



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 310 605**

51 Int. Cl.:

H03M 13/00 (2006.01)

H04B 7/185 (2006.01)

H04L 1/18 (2006.01)

H04L 1/02 (2006.01)

H03M 13/27 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02769354 .8**

96 Fecha de presentación : **07.05.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1397868**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.03.2004**

54

Título: **Método y aparato para codificación convolucional y entrelazado concatenados.**

30

Prioridad: **07.05.2001 US 849237**

73

Titular/es: **XM Satellite Radio Inc.**
1500 Eckington Place, N.E.
Washington, District of Columbia 20002, US

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.01.2009

72

Inventor/es: **Marko, Paul**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.01.2009

74

Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 310 605 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

Método y aparato para codificación convolucional y entrelazado concatenados.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método y un aparato para codificación convolucional y entrelazado concatenados de un flujo de datos de una fuente para transmisión.

10 **Antecedentes de la invención**

Las transmisiones de radiofrecuencia a menudo están sujetas a un desvanecimiento multi-trayectoria. Pueden producirse bloqueos de la señal en los receptores debido a obstrucciones físicas entre el transmisor y el receptor o a interrupciones del servicio. Por ejemplo los receptores móviles encuentran obstrucciones físicas cuando pasan a través de túneles o viajan cerca de edificios o árboles que impiden la recepción de señal de la línea de visión (LOS). Por otra parte, pueden producirse interrupciones del servicio cuando el ruido o las cancelaciones de las reflexiones de la señal multi-trayectoria son suficientemente altos con respecto a la señal deseada.

Un sistema de comunicaciones con diversidad en el tiempo retarda la transmisión del material de un programa sobre un canal de transmisión por un intervalo de tiempo seleccionado con respecto a la transmisión del mismo material del programa sobre un segundo canal de transmisión. La duración del intervalo de tiempo se determina por la duración de la interrupción del servicio a eliminar. El canal no retardado se retarda en el receptor de modo que pueden combinarse los dos canales, o seleccionarse el material del programa en los dos canales, a través de la circuitería del receptor. Uno de tales sistemas de diversidad en el tiempo es el sistema de difusión digital (DBS) que emplea dos canales de transmisión por satélite.

El entrelazado de los símbolos de datos sobre los canales de transmisión de un sistema con diversidad en el tiempo puede emplearse para mitigar, en particular, los efectos de un desvanecimiento lento profundo. Un generador de entrelazado recoloca un conjunto de símbolos de datos codificados consecutivos en un flujo de datos a transmitir de modo que los símbolos en el conjunto se extienden por una duración de tiempo mayor que la duración de un desvanecimiento profundo lento. Un receptor que tiene un generador de des-entrelazado recoloca los símbolos recibidos en su orden original. Sin embargo, los símbolos de datos entrelazados que se han des-entrelazado están sujetos a desvanecimientos independientes que no pueden mitigarse por el generador de entrelazado debido a limitaciones de tamaño del generador de entrelazado.

Además, el DBS generalmente tiene un requisito de protección frente a una interrupción de duración mínima seleccionada cuando ambos satélites están disponibles. De este modo, existe una necesidad de un sistema de comunicaciones que proporcione tal protección de interrupción. Además, existe una necesidad de un sistema de comunicaciones que proporcione una protección de interrupciones máxima dentro de unas limitaciones de una memoria y de retardo razonables del generador de entrelazado cuando sólo está disponible un canal de transmisión.

El documento WO 00/33559 describe un aparato y un método para conseguir diversidad con respecto a las señales de difusión digital plural. Se consideran múltiples canales pero cada canal usa un canal de satélite separado y espacialmente diverso y se usan bloques generadores de entrelazado separados sobre cada canal.

El documento WO 01/29986 describe un método para transmitir datos sobre un canal de radio desde un transmisor a un receptor. Se usa un generador de entrelazado, pero la profundidad del generador de entrelazado se basa en el tiempo de coherencia del canal y los parámetros de retardo de la transferencia de datos.

El documento US 6061387 describe un sistema de transmisión y un método para comunicar una señal de audio en un sistema de difusión de audio digital por satélite con codificación turbo. También enseña el uso de un codificador que emplea un generador de entrelazado con respecto a un codificador adicional así como el generador de entrelazado empleado con dos decodificadores MAP en un receptor.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para preparar un flujo de datos de la fuente para la transmisión que comprende las etapas de:

codificar dicho flujo de datos de la fuente para generar un flujo de datos de salida usando un esquema de codificación convolucional que tiene una tasa de código seleccionada, teniendo dicho flujo de datos de salida series de grupos de datos, comprendiendo cada uno de dichos grupos de datos una pluralidad de grupos de datos con eliminación selectiva de bits (puncturing), teniendo cada uno de dichos grupos de datos con eliminación selectiva de bits una tasa de código reducida con respecto a dicha tasa de código seleccionada;

entrelazar dichos grupos de datos de acuerdo con una pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo para dispersar los bits en dichos grupos de datos dentro de dicho flujo de datos de salida y generar un flujo de datos entrelazados; y

procesar dichos bits en dicho flujo de datos entrelazados para su transmisión sobre un canal de transmisión único, estando seleccionada dicha pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo para dispersar al menos dos grupos diferente de bits en dicho flujo de datos de salida seleccionados del grupo consistente en dichos bits en uno de dichos grupos de datos con eliminación selectiva de bits, dichos bits en dichos grupos de datos adyacentes, y dichos bits en los conjuntos seleccionados de dichos grupos de datos para las localizaciones seleccionadas en dicho flujo de datos entrelazados para facilitar la reconstrucción de dicho flujo de datos de la fuente a partir de al menos una porción de dicho flujo de datos entrelazados recibido a través de dicho canal de transmisión único.

Otros aspectos de la invención se definen en las reivindicaciones independientes 10 y 11.

Las funciones de entrelazado en el tiempo se seleccionan para facilitar la reconstrucción del flujo de datos de la fuente a partir de al menos una porción del flujo de datos entrelazados recibido sobre el canal de transmisión a continuación de un bloqueo continuo del canal de transmisión.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se realiza la decodificación en el receptor usando una decodificación convolucional. La decodificación se realiza preferiblemente usando un decodificador Viterbi.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, las funciones de entrelazado en el tiempo se seleccionan para optimizar la corrección de errores durante la decodificación Viterbi.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, las señales codificadas se demultiplexan y a continuación se entrelazan antes de la transmisión.

El flujo de datos entrelazados se decodifica usando una tasa de código seleccionada de acuerdo con la presente invención. La decodificación preferiblemente se realiza usando una decodificación convolucional tal como a través de un decodificador Viterbi. Las funciones de entrelazado en el tiempo se seleccionan de acuerdo con la presente invención para optimizar la corrección de errores de acuerdo con la presente invención durante la decodificación Viterbi.

Breve descripción de los dibujos

Los diversos aspectos, ventajas y características novedosas de la presente invención serán más fácilmente comprensibles a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lee junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Fig. 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación que usa entrelazado;

la Fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de codificación y entrelazado, y el flujo de datos generado por un codificador en el mismo;

la Fig. 3 representa un codificador convolucional y la salida del flujo de datos;

las Fig. 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F y 4G representan grupos de datos con eliminación selectiva de bits;

la Fig. 5 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de codificación y entrelazado, y el flujo de datos generado por el codificador en el mismo;

la Fig. 6 ilustra las funciones de entrelazado en el tiempo;

la Fig. 7 ilustra entrelazados de ejemplo de conjuntos y subconjuntos de grupos de datos con eliminación selectiva de bits;

la Fig. 8 es un diagrama de bloques de un receptor que emplea decodificación y des-entrelazado; y

la Fig. 9 representa un sistema de difusión digital para transmitir señales de satélite y señales terrestres.

A lo largo de las figuras de dibujos, se entenderá que referencias numéricas similares se refieren a partes y componentes semejantes.

Descripción detallada

La Fig. 1 representa un sistema de comunicaciones 10 que emplea una combinación de diversidad. Por consiguiente, se usa una pluralidad de canales de transmisión para transmitir los mismos datos de la fuente o material de programa. En el ejemplo ilustrado, se usan dos canales de transmisión. Se describirá un método y un aparato para los propósitos ilustrados en conexión con un DBS que emplea dos satélites.

Un receptor sobre una plataforma fija o móvil recibe dos o más señales transmitidas a través de canales diferentes y selecciona la más fuerte de las señales o combina las señales. Las señales pueden transmitirse a la misma frecuencia de radio usando modulación resistente a la interferencia multi-trayectoria, o a diferentes frecuencias de radio con o

sin modulación resistente a la multi-trayectoria. En cualquier caso, la atenuación debida a las obstrucciones físicas se minimiza porque las obstrucciones están pocas veces en la LOS de ambos satélites. Sin embargo se entenderá que pueden usarse más de dos canales de transmisión y que los canales de transmisión pueden ser cualquier tipo de camino de comunicaciones de datos con hilos o sin hilos.

Continuando con referencia a la Fig. 1, el flujo de datos de la fuente se codifica usando un algoritmo de corrección de errores directa (FEC) con una tasa de código seleccionada, como se indica en 12, para permitir la pérdida de un porcentaje de bits del canal durante la transmisión mientras que se mantiene una salida libre de errores. La salida del codificador FEC 12 se entrelaza a través de un generador de entrelazado 14 para aleatorizar el orden de los bits y des-correlacionar los errores de bit causados por el bloqueo y la propagación multi-trayectoria. El entrelazado de la presente invención, que se describe más adelante en conexión con las Fig. 6 y 7, permite un bloqueo continuo de una duración seleccionada (por ejemplo, aproximadamente 4 segundos) cuando están disponibles ambos canales de transmisión. Además, en el flujo de datos codificado se realiza una eliminación selectiva de bits para crear grupos con eliminación selectiva de bits para los canales de transmisión respectivos. Los grupos de eliminación selectiva de bits se seleccionan de modo que sólo se requieren un número mínimo de subconjuntos de bits en los grupos de datos con eliminación selectiva de bits para reconstruir el flujo de dato de la fuente a partir de más de uno de los canales de transmisión. Además, los grupos de eliminación selectiva de bits se seleccionan de modo que pueden recibirse las múltiples combinaciones de subconjuntos sobre ambos canales de transmisión y permitir la reconstrucción del flujo de datos de la fuente siguiente al bloqueo de uno de los canales de transmisión. Los grupos de eliminación selectiva de bits, los subconjuntos de bits en los grupos de eliminación selectiva de bits y las múltiples combinaciones de los subconjuntos se describen más adelante en conexión con las Fig. 4A hasta 4G.

Como se muestra en la Fig. 1, los bits codificados y entrelazados se demultiplexan a través del demultiplexador 16 en sus flujos de datos respectivos para la transmisión sobre sus canales respectivos 18 y 20. Como se describe más adelante en conexión con la Fig. 5, los datos codificados pueden demultiplexarse antes del entrelazado. En el ejemplo ilustrativo, el flujo de datos de la fuente se somete al codificador FEC exterior (por ejemplo, codificación Reed-Solomon (255, 223) y bloque de entrelazado) antes de la codificación convolucional y entrelazado de la presente invención. Los flujos de datos codificados y entrelazados se proporcionan con sincronización de los datos para permitir la sincronización y alineamiento de las señales de datos en el receptor antes de multiplexar, des-entrelazar y decodificar, como se indica en 22, 24 y 26 en la Fig. 1 y se describe más adelante en conexión con la Fig. 8.

Como se muestra en la Fig. 2, el flujo de bits de la fuente se codifica usando un codificador convolucional. Como se ha establecido anteriormente, el flujo de datos de la fuente puede ser un flujo de bits protegido Reed-Solomon (RS). El codificador convolucional 30 es preferiblemente un codificador convolucional con una tasa de 1/3 con una restricción de longitud de 7. De este modo, para cada bit de la entrada desde el flujo de datos de la fuente, se genera un símbolo de 3 bits, como se indica por la salida del codificador 32. El grupo de datos 34 generado por el codificador convolucional 30 se representa en la Fig. 3. Cada grupo de datos 34 generado por el codificador convolucional se sujeta a una eliminación selectiva de bits de 1 en 9. En la Fig. 4A se representa el grupo de datos con eliminación selectiva de bits 36. Las posiciones de bit del grupo de datos están numerados de 1 hasta 9 por propósitos ilustrativos. La posición del quinto bit preferiblemente se elimina. Las posiciones de los ocho bits restantes se dividen entre los dos canales de transmisión 18 y 20 (por ejemplo, dos canales de satélite). Por ejemplo los datos en las posiciones de bit 1, 2, 3 y 4 preferiblemente se transmiten en el canal de satélite 18, y los datos en las posiciones de bit 6, 7, 8 y 9 preferiblemente se transmiten en el otro canal de satélite 20, como se representa por la trama con eliminación selectiva de bits 38 de sólo el satélite 1 y la trama con eliminación selectiva de bits 40 de sólo el satélite 2 en las Fig. 4B y 4C respectivamente. Las posiciones de bit del grupo de datos para un canal de transmisión se denominan en adelante en este documento en general como grupos de datos de canal 45. De este modo, la tasa para el flujo de datos a transmitir siguiente a la codificación convolucional y eliminación selectiva de bits es $R = 3/8$. Por lo tanto, cada uno de los dos canales de transmisión en el ejemplo ilustrativo transmite efectivamente a una tasa de $R = 3/4$. Esto es ventajoso porque el flujo de los datos transmitidos puede decodificarse aún incluso cuando sólo esté disponible uno de los canales 18 ó 20 en el receptor.

Ahora se describirán las operaciones de entrelazado continuando con referencia a la Fig. 2. Los dos grupos de datos con eliminación selectiva de bits de ejemplo 36a y 36b se representan para ilustrar la codificación convolucional de seis bits a partir del flujo de datos de la fuente 42. Como se indica en 32, se generan tres bits para cada uno de los seis bits y se numeran como 1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c, ..., 6a, 6b, 6c. Los bits 2b y 5b se eliminan de acuerdo con la eliminación selectiva de bits de 1 en 9 descrita anteriormente. En presencia de las condiciones del canal dañado donde pueden perderse bits de uno o de ambos canales, los grupos de datos con eliminación selectiva de bits 36 usados de acuerdo con la presente invención son ventajosos porque presentan combinaciones múltiples de bits de datos eliminados (en adelante en este documento denominados como subconjuntos de bits 44) que permiten la reconstrucción del flujo de datos de la fuente desde más de uno de los canales de transmisión usando un número mínimo de subconjuntos. Por ejemplo, con referencia a la Fig. 4D, el flujo de datos de la fuente 42 puede reconstruirse a partir de la combinación del subconjunto 44a que comprende los datos en las posiciones de bits 1 y 2 de un canal de transmisión con el subconjunto 44b que comprende los datos en las posiciones de bit 6 y 7 del otro canal de transmisión. De forma similar con referencia a la Fig. 4E, puede reconstruirse el flujo de datos de la fuente 42 a partir de la combinación del subconjunto 44c que comprende los datos en las posiciones de bit 3 y 4 de un canal de transmisión con el subconjunto 44d que comprende los datos en las posiciones de bit 8 y 9 del otro canal de transmisión. Otras combinaciones de subconjuntos, como las mostradas en las Fig. 4F y 4G, obtienen los mismos resultados.

Como se ha descrito anteriormente en conexión con la disposición de memoria 92 en la Fig. 8, los bits de los canales de satélite 18 y 20 se alinean y se almacenan dentro de los elementos de memoria respectivos. Por ejemplo, los bits, 1 y 6, 2 y 7, 3 y 8, 4 y 9 de los dos grupos de datos de canal 45 representados en las Fig. 4B y 4C se alinean y se almacenan con respecto a cada uno de los otros.

Las combinaciones mostradas en las Fig. 4F y 4G ilustran el modo en el que puede reconstruirse el flujo de datos de la fuente 42 a partir de la combinación de bits procedentes de los diferentes elementos de memoria. Como se muestra en la Fig. 4F, los bits 1 y 2 pueden combinarse con los bits 8 y 9 para reconstruir el flujo de datos de la fuente. De forma similar, los bits 3 y 4 pueden combinarse con los bits 6 y 7 para reconstruir el flujo de datos de la fuente, como se muestra en la Fig. 4G.

La corrección de errores en el receptor se realiza preferiblemente usando la decodificación Viterbi. Cuando se recibe un símbolo QPSK transmitido sobre un canal en error en el ejemplo ilustrado, existe una posibilidad de que ambos bits estén en error siguiendo una codificación convolucional con una tasa $R = 1/3$. Para mejorar la probabilidad de que el decodificador Viterbi corrija un símbolo recibido en error, los bits de símbolos se entrelazan de modo que pasarán a través del decodificador Viterbi a intervalos mayores que la longitud de restricción.

Un generador de entrelazado 46 (Fig. 2) preferiblemente emplea varias funciones de entrelazado en el tiempo para dispersar los bits en grupos de datos con eliminación selectiva de bits 36, para dispersar los grupos de datos 34 y dispersar los conjuntos de grupos de datos 34, para mejorar la corrección de errores en el receptor. En el ejemplo ilustrado, el flujo de datos transmitido se multiplexa por división en el tiempo en tramas de 432 milisegundos (ms). Cada trama tiene 10.880 bits siguiendo una codificación RS, codificación convolucional y eliminación selectiva de bits. Como se ilustra por el bloque 50 en la Fig. 6, los bits consecutivos en uno de los grupos de datos con eliminación selectiva de bits están desplazados en 2.720 bits ya que los grupos de datos con eliminación selectiva de bits 36 consiste cada uno de 5.440 bits y tienen dos grupos 45 de datos de canal de 2.720 bits. La dispersión de los bits del grupo de datos del canal se ilustra en 60 en la Fig. 7 para uno de los grupos de datos del canal 45. De forma similar, se realiza el entrelazado sobre los otros grupos de datos de canal 45 en el grupo de datos con eliminación selectiva de bits, así como para ambos grupos 45 de datos de canal en los otros los otros grupos de datos con eliminación selectiva de bits 36.

Continuando con referencia a la Fig. 6, se emplean otras funciones de entrelazado en el tiempo 52, 54 y 56. Por ejemplo, los grupos de datos 36 se entrelazan con respecto a cada uno de los otros, como se ilustra por la función segunda 52 en la Fig. 6. Los ocho bits en cada grupo de datos con eliminación selectiva de bits 36 está desplazado $2 * 1.360$ bits o un cuarto de una trama de 10.880 bits. También se entrelazan conjuntos de grupos de datos con respecto a cada uno de los otros, como se ilustra por la función tercera 54 en la Fig. 6. Por ejemplo, pueden entrelazarse conjuntos de dos grupos de datos que tienen 16 bits por conjunto. Los dieciséis bits en cada conjunto de los grupos de datos están desplazados $2 * 680$ bits o un octavo de una trama de 10.880 bits, como se muestra en el bloque 54 de la Fig. 6 y 64 en la Fig. 7. Las funciones primera, segunda y tercera de entrelazado 50, 52 y 54 operan de forma complementaria para reducir los efectos no deseados asociados con el desvanecimiento de pequeña escala. En particular, las funciones de entrelazado, primera, segunda y tercera 50, 52 y 54 facilitan el mantenimiento de un error de bit único dentro de la longitud de restricción del decodificador Viterbi en el receptor para errores continuos que se producen en el flujo de bits debido a condiciones del canal adversas.

Se emplea otra función de entrelazado en el tiempo como se indica en 56 en la Fig. 6, para el desvanecimiento de gran escala. Por ejemplo, los símbolos se dispersan un número seleccionado de tramas (por ejemplo 10 tramas o 54.400 bits). Se entenderá que pueden usarse diferentes métodos y criterios para la difusión de bits en el flujo de datos transmitido y que la difusión de bits puede variar (por ejemplo, entre tramas). El demultiplexador 48 genera dos flujos de datos entrelazados 66 y 68 desde la salida del generador de entrelazado en el tiempo 46. Como se indica en 58 en la Fig. 6, pueden realizarse mapeos de símbolos de dos bits sobre los dos flujos de datos entrelazados 66 y 68.

La Fig. 5 representa otro ejemplo de dispositivo de codificación y entrelazado que demultiplexa la salida del codificador convolucional 30 a través del demultiplexador 48 antes del entrelazado. Los dos generadores de entrelazado en el tiempo 46a y 46b están sincronizados entre sí.

Con referencia a la Fig. 8, se muestra un ejemplo de receptor 70 para recibir dos o más señales entrelazadas que se usan para transmitir los mismos datos de la fuente. El receptor 70 comprende al menos dos brazos del receptor 72 y 74 para recibir las señales transmitidas sobre los canales de transmisión respectivos 18 y 20. En el ejemplo ilustrativo, los canales son de un primer y un segundo satélites. Se entiende que si se usa un canal de frecuencia única, solo se necesita un brazo del receptor. Como se muestra en la Fig. 8, se proporciona una antena del receptor 76 que preferiblemente es de banda suficientemente ancha para recibir los canales de los satélites primero y segundo 18 y 20 sobre frecuencias diferentes. El amplificador de bajo ruido (LNA) 78 amplifica las señales de satélite antes de que las señales de satélite se dividan para el procesamiento adicional por los respectivos brazos del receptor. El divisor 79 proporciona la señal amplificada a cada brazo del receptor 72 y 74. Pueden usarse uno, dos o más brazos del receptor dependiendo de la diversidad del método utilizado para el sistema de comunicaciones.

Cada brazo del receptor 72 y 74 se proporcionan con un convertidor a banda base 80 y 82 y un convertidor de analógico a digital 84 y 86, respectivamente. También se proporciona un demodulador QPSK y una unidad de sincronización 88 y 90 en cada brazo del receptor 72 y 74.

ES 2 310 605 T3

Las señales del satélite están formateadas como señales multiplexadas por división en el tiempo (TDM) que tienen tramas TDM. Las tramas TDM pueden comprender datos multiplexados de una pluralidad de fuentes. En cuyo caso, cada flujo de datos de la fuente se codifica y se entrelaza como se ha descrito anteriormente, así como se de-multiplexa para su transmisión sobre canales plurales (por ejemplo, a través de un primer y un segundo satélites).

Las tramas TDM tienen preámbulos en los cuales se proporciona información de formato de trama. Por ejemplo pueden proporcionarse, un preámbulo de trama maestra (MFP) y un preámbulo de sincronización rápida (FSP) para la sincronización de las tramas TDM. También puede proporcionarse un canal de control de ranuras temporales (TSCC) en el preámbulo que comprende información tal como un contador de tramas y datos que indica qué ranuras contienen datos de qué fuentes. El demodulador QPSK y la unidad de sincronización usan la información de formato de trama para sincronizar el flujo de datos demodulado a partir del canal de satélite correspondiente para facilitar la demultiplexación de las tramas TDM.

Los flujos de datos demodulados desde los brazos del receptor 72 y 74 se aplican al multiplexor 22, esto es, se cargan dentro de la disposición de memoria 92 usando los preámbulos para alinear los datos desde cada brazo del receptor. La disposición de memoria 92 facilita la combinación de los dos flujos de satélite en un flujo único para el procesamiento por el generador de des-entrelazado 24. El multiplexor 22 almacena los flujos de datos sincronizados recibidos a través de los brazos del receptor 72 y 74 en registros consecutivos correspondientes en las porciones primera y segunda de la disposición de memoria 92. El contenido de los pares de registros correspondientes en las porciones primera y segunda de la disposición de memoria se extraen por el generador de des-entrelazado 24 y se combinan en un flujo de bits común de $R = 3/8$. Los flujos de datos recuperados se ponderan de acuerdo con una métrica de calidad de la señal (por ejemplo, el error medio de fase medido en los demoduladores QPSK) y se combina a continuación usando uno o más métodos de una diversidad de métodos de combinación.

Continuando con referencia a la Fig. 8, el flujo de datos multiplexado generado a través del multiplexor 22 y proporcionado al generador de des-entrelazado 24 se des-entrelazan de acuerdo con las funciones de des-entrelazado en el tiempo descritas anteriormente en conexión con la Fig. 6. El flujo de datos des-entrelazado se decodifica a continuación a través de un módulo de decodificación FEC 26. El módulo de decodificación FEC preferiblemente comprende un decodificador Viterbi 96 para la decodificación convolucional. El flujo de datos puede someterse a continuación a la decodificación de Reed-Solomon y la decodificación de la capa de servicio, como se indica en 98 y 100.

Como se ha establecido anteriormente, las interrupciones de servicio pueden ocurrir en sistemas con datos de difusión, vídeo, audio y otra información que use frecuencias de radio. Estas interrupciones pueden impedir a los receptores, y particularmente a los receptores móviles, recibir el servicio de difusión totalmente, o causar que reciban una señal tan degradada que el servicio se hace inaceptable. Estas interrupciones se deben generalmente a bloqueos físicos de los caminos de transmisión entre el transmisor y el receptor (por ejemplo, debido a un terreno montañoso o túneles largos) o el desvanecimiento multi-trayectoria y la reflexión del camino de transmisión.

Se entenderá que el flujo de datos transmitido puede transmitirse sobre canales de transmisión separados usando una diversidad de técnicas diferentes. Por ejemplo, los flujos de datos intercalados puede multiplexarse por división de código usando la modulación de espectro expandido para permitir la transmisión sobre canales separados que usan la misma frecuencia. Como alternativa, las señales pueden transmitirse con polarizaciones opuestas (por ejemplo, polarizaciones cruzadas u ortogonales tales como las polarizaciones horizontal/vertical lineales o izquierda/derecha circulares) sobre canales separados que usan la misma frecuencia. Pueden transmitirse dos o más canales de transmisión sobre frecuencias diferentes usando cualquier modulación analógica o digital (por ejemplo, multiplexación por división de frecuencia). Adicionalmente, el demultiplexador 48 puede omitirse y la salida del generador de entrelazado 46 puede aplicarse a un único canal.

Como se ha establecido anteriormente, un sistema de difusión digital puede usar dos o más canales de transmisión para proporcionar diversidad de tiempo y/o espacio para mitigar las interrupciones del servicio debidas a las multi-trayectorias, bloqueos físicos e interferencias en los receptores de difusión móviles. La Fig. 9 representa un ejemplo de un sistema de difusión de satélite 110 que emplea diversidad en el tiempo que comprende al menos un satélite geoestacionario 112 para la recepción de la señal de satélite por la línea de visión (LOS) en los receptores indicados generalmente en 114. Se proporciona otro satélite geoestacionario 116 en una posición orbital diferente para propósitos de diversidad de tiempo y/o espacio. El sistema 110 comprende además al menos un repetidor terrestre 118 para retransmisiones de las señales de satélite en áreas geográficas en las que se oscurece la recepción LOS por edificios altos, colinas y otras obstrucciones. Los receptores 114 pueden configurarse para una operación en modo dual para recibir ambas señales de satélite y terrestres y para combinar o seleccionar una o ambas señales como la salida del receptor. Sin embargo, se entenderá que, cuando los receptores están en una posición fija, es suficiente para tales receptores funcionar recibiendo señales desde una fuente única y que puede reducirse el costo y la complejidad de tales receptores si están diseñados para un único modo de operación.

El segmento de difusión del satélite preferiblemente incluye la codificación de un canal de difusión en un flujo de bits multiplexado por división en el tiempo (TDM). El flujo de bits TDM se modula antes de su transmisión a través de la antena del enlace ascendente del satélite. El segmento de repetidor terrestre comprende una antena del enlace descendente de satélite y un receptor/modulador para obtener un flujo de bits TDM banda base. La señal banda base digital se aplica al modulador de forma de onda terrestre, y a continuación se traslada en frecuencia a la frecuencia portadora y se amplifica antes de la transmisión.

ES 2 310 605 T3

De acuerdo con la presente invención, el sistema de difusión digital emplea la codificación convolucional y entrelazado concatenados con un flujo de bits único. Por ejemplo, el sistema 110 puede configurarse para colocar todos los bits entrelazados de un flujo de la fuente sobre un flujo de TDM, en oposición a enviar una mitad de los bits del flujo de la fuente sobre un canal de transmisión y la otra mitad de los bits del flujo de la fuente sobre otro canal de transmisión.

5 El flujo TDM puede enviarse a continuación vía satélite, o a través de un transmisor terrestre. El transmisor terrestre no es necesariamente un repetidor terrestre 118 ya que el flujo de la fuente puede originarse desde un transmisor terrestre, en lugar de recibirse vía satélite y someterse al procesamiento de banda base y traslación de frecuencia.

10 Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a una realización preferida de la misma, se entenderá que la invención no está limitada a los detalles de la misma. Se han sugerido diversas modificaciones y sustituciones en la descripción anterior, y pueden ocurrirse otras a los especialistas en la técnica. Se intenta que todas esas sustituciones estén abarcadas dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para preparar un flujo de datos de la fuente (42) para la transmisión que comprende las etapas de:

codificar dicho flujo de datos de la fuente (42) para generar un flujo de datos de salida usando un esquema de codificación convolucional que tiene una tasa de código seleccionada, teniendo dicho flujo de datos de salida series de grupos de datos (34), comprendiendo cada uno de dichos grupos de datos una pluralidad de grupos de datos con eliminación selectiva de bits (36), teniendo cada uno de dichos grupos de datos con eliminación selectiva de bits una tasa de código reducida con respecto a dicha tasa de código seleccionada;

entrelazar dichos grupos de datos (34) de acuerdo con una pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo para dispersar los bits en dichos grupos de datos dentro de dicho flujo de datos de salida y generar un flujo de datos entrelazados (66); y

procesar dichos bits en dicho flujo de datos entrelazados para su transmisión sobre un canal de transmisión único, estando seleccionada dicha pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo para dispersar al menos dos grupos de bits diferentes en dicho flujo de datos de salida seleccionado del grupo consistente de dichos bits en uno de dichos grupos de datos con eliminación selectiva de bits, dichos bits en dichos grupos de datos adyacentes, y dichos bits en conjuntos seleccionados de dichos grupos de datos para localizaciones seleccionadas en dicho flujo de datos entrelazados para facilitar la reconstrucción de dicho flujo de datos de la fuente a partir de al menos una porción de dicho flujo de datos entrelazados recibido a través de dicho canal de transmisión único.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se selecciona dicha pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo para facilitar la reconstrucción de dicho flujo de datos de la fuente (42) a partir de al menos una porción de dicho flujo de datos entrelazados que sigue a un bloqueo continuo de dicho canal de transmisión único.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de dichos grupos de datos con eliminación selectiva de bits comprende subconjuntos de dichos bits en dichos grupos de datos (34), estando seleccionados dichos subconjuntos de bits de modo que sólo se requiere un número mínimo de dichos subconjuntos para reconstruir dicho flujo de datos de la fuente a partir de dicho canal de transmisión único.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho canal de transmisión único se transmite a través de un satélite (112, 116) y un canal terrestre de radio (118).

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de decodificar dicho flujo de datos entrelazados (66) usando dicha tasa de código seleccionada.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que se realiza dicha decodificación usando una decodificación convolucional.

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicha decodificación convolucional se realiza usando un decodificador Viterbi.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo se seleccionan para optimizar la corrección de errores durante dicha decodificación Viterbi.

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo puede variar durante la transmisión de dicho flujo de datos entrelazados (66).

10. Un método de procesar un flujo de datos entrelazados (66) transmitido sobre un canal de transmisión único, comprendiendo el flujo de datos entrelazados bits de un flujo de datos de la fuente (42), comprendiendo el método las etapas de:

recibir dichos bits en dicho flujo de datos entrelazados desde dicho canal de transmisión único;

sincronizar dicho flujo de datos entrelazados;

decodificar dicho flujo de datos entrelazados para generar un flujo de datos decodificado usando una decodificación convolucional, habiéndose codificado dichos bits en dicho flujo de datos entrelazados a través de una codificación convolucional para generar una pluralidad de grupos de datos (34), teniendo cada uno de los grupos de datos una pluralidad de grupos de datos con eliminación selectiva de bits (36), entrelazándose dichos grupos de datos a través de una pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo seleccionadas para dispersar en al menos dos grupos diferentes de dichos bits seleccionados del grupo consistente de dichos bits en uno de dichos grupos de datos con eliminación selectiva de bits, dichos bits en dichos grupos de datos adyacentes, y dichos bits en conjuntos seleccionados de dichos grupos de datos para localizaciones seleccionadas en dicho flujo de datos entrelazados para facilitar la reconstrucción de dicho flujo de datos de la fuente (42) a partir de al menos una porción de dicho flujo de datos entrelazados recibido a través de dicho canal de transmisión único, reconstruyendo dicho flujo de datos de la fuente dicha decodificación con-

ES 2 310 605 T3

volucional usando dicho flujo de datos entrelazados y secuencias seleccionadas de bits relativos a dicha codificación convolucional y dicha pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo.

11. Un aparato para preparar un flujo de datos (42) para su transmisión que comprende:

un decodificador convolucional (30) para codificar dicho flujo de datos (42) para generar un flujo de datos de salida que tiene una tasa de código seleccionada, teniendo dicho flujo de datos de salida una serie de grupos de datos (34), comprendiendo cada uno de dichos grupos de datos una pluralidad de grupos de datos con eliminación selectiva de bits (36), teniendo cada uno de dichos grupos de datos con eliminación selectiva de bits una tasa de código reducida con respecto a dicha tasa de código seleccionada;

un generador de entrelazado (46) para entrelazar dichos grupos de datos (34) de acuerdo con una pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo para dispersar bits en dichos grupos de datos (34) dentro de dicho flujo de datos de salida y generar un flujo de dato entrelazado (66); y

un transmisor para procesar dichos bits en dicho flujo de datos de entrelazado para su transmisión sobre un canal de transmisión único, seleccionándose dicha pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo para dispersar al menos dos grupos diferentes de bits en dicho flujo de datos de salida seleccionados del grupo consistente de dichos bits en uno de dichos grupos de datos con eliminación selectiva de bits, dichos bits en dichos grupos de datos adyacentes, y dichos bits en conjuntos seleccionados de dichos grupos de datos para localizaciones seleccionadas en dicho flujo de datos entrelazados (66) para facilitar la reconstrucción de dicho flujo de datos de la fuente a partir de al menos una porción de dicho flujo de datos entrelazados recibido a través de dicho canal de transmisión único.

12. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo se seleccionan para facilitar la reconstrucción de dicho flujo de datos de la fuente desde al menos una porción de dicho flujo de datos entrelazados (66) recibido sobre dicho canal de transmisión único que sigue a un bloqueo continuo de dicho canal de transmisión único.

13. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que se proporciona dicho transmisor en un satélite y un transmisor de radio terrestre.

14. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha pluralidad de funciones de entrelazado en el tiempo puede variar durante la transmisión de dicho flujo de datos entrelazados (66).

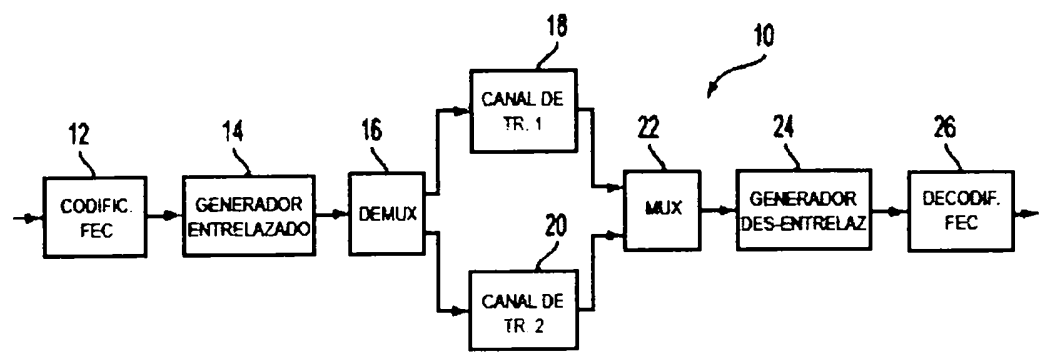


FIG. 1

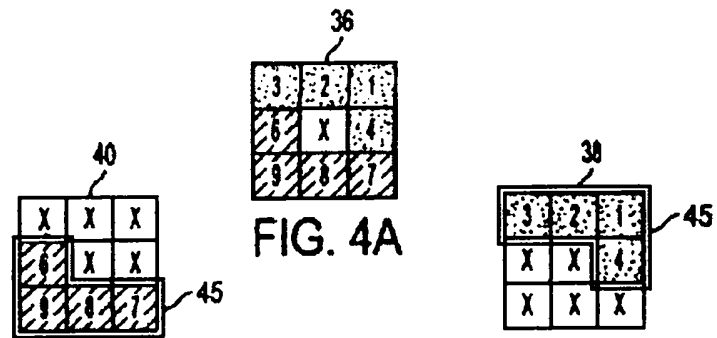


FIG. 4A

FIG. 4C

FIG. 4B

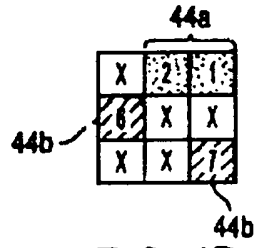


FIG. 4D

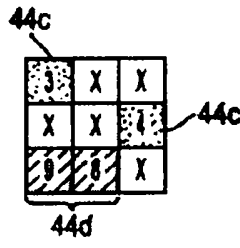


FIG. 4E

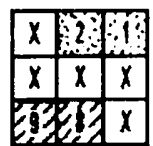


FIG. 4F

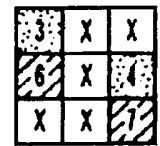


FIG. 4G

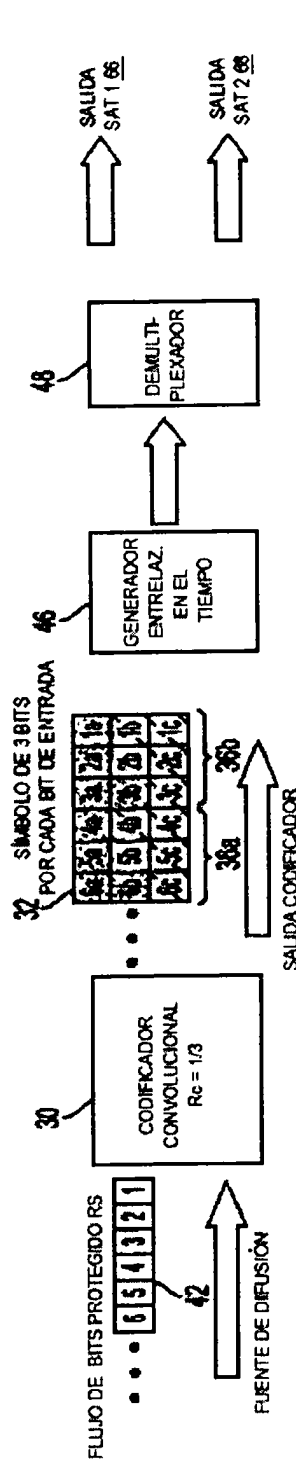


FIG. 2

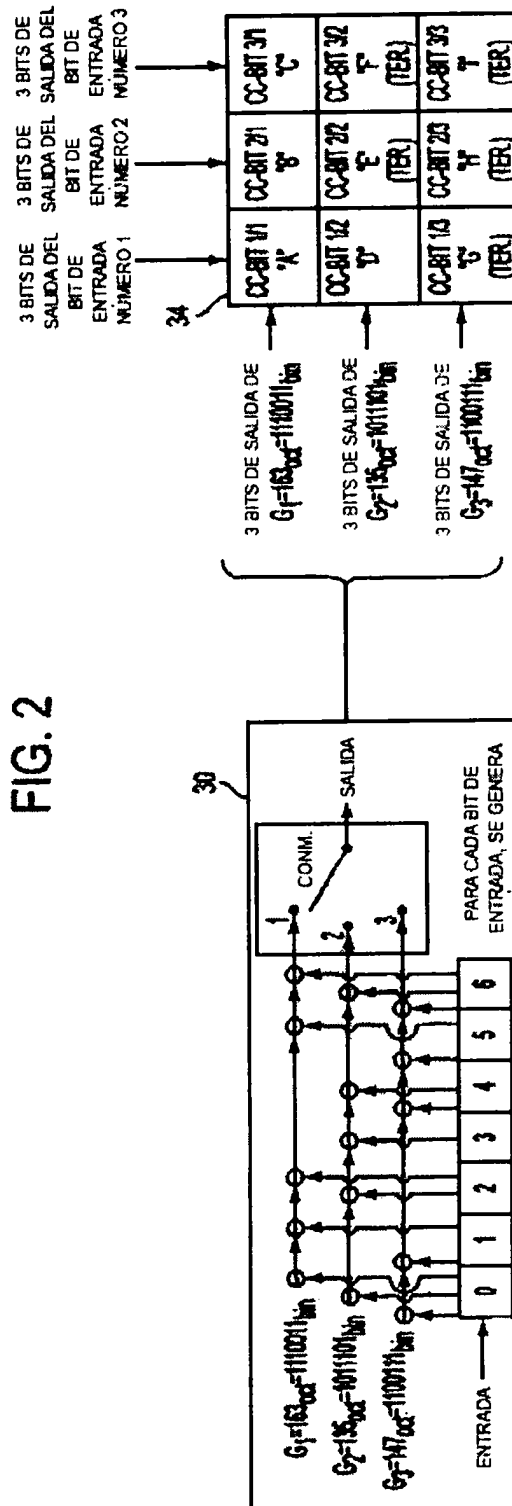


FIG. 3

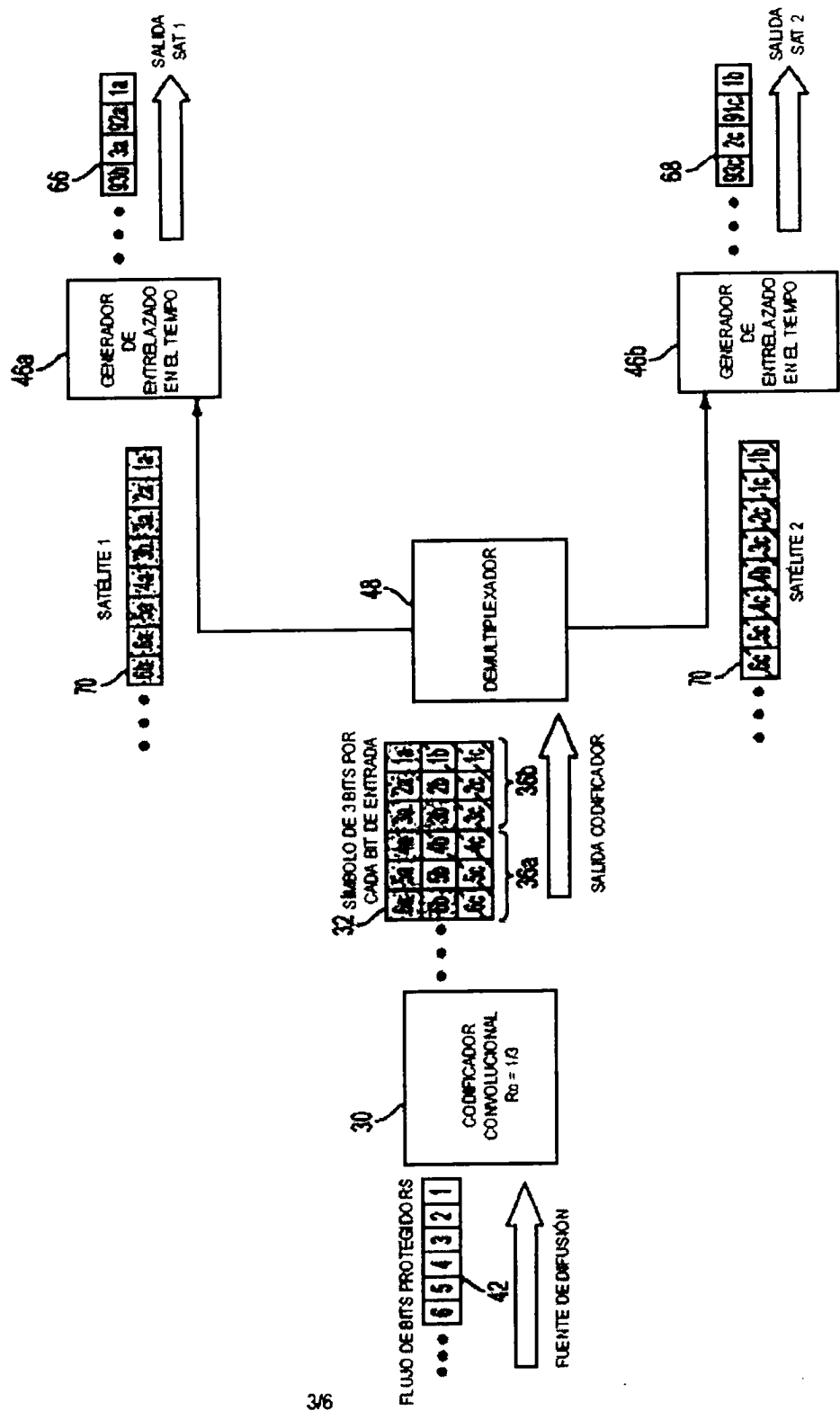


FIG. 5

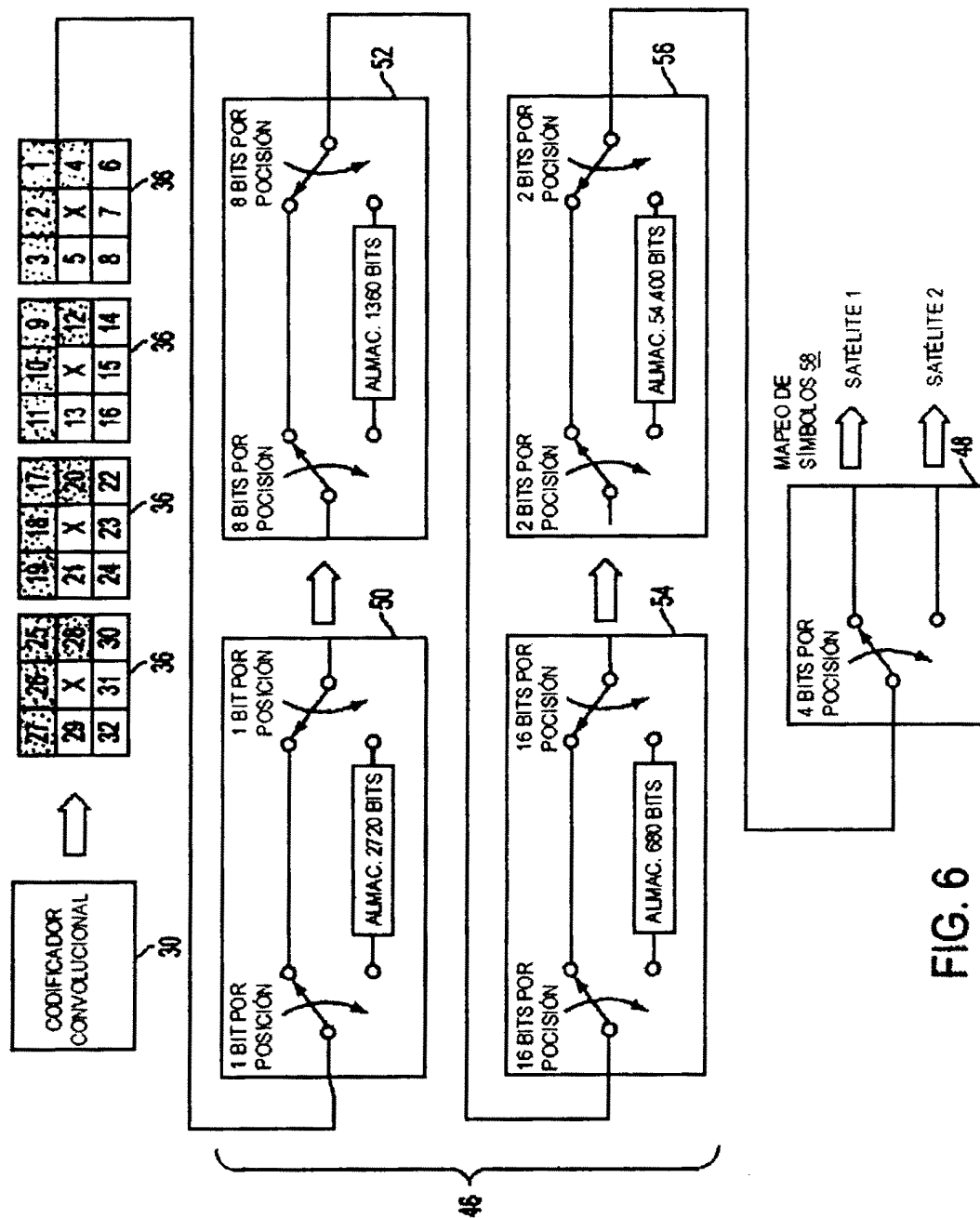


FIG. 6

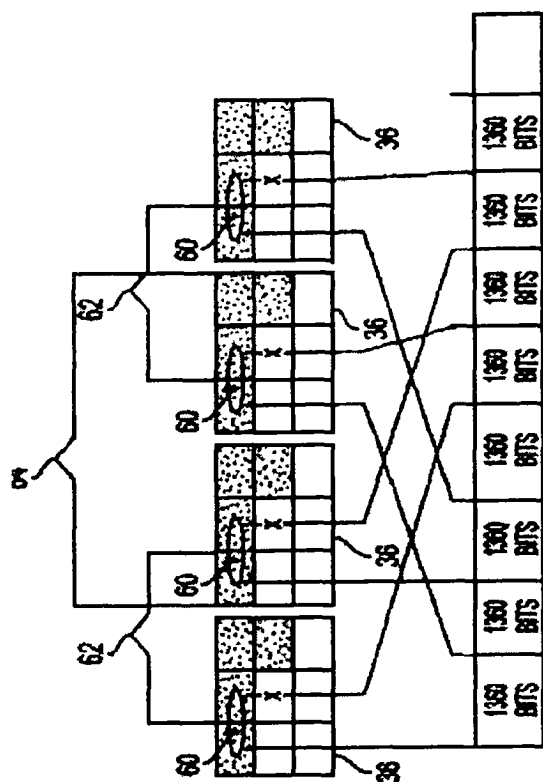


FIG. 7

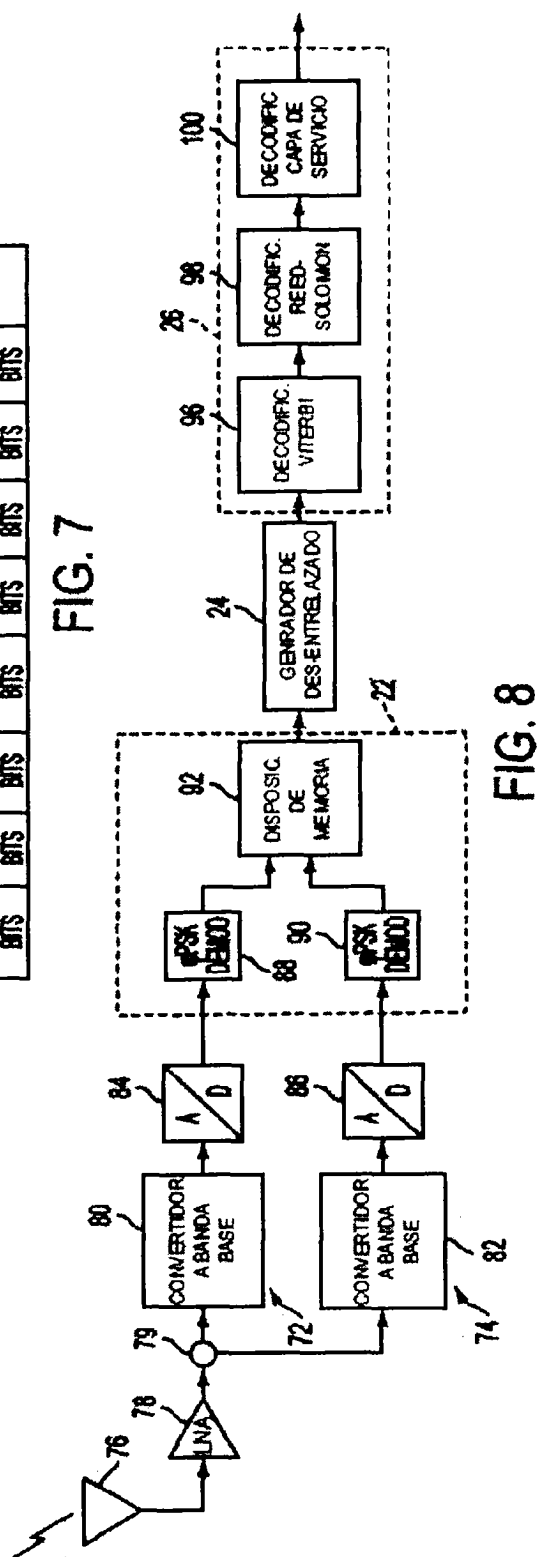


FIG. 8

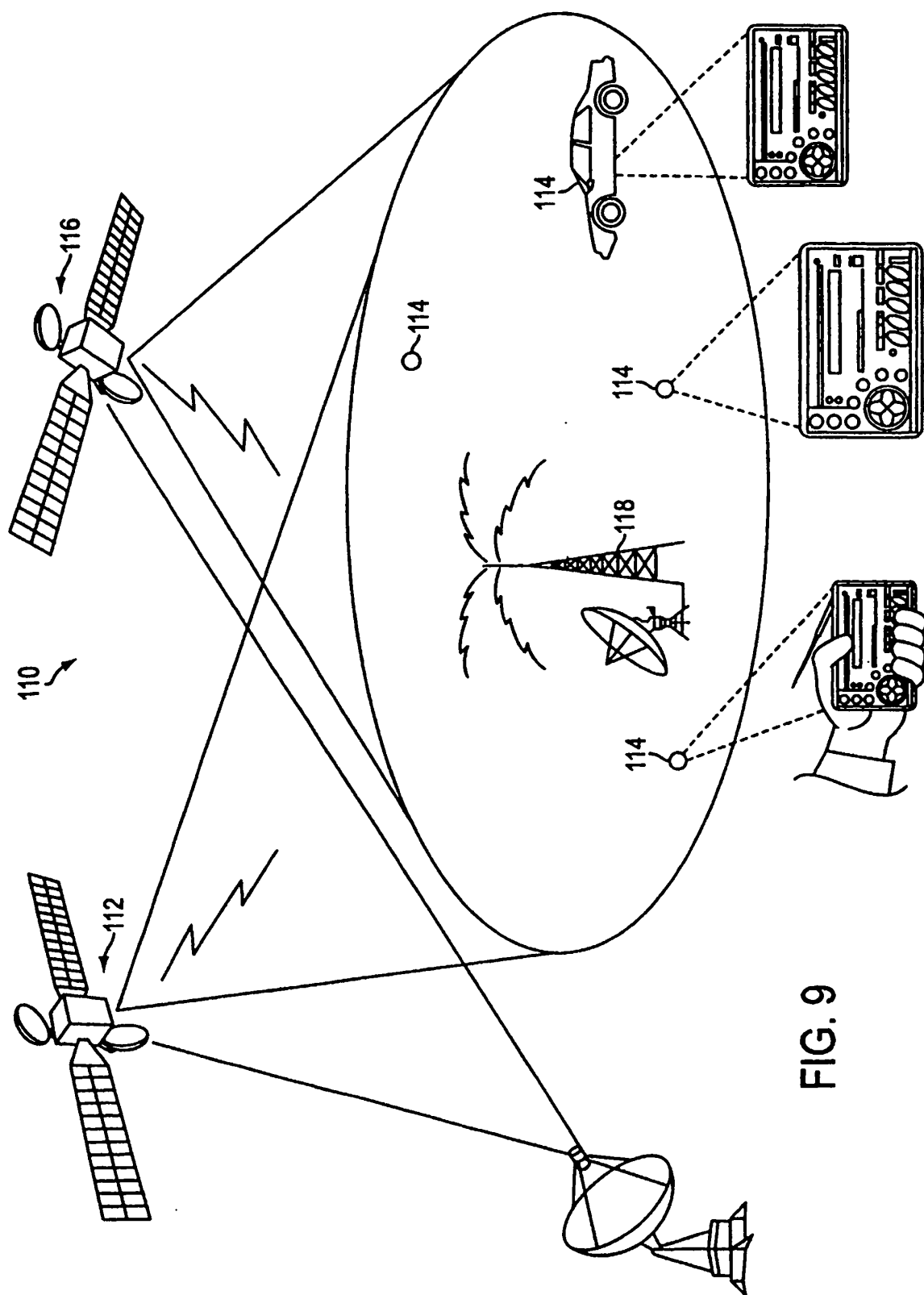


FIG. 9