

Estos componentes de telecomunicación están diseñados para transmitir eficientemente señales de voz por canales inalámbricos y terrestres de comunicación de voz. Por ejemplo, un vocodificador digital usa técnicas predictivas de codificación para representar las señales de voz. Estos codificadores predictivos eliminan ruido (señales no vocales) a la vez que comprimen y estiman los componentes de frecuencia de las señales vocales antes de transmitirlos por el canal de voz.

A veces es necesario para un usuario transmitir a la vez señales de audio y datos digitales a otra localización. Por ejemplo, cuando un usuario de teléfono celular llama al 911 para asistencia en emergencias, el usuario puede necesitar enviar datos digitales del lugar a un centro de control mientras a la vez explica verbalmente las condiciones de la emergencia a un operador humano. Sería deseable transmitir los datos digitales mediante un teléfono celular sin tener que usar un módem inalámbrico analógico separado.

En consecuencia, existe una necesidad de transmitir datos digitales sobre un canal de voz de una red de comunicación digital inalámbrica.

US 6021163 desvela una estación base de radio o intercambio que tiene dos partes que pueden separarse cierta distancia, y afronta el problema de transmitir datos por cable entre dichas dos partes. En particular, US6021163 hace notar que si los datos se modulan a la frecuencia intermedia en la primera parte y se transmiten a la frecuencia intermedia a lo largo del cable a la segunda parte, la atenuación de la señal puede ser un problema. US6021163 propone modular los datos a una frecuencia menor que la frecuencia intermedia en la primera parte, y luego transmitir los datos modulados por el cable a la segunda parte. US6021163 no menciona la frecuencia a la que tiene lugar la modulación propuesta, más allá de que es menor que las frecuencias intermedias de 200 MHz y 800 MHz.

### Resumen de la invención

Un módem de señalización intrabanda comunica datos digitales sobre un canal de voz en una red digital de telecomunicación inalámbrica. Una entrada recibe datos digitales. Un codificador convierte los datos digitales en tonos de audio que sintetizan características de frecuencia de la voz humana. Los datos digitales también se codifican para evitar que los circuitos de codificación de voz en la red de telecomunicaciones degraden los tonos de audio sintetizados que representan los datos digitales. Una salida saca luego los tonos de audio sintetizados a un canal de voz de una red digital de telecomunicación inalámbrica.

El anterior objeto de la invención puede ser conseguido por un módem de señalización intrabanda de acuerdo con la reivindicación 1.

### Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama que muestra una red de telecomunicación inalámbrica que provee señalización intrabanda (IBS) de acuerdo a la invención.

La Fig. 2 es un diagrama detallado de un teléfono celular acoplado a un módem IBS según una realización de la invención.

La Fig. 3 es otra realización del módem IBS según la invención.

## ES 2 332 875 T3

La Fig. 4 es un diagrama detallado de un codificador de módem IBS.

La Fig. 5 es un diagrama esquemático de un paquete IBS.

La Fig. 6 es un diagrama esquemático de salida de tonos de datos digitales de un modulador IBS.

La Fig. 7 es un diagrama que muestra cómo se degradan datos digitales por un controlador de ganancia automático.

La Fig. 8 es un diagrama que muestra cómo se degradan datos digitales por un controlador de ganancia automático.

La Fig. 9 es un diagrama detallado de circuitos de recepción acoplados a un descodificador de módem IBS.

La Fig. 10 es un diagrama de estado para el descodificador IBS mostrado en la Fig. 9.

La Fig. 11 es un diagrama de bloques que muestra un estado de búsqueda en el descodificador IBS.

La Fig. 12 es un diagrama de bloques que muestra un estado activo en el descodificador IBS.

La Fig. 13 es un diagrama de bloques que muestra un estado de recuperación de reloj en el descodificador IBS.

La Fig. 14 es un diagrama esquemático de un teléfono celular con el módem IBS situado en un paquete de baterías desmontable.

La Fig. 15 es un diagrama esquemático que muestra diferentes fuentes de datos acopladas a un teléfono celular a través de un módem IBS.

La Fig. 16 es un diagrama esquemático que muestra la implementación del módem IBS usando una tarjeta de sonido.

Las Figs. 17 y 18 son diagramas de bloques que muestran cómo opera la tarjeta de sonido de la Fig. 16.

La Fig. 19 es un diagrama de bloques de un circuito de sincronización para el módem IBS.

La Fig. 20 es un diagrama detallado del circuito de sincronización de la Fig. 19.

La Fig. 21 es un diagrama de temporización que muestra cómo opera el circuito de sincronización de la Fig. 19.

La Fig. 22 es un gráfico que muestra cómo el circuito de sincronización identifica el tiempo óptimo de comienzo de la sincronización.

La Fig. 23 es una realización alternativa del circuito de sincronización.

La Fig. 24 es un diagrama de codificación para un módem IBS multicanal.

La Fig. 25 es un diagrama de descodificación para un módem IBS multicanal.

Las Figs. 26 y 27 muestran diferentes configuraciones para el módem IBS multicanal mostrado en las Figs. 24 y 25.

### Descripción detallada de la realización preferente

En referencia a la Fig. 1, una red inalámbrica de telecomunicaciones 12 incluye un teléfono celular 14 que recibe señales de voz 22 de un usuario 23. Un codificador de voz (vocoder) 18 en el teléfono móvil codifica las señales de voz 22 a señales codificadas digitales de voz 31 que luego se transmiten por un canal de radio digital inalámbrico 34 (llamada celular). El teléfono celular 14 transmite las a señales codificadas digitales de voz 31 a un sitio de comunicaciones celulares (sitio celular) 36 que retransmite la llamada celular a un Sistema de Conmutación de Telecomunicaciones Celulares (CTSS) 38.

El CTSS 38 bien conecta la llamada celular a otro teléfono celular bien en la red inalámbrica celular 12, a un teléfono de línea terrestre en una red PSTN 42 como una llamada en circuito conmutado o enruta la llamada sobre una red IP (Protocolo Internet) de conmutación de paquetes 46 como una llamada de Voz sobre IP (VoIP). La llamada celular puede también encaminarse desde la red PSTN 42 de vuelta a la red celular 12 o desde la red PSTN 42 a la red IP 46, o viceversa. La llamada celular llega eventualmente a un teléfono 44 que corresponde a un número de teléfono de destino originalmente introducido en el teléfono celular 14.

Pueden insertarse datos adicionales en cualquier punto en la red celular 12, tal como en la red PSTN 42 Y la red IP 46 y la señal ser remodulada para transmisión sobre redes de cable o celulares. Tales datos podrían ser relacionados con el sistema tal como información de enrutado, información de tarifas, etc.

## ES 2 332 875 T3

Un módem 28 de señalización intrabanda (IBS) habilita al teléfono celular 14 para transmitir datos digitales 29 desde una fuente de datos 30 sobre el canal de radio 34 de la red celular 12. El módem IBS 28 modula los datos digitales 29 en tonos sintetizados de datos digitales 26. Los tonos de datos digitales 26 impiden que los componentes de codificación en la red celular 12 y la red terrestre 42, tales como el vocodificador 18, degraden los datos digitales. El esquema de codificación y modulación usado en el módem IBS 28 permite que los datos digitales 29 sean transmitidos a través del mismo codificador de voz 18 usado en el teléfono celular 14 para codificar señales de voz 22. Cualquier dispositivo tal como una máquina expendedora, etc., podría ser mejorado por esta tecnología.

Los tonos sintetizados se definen como señales que representan datos digitales que también tienen características de señalización que capacitan a las señales para ser codificadas y decodificadas por un codec de voz sin perder información de datos digitales en la señal. En un ejemplo, se usan señales de modulación por desplazamiento de frecuencia (MDF) para crear los tonos sintetizados a diferentes frecuencias dentro de la gama de audio del discurso humano.

El módem IBS 28 habilita la transmisión de las señales de voz 22 y los datos digitales 29 sobre el mismo canal de audio digital usando los mismos circuitos del teléfono celular. Esto evita que un usuario tenga que transmitir datos digitales usando un módem inalámbrico separado y permite a un usuario de teléfono celular hablar y enviar datos durante la misma llamada digital inalámbrica.

La invención modula los datos digitales 29 en tonos sintetizados de audio. Esto impide que el vocodificador 18 de teléfono celular filtre o degrade los valores binarios asociados con los datos digitales 29. El mismo transceptor de teléfono celular y los circuitos de codificación se usan para transmitir y recibir señales de voz y datos digitales. Esto capacita al módem IBS 28 para ser mucho más pequeño, menos complicado y más eficiente en términos de energía que un módem autónomo inalámbrico. En algunas realizaciones, el módem IBS 28 se implementa completamente en software usando solamente los componentes existentes de hardware en el teléfono celular 14.

Uno o más servidores 40 se sitúan en cualquiera de diversas localizaciones en la red inalámbrica 12, la red PSTN 42, o la red IP 46. Cada servidor 40 incluye uno o más módems IBS 28 que codifican, detectan y decodifican los datos digitales 29 transmitidos y recibidos por el canal digital de radio 34. Los datos digitales decodificados son bien procesados en el servidor 40 o encaminados a otro ordenador tal como el ordenador 50.

En referencia a la Fig. 2, una primera porción del módem IBS 28 incluye un codificador IBS 52 y un convertidor digital -analógico (D/A) 54. El codificador IBS 52 se implementa típicamente usando un Procesador de Señal Digital (PSD). La fuente de datos 30 representa cualquier dispositivo que requiere transmisión o recepción inalámbrica de datos digitales. Por ejemplo, la fuente de datos 30 puede ser un ordenador portátil, un ordenador palm o un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (ver Fig. 15).

La fuente de datos 15 emite una corriente digital de bit 29 al codificador IBS 52. El codificador IBS 52 convierte los datos digitales 29 en paquetes IBS especialmente formateados para transmisión por un canal inalámbrico digital de voz. El codificador IBS 52 convierte los bits desde paquetes IBS a tonos digitales de datos que luego son alimentados en el convertidor D/A 54.

El módem IBS 28 saca valores binarios de los que cada uno representa una amplitud y componente de fase de un tono de audio. El convertidor D/A 54 convierte estos valores digitales en tonos analógicos de audio 26 que luego salen a un puerto auxiliar de audio 15 en el teléfono celular 14. Los tonos analógicos de audio 26 son luego procesados por el teléfono celular 14. Un convertidor analógico a digital (A/D) 16 en el teléfono celular 14 codifica los tonos analógicos de audio 26 sintetizados en valores digitales. El vocodificador 18 codifica las representaciones digitales de los tonos 26 sintetizados en datos codificados digitales 32 y envía los datos codificados a un transceptor 19 que transmite los datos codificados digitales sobre el canal de radio 34.

El voltaje preferido de la salida de los tonos sintetizados de audio 26 desde el convertidor D/A es de unos 25 milivoltios pico a pico. Se descubrió que este nivel de voltaje evita que los tonos de audio 26 saturen los circuitos de canal de voz en el teléfono celular 14.

Ya que los datos digitales 26 se alimentan al teléfono celular 14 a través del puerto de audio 15 auxiliar manos libres existente, el módem IBS puede instalarse como un dispositivo de remplazamiento que puede conectar cualquier fuente de datos 30 al teléfono celular 14. La fuente de datos 30 puede transmitir datos digitales 29 en cualquier formato digital. Por ejemplo, los datos digitales 29 pueden enviarse sobre una interfaz RS-232, interfaz Universal Serial Bus (USB), o cualquier otra interfaz serie o paralelo.

La Fig. 3 muestra una realización alternativa del módem IBS 28. El módem IBS 28 en la Fig. 3 está situado dentro del teléfono celular 14 y está implementado en software usando el procesador existente del teléfono celular o usando alguna combinación de sus propios componentes y los componentes existentes del teléfono celular. En esta realización, el teléfono celular 14 puede incluir un puerto de datos 56 que recibe los datos digitales 29 de la fuente de datos externa 30. En una realización alternativa, la fuente de datos externa 30 es interna al teléfono celular 14. Por ejemplo, la fuente de datos digitales 30 puede ser un chip de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que incluye un receptor GPS (no mostrado) para recibir datos de posicionamiento global de satélites GPS (Fig. 14).

## ES 2 332 875 T3

El codificador IBS 52 en la Fig. 3 como se ha mencionado antes se implementa típicamente en software usando un DSP y puede usar el mismo DSP usado para implementar el vocodificador 18. El convertidor D/A 54 saca los tonos de audio sintetizados que representan datos digitales 29 al convertidor interno A/D 16 del teléfono celular 14. El codificador IBS 52 en una realización alternativa, no sólo sintetiza los datos digitales 29 en tonos de audio sino también cuantifica los valores digitales de frecuencia. El codificador IBS 52 saca luego los datos cuantificados 55 directamente al vocodificador 18. En otra diferente realización de la invención, el codificador IBS 52 se implementa totalmente en software en el mismo DSP que implementa el vocodificador 18.

El vocodificador 18 usa un esquema de codificación específico asociado con la red inalámbrica de comunicaciones 12 (Fig. 1). Por ejemplo, el vocodificador 18 puede ser un codificador VCELP que convierte señales de voz en señales digitales CDMA. El convertidor A/D 16, el convertidor D/A 54 y el transceptor 19 son componentes existentes de teléfonos celulares conocidos por los expertos en la técnica.

Es importante notar que el codificador IBS 52 hace posible transmitir los datos digitales 29 usando los mismos circuitos de teléfono celular que transmiten señales de voz. El codificador IBS 52 impide que cualquier aproximación, cuantificación, codificación, modulación, etc., de señal realizada por el convertidor A/D 16, el vocodificador 18 o el transceptor 19 sufra degradación o filtrado de cualquier bit desde los datos digitales 29.

La Fig. 4 es un diagrama detallado del codificador IBS 52 mostrado en la Fig. 2 y la Fig. 3. Una memoria tampón de datos 58 almacena la corriente de bit binarios 29 de la fuente de datos 30. Un paquetizador 60 segmenta los bits en la memoria tampón 58 en bytes que comprenden una carga útil de paquete IBS. Un formateador de paquete 62 añade un preámbulo y un epílogo que ayuda a impedir la degradación de la carga útil de paquete IBS. Un modulador IBS 64 modula luego los bits en el paquete IBS con dos o más frecuencias diferentes 66 y 68 para generar tonos digitales de datos 69.

### *Prevención de la Degradación de Datos Digitales en Canales de Voz*

Los codificadores de voz de teléfonos celulares aumentan el ancho de banda en canales de voz usando técnicas predictivas de codificación que tratan de describir señales de voz sin tener que enviar toda la información asociada al discurso humano. Si se genera cualquier frecuencia o tono no natural en el canal de voz (p. ej., frecuencias que representan datos digitales), estas frecuencias pueden ser eliminarse por el codificador de voz 18 (Fig. 2). Por ejemplo, si la amplitud de los tonos digitales de datos es mayor que la de las señales normales de voz o los mismos tonos digitales de datos se generan durante un largo período, el codificador de voz 18 puede eliminar esa gran amplitud o señal extendida de frecuencia. Dependiendo de cómo se codifiquen los tonos digitales de datos, los bits digitales representados por esos tonos no naturales pueden ser eliminados totalmente del canal de voz.

El codificador IBS 52 codifica los datos digitales 29 en una forma en la que los codificadores de voz no degradan los tonos que representan datos digitales. El codificador IBS 52 hace esto controlando las amplitudes, períodos de tiempo y modelos de los tonos sintetizados de audio usados para representar los valores de bit binarios.

En referencia a la Fig. 5, el formateador de paquete 62 (Fig. 4) añade un preámbulo de paquete 73 y un encabezamiento 75 delante del paquete IBS 70. El preámbulo de paquete 73 incluye un modelo de preámbulo 72 y un modelo sinc 74. Un total de control 78, y un final de paquete 79 se añaden al final del paquete IBS 70.

La Fig. 6 muestra la salida de tonos sintetizados de datos digitales 69 del modulador IBS 64 (Fig. 4). El modulador IBS 64 (Fig. 4) convierte los bits digitales en el paquete IBS 70 en uno de dos tonos diferentes. Un primer tono se genera a una frecuencia  $f_1$  y representa un valor binario "1" y un segundo tono se genera a una frecuencia  $f_s$  y representa un valor binario "0". En una realización la frecuencia  $f_1$  es 600 Hertz y la frecuencia  $f_2$  es 500 Hertz (Hz).

Se ha determinado que la gama de frecuencia más efectiva para generar los tonos que representan los valores de bits binarios es alguna entre 400 y 1600 Hertz. El modulador IBS 64 incluye tablas de seno y coseno que se usan para generar los valores digitales que representan los diferentes valores de amplitud y fase para las frecuencias  $f_1$  y  $f_2$ .

En una realización de la invención, los datos digitales salen del canal de radio 34 a una velocidad de baudios de 100 bits/s. Se ha encontrado que la velocidad de baudios es eficaz para la prevención de la degradación de los datos digitales de audio para una amplia variedad de codificadores de voz de diferentes teléfonos celulares. Las ondas sinusoidales para cada tono  $f_1$  y  $f_2$  empiezan y terminan en un punto de amplitud cero y continúan durante 10 milisegundos. Se generan ochenta muestras para cada tono digital de datos.

En referencia a la Fig. 7, un controlador automático de ganancia (CAG) es una función de codificación usada en el teléfono celular 14. El CAG 80 puede ser software que está situado en el mismo DSP que implementa el codificador de voz 18. El CAG 80 escala instantáneamente los cambios de energía en las señales de voz. Hay situaciones en las que no han sido alimentadas señales de voz en el CAG 80 durante un tiempo seguido de una serie de tonos de audio 82, que comprende el comienzo de un paquete IBS 70. El CAG 80 escala el primer grupo de tonos 82 al comienzo del paquete IBS 70. El CAG 80 también anticipa los niveles 84 de señal cero después del final del paquete IBS 70, y escalará los tonos 83 al final del paquete IBS 70 como parte de su esquema de escalamiento de predicción. Este escalamiento evita la sobreamplificación de señal o ruido cuando ocurren cambios instantáneos de energía en el canal de voz.

## ES 2 332 875 T3

Como se ha mostrado previamente en la Fig. 6, los bits “1” y “0” del paquete IBS 70, están representados por tonos f1 y f2 respectivamente. Si se escalan estos tonos por el CAG 80, los bits digitales representados por estas frecuencias podrían ser desechados durante la codificación. Por ejemplo, el vocodificador 18 puede ver los tonos escalados como ruido y eliminarlos del canal de audio. Para evitar la eliminación no intencionada de tonos que representan datos digitales, el paquete IBS 70 en la Fig. 5 incluye bits de preámbulo 72 y de epílogo 79. Los bits de preámbulo 72 y de epílogo 79 no contienen ninguno de los bits de datos digitales 29 de la fuente de datos pero incluyen un cierto número de bit(s) de protección que no se necesitan para detectar o codificar el paquete IBS 70. Los tonos que se generan para estos bits de protección en el preámbulo y epílogo pueden ser escalados o filtrados por el CAG 80 sin afectar a ninguno de los datos digitales contenidos en la carga útil 76 del paquete IBS.

La configuración de bits en el preámbulo 72 y la configuración sinc 74 están específicamente formateadas además para impedir la degradación de la carga útil 76 del paquete. Una secuencia aleatoria y/o una secuencia de bits “1”-“0” alternante se usa en el preámbulo 72 y/o la configuración sinc 74. Estas configuraciones de bits alternantes o aleatorias impiden que los filtros adaptativos en el vocodificador 18 del teléfono celular (Fig. 2) eliminen tonos que representan los bits restantes en el paquete IBS 70.

En referencia a la Fig. 8, los filtros adaptativos adaptan alrededor de las frecuencias que se transmiten normalmente sobre la red inalámbrica. Por ejemplo, si se está transmitiendo un largo período del mismo tono f1, un filtro adaptativo usado en el teléfono celular puede adaptar alrededor del espectro de frecuencia f1 como se muestra por el filtro 86.

Otro tono corto a otra frecuencia f2 puede inmediatamente seguir el período largo de tonos f1. Si el filtro 86 es demasiado lento para adaptar, los primeros pocos tonos f2 pueden ser filtrados del canal de voz. Si los tonos f2 filtrados representan bits en la corriente de bit IBS, esos bits se pierden.

Para impedir que los filtros adaptativos en el teléfono celular desechen bits, alguna parte del preámbulo 73 incluye una configuración de bits “1”-“0” alternante o aleatoria. Esto preconditiona el filtro adaptativo como se muestra por el filtro 88. El preámbulo 73 (Fig. 5) trata de incluir una parte de la misma secuencia de bits que ocurre o es probable que ocurra en la carga útil 76 del paquete. Por ejemplo, el codificador IBS 52 puede anticipar la configuración de bit en la carga útil 76. El codificador 52 puede luego colocar un subconjunto de bits en una parte del preámbulo para representar la secuencia de bits en la carga útil.

Esto preconditiona el filtro adaptativo para las mismas frecuencias f1 y f2, en la misma duración y en una frecuencia similar a la que probablemente seguirá en carga útil 76 del paquete. En consecuencia, es menos probable que el filtro adaptativo elimine los tonos que realmente representan los datos digitales que están siendo transmitidos.

La Fig. 9 es un diagrama de bloques del circuito receptor 91 que recibe las señales de voz y datos en el canal de radio 34. El módem IBS 28 también incluye un descodificador IBS 98 que detecta y descodifica los tonos de datos digitales transmitidos en el canal de radio 34. El circuito receptor 91 está situado en el CTSS 38 (Fig. 1) que recibe transmisiones inalámbricas de sitios celulares 36 (Fig. 1). El mismo circuito receptor 91 está también situado en el circuito receptor 91 celular 14.

Como antes se ha descrito en las Figs. 2 y 3, la parte descodificadora del módem IBS 28 puede ser externa al teléfono celular 14 o puede estar dentro del teléfono celular 14. La línea de trazos 104 muestra un módem IBS 28 externo a un teléfono celular y la línea de trazos 106 muestra un módem IBS 28 interno a un teléfono celular. Los módems IBS 14 pueden estar situados en cualquier situación del teléfono en la red PSTN 42 o en la red IP (Fig. 1). El circuito receptor 91 puede ser diferente cuando el módem IBS 28 está acoplado a una línea terrestre. Sin embargo, el módem IBS 28 opera bajo el mismo principio transmitiendo y recibiendo tonos sintetizados sobre el canal de voz de la línea telefónica.

Las señales en el canal de radio 34 se reciben por un transceptor. Un vocodificador 92 descodifica las señales recibidas. Por ejemplo, el vocodificador 92 puede descodificar señales transmitidas en TDMA, CDMA, AMPS, etc. Un convertidor A/D 94 convierte luego las señales digitales de voz en señales analógicas. Las señales analógicas de voz se emiten luego desde un altavoz de audio 17.

Si el módem IBS 28 es externo al circuito receptor 91, entonces el convertidor A/D 96 convierte las señales analógicas en digitales de nuevo. El descodificador IBS 98 desmodula cualquier tono que representa datos digitales otra vez a un paquete digital IBS. Un desensamblador de paquetes 100 desensambla la carga útil del paquete de los paquetes IBS 70 y almacena los datos digitales descodificados en una memoria tampón de datos 102.

La Fig. 10 es un diagrama de estado que explica cómo opera el descodificador IBS 98. El descodificador IBS 98 muestrea y descodifica repetidamente las señales de audio recibidas del canal de radio 34. El estado 110 busca en la señal audio tonos que representen datos digitales. Si la proporción Señal a Ruido (SNR), para tonos dentro de la gama de frecuencia de los tonos de datos digitales, es mayor que un valor preseleccionado, el descodificador IBS 98 entra en un estado activo 112. El estado activo 112 recoge muestras de tonos. Si en algún momento durante el estado activo 112 el SNR cae por debajo de un valor de umbral activo o se alcanza un tiempo de espera antes de que se recojan suficientes muestras de tonos, el descodificador IBS 98 vuelve al estado de búsqueda 110 y recommienza a buscar tonos de datos digitales.

## ES 2 332 875 T3

Después de que se ha recogido un número de muestras, el descodificador IBS 98 busca bits que identifiquen el preámbulo 73 en el paquete IBS 70 (Fig. 5). Si el preámbulo 73 es detectado, el descodificador IBS 98 se mueve al estado de recuperación de reloj 114. El estado de recuperación de reloj 114 sincroniza con el modelo de sincronización 74 en el paquete IBS 70 (Fig. 5). El descodificador IBS 98 luego desmodula la carga útil del paquete 76 en el estado 116. Si no se encuentra el preámbulo 73, el descodificador IBS 98 vuelve al estado de búsqueda 110 y comienza otra vez a buscar en el principio del paquete IBS 70.

El descodificador IBS 98 desmodula toda la carga útil del paquete 76 y luego hace una totalización 78 como verificación final de que se ha desmodulado con éxito un paquete IBS 70. Luego el control vuelve al estado de búsqueda 110 y comienza a buscar el siguiente paquete IBS 70.

La Fig. 11 es un diagrama detallado para el estado de búsqueda 110 del descodificador IBS 98. El estado de búsqueda 110 usa filtrado intrabanda y fuera de banda. En la siguiente discusión se usa “intrabanda” para referirse a tonos dentro de la gama de frecuencia de los dos tonos que representan el valor binario “1” de datos digitales (500 Hz) y el valor binario “0” de datos digitales (600 Hz).

Un primer filtro de paso de banda 118 (intrabanda) mide la energía de las señales en el canal de audio dentro de la gama de frecuencia de unos 400 Hz hasta unos 700 Hz. Un segundo filtro de paso de banda 120 (fuera de banda) mide la energía de las señales en el canal de audio fuera de la gama de frecuencia de 400-700 Hz. Se calcula una proporción Señal a Ruido (SNR) en el bloque 122 entre la energía intrabanda y la energía fuera de banda. Si existen en el canal de audio tonos que representan los datos digitales, la energía medida por el filtro intrabanda 118 será mucho mayor que la energía medida por el filtro fuera de banda 120.

Si el SNR está por debajo de un umbral seleccionado en la caja comparadora 124, se determina que señales en el canal audio son señales reales de voz o ruido. Si el SNR está por encima del umbral, el descodificador IBS 98 determina que los tonos representan datos digitales intrabanda. Cuando se detectan datos digitales, el descodificador IBS 98 se mueve a un estado activo 112 (Fig. 10) para empezar a buscar desde el principio del paquete IBS 70.

La Fig. 12 muestra el estado activo 112 para el descodificador IBS 98. El bloque 130 es notificado por el estado de búsqueda 110 cuando se detecta un tono intrabanda en el canal de audio. Muestras de los tonos de audio se muestran en el bloque 132 con un número de muestras asociadas con un bit binario único. En una realización, se toman 80 muestras de tonos de datos digitales, rellenas con ceros, y luego correlacionadas con Transformadas Discretas de Fourier (DFT).

Una primera DFT tiene coeficientes que representan un tono 500 Hz y se aplica a los datos mostrados en el bloque 134. La primera DFT genera un valor de alta correlación si las muestras contienen un tono 500 Hz (valor de bit binario “0”). Una segunda DFT representa un tono 600 Hz y se aplica a los datos mostrados en el bloque 136. La segunda DFT genera un valor de alta correlación si las muestras contienen un tono 600 Hz (valor de bit binario “1”). El bloque 138 selecciona bien un valor de bit binario “0” o “1” para los datos mostrados en la ventana dependiendo de cuál de las DFT 500 Hz o 600 Hz da el valor mayor de correlación.

El descodificador IBS 98 en el bloque de decisión 140 continúa desmodulando los tonos hasta que se haya detectado el preámbulo del paquete IBS 70. El descodificador IBS 98 se mueve luego al estado de recuperación de reloj 114 (Fig. 13) para sincronizar con el modelo sync 74 en el paquete IBS 70 (Fig. 5). Si se necesita desmodular más bits antes de poder verificar el preámbulo 73, el bloque de decisión 140 retorna al bloque 132 y se muestran y desmodulan las siguientes 80 muestras de los tonos de datos digitales.

La Fig. 13 describe el estado de recuperación de reloj 114 para el descodificador IBS 98. Después de que el preámbulo 73 en el paquete IBS 70 es detectado en el estado activo 112, el estado de recuperación de reloj 114 desmodula la siguiente cadena de bits asociada con el modelo sync 74 (Fig. 5). El estado de recuperación de reloj 114 alinea las muestras de tonos con el centro de los filtros de correlación descritos en el estado activo 112. Esto mejora la precisión del descodificador cuando desmodula la carga útil 76 de paquete IBS.

El bloque de decisión 142 busca el modelo sync 74 en el paquete IBS 70. Si después de desmodular el tono siguiente, no se encuentra el modelo sync, el bloque de decisión 142 cambia la ventana usada para muestrear el modelo sync 74 por una muestra en el bloque 148. El bloque de decisión 150 vuelve a comprobar luego el modelo sync 74. Si el modelo sync 74 se encuentra, el bloque de decisión 144 determina el ratio de potencia para el modelo sync detectado. Este ratio de potencia representa un factor de confianza de la calidad de la sincronización del desmodulador con el modelo sync. El ratio de potencia se compara con los ratios de potencia derivados de diferentes posiciones de muestreo visualizadas. Si el ratio de potencia es mayor que una posición de muestreo previa, se guarda el ratio de potencia como el nuevo ratio de potencia máximo en el bloque 146.

Si el ratio de potencia para el modelo sync 74 es menor que el ratio de potencia medido previamente, el descodificador en el bloque 148 cambia la ventana de muestreo por una posición de muestra. El ratio de potencia se determina luego para la ventana movida y luego se compara con el actual ratio de potencia máximo en el bloque de decisión 144. La ventana se mueve hasta que se encuentra el ratio de potencia máximo para el modelo sync 74. El valor movido de ventana al ratio de potencia máximo se usa para alinear los filtros de correlación del desmodulador con la muestra de centro del primer bit 77 (Fig. 5) en el encabezamiento del paquete IBS 75.

## ES 2 332 875 T3

El descodificador IBS 89 salta luego al estado de desmodulación 116 (Fig. 10) donde la ventana identificada movida se usa para desmodular los restantes tonos 500 y 600 Hz que representan los bits de carga útil de paquete 76 y totaliza los bits 78. El estado de desmodulación 116 correlaciona los tonos f1 y f2 con las DFT de la misma forma que en el estado activo (Fig. 12). Los bits totalizados 78 se usan luego para verificar que un paquete IBS válido se ha recibido y descodificado exactamente.

La Fig. 14 es un diagrama del módem IBS 28 situado en un pack de baterías conectado al teléfono celular 14. Un pin 200 de canal audio manos libres acopla el módem IBS 28 al canal de voz 202 en el teléfono celular 14. Un conmutador 204 acopla bien señales de voz del micrófono 17 o tonos de datos digitales desde el módem IBS 28 al canal de voz 202.

El conmutador 204 se controla bien a través de un menú en una pantalla (no mostrada) en el teléfono celular 14 o por un botón 206 que se proyecta desde la parte trasera del pack de baterías 208. El conmutador 204 puede también controlarse por una de las teclas del teclado del teléfono celular 14.

El botón 206 puede también usarse para iniciar otras funciones provistas a través del módem IBS 28. Por ejemplo, un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) incluye un receptor GPS 210 situado en el pack de baterías 208. El receptor GPS 210 recibe datos GPS de un satélite GPS 212. Un operador de teléfono celular simplemente presiona el botón 206 durante una situación de emergencia. Al apretar el botón 206 se habilita automáticamente al receptor GPS 210 para recoger datos del satélite GPS 212. A la vez, el conmutador 204 conecta el módem IBS 28 al canal de voz 202 del teléfono celular 14. El módem IBS 28 se activa entonces. Tan pronto como se recogen los datos GPS en el módem IBS 28, los datos se formatean, codifican y emiten por el módem IBS 28 al canal de voz 202 del teléfono celular 14.

El usuario 23 puede pulsar el botón 206 en cualquier momento después de llamar manualmente a un número de teléfono. Después de que se establece el canal audio con otro extremo, el usuario 23 pulsa el botón 206. El conmutador 204 se conecta al módem IBS 28 y el módem IBS 28 se activa. Los datos GPS (u otra fuente digital) se envían entonces como tonos de datos digitales a través del módem IBS 28 a un punto extremo sobre el canal audio establecido. Después de transmitir los datos con éxito, el usuario pulsa el botón 206 otra vez reconectando el conmutador 204 al receptor de audio 17.

La Fig. 15 muestra los diferentes tipos de fuentes de datos que pueden conectarse al módem IBS 28. Cualquiera entre un ordenador palm 212, receptor GPS 214 o computador 216, etc., puede acoplarse al módem IBS 28. El módem IBS 28 convierte la salida de bits del dispositivo en tonos de datos digitales que salen luego por el canal de radio 34 en la red inalámbrica. Dado que los datos pueden transmitirse a otro punto extremo por el teléfono celular 14, ninguno de los dispositivos 212, 214 o 216 necesita un módem inalámbrico separado.

### *Implementación de módem de señalización intrabanda en una tarjeta de sonido*

El módem IBS 28 puede implementarse en una tarjeta de sonido estándar de ordenador. En referencia a la Fig. 16, una tarjeta de sonido 252, tal como una tarjeta Sound Blaster fabricada por Creative Labs, Inc., 1523 Cimarron Plaza, Stillwater, Ok 74075 se incluye en un ordenador 250. Una salida de altavoz 253 de la tarjeta de sonido 252 emite tonos de audio a un puerto manos libres 257 en un teléfono celular 258. Una entrada de micrófono 259 en la tarjeta de sonido 252 se conecta a una salida de altavoz del teléfono celular 258.

El ordenador incluye un procesador 254 que convierte datos digitales a un formato de audio usado por la tarjeta de sonido 252 para emitir tonos de audio sintetizados. El teléfono celular 258 codifica y transmite esos tonos de audio sobre el canal de voz de una red inalámbrica de comunicaciones. Un sitio celular 261 recibe los tonos de audio transmitidos y los envía sobre una red PSTN 263. Un ordenador 262 se conecta a una línea de teléfono 260 en la situación de destino de la llamada telefónica. Otra tarjeta de sonido 264 y un procesador 266 en el ordenador 262 desmodula de nuevo los tonos de audio en datos digitales. Los datos digitales representados por los tonos de audio se presentan en el ordenador 262. Las tarjetas de sonido pueden usarse para codificación o descodificación de datos, o ambas.

En referencia a las Figs. 16 y 17, archivos de datos, datos GPS, datos introducidos por teclado por un usuario, o cualesquiera otros datos digitales se paquetizan y formatean por el ordenador 250 en paquetes IBS en el bloque 270. La paquetización y el formateado de paquetes se describen en las figs. 4 y 5. Los valores de bits binarios en los paquetes IBS se convierten en el bloque 272 a un formato digital usado por la tarjeta de sonido 252 (Fig. 16) para generar tonos sintetizados de audio. Por ejemplo, valores de bit binario "1" en el paquete IBS se convierten a un formato digital representando un primer tono de frecuencia f1 y valores de bit binario "0" se convierten a un segundo tono de frecuencia f2. Los tonos f1 y f2 se general de forma similar a la descrita en la Fig. 8.

La tarjeta de sonido en el bloque 274 emite tonos analógicos que representan los valores de bit binarios de forma similar al codificador IBS 52 y al convertidor analógico 54. El teléfono celular en el bloque 276 codifica los tonos de audio y transmite los tonos de audio codificados sobre el canal de voz en la red inalámbrica de comunicaciones en el bloque 278.



En referencia a las Figs. 16 y 18, la llamada de teléfono celular se establece con un número de teléfono de destino. En el bloque 280, bien un usuario descuelga la línea del teléfono que llama o el ordenador 262 (Fig. 16) en el extremo de destino de la llamada de teléfono celular se programa para detectar una señal de llamada desde la línea de teléfono 260. Si una señal de llamada se detecta, bien un usuario del ordenador 262 en el bloque 282 genera una señal “descolgar” en la línea de teléfono 260. La tarjeta de sonido 264 en el bloque 284 actúa como un convertidor analógico-digital convirtiendo los tonos de audio en la línea de teléfono 260 en datos digitales. La tarjeta de sonido 264 junto con el procesador 266 (Fig. 16) descodifica los tonos de audio IBS de forma similar al descodificador IBS 98 descrito en las Figs. 9-13. Las representaciones digitales de los tonos IBS detectados se muestran entonces en la pantalla del ordenador 262 en el bloque 290.

En un ejemplo, un usuario quiere encontrar la localización para el teléfono celular 258. El usuario instruye al ordenador 262 (Fig. 16) para marcar el número de teléfono para el teléfono celular 258. El ordenador 262 usa la tarjeta de sonido 264 para enviar tonos IBS que instruyen al teléfono celular 258 para responder con los datos de localización GPS. El ordenador 250 puede tener un receptor GPS o el teléfono celular 258 puede tener un receptor GPS autónomo. Si el receptor GPS y el módem IBS son internos al teléfono celular 258 como se muestra en las Figs. 2-9, el ordenador 250 no necesita conectarse al teléfono celular 258.

Los datos GPS convertidos en tonos IBS bien por la tarjeta de sonido 252 como se describe en la Fig. 17 o mediante un módem IBS interno como se describe en las Figs. 2-9. Los tonos IBS que representan los datos GPS se transmiten de vuelta sobre el canal inalámbrico de comunicaciones y la red PSTN 263 a la línea de teléfono 260. La tarjeta de sonido 264 en el ordenador 262 controla la línea de teléfono 260 para los tonos de audio IBS. Cuando se detectan, los tonos IBS se convierten a datos digitales GPS y se presentan por el ordenador 266 al usuario en la pantalla del ordenador 262. Un proceso de correlación en el ordenador 262 puede luego convertir los valores de longitud y latitud GPS en un estado, ciudad y dirección de calle.

#### *Sincronización*

La Fig. 19 muestra una técnica alternativa para desmodular y sincronizar el módem IBS en el descodificador IBS 300. Los tonos de audio IBS se reciben sobre el canal de voz de la red inalámbrica de comunicaciones en la interfaz 301. Los tonos de audio IBS se convierten de analógicos a digitales por el convertidor A/D 302. El detector de señales IBS 304 detecta la presencia de los tonos de audio IBS de la misma forma descrita en la Fig. 11.

La técnica alternativa para sincronizar comienza con el descodificador 300 sintonizando las señales IBS a bandas base complejas con multiplicadores 306 y 308. El multiplicador 306 mueve eficazmente cualquier tono IBS en las primera y segunda frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  a DC. Esta primera señal de banda base se denomina como  $S_A'$  y la segunda señal de banda base se denomina como  $S_B'$ . Un banco de filtros sintonizados 310 aplica los filtros sintonizados a las señales de banda base que tienen las formas de impulso esperadas para los dos tonos de audio que representan los valores binarios “0” y “1”. La salida de señal  $S_A'$  desde el banco de filtros sintonizados 310 representa un valor binario 1 y la salida de señal  $S_B'$  desde el banco de filtros sintonizados 310 representa un valor binario 0. El banco de filtros sintonizados puede también añadir filtrado en relación con características conocidas del canal inalámbrico de comunicaciones que puedan existir en las señales  $S_A$  o  $S_B$ .

El filtro sintonizado se selecciona para sintonizar la forma de impulso aplicada al modulador. La forma de impulso se selecciona para el mejor compromiso entre ancho de banda de señalización, velocidad binaria e interferencia entre símbolos. El filtro de forma de impulso se aplica a la fase integrada del oscilador numérico del modulador.

Un sincronizador IBS alinea el modulador con el esquema de sincronización unido al comienzo del paquete IBS. Segmentos 316 de muestras de señales  $S_A$  y  $S_B$  se introducen al desmodulador de sincronización 314 junto con un tiempo de comienzo de muestra  $T_B$ . El desmodulador 314 saca un valor de potencia 320 al sincronizador IBS 312 que indica cuán sincronizado está el desmodulador con el bit de comienzo en el esquema de sincronización. El sincronizador IBS 312 usa los valores de potencia 320 para cada tiempo de comienzo de muestra  $T_B$  para determinar el tiempo óptimo de comienzo de sincronización ( $*T_B$ ) para desmodular los bits restantes en el paquete IBS. El modulador 322 de paquete IBS luego usa el tiempo óptimo de comienzo de sincronización ( $*T_B$ ) para desmodular los valores de bit binarios desde las señales  $S_A$  y  $S_B$ .

La Fig. 20 es una descripción más detallada del desmodulador sinc 314 y del desmodulador de paquete IBS 322 de la Fig. 19. Un primer integrador 324 integra el primer segmento de muestras para la señal  $S_A$ . El integrador comienza en el tiempo de comienzo de muestra  $T_B$  e integra un número  $N$  de muestras que representa la duración  $T$  de un bit IBS (tiempo Baud). Un rectificador 326 alimenta la magnitud del valor de integración a un sumador 332. De una forma similar, un integrador 328 integra los segmentos de muestras para la señal  $S_B$  que comienza en el tiempo de comienzo de muestra  $T_B$ . Un rectificador 330 alimenta la magnitud del segmento integrado de la señal  $S_B$  al sumador 332. La salida del sumador 332 es una señal de potencia 320 que se realimenta al sincronizador 312. El desmodulador de paquete IBS 322 (Fig. 19) también incluye un comparador 334 que genera bien un valor binario 1 o un valor binario 0 de acuerdo con las magnitudes de las señales  $S_A$  y  $S_B$ .

Para una explicación más detallada, la Fig. 21 muestra una representación de las señales  $S_A$  y  $S_B$ , que salen del banco de filtros sintonizados 310. Un número de muestras 336 de la señal  $S_A$  y  $S_B$  representa la duración  $T$  de bit de un tono IBS. En el ejemplo mostrado en la Fig. 21, se toman cinco muestras para cada duración  $T$  de bit. El tiempo

de comienzo de muestra  $T_B$  se desplaza una muestra por cada integración. Una muestra de comienzo para la primera integración comienza en el tiempo de comienzo de muestra  $T_{b1}$ . Como se ve en la Fig. 21, el tiempo de comienzo de muestra  $T_{b1}$  no está alineado con la señal  $S_A$  que representa un valor binario "1" o la señal  $S_B$  que representa un valor binario "0". El desmodulador sinc 314 de la Fig. 20 genera un valor de salida de potencia de 0.0 para  $T_{b1}$ .

Cuando se usa un tiempo de comienzo de muestra  $T_{B2}$ , el desmodulador 314 genera un valor de salida de -2.0. El tiempo de comienzo de muestra  $T_{B3}$  representa la muestra con la mejor sincronización con el comienzo del tono "0" en la señal  $S_B$ . En el tiempo de comienzo de muestra  $T_{B3}$  la potencia de salida es -3. A medida que los tiempos de comienzo de muestra  $T_{B4}$  y  $T_{B5}$  se alejan más de la posición de mejor sincronización, la magnitud de la potencia de salida decrece. La Fig. 22 muestra la magnitud de la distribución de potencia para diferentes tiempos de comienzo de muestra. La magnitud máxima de potencia se identifica en el tiempo de comienzo de muestra  $T_{B3}$ . En consecuencia, se usa por el sincronizador 312 (Fig. 19) el óptimo tiempo de comienzo de muestra  $T_{B3}$ .

En referencia a las Figs. 20 y 21, un primer segmento de muestra 338 que comienza en el tiempo de comienzo de muestra  $T_{B3}$  genera un valor de salida desde el sumador 332 en Fig. 20 de -3. El comparador 334 en Fig. 20 genera un valor binario "0" para cualquier valor de sumador menor que cero. La salida del sumador 332 para un segundo segmento de valores de muestra 340 genera un valor de salida de +3. Dado que el valor de salida para el segundo segmento de muestra es mayor que 0, el comparador 334 genera un valor binario "1". El modulador 322 de paquete IBS (Fig. 19) continúa descodificando los tonos en las señales  $S_A$  y  $S_B$  para el resto de la corriente de bits IBS.

La Fig. 23 muestra una variación del esquema de sincronización descrito en las Figs. 19-22. Los tonos IBS se detectan en el bloque 341. Los tonos IBS se desplazan a banda de base por los multiplicadores 342 tanto para la frecuencia de tono de audio  $f_A$  que representa un valor de bit binario "1" como para la frecuencia de tono de audio  $f_B$  que representa un valor de bit binario "0". El desplazamiento de banda base se hace para cada muestra individual  $T(x)$  de las señales  $f_A$  y  $f_B$ .

En lugar de sumar un baudio entero de muestras, se toma una suma móvil del último valor de baudio usando la nueva muestra  $T(x)$  en el bloque 344. Por ejemplo, con una tasa de muestra de 20 muestras por bit, la muestra n° 21  $T(N+1)$  se desecha de la suma móvil y la siguiente muestra ( $x$ ) se añade a la suma móvil. La magnitud de cada una de las dos sumas móviles para el tono A y el tono B se toman en los bloques 345 y se comparan por el comparador 346. Un valor binario "1" o "0" sale del comparador 346 dependiendo de cuál de las muestras de tonos A o B tiene el valor mayor de magnitud. La salida de valores de bit binarios del comparador 346 se correlaciona con el modelo sinc conocido en los bloques de correlación 347. El tiempo de comienzo de muestra  $*T_B$  seleccionado se identifica como la última muestra que genera el valor mayor de correlación con el modelo de sincronización. Los bits restantes del paquete IBS se desmodulan después de acuerdo al tiempo de comienzo de muestra  $*T_B$  seleccionado.

#### *Módem de Señalización Intrabanda Multicanal*

La Fig. 24 muestra la porción de codificador 350 de un módem de Señalización Intrabanda Multicanal (MIBS). Una fuente de datos 351 genera una corriente de bits binarios. El codificador MIBS 350 genera múltiples canales de señalización intrabanda dentro del mismo canal de voz. Una memoria tampón de datos 352 almacena la corriente de bits binarios de la fuente de datos 351. Un ensamblador de paquete 353 ensambla los bits en la memoria tampón 352 en una carga útil de paquete y añade un preámbulo y epílogo a la carga útil de paquete para formar paquetes IBS como se describió en la Fig. 4.

El codificador 350 incluye dos moduladores 356 y 362, cada uno generando diferentes tonos de audio que representan los bits en los paquetes IBS. El modulador 356 modula valores "1" binarios usando una frecuencia  $f_1$  360 y modula valores "0" binarios usando una frecuencia  $f_2$  358. El modulador 362 modula otros bits en los paquetes IBS que tienen valores "1" binarios usando una frecuencia  $f_3$  364 y modula valores "0" binarios usando una frecuencia  $f_4$  366. Las salidas de tonos  $f_1$  y  $f_2$  del modulador 356 están referenciadas como un primer canal de señalización intrabanda y las salidas de tonos  $f_3$  y  $f_4$  del modulador 362 están referenciadas como un segundo canal IBS. Las salidas de tonos desde los moduladores 356 y 362 se combinan por un sumador 368 y luego se sacan al convertidor D/A 370 y otro circuito de teléfono celular 14 (Fig. 2). El circuito de teléfono celular 14 codifica y transmite los tonos en los dos canales IBS sobre un canal audio de la red de teléfono celular.

Cada uno de los moduladores individuales 356 y 366 es similar en operación al modulador IBS 64 mostrado en la Fig. 4. Puede generarse cualquier número de canales IBS en el módem IBS 24. Por ejemplo, podría proveerse un tercer canal IBS que module bits para una tercera porción de los paquetes IBS añadiendo un tercer modulador IBS que module bits para una tercera porción de los paquetes IBS en tonos que usen frecuencias  $f_5$  y  $f_6$ . La salida del tercer modulador IBS sería alimentada en el sumador 368. Sin embargo, por simplificar, solamente se muestra en la Fig. 24 un módem de dos canales con dos correspondientes moduladores 356 y 362.

Un controlador de canal IBS 354 controla cómo se utilizan los canales IBS múltiples por los módems transmisores y receptores. Por ejemplo, un primer canal IBS puede sólo usarse por un primer módem IBS para transmitir paquetes IBS y un segundo canal IBS puede sólo usarse por ese primer módem IBS para recibir paquetes IBS. Un segundo módem IBS en el extremo opuesto de la transmisión usa entonces el primer canal IBS para recepción. El controlador de canal IBS 354 añade bits de control en los paquetes IBS que negocian el uso de los canales IBS múltiples entre los dos módems IBS comunicantes. Las diferentes configuraciones para los módems IBS se describen en más detalle

## ES 2 332 875 T3

adelante en las Figs. 26 y 27. El controlador 354 también controla qué porciones de los paquetes IBS se modulan por los moduladores 356 y 362. Por ejemplo, los moduladores pueden modular paquetes IBS alternos o cada modulador puede modular porciones diferentes de los mismos paquetes IBS.

- 5 La Fig. 25 muestra el descodificador 375 del módem MIBS. Los tonos de audio del canal de audio se descodifican por el circuito receptor 372 y se alimentan a un convertidor A/D 374. Un primer filtro 376 elimina señales fuera de un rango de frecuencia de los dos tonos en el primer canal IBS y un segundo filtro 378 elimina señales fuera de rangos de frecuencia de los dos tonos en el segundo canal IBS. La gama de frecuencia del filtro 376 es desde  $f1-\Delta f$  a  $f2+\Delta f$  y la gama de frecuencia del filtro 378 es desde  $f3-\Delta f$  a  $f4+\Delta f$ . Los filtros 376 y 378 están mostrados antes de los  
10 descodificadores 380 y 382. Sin embargo, los filtros 376 y 378 pueden implementarse en el mismo DSP en cualquier lugar del proceso descodificador.

- Un primer descodificador de canal IBS 380 detecta y desmodula los dos tonos en el primer canal IBS en valores de bit binarios y un segundo descodificador de canal IBS 382 detecta y desmodula los dos tonos en el segundo canal  
15 IBS en valores de bit binarios. Los descodificadores 380 y 382 detectan, sincronizan y desmodulan los tonos IBS de la misma forma que se describió para el descodificador 98 en la Fig. 9 o el descodificador 300 en la Fig. 19. Un ensamblador de paquetes 386 ensambla la salida de bits de los dos descodificadores 380 y 382 en paquetes IBS que salen luego a una memoria tampón de datos 388.

- 20 El controlador de canal IBS 384 en el módem IBS receptor sincroniza los dos descodificadores 380 y 382 y determina qué descodificadores desmodulan qué porciones de qué paquetes IBS. El controlador 384 también conduce un protocolo de comunicación con el módem IBS transmisor que negocia qué módem IBS está transmitiendo y qué módem IBS está recibiendo paquetes IBS sobre qué canales IBS.

- 25 El filtro 376 y el descodificador 380 para el primer canal IBS y el filtro 378 y descodificador 382 para el segundo canal IBS pueden implementarse en software en el mismo DSP. Alternativamente, un DSP puede usarse para cada codificador y descodificador en cada módem IBS.

- Se prefiere en los módems IBS que las frecuencias  $f1$  y  $f2$  estén bastante separadas de las frecuencias  $f3$  y  $f4$ . Una  
30 ventaja del MIBS es la mitigación de interferencias y la capacidad de adaptación a variaciones en el rendimiento de los teléfonos celulares entre fabricantes mediante cambios dinámicos de frecuencia cuando el rendimiento es malo. Puede enviarse una señal robusta de control de tasa baja de baudio para elegir una nueva frecuencia cuando un módem detecta errores.

- 35 La Fig. 26 muestra una posible configuración para dos módems de Señalización Intrabanda Multicanal (MIBS) 390 y 396. Los dos canales IBS 398 y 400 son transmitidos desde el módem MIBS 390 sobre el canal de voz de una red inalámbrica de comunicaciones y luego posiblemente a través de una red telefónica terrestre al módem MIBS 396. Los dos módems MIBS mostrados en la Fig. 29 operan en un modo medio duplex donde uno de los módems MIBS transmite paquetes IBS sobre ambos primer canal IBS 398 y segundo canal IBS 400 simultáneamente.

- 40 Después de que el primer módem IBS ha completado una transmisión de paquetes IBS sobre los dos canales IBS, el segundo módem IBS 396 es habilitado para empezar una transmisión 394 de vuelta al módem 390 sobre los dos canales IBS 398 y 400. El módem IBS 390 envía información en uno de los paquetes IBS indicando al módem MIBS 396 que la transmisión 392 está completada.

- 45 La Fig. 27 muestra una configuración alternativa donde el primer canal IBS 398 se dedica a transmitir paquetes IBS desde el módem MIBS 390 y el segundo canal IBS 400 se dedica a transmitir paquetes desde el módem MIBS 396. Así, ambos canal IBS 398 se dedica a transmitir paquetes IBS desde el módems MIBS 390 y 396 pueden transmitir y recibir paquetes a la vez. Esta configuración duplex completa puede proveer comunicaciones más rápidas para ciertos  
50 tipos de transmisiones IBS.

- El módem MIBS 390 puede transmitir diferentes porciones de los mismos paquetes IBS sobre los dos canales IBS 398 y 400 o pueden alternar transmisión de diferentes paquetes sobre los dos canales IBS. En otras configuraciones, un canal IBS puede usarse para transmitir paquetes IBS y el segundo canal puede usarse exclusivamente para señalización  
55 y protocolo de comunicaciones entre los dos módems IBS. En otra configuración alternativa, porciones de bits de los mismos paquetes IBS se entrelazan en los dos canales IBS o los mismos paquetes IBS se transmiten sobre ambos canales IBS por redundancia. La información en los dos canales IBS puede reconfigurarse de acuerdo a la aplicación asociada con los datos de paquete IBS.

- 60 Una solicitud para reconfigurar los canales IBS puede codificarse en el encabezamiento del paquete IBS. Por ejemplo, el controlador de canal IBS (Fig. 24) en el módem IBS 390 puede enviar un paquete IBS al módem MIBS 396 que contiene una solicitud de reconfiguración 73 en el preámbulo del paquete IBS (Fig. 5). La solicitud de reconfiguración desde el módem 390 puede solicitar a ambos el primer canal IBS 398 y el segundo canal IBS 400 y luego pedir asignación de un tercer canal IBS 401, con una velocidad menor de baudio, al módem MIBS 396 para transmitir mensajes de recibido al módem 390. El módem MIBS 396  
65 luego espera a un acuse de recibo de la solicitud de configuración del módem 396.

## ES 2 332 875 T3

El controlador de canal IBS 384 (Fig. 25) en el módem MIBS 396 lee la solicitud de reconfiguración en el preámbulo del paquete IBS. El controlador 384 emite entonces un acuse de recibo a través del codificador del módem MIBS 396. El codificador formatea el acuse de recibo en el preámbulo de un paquete de respuesta IBS que luego se modula y transmite de vuelta al módem MIBS 390 sobre uno o más de los canales IBS actualmente asignados. El controlador en el módem 396 reconfigura entonces el codificador para recibir paquetes IBS sobre el primer y segundo canales IBS 398 y 400 y transmite paquetes sobre el tercer canal de tasa de baudio baja 401.

Cuando el acuse de recibo desde el módem 396 se recibe en el módem 390, el controlador instruye al codificador y descodificador en el módem 390 para transmitir sobre el primer y segundo canales IBS y recibir del tercer canal de tasa de baudio baja. Los dos módems 390 y 396 luego transmiten y reciben paquetes IBS de acuerdo a la nueva configuración de canal.

### Referencias citadas en la descripción

*Este listado de referencias citadas por el solicitante tiene como único fin la conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha puesto gran cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza cualquier responsabilidad en este sentido.*

### Documentos de patentes citados en la descripción

- US 6021163 A

REIVINDICACIONES

1. Un codificador de señalización intrabanda multicanal (350) para codificar datos digitales para una comunicación sobre un canal de voz de una red de telecomunicación inalámbrica, el codificador (350) comprendiendo:

una entrada (352) para recibir datos digitales de entrada;

un medio para separar los datos digitales de entrada recibidos en una primera parte y una segunda parte, un primer modulador digital (356) dispuesto para convertir un primer valor de bit binario en la primera parte de los datos de entrada digitales en un primer tono de audio que tiene una primera frecuencia de audio (360) y para convertir un segundo valor de bit binario en la primera parte de los datos de entrada digitales en un segundo tono de audio que tiene una segunda frecuencia de audio (358);

un segundo modulador digital (362) utilizable para convertir el primer valor de bit binario en la segunda parte de los datos de entrada digitales en un tercer tono de audio que tiene una tercera frecuencia de audio (364) y convierte el segundo valor de bit binario en la segunda parte de los datos de entrada digitales en un cuarto tono de audio que tiene una cuarta frecuencia de audio (366); y

una salida para que salgan los tonos de audio para una transmisión subsiguiente sobre un canal de voz de una red digital inalámbrica de telecomunicaciones.

2. Un módem que comprende

un codificador de señalización intrabanda multicanal (350) según la reivindicación 1;

un primer descodificador (380) dispuesto para controlar los primer y segundo tonos de audio y convertir cualquier primer tono de audio detectado de nuevo en el primer valor de bit binario y convertir cualquier segundo tono de audio detectado de nuevo en el segundo valor de bit binario; y un segundo descodificador (382) dispuesto para controlar los tercer y cuarto tonos de audio y convertir cualquier tercer tono de audio detectado de nuevo en el primer valor de bit binario y convertir cualquier cuarto tono de audio detectado de nuevo en el segundo valor de bit binario.

3. Un módem según la reivindicación 2 que incluye un medio de control (354, 384) utilizables para controlar cuándo los moduladores primero y segundo (356, 362) generan tonos de audio y cuándo los descodificadores primero y segundo controlan los tonos de audio.

4. Un módem según la reivindicación 3 en el que el medio de control (354, 384) es utilizable para conducir una sesión de configuración con otro módem de señalización intrabanda multicanal.

5. Un módem según la reivindicación 3 en el que el medio de control es utilizable para controlar qué bits en los datos digitales son convertidos en tonos de audio por los moduladores primero y segundo (356, 362).

6. Un módem según la reivindicación 2, que incluye:

un primer filtro (376) acoplado al primer descodificador (380) y dispuesto para eliminar señales fuera de una gama de frecuencia de los primer y segundo tonos de audio; y

un segundo filtro (378) acoplado al segundo descodificador (382) y dispuesto para eliminar señales fuera de una gama de frecuencia de los tercer y cuarto tonos de audio.

7. Un sistema que comprende el codificador según la reivindicación 1 y un convertidor analógico-digital en un teléfono celular que procesa señales de voz humanas, en el que el codificador se acopla al convertidor analógico-digital de forma que los tonos de audio primero a cuarto se alimentan a dicho convertidor analógico-digital.

8. Un teléfono celular que comprende el módem según la reivindicación 2.

9. Un sistema que comprende:

un codificador según la reivindicación 1;

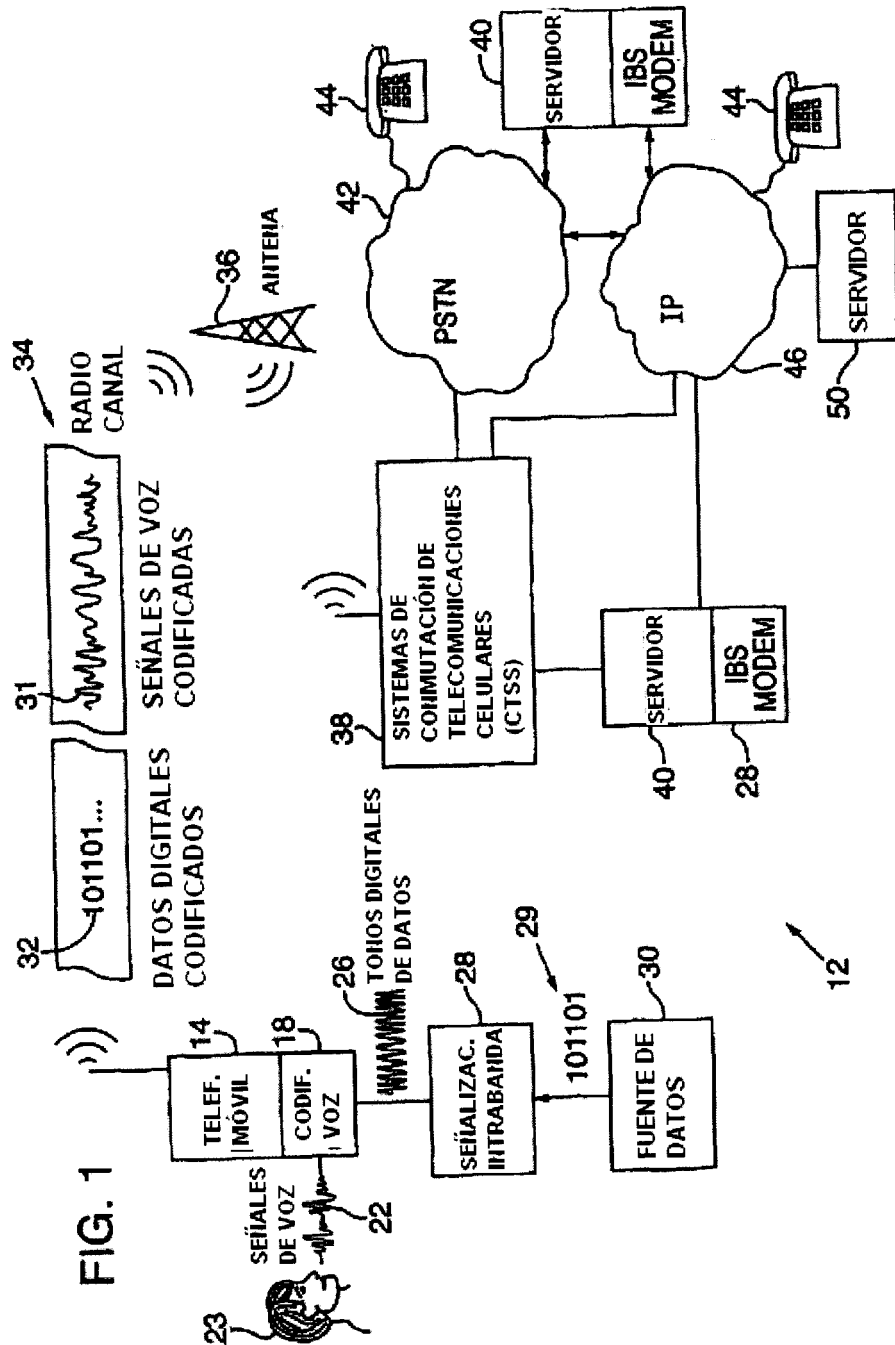
un convertidor analógico-digital dispuesto para convertir los tonos de audio.

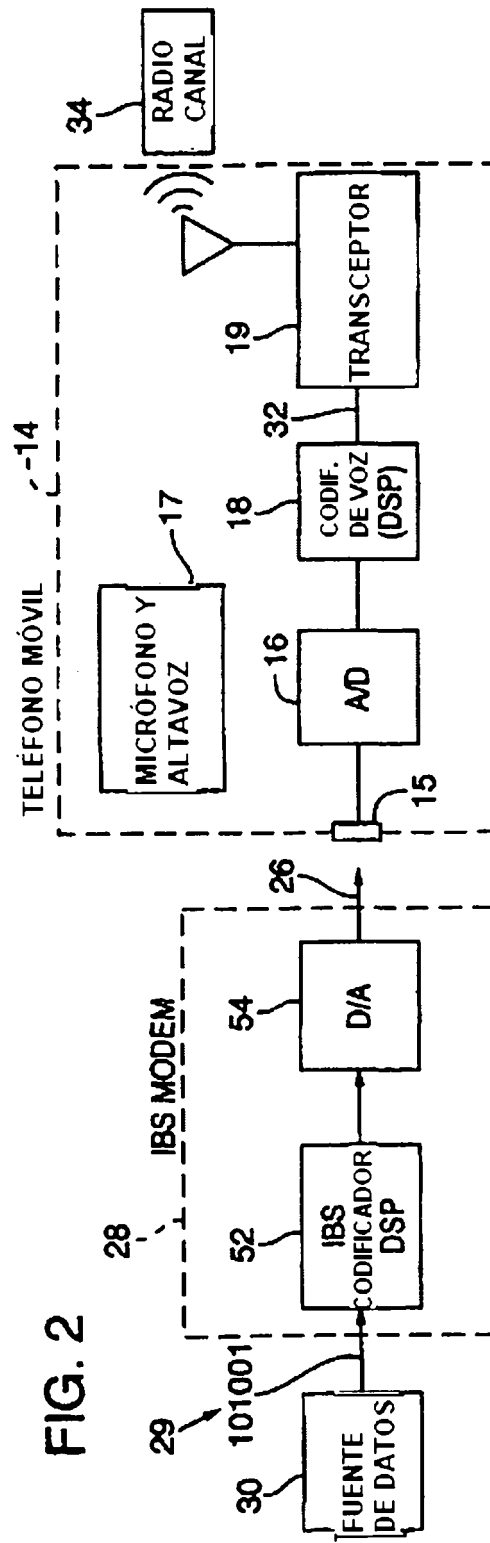
## ES 2 332 875 T3

10. Un decodificador de señalización intrabanda multicanal (375) para decodificar datos transmitidos sobre un canal de voz de una red inalámbrica de telecomunicaciones, el decodificador (375) comprendiendo:

un primer decodificador (380) utilizable para controlar unos primer y segundo tonos de audio que respectivamente tienen primera y segunda frecuencias de audio(360, 358) y para convertir cualquier primer tono de audio detectado de nuevo en un primer valor de bit binario y para convertir cualquier segundo tono de audio detectado en un segundo valor de bit binario; y

un segundo decodificador (382) utilizable para controlar unos tercer y cuarto tonos de audio que respectivamente tienen tercera y cuarta frecuencias de audio(364, 366) y para convertir cualquier tercer tono de audio detectado en el primer valor de bit binario y para convertir cualquier cuarto tono de audio detectado en el segundo valor de bit binario.







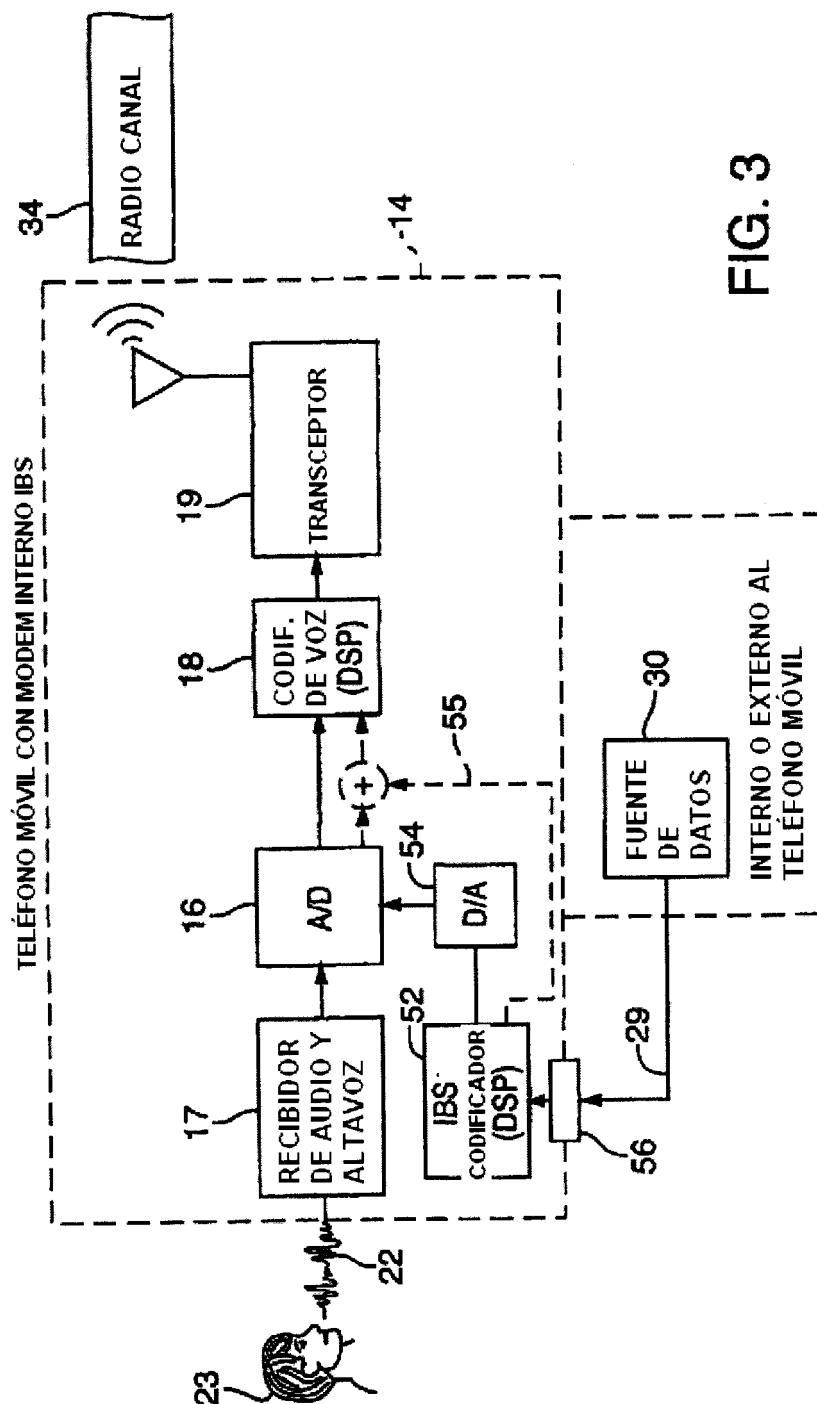


FIG. 3

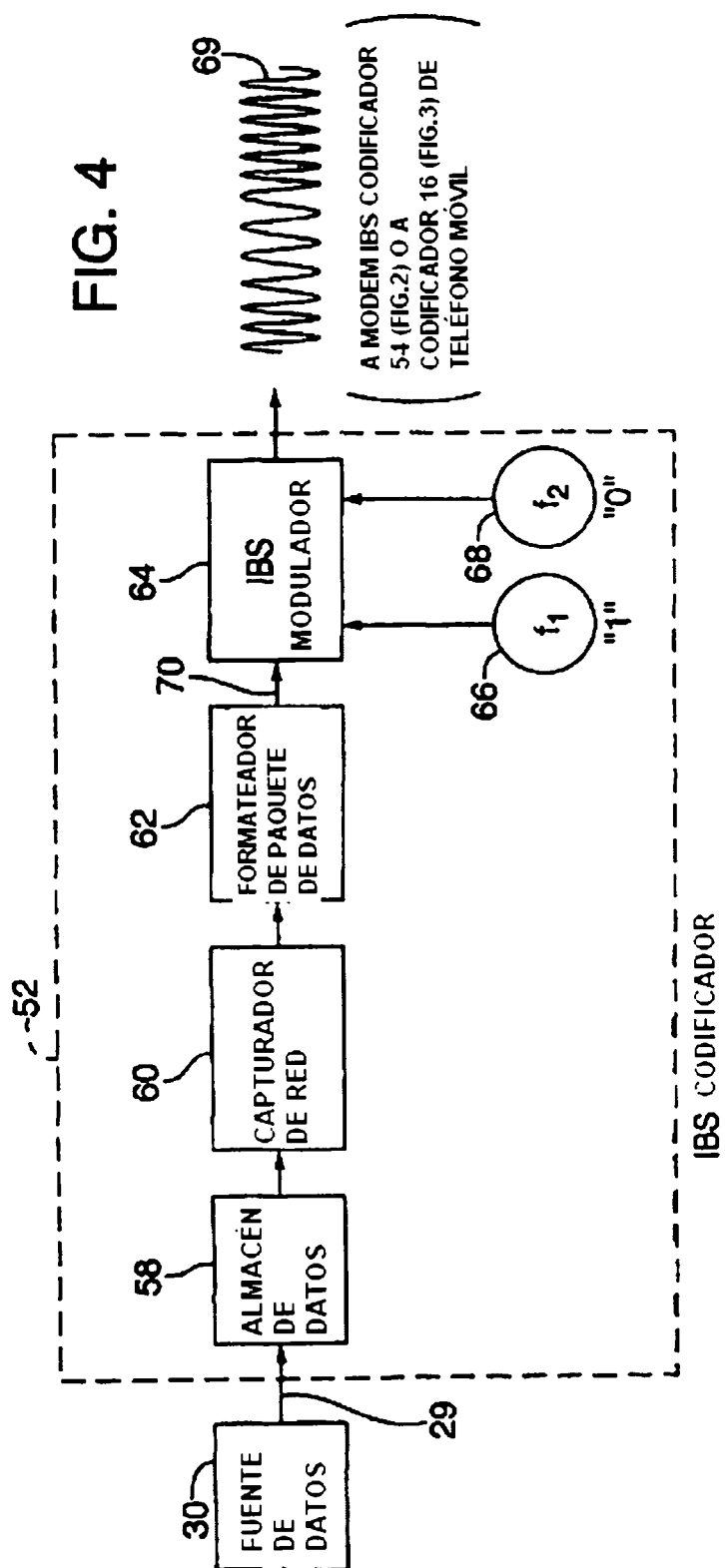
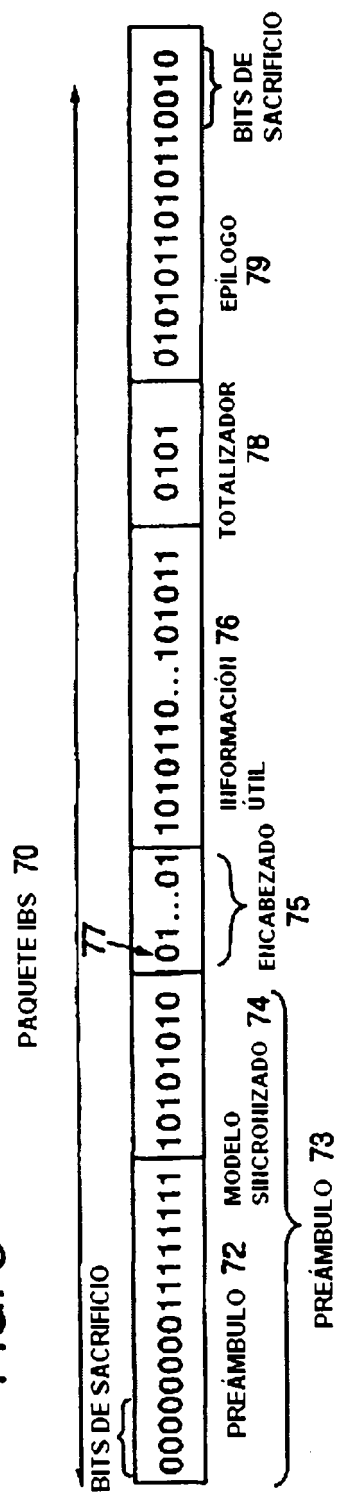
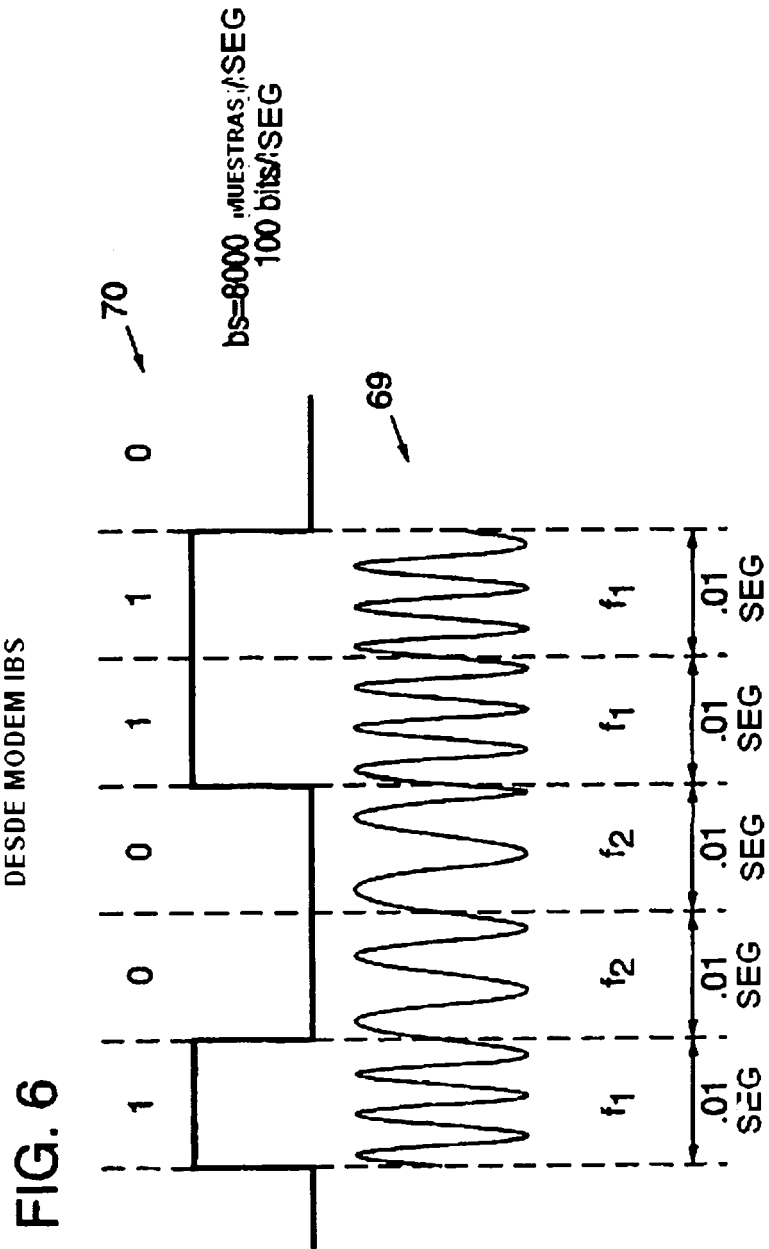


FIG. 5



## SALIDA DE TONOS DIGITALES DESDE MODEM IBS



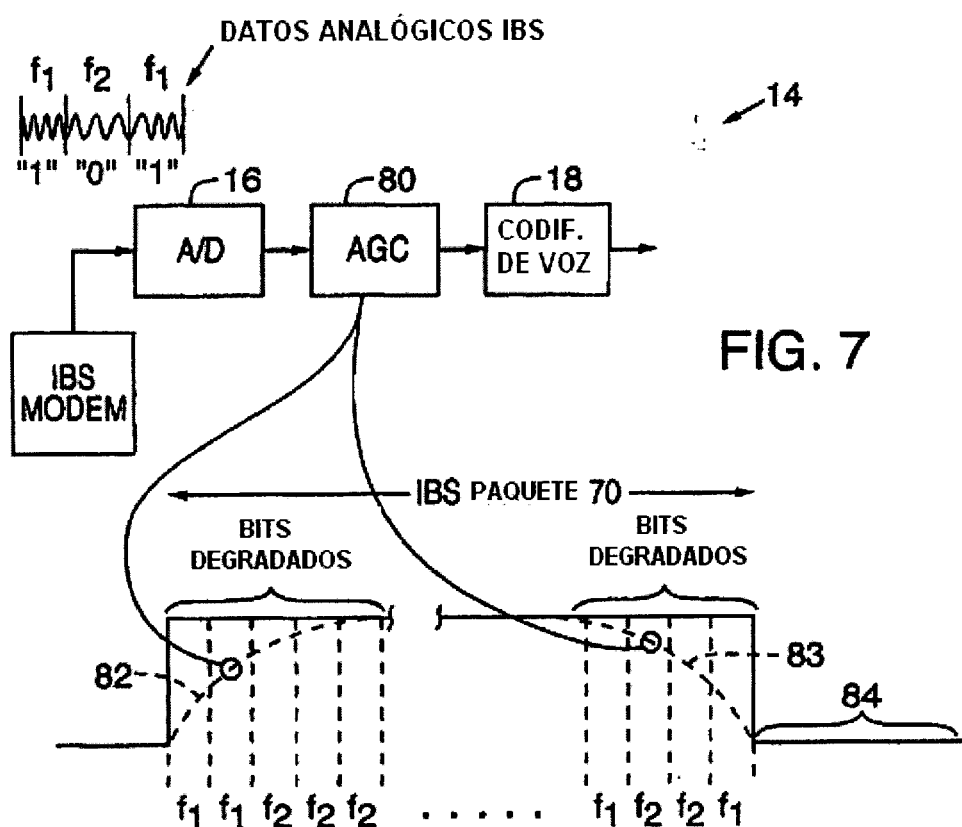


FIG. 7

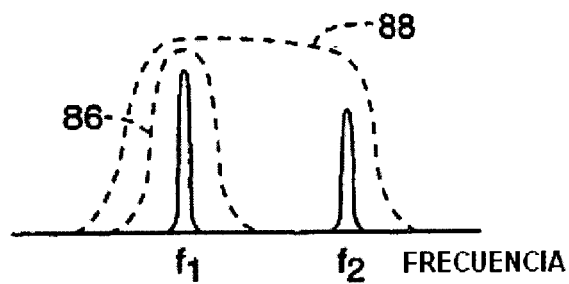
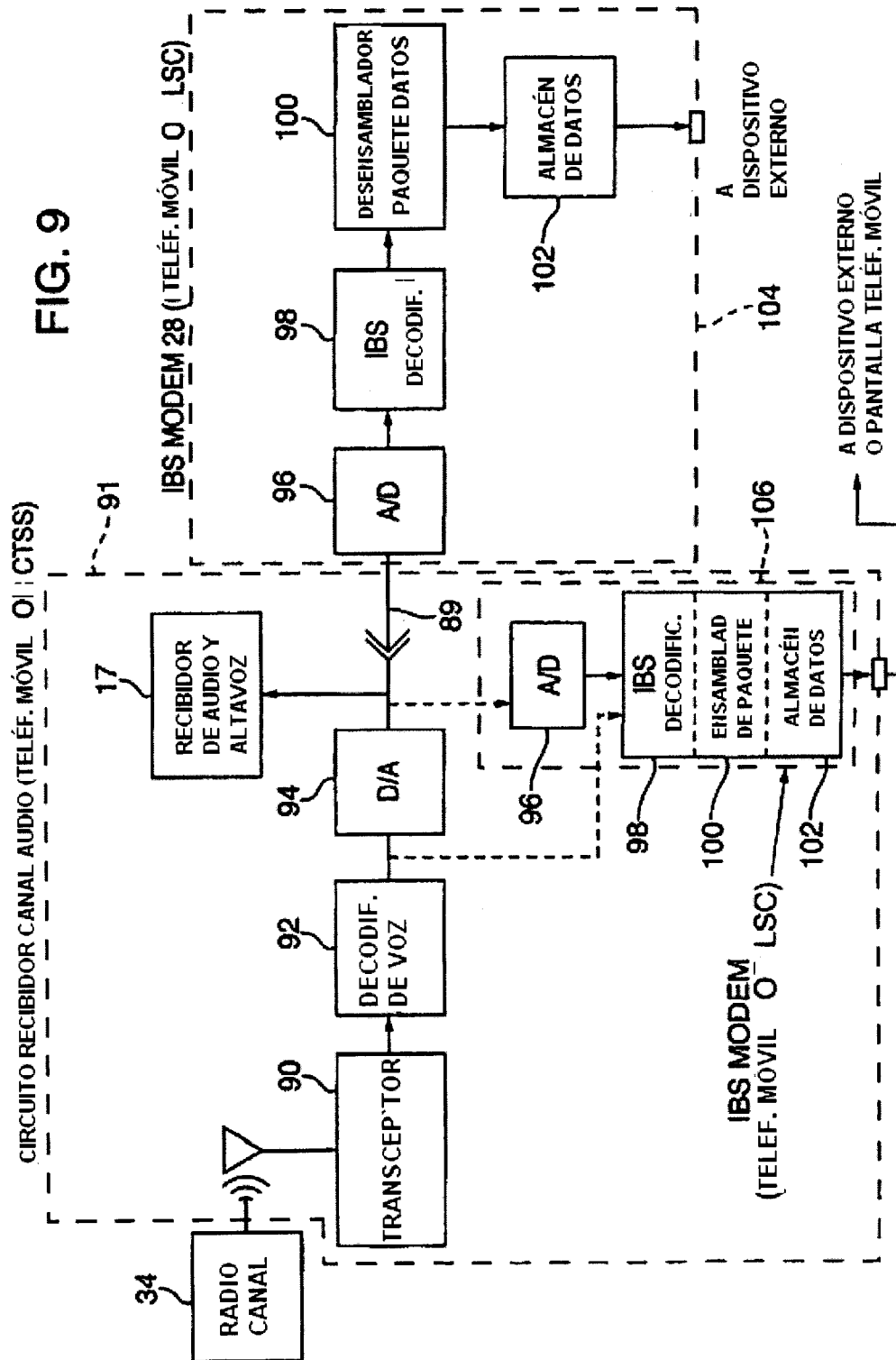


FIG. 8

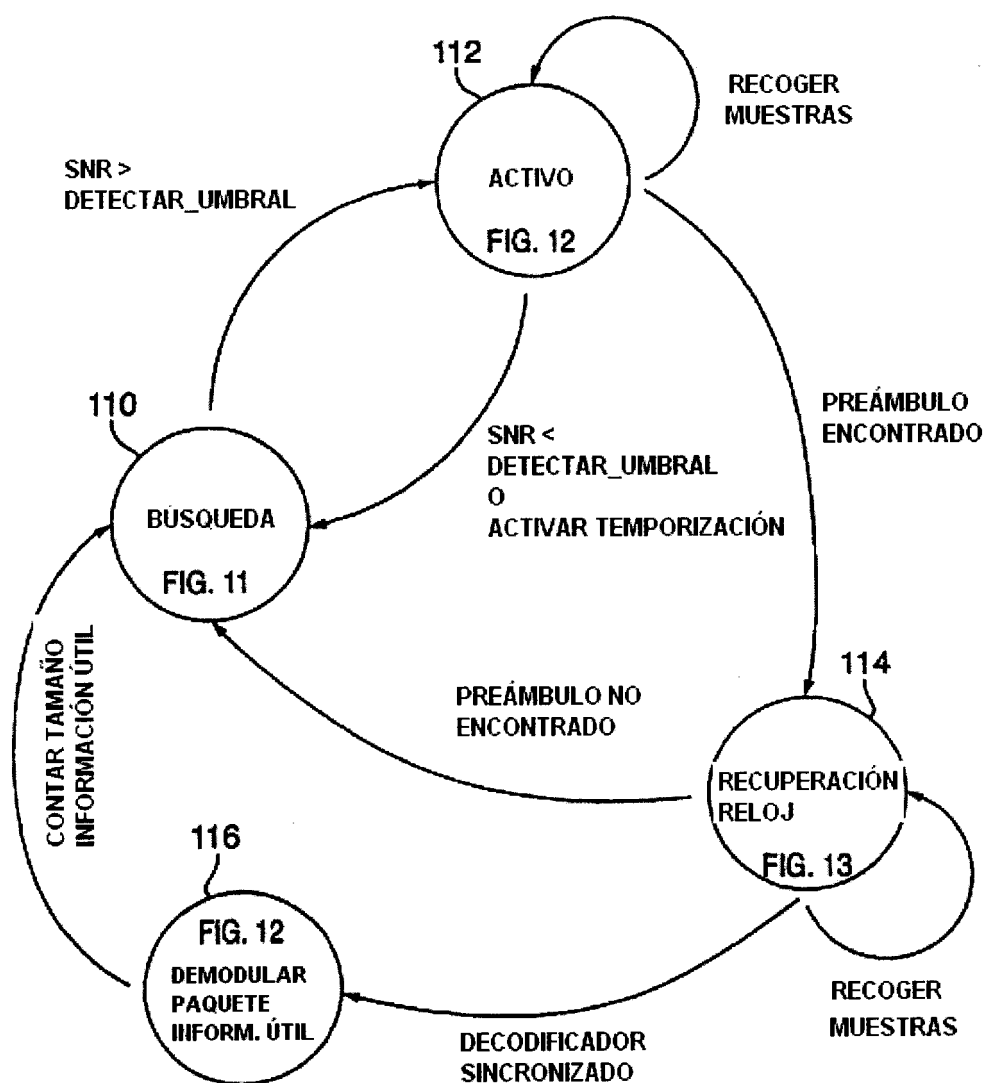
**Fig. 9**



98  
↓

DIAGRAMA DE ESTADO PARA  
DECODIFICADOR IBS 98

FIG. 10



ESTADO BÚSQUEDA DECODIFICADOR IBS

110

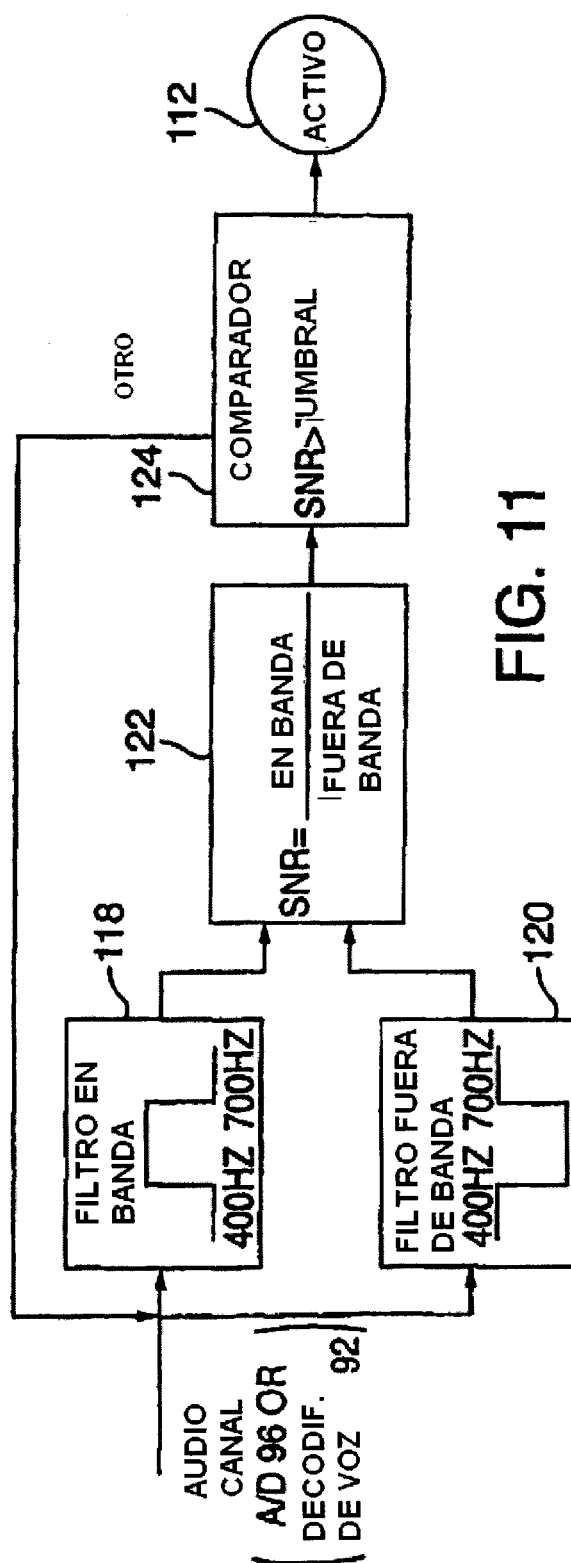


FIG. 11



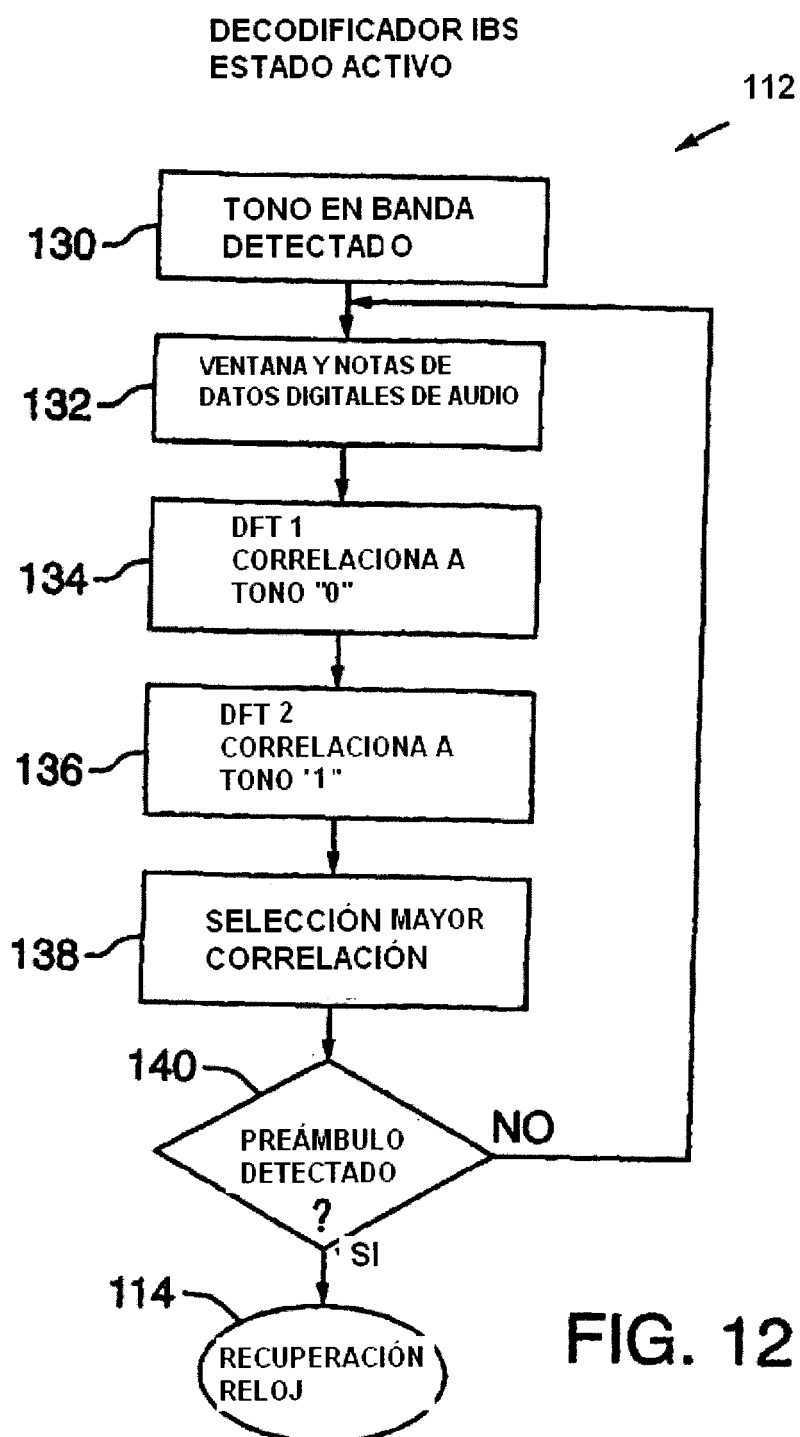
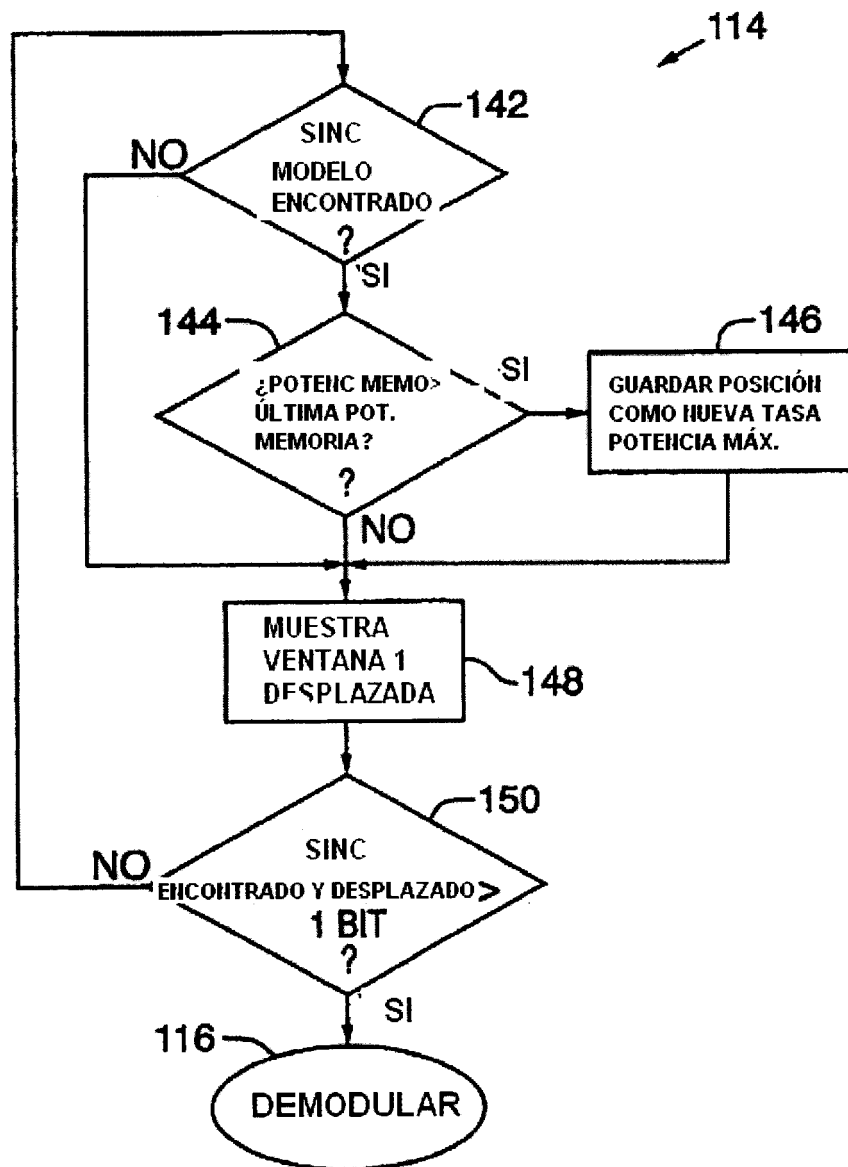


FIG. 12

FIG. 13

ESTADO RECUPERACIÓN RELOJ  
IBS DECODIFICADOR



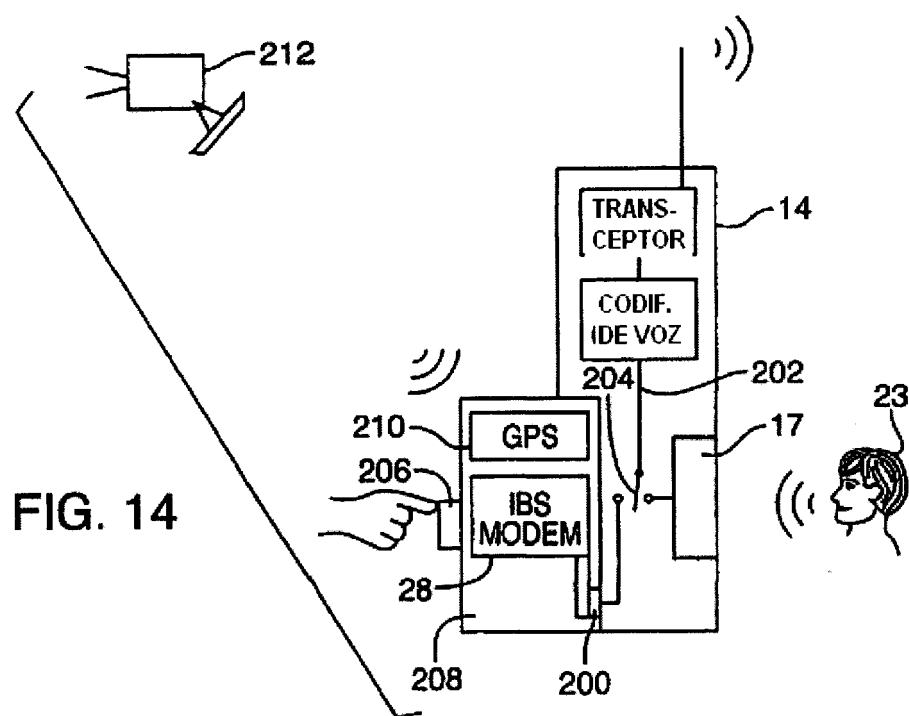
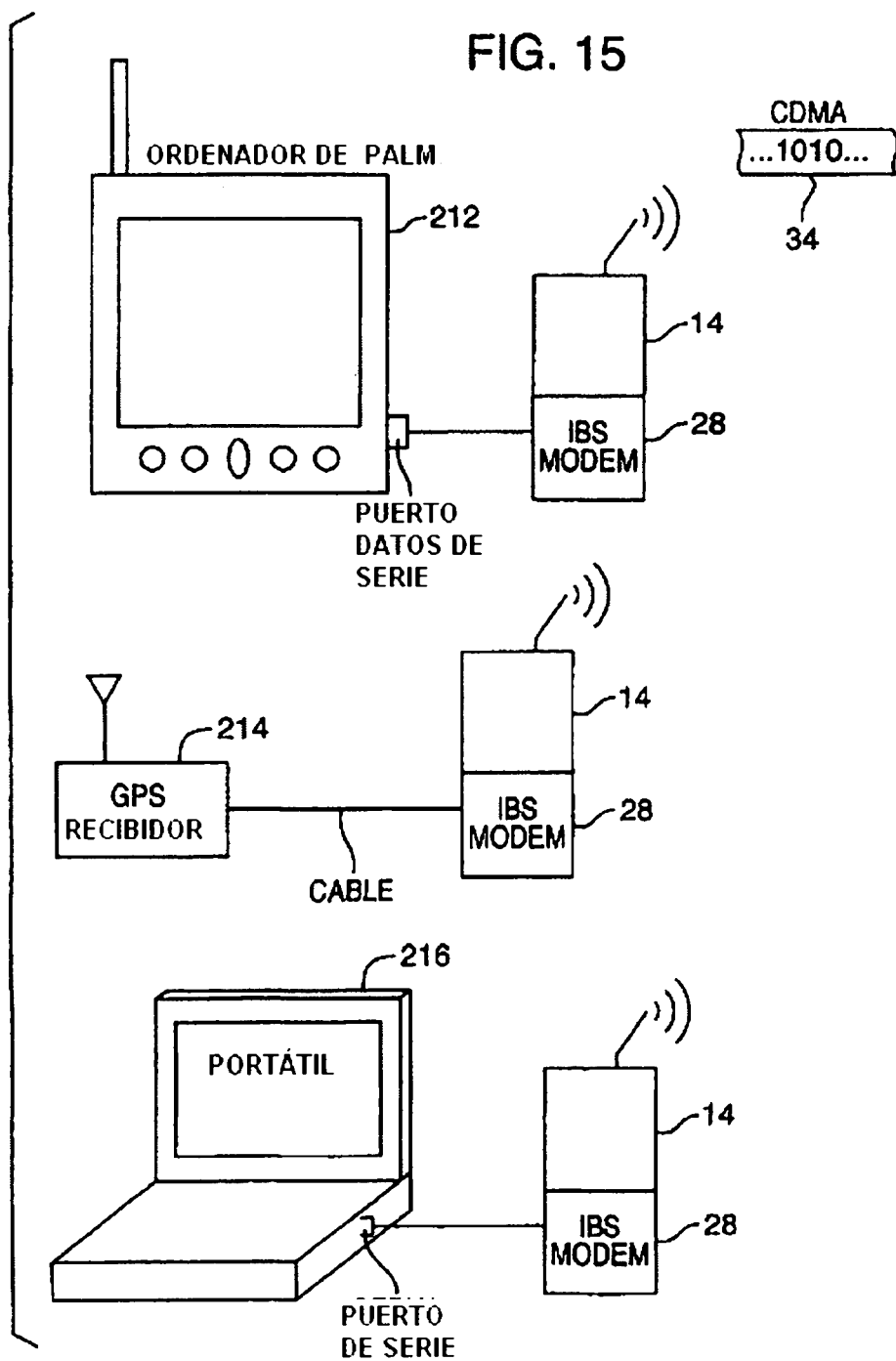


FIG. 15



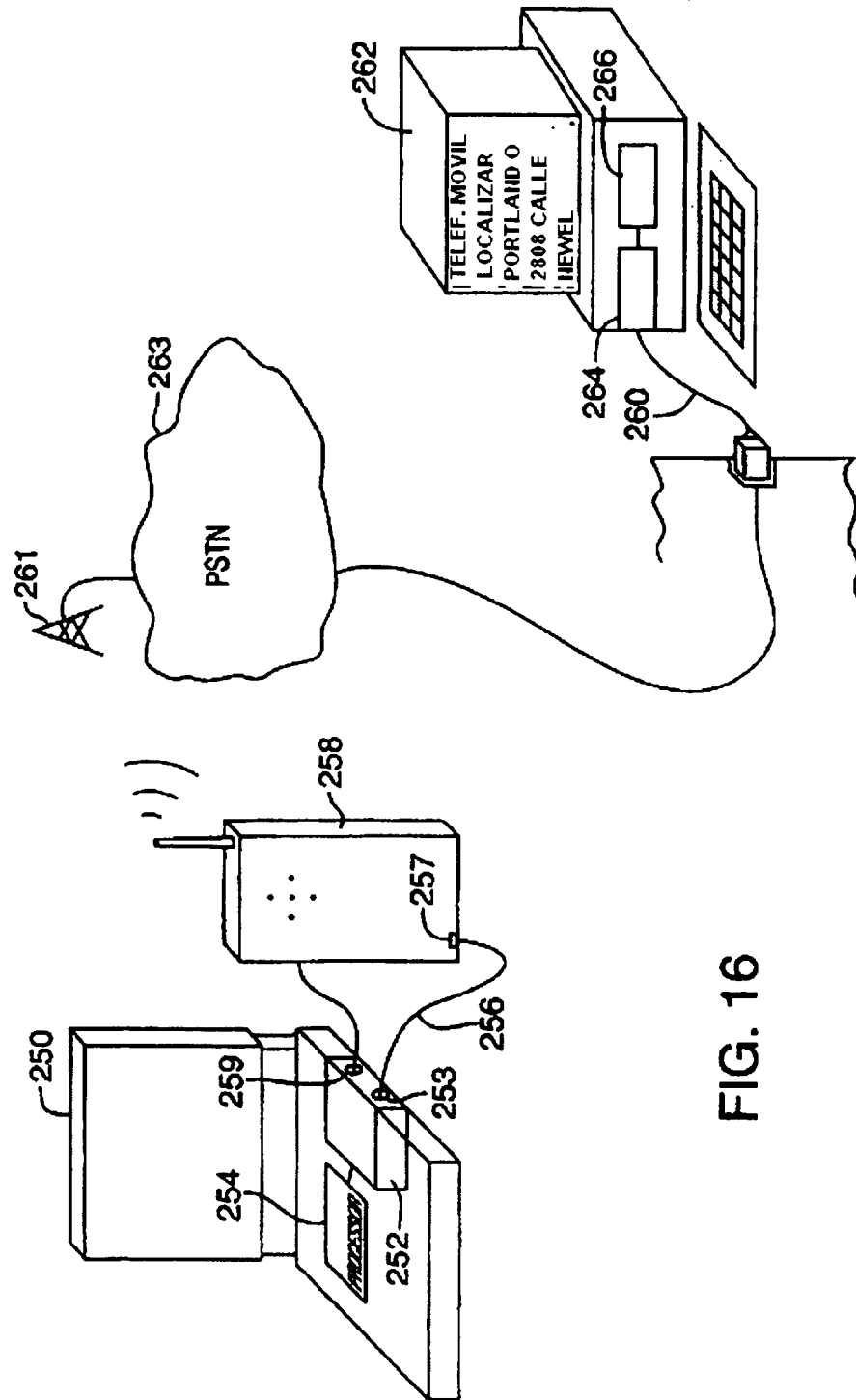


FIG. 16

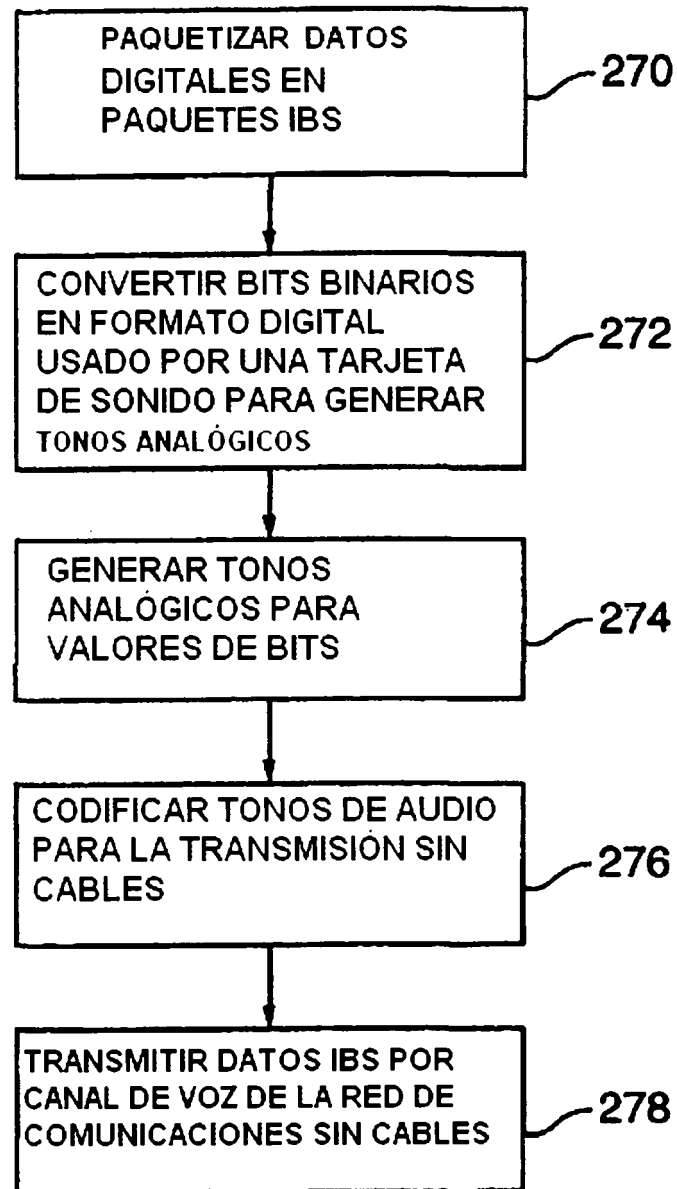
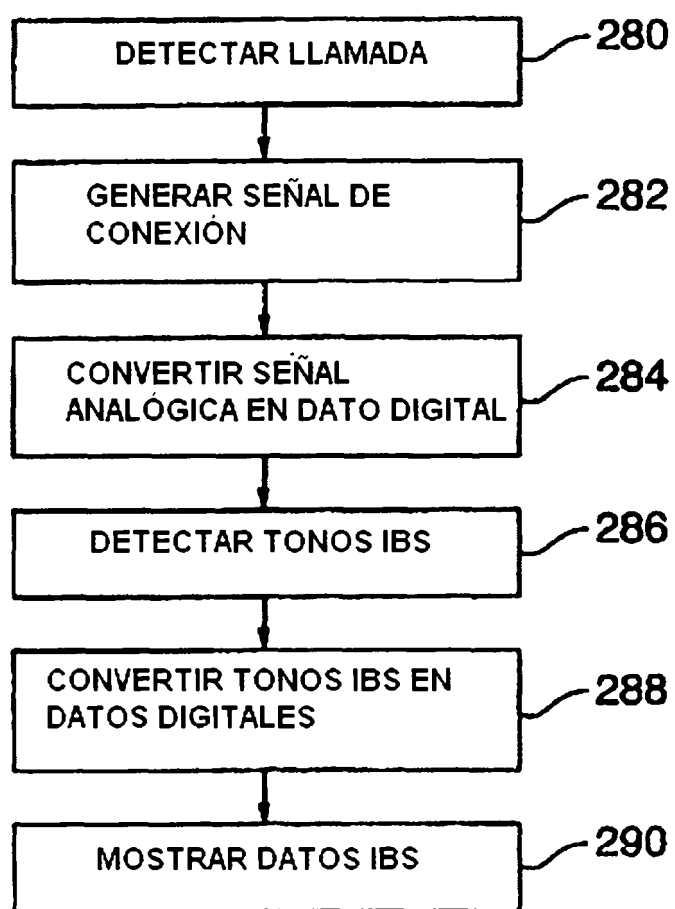


FIG. 17



**FIG. 18**

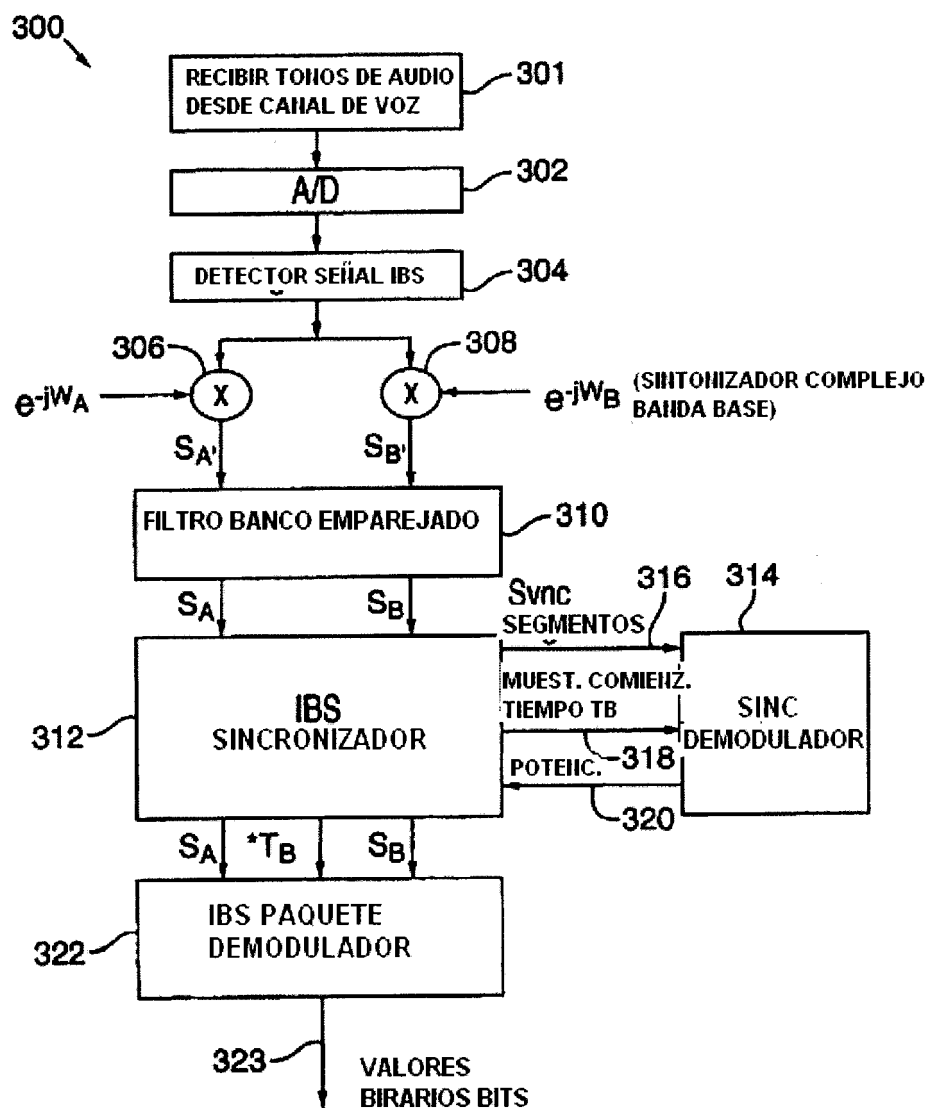


FIG. 19



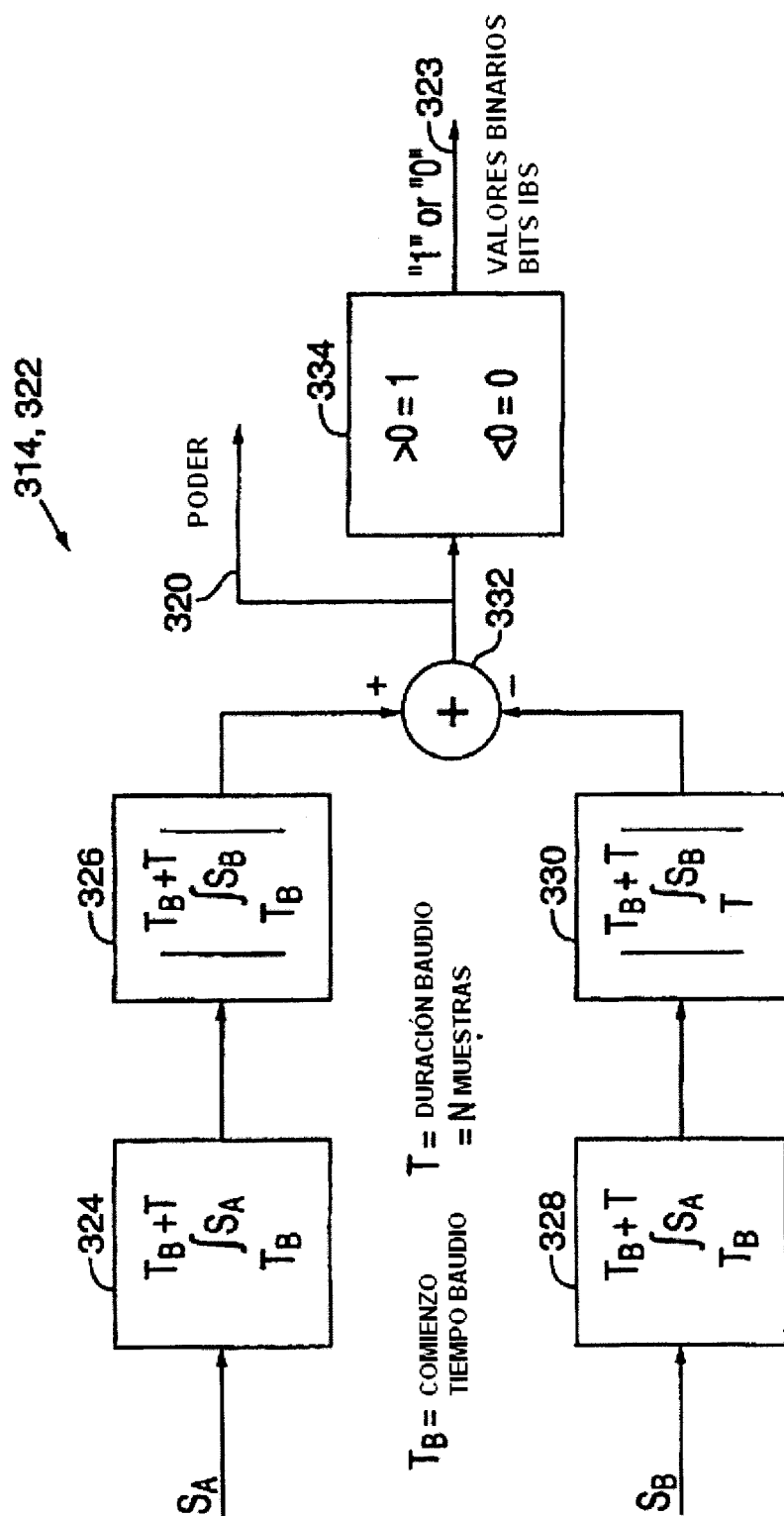


FIG. 20

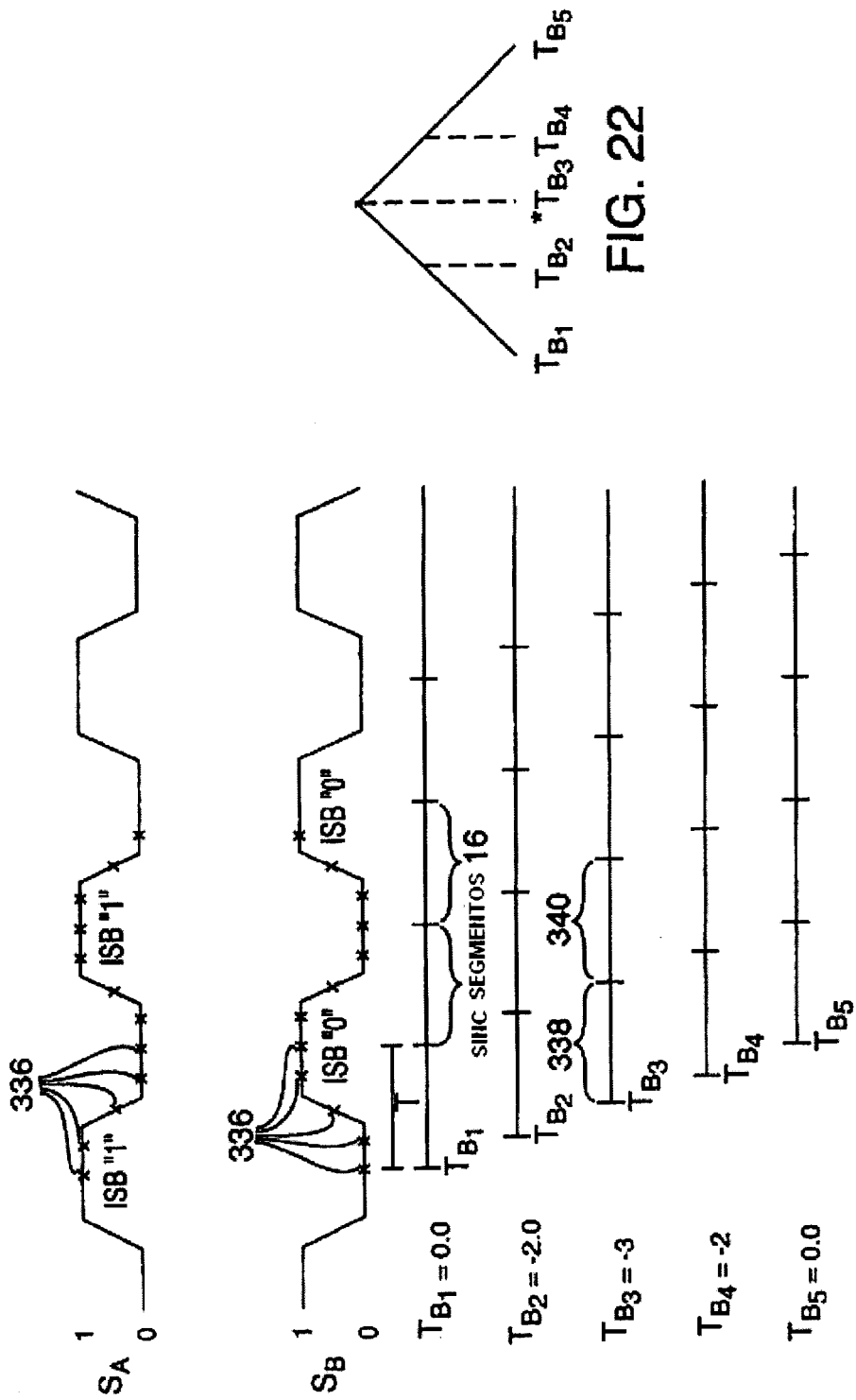


FIG. 21

FIG. 22

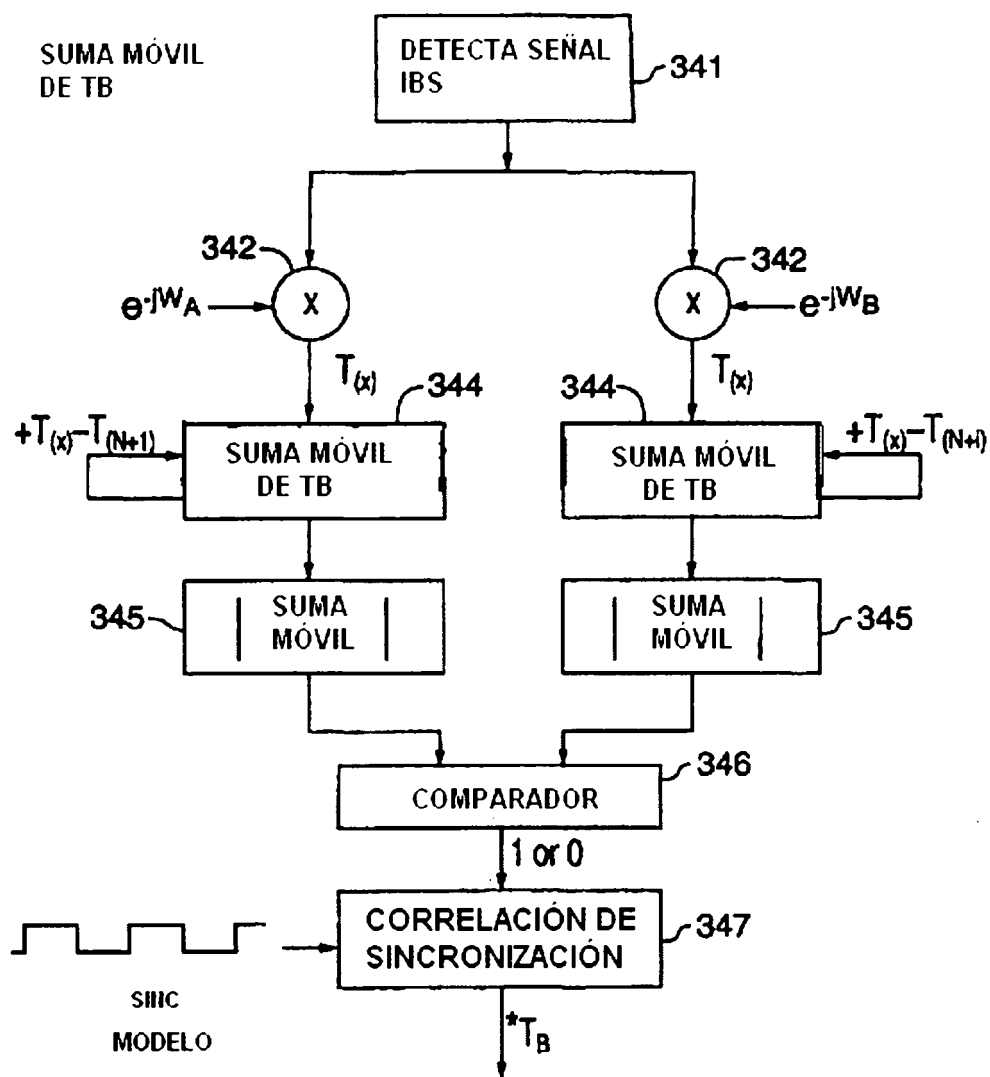
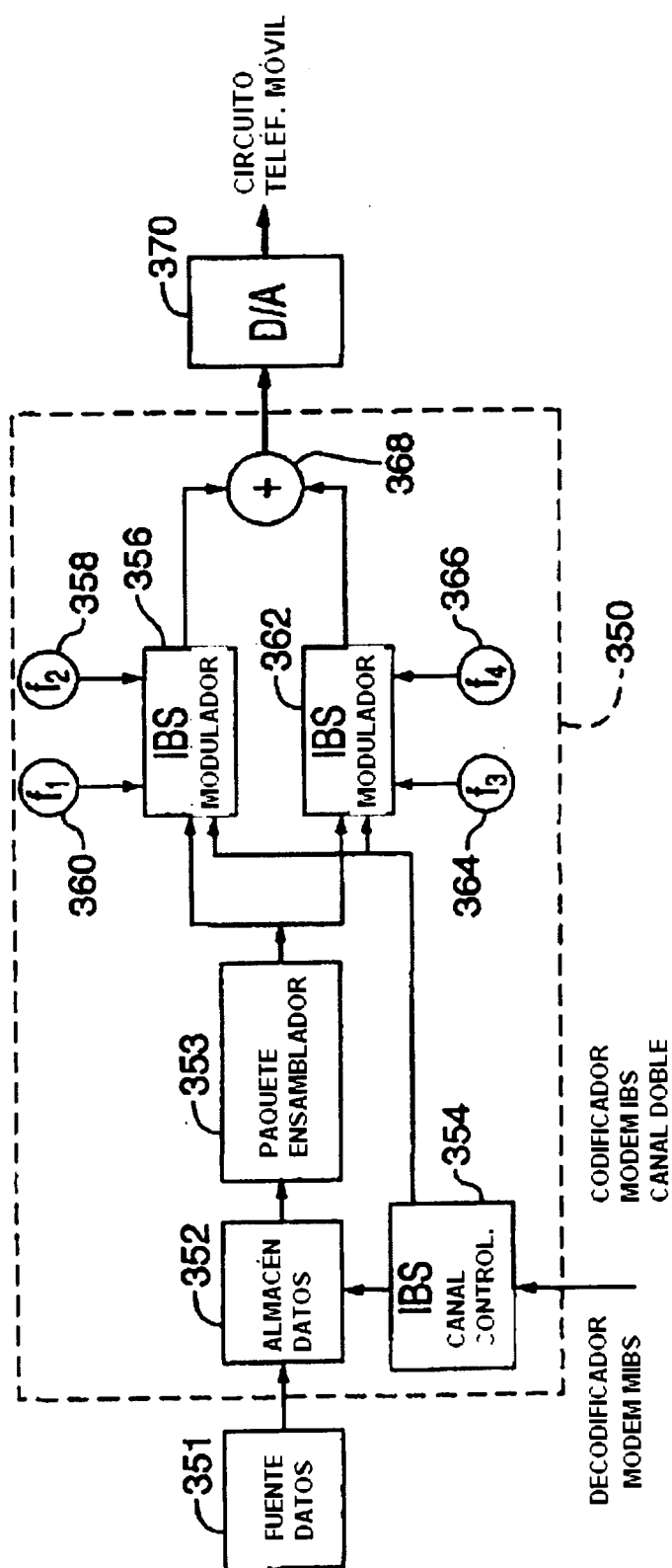


FIG. 23



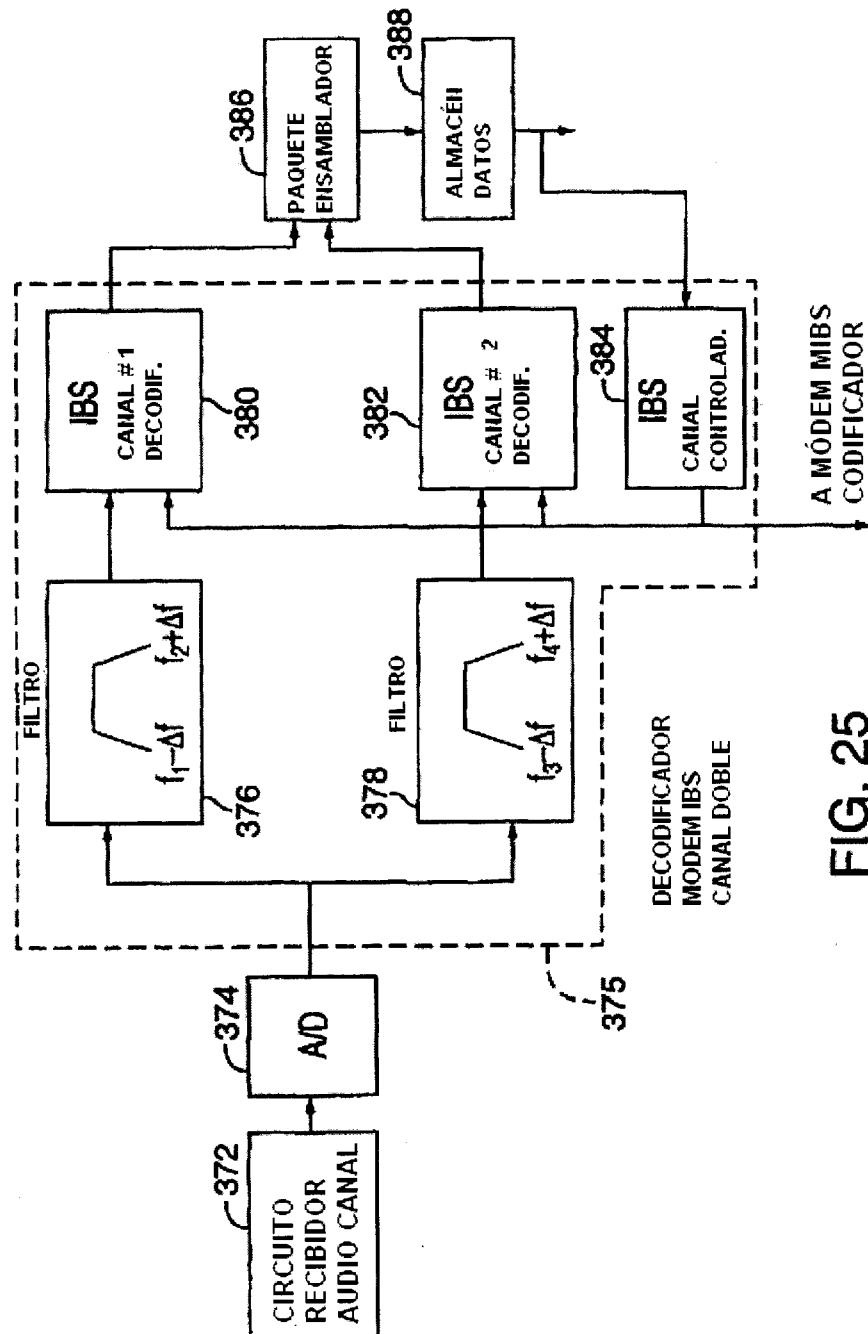


FIG. 25

