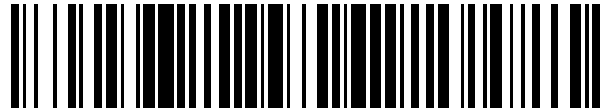


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 478**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/18**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2006 E 06253546 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **10.10.2007 EP 1843503**

54 Título: **Diversidad en el tiempo para transmisión de datos por un canal de voz**

30 Prioridad:

**07.04.2006 US 790225 P**  
**26.05.2006 US 442705**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.02.2013**

73 Titular/es:

**AIRBIQUITY INC., (100.0%)**  
**1011 WESTERN AVENUE, SUITE 600**  
**SEATTLE, WA 98104, US**

72 Inventor/es:

**BIRMINGHAM, KILEY**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 395 478 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****CAMPO TÉCNICO**

5 **[0001]** Esta solicitud se refiere a telecomunicaciones inalámbricas, y más concretamente a combinación de diversidad de tiempo de datos digitales transmitidos por el canal de voz digital de una red de telecomunicaciones inalámbricas.

**ANTECEDENTES**

10 **[0002]** Muchos componentes de telecomunicaciones utilizados en redes de telefonía móvil y fija se han diseñado para transmitir señales de voz de manera eficiente por canales de comunicación de voz. Por ejemplo, un codificador de voz digital (vocoder) utiliza técnicas de codificación lineales predictivas para representar señales de voz. Estos codificadores predictivos lineales filtran el ruido (señales no de voz), a la vez que comprimen y estiman los componentes de frecuencia de las señales de voz antes de ser transmitida por el canal de voz.

15 **[0003]** A veces es deseable transmitir tanto señales de audio como datos digitales a través de una red de telecomunicaciones inalámbricas. Por ejemplo, cuando un usuario de teléfono móvil llama al "911" para ayuda de emergencia, el usuario puede desear enviar datos digitales de ubicación a un centro de llamadas por el mismo canal utilizado para explicar verbalmente las condiciones de emergencia a un operador humano. Sin embargo, puede ser difícil de transmitir  
20 señales de datos digitales por el canal de voz de una red inalámbrica ya que tales señales están sujetas a varios tipos de distorsión.

**[0004]** Por ejemplo, una señal de datos digital que viaja por el canal de voz de una red inalámbrica puede ser distorsionada por efectos de vocoder causados por el algoritmo de voz comprimida. Además, las señales de datos digitales pueden ser distorsionadas por efectos de  
25 red causados por malas condiciones de RF y / o tráfico intenso de red. Estas distorsiones introducen errores de bits que pueden superarse mediante técnicas como la corrección de errores sin canal de retorno (FEC) y transmisión repetida de secuencias de bits.

**[0005]** Debido a que hay muchos tipos de codificadores de voz (por ejemplo, EVRC, AMR, etc.) y muchas condiciones de red posibles, es difícil predecir la calidad del canal de voz y la tasa  
30 asociada de error de bits con antelación. Además, la calidad de un canal de voz puede variar rápidamente con el tiempo. Por lo tanto, es difícil diseñar un esquema FEC eficiente que reduzca al mínimo el número de bits suplementarios para la corrección de errores, mientras que al mismo tiempo proporciona un rendimiento de transmisión aceptable en un entorno de canal de baja calidad. Por ejemplo, un esquema FEC con muy pocos bits suplementarios para  
35 corrección de errores puede proporcionar un rendimiento aceptable en un canal de alta calidad con pocos errores para corregir, pero si se degrada la calidad del canal, el número de errores de bits puede aumentar a un nivel que requiere muchas retransmisiones redundantes antes de una secuencia particular de información se ha entregado correctamente sin errores.

## RESUMEN

[0006] Los inconvenientes antes mencionados asociados con los sistemas existentes son abordados por realizaciones de la presente solicitud, que serán entendidas por la lectura y el estudio de la siguiente especificación.

5 [0007] Aspectos de la invención se establecen en las reivindicaciones adjuntas.

[0008] Las anteriores y otras características y ventajas de la invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención, que procede con referencia a los dibujos adjuntos.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 [0009] Números de referencia y denominaciones similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

[0010] La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra una red inalámbrica de comunicaciones que proporciona señalización dentro de banda (IBS).

15 [0011] La figura 2 es un diagrama esquemático de salida de tonos de datos digitales de un módem IBS.

[0012] La figura 3 ilustra un proceso de transmisión de datos digitales por la red de comunicaciones inalámbricas.

[0013] La figura 4A es un diagrama de un receptor convencional para recepción de datos digitales transmitidos por la red de comunicaciones inalámbricas.

20 [0014] La figura 4B es un diagrama de un receptor con un componente de combinación de diversidad de tiempo.

[0015] La figura 5 es un diagrama de flujo que demuestra la operación del receptor mostrado en la figura. 4B.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 [0016] En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y en los que se muestran a modo de ilustración realizaciones específicas en las que la invención puede ser puesta en práctica. Estas realizaciones se describen en detalle suficiente para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica la invención, y se ha de entender que se pueden utilizar otras realizaciones y que se pueden  
30 hacer varios cambios sin apartarse del ámbito de aplicación de la presente invención según lo determinado por las reivindicaciones adjuntas. La siguiente descripción detallada no debe, por tanto, ser tomada en un sentido restrictivo.

[0017] En referencia a la figura. 1, una red de comunicaciones inalámbricas 12 incluye un  
35 teléfono móvil 14 que recibe señales de voz 22 de un usuario 23. Un codificador de voz (vocoder) 18 en el teléfono móvil 14 codifica las señales de voz 22 en señales de voz digitales codificadas 31 que luego se transmiten por un canal de voz digital inalámbrico 34 (llamada de móvil). El teléfono móvil 14 transmite las señales de voz codificadas 31 a un emplazamiento de

comunicaciones móviles (estación base) 36, que retransmite la llamada móvil a un sistema de conmutación de telecomunicaciones móviles (CTSS) 38.

5 **[0018]** El CTSS 38 bien conecta la llamada móvil a otro teléfono móvil, sea en la red inalámbrica móvil 12, a un teléfono fijo en una red PSTN 42 como una llamada de conmutación de circuitos o envía la llamada móvil por una red de conmutación de paquetes IP (Protocolo Internet ) 46 como llamada de voz sobre IP (VOIP). La llamada de móvil también puede ser dirigida desde la red PSTN 42 de nuevo a la red de telefonía móvil 12 o de la red PSTN 42 a la red IP 46, o viceversa. La llamada de móvil llega eventualmente a un teléfono 44 que se corresponde con un número de teléfono de destino originalmente introducido en el teléfono móvil 14.

10 **[0019]** Un módem 28 de señalización dentro de banda (IBS), permite al teléfono móvil 14 transmitir datos digitales 29 desde una fuente de datos 30 por el canal digital de voz 34 de la red de telefonía móvil 12. El módem IBS 28 modula los datos digitales 29 en tonos de datos digitales sintetizados 26. Tal como se usa aquí, el término "tonos de datos digitales" se refiere a tonos de audio que se modulan para codificar bits de datos digitales. Los tonos de datos digitales 26 evitan que los componentes de codificación de la red móvil 12, como el vocoder 18, degraden en exceso los datos digitales. El esquema de codificación y modulación utilizado en el módem IBS 28 permite que los datos digitales 29 se transmitan a través del mismo vocoder 18 utilizado en el teléfono móvil 14 para la codificación de las señales de voz 22. El módem IBS 28 permite que las señales de voz 22 y los datos digitales 29 sean transmitidos por el mismo canal de voz digital usando los mismos circuitos del teléfono móvil. Esto evita que un usuario tenga que transmitir datos digitales mediante un módem inalámbrico separado y permite a un usuario de teléfono móvil hablar y enviar datos durante la misma llamada inalámbrica digital. Los datos digitales 29 se modulan en una señal de audio en la banda de voz. Esto evita que el vocoder de teléfono móvil 18 filtre o corrompa excesivamente los valores binarios asociados a los datos digitales 29. Los mismos circuitos de transmisión-recepción y codificación del teléfono móvil se utilizan para transmitir y recibir tanto señales de voz como datos digitales. Esto permite que el módem IBS 28 sea mucho más pequeño, menos complejo y más eficiente energéticamente que un módem inalámbrico autónomo. En algunas realizaciones, el módem IBS 28 se ejecuta enteramente en software usando sólo los componentes de hardware existentes en el teléfono móvil 14.

25 **[0020]** Uno o más servidores 40 se encuentran en cualquiera de diversos lugares de 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 voz 34. Los tonos digitales de audio decodificados 26 son procesados en el servidor 40 o retransmitidos a otro ordenador, tal como el ordenador 50.

30 **[0021]** La figura. 2 muestra un ejemplo de realización de tonos de datos digitales sintetizados 26 que son transmitidos y recibidos por un módem IBS 28. En la realización ilustrada, el

módem IBS 28 utiliza un esquema de modulación por cambio de frecuencia binaria (FSK), en el que se convierte cada bit de datos digitales 29 en uno de dos tonos diferentes. En otras realizaciones, puede emplearse una variedad de otros esquemas de modulación adecuados. Por ejemplo, el módem IBS 28 podrían emplear un esquema FSK de 4 tonos en el que se asigna una frecuencia sinusoidal diferente a cada uno de los cuatro posibles valores cuaternarios (representados por secuencias de dos bits: "00", "01", "10" y "11"). Alternativamente, podría emplearse un esquema de modulación por cambio de fase binaria (PSK), en el que un binario "0" es representado por un periodo de una senoide de una frecuencia particular con una fase de 0 grados, y un binario "1" se representa por un periodo de una senoide de la misma frecuencia pero con una fase de 90 grados.

**[0022]** Refiriéndonos de nuevo al ejemplo de FSK binario mostrado en la figura. 2, se genera un primer tono con una frecuencia  $f_1$  y representa un valor binario "1", y se genera un segundo tono con una frecuencia  $f_0$  y representa un valor binario "0". Para cada bit en la secuencia de transmisión, el transmisor envía una senoide de frecuencia  $f_1$  (para un "1") o  $f_0$  (para un "0") durante la duración de un intervalo de bit. En algunas realizaciones, las frecuencias  $f_1$  y  $f_0$  caen dentro del intervalo de unos 200 Hertz (Hz) a unos 3.500 Hertz, que ha demostrado ser un intervalo de frecuencia efectivo para generar los tonos de datos 26 que representan los valores de bits binarios. Por ejemplo, en una realización, la frecuencia  $f_1$  es de unos 500 Hertz, y la frecuencia  $f_0$  es de unos 900 Hertz. En otra realización, la frecuencia  $f_1$  es alrededor de 2100 Hz, y la frecuencia  $f_0$  es unos 2500 Hertz. El módem IBS 28 incluye tablas seno y coseno que se utilizan para generar los valores digitales que representan los diferentes valores de amplitud y fase para las frecuencias  $f_1$  y  $f_0$ .

**[0023]** En algunas realizaciones, los datos digitales se emiten en el canal de voz digital 34 a una velocidad de transmisión en el intervalo de unos 100 bits/segundo a unos 500 bits/segundo, lo que se ha encontrado ser un intervalo eficaz de baudios para evitar la corrupción de los datos de audio digital por una amplia variedad de diferentes codificadores de voz de telefonía móvil. Por ejemplo, en una realización, los datos digitales se emiten en el canal de voz digital 34 a una velocidad de 400 bits / segundo. En esta realización, las ondas sinusoidales para cada tono  $f_1$  y  $f_0$  comienza y termina en un punto de amplitud cero y continúa con una duración de alrededor de 2,5 milisegundos. A una frecuencia de muestreo de 8000 muestras por segundo, se generan 20 muestras para cada tono de datos digitales 26.

**[0024]** La figura. 3 ilustra un proceso para la transmisión de un paquete de datos digitales 70 a través del canal digital de voz 34 de la red de comunicaciones inalámbricas 12, que aplica la combinación de diversidad de tiempo, de acuerdo con realizaciones de la presente solicitud. En la realización ilustrada, el paquete de datos digitales 70 comprende una secuencia de K bits, que puede representar un sólo paquete o área de una carga útil más larga de mensaje. La carga útil de mensaje se puede subdividir en paquetes de distintos tamaños y formatos usando una gran variedad de técnicas adecuadas, como, por ejemplo, las descritas en la Patente de

EE.UU. N ° 6.690.681, titulada " InBand Signaling For Data Communications Over Digital Wireless Telecommunications Network " y registrada el 10 de febrero de 2004. En algunas realizaciones, cada paquete de datos 70 comprende unos 100 bits de datos (es decir,  $K \approx 100$ ), lo que puede incluir una serie de bits de cabecera, bits de patrón de sincronización, bits de control, bits de postámbulo de paquete, etc, dependiendo del protocolo de paquetización seleccionado.

**[0025]** El bloque 200 agrega bits de cabecera de detección de errores, como un código de comprobación de redundancia cíclica (CRC), al paquete de datos digitales 70 a transmitirse. Esto crea una secuencia de datos que tiene  $M$  bits, donde  $(M - K)$  representa el número de bits de cabecera de detección de errores. En algunas realizaciones, el bloque 200 añade alrededor de 16 bits de cabecera de detección de errores (es decir,  $M - K \approx 16$ ). El bloque 205 añade bits de cabecera de detección de errores a la secuencia de datos de  $M$  bits, como, por ejemplo, un código de Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH), código Reed-Solomon, o código convolucional de corrección de errores. Esto crea una secuencia de transmisión completa con  $N$  bits, donde  $(N - M)$  representa el número de bits de cabecera de corrección de errores. En algunas realizaciones, una secuencia de transmisión completa incluye un total de unos 186 bits (es decir,  $N \approx 186$ ) y unos 70 bits de cabecera de corrección de errores (es decir,  $N - M \approx 70$ ).

**[0026]** El bloque 210 modula la secuencia de datos de  $N$  bits en tonos sintetizados de datos digitales 26 que comprenden una señal de audio de banda de voz adecuada para la transmisión en el canal de voz digital 34 de la red de telecomunicaciones inalámbrica 12, como se describió anteriormente. Después de la transmisión, el bloque 215 demodula los tonos de datos digitales 26 y genera un vector de característica, que se utiliza para crear una estimación de la secuencia de datos transmitidos. Como se describe en detalle más adelante, si el vector de característica contiene errores, el bloque 220 puede llevar a cabo la combinación de diversidad de tiempo del vector de característica con vectores previos de característica 225 de la misma secuencia de datos de  $N$  bits (si los hay) que fueron transmitidos antes.

**[0027]** El bloque 230 realiza la corrección de errores de la secuencia de datos de  $N$  bits demodulada, y el bloque 235 realiza la detección de error de la secuencia de datos de  $M$  bits estimada resultante. La corrección de errores y detección de errores de la señal demodulada de datos puede llevarse a cabo utilizando una gran variedad de técnicas adecuadas que son bien conocidas por los expertos en la técnica. Si no se detectan errores, la secuencia de datos digitales de  $K$  bits se entrega a su destinatario pretendido. De lo contrario, el paquete de datos digitales 70 es retransmitido por el canal de voz digital 34 de la red de telecomunicaciones inalámbricas 12.

**[0028]** La figura. 4A ilustra un receptor convencional 300 que comprende un módulo de extracción de característica 310 y un módulo de estimación de secuencia de bit 320. Tal como se usa aquí, el término "módulo" puede referirse a cualquier combinación de software, software

fijo o hardware utilizado para realizar la función o funciones especificadas. Se contempla que las funciones realizadas por los módulos descritos en este documento pueden ser realizadas dentro de un número mayor o menor de módulos que se describe en el texto acompañante. Por ejemplo, una sola función puede llevarse a cabo mediante la operación de varios módulos, o más de una función puede ser realizada por el mismo módulo. Además, los módulos descritos pueden residir en un solo lugar o en diferentes lugares conectados a través de una red de telecomunicaciones por cable o inalámbrica.

**[0029]** Como se ilustra en la figura. 4A, en el instante  $t_1$ , una primera señal demodulada es recibida por el módulo de extracción de característica 310. Esta señal demodulada comprende una forma de onda sinusoidal subdividida en una serie de intervalos secuenciales de bits. El módulo de extracción de característica 310 procesa la forma de onda en cada intervalo de bit de forma independiente y en secuencia para generar un primer vector de característica  $X$ . En general, un vector de característica incluye una serie de mediciones realizadas en la señal demodulada con el propósito de estimar la secuencia de bits transmitida.

**[0030]** Por ejemplo, en realizaciones que implementa un esquema de modulación FSK binario, como se muestra en la figura. 2, el vector de característica comprende una secuencia de magnitudes de Fourier. Para cada intervalo de bit (por ejemplo, 2,5 milisegundos a una velocidad de transmisión de 400 bits / segundo), el módulo de extracción de característica 310 calcula una magnitud de Fourier para cada una de las frecuencias  $f_1$  y  $f_0$ . Estas dos magnitudes se denotan como  $S(f_1)$  y  $S(f_0)$ , respectivamente. La cantidad  $S(f_1) - S(f_0)$  se registra entonces como  $X_i$ , el "valor cualitativo" para el intervalo  $i$ -ésimo de bit. La secuencia de los valores cualitativos de  $N$ ,  $(X_1, X_2, X_3, \dots, X_N)$  representa el vector de característica de la secuencia de datos de  $N$  bits.

**[0031]** En otras realizaciones, los vectores de característica pueden comprender una variedad de otras medidas adecuadas. Por ejemplo, en realizaciones que aplican un esquema de modulación PSK binario, el vector de característica comprende una secuencia de valores de correlación cruzada. Para cada intervalo de bit, el módulo de extracción de característica 310 calcula un valor de correlación cruzada entre la forma de onda recibida y cada una de las dos sinusoides: una con una fase de 0 grados y una con una fase de 90 grados. Estos dos valores de correlación se denotan como  $S_Q$  y  $S_I$ , respectivamente. La cantidad  $S_Q - S_I$  se registra como  $X_i$ , el "valor cualitativo" para el intervalo de bit  $i$ -ésimo.

**[0032]** El vector de característica  $X$  se somete al módulo de estimación de secuencia de bits 320, que analiza el vector  $X$  de característica y genera una secuencia de bit correspondiente. En el ejemplo de FSK binario descrito anteriormente, la magnitud de  $S(f_1)$  para cada intervalo de bit es proporcional a la probabilidad de que el bit correspondiente es un binario "1", y la magnitud de  $S(f_0)$  es proporcional a la probabilidad de que el bit correspondiente es un binario "0". Por lo tanto, si  $X_i$ , o  $S(f_1) - S(f_0)$ , es positivo, entonces el módulo de estimación de

secuencia de bits 320 designa el bit  $i$ -ésimo de la secuencia de bits estimada como un valor binario "1", de lo contrario el bit  $i$ -ésimo se designa como un valor binario "0".

**[0033]** El objetivo del módulo de estimación de secuencia de bits 320 consiste en estimar la secuencia de bits más probable representada por el vector de característica X. En algunas realizaciones, el módulo de estimación de secuencia de bits 320 aplica una regla de decisión para un bit cada vez, como se describe anteriormente. En otras realizaciones, pueden utilizarse diferentes técnicas de estimación de secuencia de bit. Por ejemplo, cuando se decodifica un código convolucional, cada decisión de bit individual es influenciada por observaciones de los períodos de bit vecinos.

**[0034]** En algunos casos, la secuencia estimada de bits generada por el módulo de estimación de secuencia de bits 320 incluye errores, y la secuencia falla en la comprobación posterior de detección de errores. En tales casos, el receptor convencional 300 mostrado en la figura. 4A descarta el primer vector de característica, y espera para la retransmisión de la secuencia de datos de N bits.

**[0035]** En el momento  $t_2$ , el módulo de extracción de característica 310 recibe una segunda señal demodulada, que comprende una transmisión repetida de la secuencia original de datos de N bits. El módulo de extracción de característica 310 genera entonces un segundo vector de característica Y. Debido a que el receptor convencional 300 descartó el primer vector de característica X, el módulo de estimación de secuencia de bits 320 analiza el segundo vector de característica Y independientemente del primer vector de característica X. Si la segunda secuencia de bit estimada también tiene errores, el proceso se repetirá hasta que una copia libre de errores de la secuencia de datos de N bits pueda ser recibida por la red inalámbrica o la transmisión se interrumpa.

**[0036]** la figura. 4B muestra un receptor 330 que comprende un módulo de extracción de característica 340 y un módulo de estimación de secuencia de bits 350 que incluye un componente de combinación de diversidad de tiempo 360, de acuerdo con las realizaciones de la presente solicitud. De una manera similar al receptor convencional 300, en el instante  $t_1$ , una primera señal demodulada es recibida por el módulo de extracción de característica 340, que genera un primer vector de característica que representa la señal demodulada. El vector de característica X se somete luego al módulo de estimación de secuencia de bits 350, que analiza el vector de característica X y genera una secuencia estimada de bit, como se describió anteriormente. En el ejemplo que se muestra en la figura. 4B, la secuencia estimada de bits incluye errores. Sin embargo, el receptor 330 no descarta el vector de característica X. Por el contrario, el receptor 330 almacena el primer vector de característica X en memoria para su uso posterior por el componente de combinación de diversidad de tiempo 360.

**[0037]** En el momento  $t_2$ , el módulo de extracción de característica 310 recibe una segunda señal demodulada, que comprende una transmisión repetida de la secuencia original de datos



de N-bits. El módulo de extracción de característica 310 genera entonces un segundo vector de característica Y. Si la secuencia de bits estimada basada en el segundo vector de característica Y contiene errores, el componente de combinación de diversidad de tiempo 360 ventajosamente puede analizar el segundo vector de característica Y en combinación con el primer vector de característica X, que se almacena en la memoria. Por lo tanto, el módulo de estimación de secuencia de bit 350 puede generar una secuencia adicional estimada de bit en base a la combinación de los vectores de característica X e Y.

**[0038]** En algunas realizaciones, los vectores de característica X e Y se suman o promedian para generar la secuencia de bits adicional estimada. Por ejemplo, en el ejemplo de FSK binario descrito anteriormente, si los vectores de característica X e Y contienen errores, el componente de combinación de diversidad de tiempo 360 puede generar un tercer vector de característica, V, mediante la adición de los correspondientes valores cualitativos, como sigue:

$$V_1 = X_1 + Y_1, \quad V_2 = X_2 + Y_2, \quad \dots, \quad V_N = X_N + Y_N.$$

**[0039]** El módulo de estimación de secuencia de bits 350 puede entonces crear la secuencia de bits estimada aplicando la misma estimación de secuencia de bit descrita anteriormente: si  $V_i$  es positivo, entonces el bit i-ésimo se designa como un valor binario "1", de lo contrario el bit i-ésimo es designado como un valor binario "0".

**[0040]** Para cualquier tasa de error de bits constante, el vector V combinado tendrá una mayor probabilidad de producir una secuencia estimada correcta que cualquiera de X o Y por sí mismo. El vector combinado V es generalmente más exacto que X o Y solos porque cuando dos copias separadas de una señal dada se transmiten por un canal de baja calidad, es probable que sufran efectos de distorsión de diferentes maneras. Por lo tanto, cuando se toman en conjunto, sus vectores de característica asociados X e Y producen normalmente una mejor estimación de la secuencia transmitida que cualquiera de ellos podría por sí mismo.

**[0041]** Si el vector combinado V no produce una secuencia correcta estimada de bits, el primer y segundo vectores de característica X e Y permanecen almacenados en la memoria. Si el siguiente vector de característica recibido Z (no mostrado) también falla, entonces el componente de combinación de diversidad de tiempo 360 puede construir otro nuevo vector combinado, W, sumando valores cualitativos de los tres vectores recibidos, como sigue:

$$W_1 = X_1 + Y_1 + Z_1, \quad W_2 = X_2 + Y_2 + Z_2, \quad \dots, \quad W_N = X_N + Y_N + Z_N.$$

**[0042]** Alternativamente, ya que hay un número impar de vectores de característica, el valor de bit i-ésimo puede ser asignado por mayoría simple entre  $X_i$ ,  $Y_i$ , y  $Z_i$ . El vector combinado W tiene una probabilidad aún mayor de producir una estimación exitosa que el vector V. Por lo tanto, mediante el aprovechamiento de la diversidad de tiempo de transmisiones repetidas, el receptor 330 pueden hacer estimaciones cada vez mejores de la secuencia de datos transmitida con cada transmisión repetida.

**[0043]** La figura. 5 ilustra el funcionamiento del receptor 330 que tiene capacidad de combinación de diversidad de tiempo. El bloque 400 representa el inicio del proceso cuando se

una señal de datos dada ha sido recibida y demodulada por un módem IBS 28. En este punto del proceso, el módem IBS 28 ha detectado la señal de datos y realizado la sincronización y otros pasos que sean necesarias para demodular la señal. Como se describió anteriormente, la señal de datos puede incluir virtualmente cualquier cadena de bits deseada, como, por ejemplo, un paquete de datos que representan una parte de una carga de mensaje.

**[0044]** El bloque 405 extrae un vector de característica de la señal de datos demodulada. El bloque 410 genera una secuencia estimada de bits sobre la base del vector de característica extraído. En algunas realizaciones, esta estimación incluye un componente de corrección de errores, como, por ejemplo, un código BCH, código Reed-Solomon, o código convolucional de corrección de errores. El bloque de decisión 415 determina si la secuencia de bits estimada incluye cualquier error. En algunas realizaciones, esta determinación incluye un algoritmo comprobación de errores CRC.

**[0045]** Si no se detectan errores, el bloque 420 elimina vectores similares de característica (si los hay) almacenados en la memoria del receptor 330. Por lo general, dos o más vectores de característica son considerados "similares" si corresponden a una sola secuencia de datos. En algunas realizaciones, vectores de característica correspondientes a secuencias de datos diferentes pueden ser almacenados en la memoria del receptor 330 al mismo tiempo. En estas realizaciones, se pueden identificar vectores de característica similares determinando si el porcentaje de bits comunes entre dos vectores dados excede un umbral seleccionado, como, por ejemplo, el 80%. Una vez que los vectores de característica similares son identificados y eliminados, el bloque 425 envía una señal de reconocimiento (ACK) al transmisor, y el proceso termina en el bloque 430.

**[0046]** Si se detectan errores en el bloque de decisión 415, entonces el bloque 435 almacena el valor actual del vector de característica en la memoria del receptor 330. El bloque de decisión 440 opcional determina si hay algún vector de característica similar almacenado en la memoria. Como se describió anteriormente, esta determinación se puede hacer evaluando si alguno de los vectores de característica almacenadas en la memoria tiene el porcentaje de umbral deseado de bits en común con el vector de característica de interés. Si no es así, la señal de datos digitales se retransmite y el control vuelve al bloque 405, donde se extrae el vector de característica de la señal de datos retransmitida.

**[0047]** En la realización ilustrada, si el bloque de decisión 440 determina que están almacenados en la memoria vectores de característica similares, entonces el bloque 450 genera una o más secuencias de bits adicionales estimadas en base a la combinación de los vectores de característica similares, como se describió anteriormente. En otras realizaciones, el bloque 450 genera secuencias de bits estimadas adicionales por combinación de todos los vectores de característica almacenados en la memoria, independientemente de si son similares. El bloque de decisión 455 determina si la secuencia de bits adicional estimada (s)

incluye algún error. Si no, entonces el bloque 420 elimina los vectores de característica similares almacenados en memoria, y el método procede como se describió anteriormente.

**[0048]** Si se detectan errores en el bloque de decisión 455, la señal de datos digitales se retransmite y el control vuelve al bloque 405, como se describió anteriormente. En algunos casos, el transmisor puede terminar el proceso antes de que se reciba una copia libre de errores de la señal de datos digitales. Por ejemplo, el transmisor puede dejar de retransmitir la señal de datos digitales después de un determinado número de transmisiones repetidas sin éxito o un periodo de tiempo seleccionado desde la primera transmisión sin éxito.

**[0049]** Los sistemas y métodos de combinación de diversidad de tiempo descritos anteriormente presentan una serie de ventajas claras sobre los enfoques convencionales. Por ejemplo, almacenando vectores de característica en memoria, el receptor 330 con el componente de combinación de diversidad de tiempo 360 puede extraer más información de las transmisiones sin éxito que un receptor convencional 300. Por lo tanto, el receptor 330 a menudo puede producir una secuencia de información sin error usando menos transmisiones repetidas que un receptor convencional 300. Alternativamente, puede aplicarse un esquema FEC más eficiente, con menos bits de cabecera para corrección de errores que los requeridos por los sistemas convencionales.

**[0050]** Aunque esta invención ha sido descrita en términos de ciertas realizaciones preferidas, otras formas de realización que son evidentes para los expertos en la materia, que incluyen formas de realización que no ofrecen todas las características y ventajas establecidas en este documento, también están dentro del alcance de esta invención. En consecuencia, el alcance de la presente invención se define sólo por referencia a las reivindicaciones adjuntas.

**Reivindicaciones**

1. Un decodificador para la recuperación de una señal de datos digitales transmitida por un canal de voz digital de una red de telecomunicaciones inalámbricas, dicho decodificador  
5 comprendiendo:

un módulo de extracción de característica (340) configurado para recibir una forma de onda de frecuencia de audio que codifica la señal de datos digitales transmitida por el canal de voz digital de la red de telecomunicaciones inalámbricas y generar un primer vector de característica que describe la forma de onda de frecuencia de audio;

10 una memoria (225) configurada para almacenar uno o más vectores de característica;  
un módulo de estimación de secuencia de bits (350) configurado para analizar el primer vector de característica y generar una primera secuencia de bits estimada que corresponde a la señal de datos digitales;

y

15 un módulo de detección de error (235) configurado para comprobar si hay errores en la primera secuencia de bits estimada, en donde el módulo de estimación de secuencia de bits incluye un componente de combinación de diversidad de tiempo (360) configurado para generar una segunda secuencia de bits estimada, si la primera secuencia de bits estimado es errónea mediante análisis del primer vector de característica en  
20 combinación con el uno o más vectores de característica almacenados en la memoria correspondiente a transmisiones anteriores de la forma de onda de frecuencia audio.

2. Un decodificador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada vector de característica comprende una secuencia de magnitudes de Fourier o una secuencia de valores de correlación  
25 cruzada.

3. Un decodificador de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que tiene uno o más vectores de característica almacenados en la memoria (225) que tienen 80% o más bits en común con el primer vector de característica.

4. Un módem de señalización dentro de banda que incluye un decodificador como se reivindica  
30 en cualquier reivindicación precedente.

5. Un método para la recuperación de una señal de datos digitales transmitida por un canal de voz digital de una red de telecomunicaciones inalámbricas que comprende las etapas de:  
extraer un primer vector de característica que describe una forma de onda de frecuencia audio, que codifica la señal de datos digitales transmitida por el canal de voz digital de la red de  
35 telecomunicaciones inalámbricas;

generar una primera secuencia de bits estimada en base al primer vector de característica;  
comprobar errores en la primera secuencia de bits estimado, y  
si la primera secuencia de bits generada es errónea:

seleccionar uno o más vectores de característica adicionales almacenados en un módulo de memoria (225) y que corresponden a transmisiones anteriores de la forma de onda de frecuencia audio;

5 generar una o más secuencias de bits estimadas adicionales en base a una combinación del primer vector de característica y uno o más vectores de característica adicionales, y

comprobar errores en la una o más secuencias de bits estimadas adicionales.

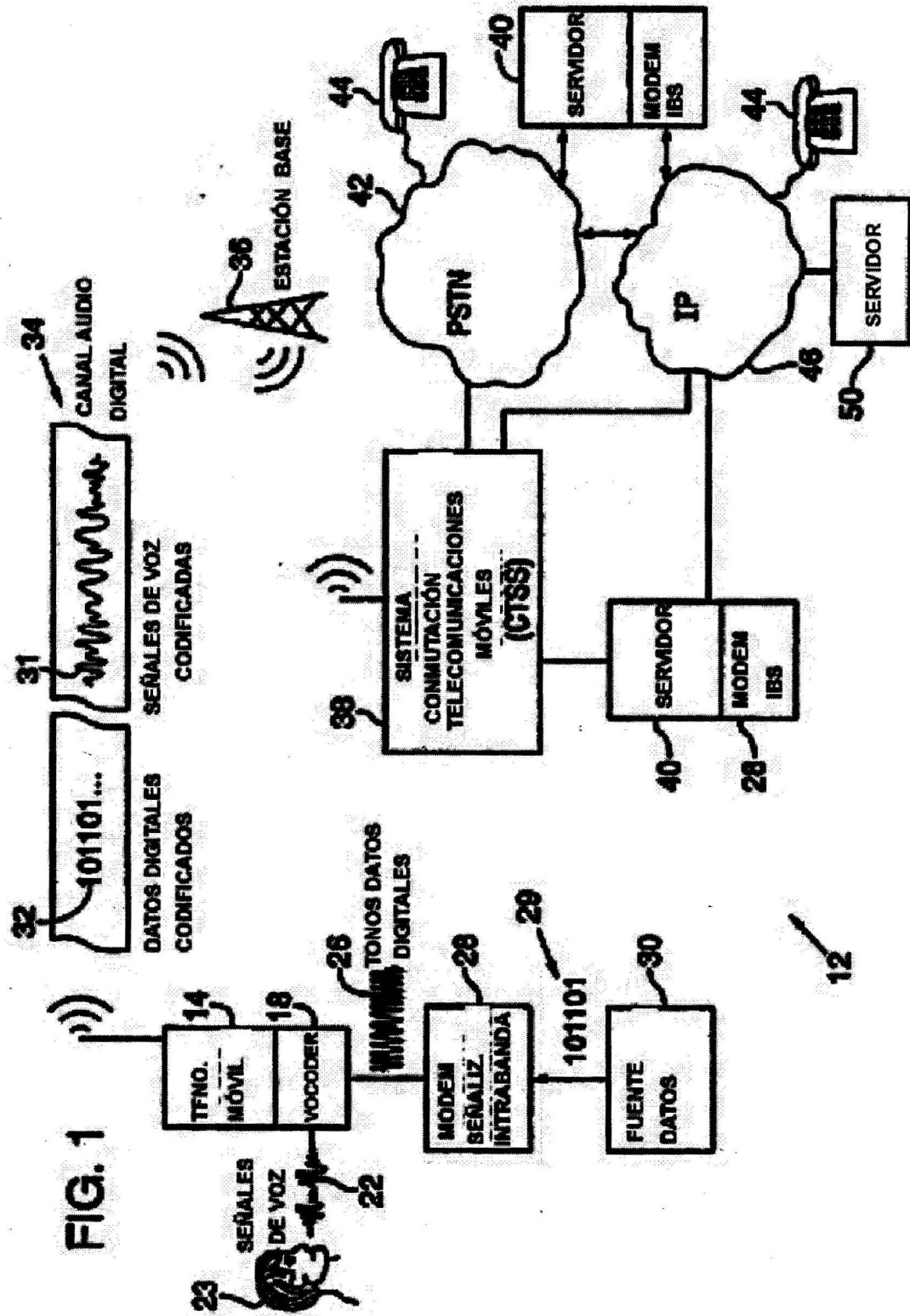
6. Un método según la reivindicación 5, en el que seleccionar uno o más vectores de característica adicionales comprende determinar si el uno o más vectores de característica  
10 adicionales son similares al primer vector de característica.

7. Un método según la reivindicación 5 ó 6, que comprende además la eliminación del uno o más vectores de característica adicionales del módulo de memoria (225) si una secuencia de bits estimada no contiene errores.

8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde generar una o  
15 más secuencias de bits estimadas adicionales comprende sumar o promediar el primer vector de característica y el uno o más vectores de característica adicionales.

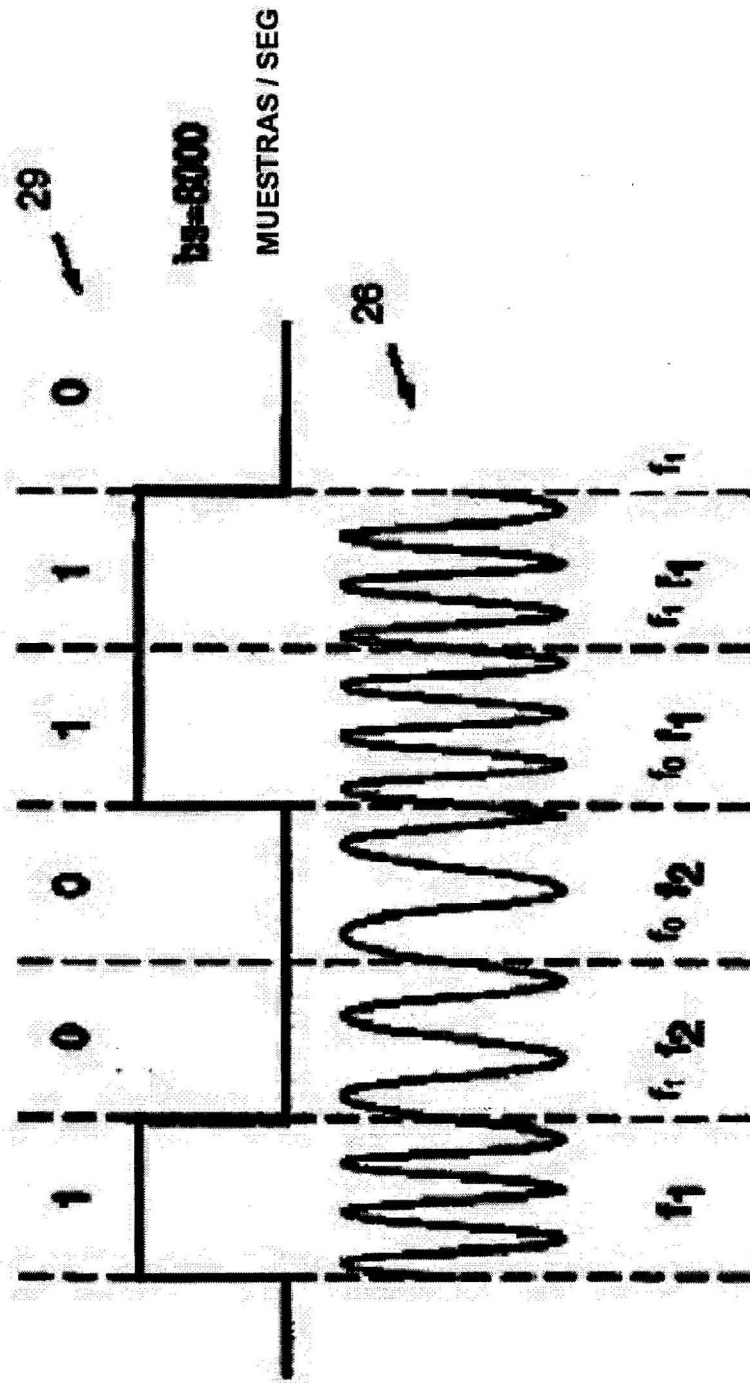
9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, que comprende además transmitir una señal de confirmación si una secuencia de bits estimada no contiene errores.

10. Un programa de ordenador para ejecutar el método de cualquiera de las reivindicaciones 5  
20 a 9, o un medio de almacenamiento legible por ordenador que almacena dicho programa de ordenador.



SALIDA TONOS DE DATOS DIGITALES  
DE MÓDEM IBS

FIG. 2



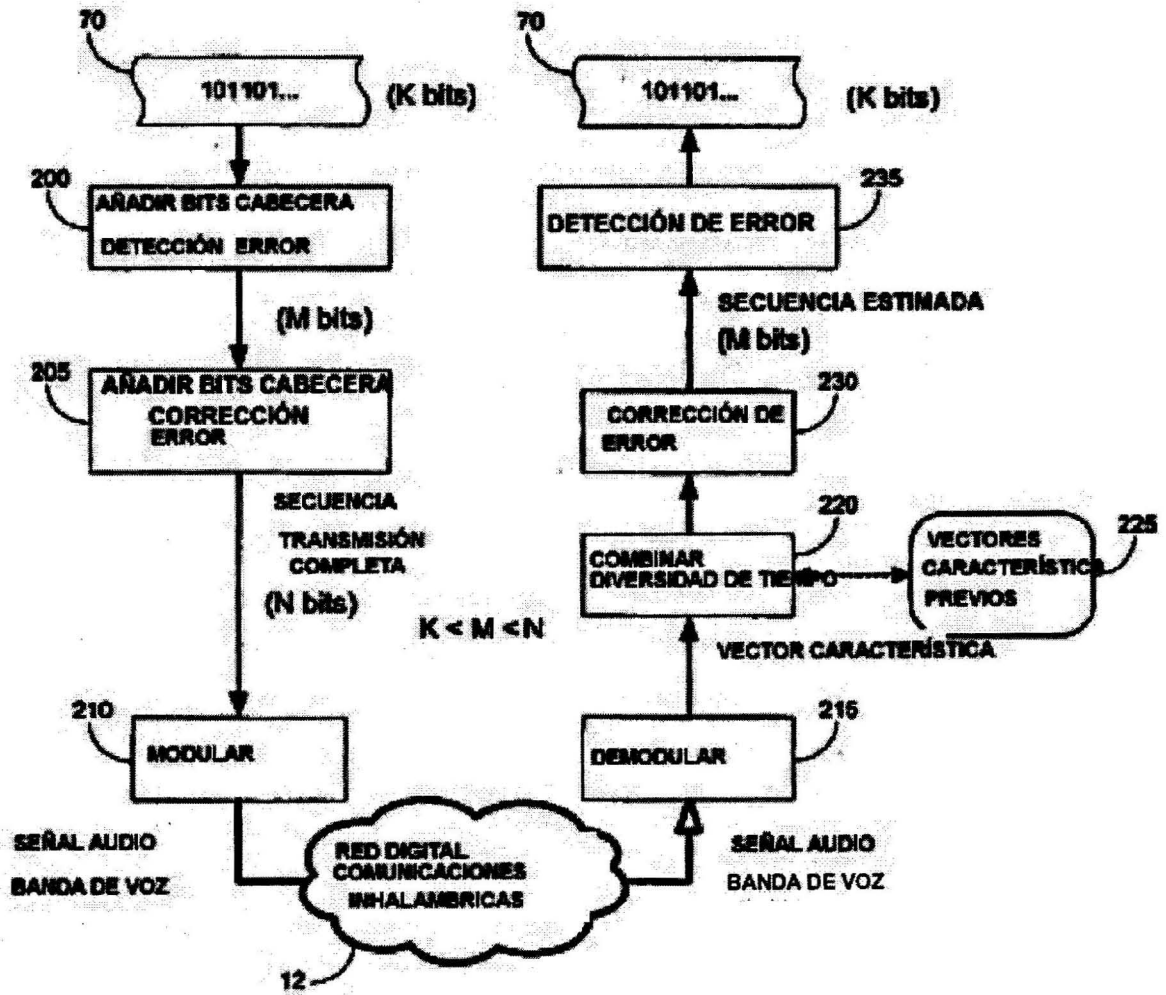


FIG. 3



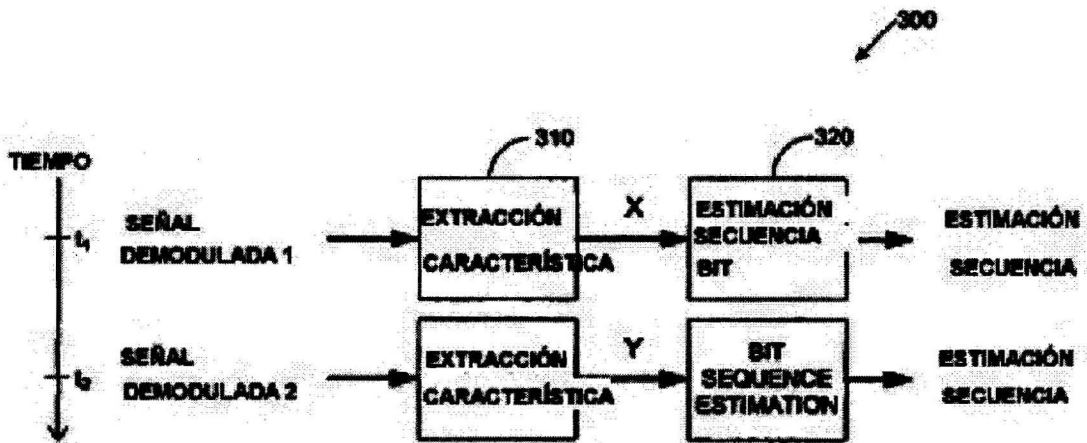


FIG. 4A

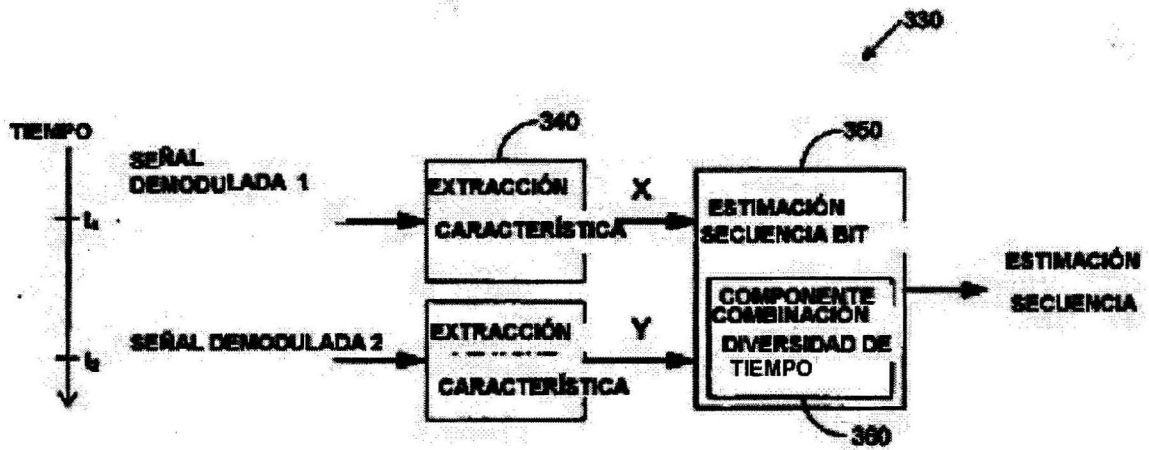


FIG. 4B

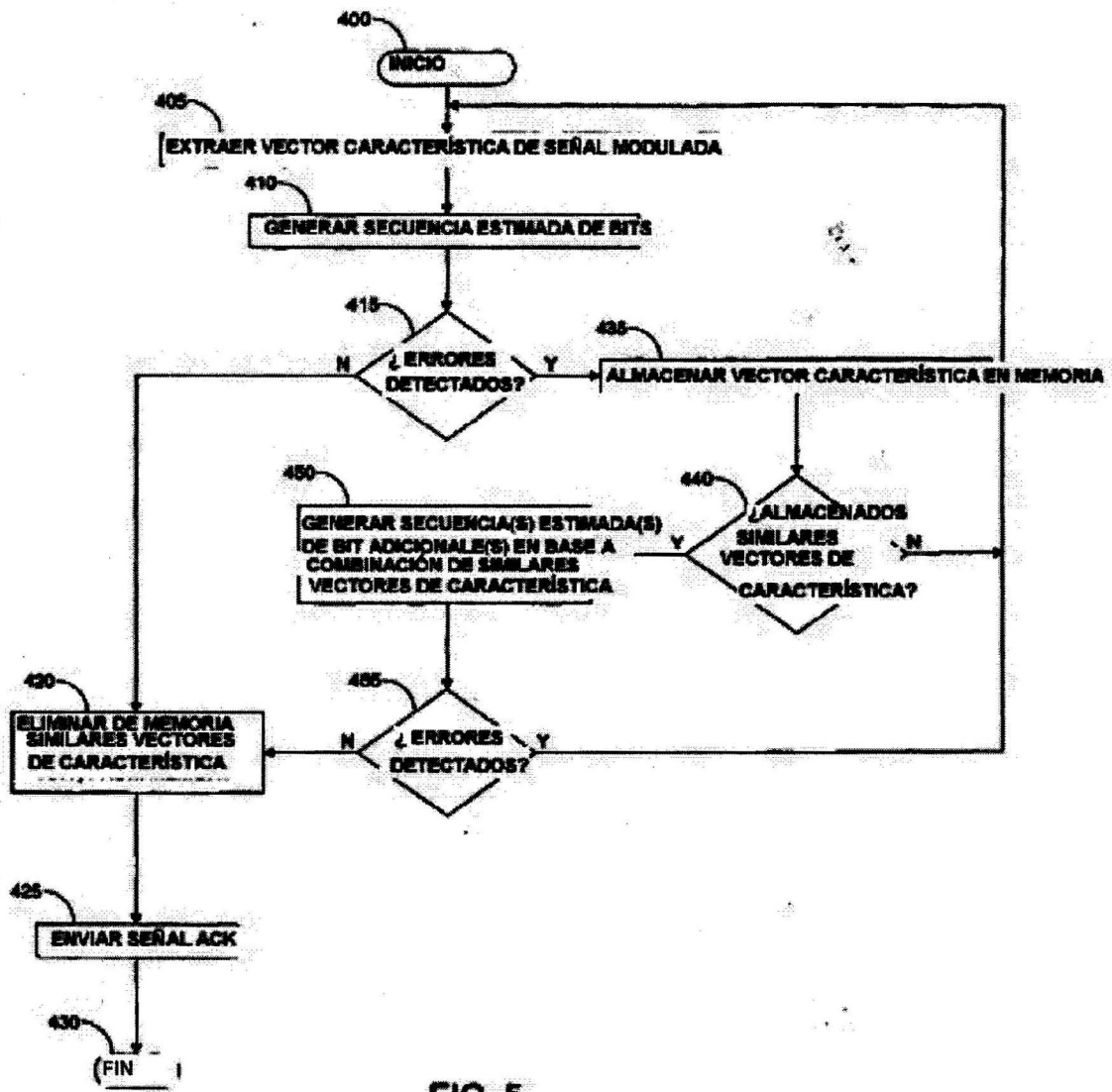


FIG. 5