

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 403 213**

(51) Int. Cl.:

H04L 27/34 (2006.01)
H04B 1/12 (2006.01)
H04N 7/08 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2002 E 07075745 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 1876705**

(54) Título: **Multiplexación por división de potencia con señales no coherentes y jerarquía de potencia fijada**

(30) Prioridad:

27.04.2001 US 844401

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.05.2013

(73) Titular/es:

**THE DIRECTV GROUP, INC. (100.0%)
2230 East Imperial Highway
El Segundo, CA 90245, US**

(72) Inventor/es:

CHEN, ERNEST C.

(74) Agente/Representante:

IZQUIERDO FACES, José

ES 2 403 213 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

Multiplexación por división de potencia con señales no coherentes y jerarquía de potencia fijada.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

1. Campo de la invención.

5 La presente invención se refiere en general a sistemas para la transmisión y recepción de señales digitales, y en particular a sistemas para la difusión y recepción de modulación en capas para señales digitales.

2. Descripción de la técnica relacionada

Los sistemas de comunicaciones de señales digitales se han usado en diversos campos, incluyendo la transmisión de señales de TV digital, bien terrestres o por satélite.

10 A medida que evolucionan los diversos sistemas y servicios de comunicaciones de señales digitales, hay una demanda creciente de tasas de transferencia de datos en aumento y servicios añadidos. Sin embargo, es más difícil implementar bien una mejora en los sistemas antiguos y nuevos servicios cuando se necesita reemplazar el hardware heredado existente, tales como los transmisores y receptores. Los nuevos sistemas y servicios son ventajosos cuando pueden usar el hardware heredado existente. En el reino de las comunicaciones inalámbricas, 15 este principio se resalta además por la disponibilidad limitada del espectro electromagnético. De este modo, no es posible (o al menos no es práctico) transmitir meramente datos mejorados o adicionales en una nueva frecuencia.

20 El procedimiento convencional de aumentar la capacidad espectral es moverse a una modulación de orden superior, tal como desde una codificación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) a una codificación por desplazamiento de ocho fases (8PSK) o una modulación de amplitud en cuadratura de 16 símbolos (16QAM). Desafortunadamente, los receptores QPSK no pueden demodular las señales convencionales de 8PSK o de 16QAM. Como resultado, los clientes heredados con receptores QPSK deben actualizar sus receptores para continuar recibiendo cualesquier señales transmitidas con una modulación 8PSK o 16QAM.

25 En la revista IEEE Transactions on Broadcasting sobre el artículo del diario de Difusión "Performance Analysis of a COFDM / FM In-band Digital Audio Broadcasting System" de Scalart, Leclerc, Fortier y Huynh, publicado en Junio de 2007, se describe un sistema en el cual, además de una señal de difusión de FM existente, se transmite una señal COFDM más débil. En el receptor, se demodula en primer lugar la señal de FM, se re-modula y se resta de la señal recibida. Más tarde, se demodula la señal COFDM.

30 Es ventajoso para los sistemas y procedimientos de transmisión de señales acomodar una tasa de transferencia de datos mejorada y aumentada sin requerir frecuencias adicionales. Además, son ventajosas para la tasa de transferencia mejorada y aumentada, señales para los nuevos receptores que sean compatibles con los receptores heredados. Hay una ventaja adicional para que los sistemas y procedimientos que permiten que las señales de transmisión se actualicen a partir de una fuente separada del transmisor heredado.

La presente invención obtiene estas ventajas.

RESUMEN DE LA INVENCION

35 Se presentan sistemas y métodos para recibir modulación en capas no coherentes para señales digitales como se define en las reivindicaciones independientes 1 y 10. Por ejemplo, una señal en capas para transmitir datos, comprende una primera capa de señal que incluye una primera portadora y unos primeros símbolos de señal para una primera transmisión de señal digital y una segunda capa de señal que incluye una segunda portadora y unos segundos símbolos de señal para una segunda transmisión de señal dispuesta sobre la primera capa de señal, en donde la señal en capas tiene la primera portadora demodulada y la primera capa decodificada para producir los primeros símbolos de señal para un transporte de la primera capa, los primeros símbolos de señal se re-modulan y se restan de la señal en capas para producir la segunda capa de señal, y la segunda capa de señal tiene la segunda portadora demodulada y decodificada para producir los segundos símbolos de señal para un transporte de la segunda capa.

45 Un receptor de la invención recibe la señal en capas combinadas y la demodula para producir la primera portadora y una señal combinada estable. La señal combinada estable se decodifica para producir los símbolos de la primera capa que se proporcionan al transporte de la primera capa. Los símbolos de la primera capa también se usan para construir una señal idealizada de la primera capa. La señal idealizada de la primera capa se resta de la señal estable combinada en capas para producir la señal de la segunda capa. La señal de la segunda capa se demodula, decodifica y se proporciona la salida de los símbolos de la segunda capa al transporte de la segunda capa.

50 En la invención, se añade una segunda capa de modulación (inferior) a la primera capa de modulación (superior). De este modo un enfoque proporciona una implementación compatible hacia atrás, es decir el equipo heredado puede permanecer sin cambios y continuar transmitiendo y recibiendo señales mientras que el nuevo equipo puede transmitir y recibir simultáneamente señales mejoradas. La adición de la segunda capa proporciona una capacidad

aumentada y servicios a los receptores que pueden procesar la información de ambas capas. Las señales de las capas superior e inferior pueden no ser coherentes, no hay ningún requisito de relación de fases de portadoras entre las dos capas de señal.

- 5 Realizaciones alternativas pueden abandonar la compatibilidad hacia atrás con equipos heredados particulares. Sin embargo, la modulación en capas se puede usar aún para proporcionar servicios extendidos con actualizaciones futuras del sistema. Además, como resultará fácilmente evidente para los expertos en la materia, el principio de la invención se puede extender a capas adicionales de modulación, con modulaciones independientes, codificación de corrección directa de errores (FEC) y tasas de código que pueda soportar el sistema en el futuro, mientras que se mantiene la compatibilidad hacia atrás. La presente invención proporciona muchas ventajas.
- 10 Por ejemplo, la eficacia espectral se puede aumentar significativamente mientras que se mantiene la compatibilidad hacia atrás con los receptores preexistentes; si ambas capas usan la misma modulación con la misma tasa de código, la eficacia espectral se puede doblar. La presente invención es más eficaz con la energía y más eficaz con el ancho de banda que otras técnicas compatibles hacia atrás que usan 8PSK y 16QAM adaptados.
- 15 Aunque puede conseguir al menos la eficacia espectral de una modulación de 16QAM, la nueva modulación de la presente invención no requiere un amplificador de tubo de ondas en paso (TWTA) lineal como con el 16QAM. Todas las capas pueden usar QPSK o 8PSK, que son mucho más insensibles a la no linealidad del TWTA. También, el uso de la modulación QPSK para todas las capas en la presente invención, no tienen ninguna penalización adicional impuesta de funcionamiento sobre el 8PSK o el 16QAM debido al error de recuperación de la fase de portadora.
- 20 También con la presente invención, debido a que las señales de las diferentes capas no son coherentes no se requiere ninguna coordinación en la transmisión de las capas separadas. Por lo tanto, la señal de una nueva capa se puede transmitir desde un TWTA diferente o incluso desde un satélite diferente. Esto permite la implementación de un esquema compatible hacia atrás en una fecha posterior, tal como cuando un TWTA pueda sacar suficiente potencia para soportar múltiples modulaciones en capas.
- 25 Además, en realizaciones típicas las capas superiores de la presente invención son mucho más robustas al desvanecimiento por lluvia. Solo la capa inferior está sujeta al mismo desvanecimiento por lluvia que lo está la forma de onda de la señal actual. Como el nivel de la señal heredada se mueve hacia arriba en potencia, los abonados existentes experimentarán muchas menos interrupciones del servicio por el desvanecimiento por lluvia.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 30 Refiriéndonos ahora a los dibujos en los cuales números de la misma referencia representan las partes correspondientes a través de los mismos.

- Las FIG. 1A - 1C ilustran la relación de las capas de señal en una transmisión de modulación en capas;
- las FIG. 2A - 2C ilustran una constelación de señal de una segunda capa de transmisión sobre una primera capa de transmisión no coherente;
- la FIG. 3 es un diagrama de bloques para un sistema típico de la presente invención;
- 35 la FIG. 4A es un diagrama de bloques para la recepción de la primera modulación y la segunda modulación en capas por un receptor típico de la presente invención; y
- la FIG. 4B es un diagrama de bloques de un receptor que no forma parte de la presente invención;
- las FIG. 5A - 5B representan los niveles de potencia para las realizaciones de ejemplo de la presente invención.

40 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

En la siguiente descripción se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y que muestran a modo de ilustración, varias realizaciones de la presente invención. Se entenderá que se pueden usar otras realizaciones y se pueden realizar cambios estructurales sin apartarse del alcance de la presente invención.

VISION GENERAL

- 45 La presente invención proporciona la modulación de señales a diferentes niveles de potencia y es ventajoso para las señales que sean no coherentes desde cada capa. Además, se pueden realizar la modulación y codificación de las señales independientes. La compatibilidad hacia atrás con los receptores heredados, tal como un receptor de codificación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) se posibilita y se proporcionan nuevos servicios a los nuevos receptores. Un nuevo receptor típico de la presente invención usa dos demoduladores y un re-modulador como se describirá con detalle más adelante en este documento.
- 50

- En una realización típica compatible hacia atrás de la presente invención, la señal de QPSK heredada se aumenta en potencia a un nivel de transmisión más alto (y de recepción). Esto crea una "espacio" de potencia en el cual puede operar una nueva señal de una capa inferior. El receptor heredado no será capaz de distinguir la nueva señal de la capa inferior, del ruido aditivo banco Gussiano, y de este modo opera en el modo usual. La selección óptima de los niveles de potencia de las capas se basa en acomodar el equipo heredado, así como la nueva tasa de transferencia y los servicios deseados.
- La nueva señal de la capa inferior se proporciona con una portadora suficiente para que funcione adecuadamente con la proporción de ruido térmico. La nueva señal de la capa inferior y la señal aumentada heredada son no coherentes entre sí. Por lo tanto, la nueva señal de la capa inferior se puede implementar desde un TWTA diferente e incluso desde un satélite diferente. El formato de la nueva señal de la capa inferior es también independiente del formato heredado, por ejemplo, puede ser QPSK o 8PSK, usando el código FEC concatenado convencional o usando un nuevo código Turbo. La señal de la capa inferior puede ser incluso una señal analógica.
- La señal combinada en capas se demodula y se decodifica por una primera demodulación de la capa superior para eliminar la portadora superior. La señal en capas estabilizada puede tener a continuación la decodificación FEC de la capa superior y la salida de los símbolos de la capa superior comunicados al transporte de la capa superior. Los símbolos de la capa superior también se emplean en un re-modulador para generar una señal idealizada de la capa superior. La señal idealizada de la capa superior se resta a continuación de la señal estable en capas para revelar la señal de la capa inferior. La señal de la capa inferior se demodula a continuación y se decodifica con FEC y se comunica al transporte de la capa inferior.
- Las señales, sistemas y procedimientos que usa la presente invención se pueden usar para suplementar una transmisión preexistente compatible con un hardware de recepción heredado en una aplicación compatible hacia atrás o como parte de una arquitectura de modulación en capas planificada de antemano proporcionando una o más capas adicionales en el presente o en una fecha posterior.
- SEÑALES EN CAPAS**
- Las FIG. 1A - 1C ilustran la relación básica de las capas de señal en una transmisión de modulaciones en capas. La FIG. 1A ilustra una constelación de señal de la primera capa 100 de una señal de transmisión que muestra los puntos de señal o símbolos 102. La FIG. 1B ilustra la constelación de señal de la segunda capa de símbolos 104 sobre la constelación de la señal de la primera capa 100 donde las capas son coherentes. La FIG. 1C ilustra una señal de una segunda capa 106 de una segunda capa de transmisión sobre la constelación de la primera capa donde las capas pueden ser no coherentes. La segunda capa 106 gira alrededor de la constelación de la primera capa 102 debido a las frecuencias de modulación relativas de las dos capas en una transmisión no coherente. Tanto la primera como la segunda capas giran alrededor del origen debido a la frecuencia de modulación de la primera capa como se describe por la trayectoria 108.
- Las FIG. 2A - 2C ilustran una constelación de señal de una segunda capa de transmisión sobre la primera capa de transmisión después de la demodulación de la primera capa. La FIG. 2A muestra la constelación 200 antes del bucle de recuperación de la primera portadora (CRL) y la FIG. 2B muestra la constelación 200 después del CRL. En este caso, los puntos de señal de la segunda capa son realmente anillos 202. La FIG. 2C representa una distribución de fase de la señal recibida con respecto a los nodos 102. Las frecuencias de modulación relativas causan que la constelación de la segunda capa gire alrededor de los nodos de la constelación de la primera capa. Después del CRL de la segunda capa esta rotación se elimina. El radio de la constelación de la segunda capa se determina por su nivel de potencia. El grosor de los anillos 202 se determina por la proporción de la portadora a ruido (CNR) de la segunda capa. Como las dos capas son no coherentes, la segunda capa también se puede usar para transmitir señales analógicas o digitales.
- La FIG. 3 es un diagrama de bloques para un sistema típico 300 de la presente invención. Los transmisores separados 316A, 316B, como se pueden localizar sobre cualquier plataforma adecuada, tal como los satélites 306A, 306B, se usan para transmitir de forma no coherente diferentes capas de una señal de la presente invención. Las señales del enlace ascendente se transmiten típicamente a cada uno de los satélites 306A, 306B desde una o más estaciones de transmisión 304 a través de la antena 302. Las señales en capas 308A, 308B (señales del enlace descendente) se reciben en las antenas del receptor 312, 320, tal como antenas parabólicas, cada una con un bloque de bajo ruido (LNB) 310, 318 donde se acoplan a continuación a receptores / decodificadores (IRD) integrados 314, 322. Debido a que las capas de la señal se pueden transmitir de forma no coherente, se pueden añadir capas de transmisión separadas en cualquier momento usando diferentes satélites 306A, 306B u otras plataformas adecuadas, tales como las plataformas basadas en tierra o de gran altitud. De este modo, cualquier señal compuesta, que incluye las nuevas capas de señales adicionales será compatible hacia atrás con los receptores heredados que descartarán las nuevas capas de señal. Para asegurar que las señales no interfieren, la señal combinada y el nivel de ruido para la capa inferior deben estar en el suelo de ruido permitido o por debajo para la capa superior.

En adelante en este documento se describirá la invención en términos de aplicaciones particulares que son compatibles hacia atrás y no compatibles hacia atrás. En este sentido, "compatible hacia atrás" describe a las capas

de señal suplementarias aplicadas a sistemas implementados anteriormente. En estas aplicaciones, la arquitectura del sistema preexistente se debe acomodar por la arquitectura de las capas de señal adicionales. "No compatible hacia atrás" describe una arquitectura de sistema que hace uso de la modulación en capas, pero no hay ningún equipo preexistente.

- 5 LosIRD heredados preexistentes 332 decodifican y hacen uso de los datos solo de la capa (o capas) para los que están diseñados recibir, no afectadas por las capas adicionales. Sin embargo, como se describirá más delante en este documento, las señales heredadas se pueden modificar para implementar óptimamente las nuevas capas. La presente invención se puede aplicar a los servicios existentes de satélite directos que se difunden a usuarios individuales para posibilitar características y servicios adicionales con nuevos receptores sin afectar adversamente a los receptores heredados y sin requerir frecuencias de señal adicionales.

DEMODULADOR Y DECODIFICADOR

Las Fig. 4A -4B son diagramas de bloques para la recepción de una señal de modulación en capas por un subsistema receptor típico 400 de la presente invención. La FIG. 4A representa la recepción donde se realiza la resta de la capa sobre una señal donde se ha demodulado la portadora superior. La capa superior de la señal combinada recibida 416, que puede contener el formato de modulación heredado, se procesa por un demodulador 404 para producir la salida de señal demodulada estable 420. La señal demodulada se alimenta a un decodificador 402 que decodifica con FEC la capa superior. El decodificador de la capa superior 402 produce los símbolos de la capa superior que se sacan a un transporte de la capa superior y se usan también para generar una señal de la capa superior idealizada. Los símbolos de la capa superior se pueden producir desde el decodificador 402 después del decodificador Viterbi ($BER < 10^{-3}$ o de ese orden) o después de un decodificador Reed-Solomon (RS) ($BER < 10^{-9}$ o de ese orden), en operaciones de decodificación típicas conocidas por los expertos en la materia. Los símbolos de la capa superior procedentes del decodificador de la capa superior 402 se alimentan a un re-modulador 406 que produce de forma eficaz una señal de la capa superior idealizada para la resta de la señal demodulada estable 420.

25 Para que la resta deje una señal limpia pequeña de la capa inferior, se debe reproducir con precisión la señal de la capa superior. La señal modulada se puede haber distorsionado, por ejemplo por la no linealidad del TWTA. Los efectos de la distorsión se estiman a partir de la señal recibida después de realizada o a partir de las características del TWTA que se pueden descargar dentro del IRD en mapas AM - AM y/o AM - PM 418, usados para eliminar la distorsión.

30 Un restador 412 resta a continuación la señal de la capa superior idealizada a partir de la señal demodulada estable 420. Esto deja la señal de la segunda capa de más baja potencia. El restador incluye una memoria intermedia o función de retardo para retener la señal demodulada estable 420 mientras que se está construyendo la señal idealizada de la capa superior. La señal de la segunda capa se demodula 410 y se decodifica con FEC 408 de acuerdo con su formato de señal.

35 La FIG. 4B representa una recepción que no forma parte de la presente invención donde se realiza alternativamente la resta de la capa sobre la señal recibida en capas. En este caso, el demodulador 404 produce la señal de la portadora superior 422 (así como la salida de la señal demodulada estable 420). La señal de portadora superior se saca al re-modulador 406, que produce de forma efectiva una señal idealizada de la capa superior que incluye la portadora de la capa superior para la resta de la señal combinada recibida 416. Otros procedimientos equivalentes de la resta de la capa se ocurrirán a los expertos en la materia. Además, los expertos en la materia entenderán que la presente invención no está limitada a dos capas, se pueden incluir capas adicionales. Las capas superiores idealizadas se producen a través de la re-modulación de sus símbolos de capa respectivos y se restan. Las restas se pueden realizar bien sobre la señal combinada recibida o la señal demodulada. Finalmente, no es necesario que todas las capas de señal sean transmisiones digitales. La capa más baja puede ser una transmisión analógica.

45 El siguiente análisis describe la demodulación y decodificación de las dos capas de ejemplo. Resultará evidente para los expertos en la materia que se pueden modular y decodificar capas adicionales en un modo similar. La señal combinada entrante se representa como:

$$s_{UL}(t) = f_U \left(M_U \exp(j\omega_U t + \theta_U) \sum_{m=-\infty}^{\infty} S_{Um} p(t - mT) \right)$$

$$+ f_L \left(M_L \exp(j\omega_L t + \theta_L) \sum_{m=-\infty}^{\infty} S_{Lm} p(t - mT + \Delta T_m) \right) + n(t)$$

55 Donde, M_U es la magnitud de la señal QPSK de la capa superior y M_L es la magnitud de la señal QPSK de la capa inferior y $M_L \ll M_U$. Las frecuencias y fase de señal para las señales de la capa superior e inferior son respectivamente ω_U , θ_U y ω_L y θ_L . La desalineación de la temporización de símbolos entre las capas superior y inferior es ΔT_m . $p(t - mT)$ representa la versión desplazada en el tiempo del filtro de conformación de pulsos $p(t)$ 414

empleado en la modulación de señal. Los símbolos QPSK S_{Um} y S_{Lm} son elementos de $\left\{ \exp(j \frac{n\pi}{2}), n = 0, 1, 2, 3 \right\}$. $f_U(\cdot)$ y $f_L(\cdot)$ denotan la función de distorsión de los TWTA para las señales respectivas.

Ignorando $f_U(\cdot)$ y $f_L(\cdot)$ y el ruido $n(t)$, lo siguiente representa la salida del demodulador 404 al decodificador FEC 402 después de la eliminación de la portadora superior:

5

$$s'_{UL}(t) = M_U \sum_{m=-\infty}^{\infty} S_{Um} p(t - mT) + M_L \exp\{j(\omega_L - \omega_U)t + \theta_L - \theta_U\} \sum_{m=-\infty}^{\infty} S_{Lm} p(t - mT + \Delta T_m)$$

Debido a la diferencia de magnitud entre M_U y M_L , el decodificador de la capa superior 402 descarta la componente M_L de la $s'_{UL}(t)$.

Después de restar la capa superior de $S_{UL}(t)$ en el restador 412, queda lo siguiente:

10

$$s_L(t) = M_L \exp\{j(\omega_L - \omega_U)t + \theta_L - \theta_U\} \sum_{m=-\infty}^{\infty} S_{Lm} p(t - mT + \Delta T_m)$$

15

Cualesquier efectos de la distorsión, tales como los efectos de la no linealidad del TWTA se estiman para la resta de señal. En una realización típica de la presente invención, las frecuencias de la capa superior y la capa inferior son sustancialmente iguales. Se pueden obtener mejoras significativas en la eficacia del sistema usando un desplazamiento de frecuencias entre capas.

20

Usando la presente invención, la modulación compatible hacia atrás en dos capas con QPSK dobla la capacidad de la tasa actual de 6/7 añadiendo aproximadamente 6,2 dB en la potencia del TWTA por encima de la potencia del TWTA existente. Se pueden transmitir nuevas señales QPSK desde un transmisor separado, desde un satélite diferente por ejemplo. Además, no hay necesidad de amplificadores de tubo de ondas en paso (TWTA) lineales como con el 16QAM. Tampoco se impone una penalización del error de fase sobre las modulaciones de orden superior tales como 8PSK y 16QAM.

APLICACIONES COMPATIBLES HACIA ATRÁS

25

La FIG. 5A representa los niveles de potencia relativos 500 de realizaciones de ejemplo de la presente invención. La FIG. 5A no es un dibujo a escala. Esta realización dobla la capacidad de la tasa de 6/7 preexistente por el uso de una potencia radiada isotrópica equivalente (EIRP) del TWTA 6,2 dB por encima de la potencia del TWTA preexistente y una segunda potencia del TWTA 2 dB por debajo de la potencia del TWTA preexistente. Esta realización usa capas de QPSK superior e inferior que no son coherentes. También se usa una tasa de código 6/7 para ambas capas. En esta realización, la señal de la modulación QPSK heredada 502 se usa para generar la capa superior 504 y una nueva capa QPSK es la capa inferior 510. La CNR de la señal QPSK heredada 502 es aproximadamente de 7 dB. En la presente invención, la señal de QPSK heredada 502 se amplifica en potencia en aproximadamente 6,2 dB dejando el nuevo nivel de potencia aproximadamente 13,2 dB como la capa superior 504. El suelo de ruido 506 de la capa superior es de aproximadamente 6,2 dB. La nueva capa más baja de QPSK 510 tiene una CNR de aproximadamente 5 dB. La señal total y el ruido de la capa inferior se mantienen en o por debajo del suelo de ruido tolerable 506 de la capa superior. La capa superior de potencia aumentada 504 de la presente invención es también muy robusta, haciéndola resistente al desvanecimiento por lluvia. Se debería observar que la invención se puede extender a múltiples capas con modulaciones, codificaciones y tasas de código mezcladas.

30

35

40

45

En una realización alternativa de esta realización compatible hacia atrás, se puede usar una tasa de código de 2/3 para ambas capas superior e inferior 504, 510. En este caso, la CNR de la señal QPSK heredada 502 (con una tasa de código de 2/3) es de aproximadamente 5,8 dB. La señal heredada 502 se aumenta en aproximadamente 5,3 dB a aproximadamente 11,1 dB (4,1 dB por encima de la señal QPSK heredada 502 con una tasa de código de 2/3) para formar la capa de QPSK superior 504. La nueva capa QPSK inferior 510 tiene una CNR de aproximadamente 3,8 dB. La señal y el ruido totales de la capa inferior 510 se mantienen en o están por debajo de aproximadamente 5,3 dB, el suelo de ruido tolerable 506 de la capa QPSK superior. En este caso, se mejora la capacidad global en un factor de 1,55 y la tasa efectiva para los IRD heredados será de 7/9 de la de antes de implementar la modulación en capas.

50

En una realización adicional de la aplicación compatible hacia atrás de la presente invención, las tasas de código entre las capas, superior e inferior 504, 510 se pueden mezclar. Por ejemplo, la señal de QPSK heredada 502 se puede aumentar en aproximadamente 5,3 dB a aproximadamente 12,3 dB con la tasa de código sin cambio de 6/7 para crear la capa QPSK superior 504. La nueva capa QPSK inferior 510 puede usar una tasa de código de 2/3 con una CNR de aproximadamente 3,8 dB. En este caso, la capacidad relativa total para la señal heredada 502 es de aproximadamente 1,78. Además, los IRD heredados no sufrirán ninguna disminución de tasa.

APLICACIONES NO COMPATIBLES HACIA ATRÁS

Como se ha tratado anteriormente, la presente invención también se puede usar en aplicaciones "no compatibles hacia atrás". En una primera realización de ejemplo, se usan dos capas QPSK 504, 510 cada una a una tasa de código de 2/3. La capa QPSK superior 504 tiene una CNR de aproximadamente 4,1 dB por encima de su suelo de ruido 506 y la capa QPSK inferior 510 también tiene una CNR de aproximadamente 4,1 dB. El nivel total de código y ruido de la capa de QPSK inferior 510 es de aproximadamente de 5,5 dB. La CNR total para la señal QPSK superior 504 es de aproximadamente 9,4 dB, solamente 2,4 dB por encima de la tasa de señal de QPSK heredada de 6/7. La capacidad es aproximadamente de 1,74 en comparación con la tasa heredada de 6/7.

La FIG. 5B representa los niveles de potencia relativos de una realización alternativa en la que ambas capas superior e inferior 504, 510 están por debajo del nivel de señal heredado 502. Las dos capas de QPSK 504, 510 usan una tasa de código de 1/2. En este caso, la capa de QPSK superior 504 está aproximadamente 2,0 dB por encima de su suelo de ruido 506 de aproximadamente 4,1 dB. La capa de QPSK inferior tiene una CNR de aproximadamente 2,0 dB y un nivel total de código y de ruido en 4,1 dB o por debajo. La capacidad de esta realización es aproximadamente de 1,31 en comparación con la tasa heredada de 6/7.

CONCLUSIÓN

La descripción anterior que incluye la realización preferida de la invención se ha presentado para propósitos de ilustración y descripción. No se ha pretendido que sea exhaustiva ni limitar la invención a la forma precisa desvelada. Son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de las enseñanzas anteriores. Se pretende que el alcance de la invención se limite no por esta descripción detallada, si más bien por las reivindicaciones adjuntas a la misma. La memoria descriptiva anterior, los ejemplos y los datos proporcionan una descripción completa de la fabricación y uso de la invención. Como se pueden efectuar muchas realizaciones de la invención sin apartarse del alcance de la invención, la invención reside en las reivindicaciones adjuntas a continuación en este documento.

Los siguientes ejemplos pueden no estar dentro del ámbito de las reivindicaciones anexadas.

1. Un método para trasmisir señales en capas, que comprende:

trasmisir una primera capa de la señal (100) que incluye un primer portador y primeros símbolos de la señal (102) para una primera trasmisión de señal digital; y

trasmisir una segunda capa de la señal (106) que incluye un segundo portador y segundos símbolos de la señal (104) para una segunda trasmisión de señal dispuestas sobre la primera capa de la señal (100);

en donde la señal en capas tiene el primer portador demodulado y la primera capa decodificada para producir los primeros símbolos de la señal (102) para un primer transporte de la capa, los primeros símbolos de la señal (102) son remodulados y sustraídos de la señal en capas para producir la segunda capa de la señal (106), y la segunda capa de la señal (106) tiene el segundo portador demodulado y decodificado para producir los segundos símbolos de la señal (104) para un segundo transporte de las capas.

2. El método del ejemplo 1, en donde al menos una de la primera y segunda capas de la señal (100, 106) son codificados por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK).

3. El método del ejemplo 1, en donde la segunda capa de la señal (106) es generada por aumento de potencia de una señal heredada.

4. El método del ejemplo 1, en donde un código total y nivel de ruido de la primera capa de la señal (100) no es más grande que un suelo de ruido de la segunda capa de la señal (106).

5. El método del ejemplo 1, en donde al menos una de la primera y segunda capas de la señal (100, 106) son codificadas usando un código turbo.

6. Un sistema receptor para demodular y decodificar señales de trasmisión en capas, que comprende:

un primer demodulador (404) para demodular un primer portador de una primera capa (100) de una señal recibida;

un primer decodificador de capa (402) para decodificar la primera capa (100) produciendo los primeros símbolos de la señal (102) para un primer transporte de la capa;

un remodulador (406) para recibir los primeros símbolos de la señal (102) y producir una primera señal de la capa (100);

un restador (412) para restar la primera señal de la capa (100) de la señal recibida y producir una segunda señal de la capa (106);

un segundo demodulador de la capa (410) que recibe la segunda señal de la capa (106) para demodular un segundo portador de una segunda capa y producir una segunda salida del demodulador; y

un segundo decodificador de la capa (408) que recibe la segunda salida del demodulador y decodificar la segunda capa produciendo los segundos símbolos de la señal (104) para un segundo transporte de la capa.

- 5 7. El sistema receptor del ejemplo 6, en donde la primera señal de la capa (100) incluye el primer portador y es restado de la señal recibida antes de que el primer portador es demodulado.
8. El sistema receptor del ejemplo 6, en donde la primera señal de la capa (100) no incluye el primer portador y es restado de la señal recibida después de que el primer portador es demodulado.
9. El sistema receptor del ejemplo 6, comprendiendo además un mapa de distorsión no lineal (418) para eliminar los efectos de la distorsión no lineal de la primera capa de la señal.
- 10 10. El sistema receptor del ejemplo 6, en donde la primera capa (100) de la señal recibida es una señal heredada aumentada.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para la compatibilidad de recepción de una señal (416) que tiene una señal digital de una capa superior, difundida a una frecuencia ω_U sobre una portadora superior, y una señal digital de una capa inferior, difundida a una frecuencia ω_1 sobre una portadora inferior, unidas de forma no coherente, por el que la señal digital de la capa superior se aumenta en potencia con respecto a la señal digital de la capa inferior y la frecuencia ω_U y la frecuencia ω_1 están desplazadas, comprendiendo el sistema:
- 5 un receptor (314) que comprende:
- un primer demodulador (404) configurado para demodular la señal (416) para producir una primera señal demodulada (420) en la que se ha eliminado la portadora superior;
- 10 un primer decodificador de capa (402) acoplado al primer demodulador de capa (404), configurado para decodificar la primera señal demodulada (420) para producir los símbolos de la señal de la capa superior (102) y para sacar los símbolos de la capa superior a un transporte de la capa superior;
- 15 un remodulador (406), acoplado al primer decodificador de la capa (402), configurado para remodular los símbolos de la señal de la capa superior (102) para producir una señal digital de la capa superior remodulada que incluye el portador superior (100); un restador (412), acoplado al remodulador (406), configurado para restar la señal digital de la capa superior remodulada de la señal recibida (416) para producir la señal digital de la capa inferior;
- 20 un segundo demodulador de capa (410), acoplado al restador (412), configurado el segundo demodulador de capa (410) para demodular la señal digital de la capa inferior para producir una segunda salida del demodulador; y
- un segundo decodificador de capa (408), acoplado al segundo demodulador de capa (410), configurado el segundo decodificador de capa para decodificar la salida segunda demodulada de capa para producir los símbolos de señal de la capa inferior (104) y para sacar los símbolos de la capa inferior a un transporte de la capa inferior.
- 25 2. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además, un mapa de distorsión no lineal (418) acoplado comunicativamente entre el remodulador (406) y el restador (412), el mapa de distorsión no lineal (418) configurado para eliminar los efectos de la distorsión no lineal de la señal digital de la capa superior remodulada.
3. El sistema de la reivindicación 2, en el que el mapa de distorsión no lineal (418) se estima a partir de la señal (416).
- 30 4. El sistema de la reivindicación 2, en el que el mapa de distorsión no lineal (418) se estima a partir de las características del transmisor.
5. El sistema de la reivindicación 4, en el que las características del transmisor se descargan al sistema.
6. El sistema de la reivindicación 1, en donde:
- 35 el primer demodulador (404) está configurado para producir un portador superior de la señal digital de la capa superior y está acoplado comunicativamente al remodulador (406) para proporcionar el portador superior de la señal digital de la capa superior al remodulador (406); y
- el remodulador (406) está configurado además para remodular la señal digital de la capa superior de acuerdo con el portador superior proporcionado de la señal digital de la capa superior.
- 40 7. El sistema de la reivindicación 1, en donde el remodulador está configurado para remodular las señales de la señal de la capa superior de acuerdo a un filtro de conformación de pulsos $p(t)$.
8. El sistema de la reivindicación 1, en donde la señal digital de la capa superior se transmite desde un satélite.
9. El sistema de la reivindicación 1, en donde la señal digital de la capa superior y la señal digital de la capa inferior se modulan de acuerdo con un esquema de modulación de desplazamiento de fase seleccionado del grupo consistente de:
- 45 codificación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK); y
- 8PSK.
10. Un método para recibir una señal (416) que tiene una señal digital de una capa superior difundida a una frecuencia ω_U sobre una portadora superior, y una señal digital de una capa inferior, difundida a una frecuencia ω_1

sobre una portadora inferior, unidas de forma no coherente, por el que la señal digital de la capa superior se aumenta en potencia con respecto a la señal digital de la capa inferior y la frecuencia ω_0 y la frecuencia ω_1 están desplazadas, comprendiendo el método:

recibir la señal en un receptor, comprendiendo las etapas en el receptor de:

- 5 demodular la señal recibida (416) para producir una primera señal demodulada (420) en la que se ha eliminado la portadora superior;
- decodificar la primera señal demodulada para producir los símbolos de la capa superior (102) y para sacar los símbolos de la capa superior a un transporte de la capa superior;
- 10 remodular los símbolos de la señal de la capa superior (102) para producir una señal digital de la capa superior remodulada que incluye el portador superior (100);
- restar la primera señal digital de la capa superior remodulada de la señal recibida (416) para producir la señal digital de la capa inferior;
- demodular la señal digital de la capa inferior ; y
- decodificar la señal digital de la capa inferior demodulada para producir los símbolos decodificados de la capa inferior (104), y sacar los símbolos decodificados de la capa inferior (104) a un transporte de la capa inferior.
11. El método de la reivindicación 10, en el que la señal digital de la capa superior incluye una distorsión no lineal, y el procedimiento comprende además la etapa de:
- 20 eliminar los efectos de la distorsión no lineal de la primera señal demodulada idealizada antes de restar la primera señal demodulada idealizada de la primera señal demodulada.
12. El método de la reivindicación 11, en el que los efectos de la distorsión no lineal se estiman a partir de la señal (308).
13. El método de la reivindicación 11, en el que los efectos de la distorsión no lineal se estiman a partir de las características del transmisor (316).
- 25 14. El método de la reivindicación 10, en donde los símbolos de la capa superior heredada son remodulados de acuerdo con un filtro de conformación de pulsos $p(t)$.
15. El método de la reivindicación 10, en donde:
- el paso de demodular la señal digital de la capa superior además produce un portador superior; y
- los símbolos de la señal de la capa superior (102) son remodulados de acuerdo con el portador superior.
- 30 16. El método de la reivindicación 10, en donde la señal digital de la capa superior y la señal digital de la capa inferior son modulados de acuerdo con un esquema de modulación de desplazamiento de fase seleccionado del grupo consistente de:
- codificación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK); y
- 8PSK.
- 35 17. El método de la reivindicación 10, en donde la señal digital de la capa superior es trasmisita desde un satélite.

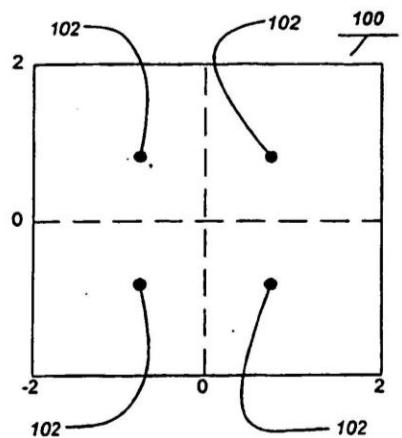


FIG. 1A

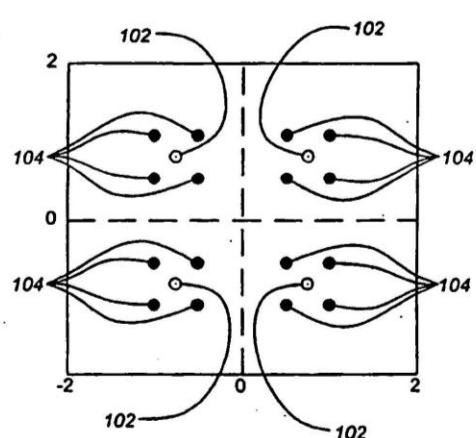


FIG. 1B

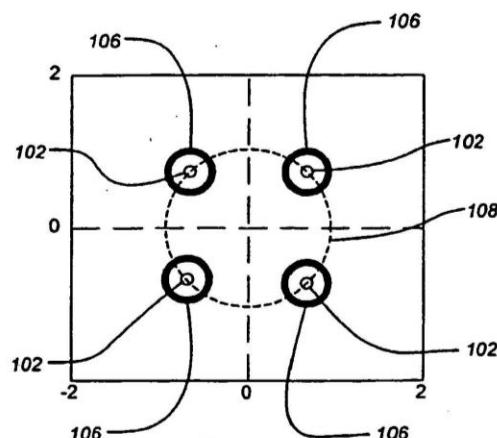
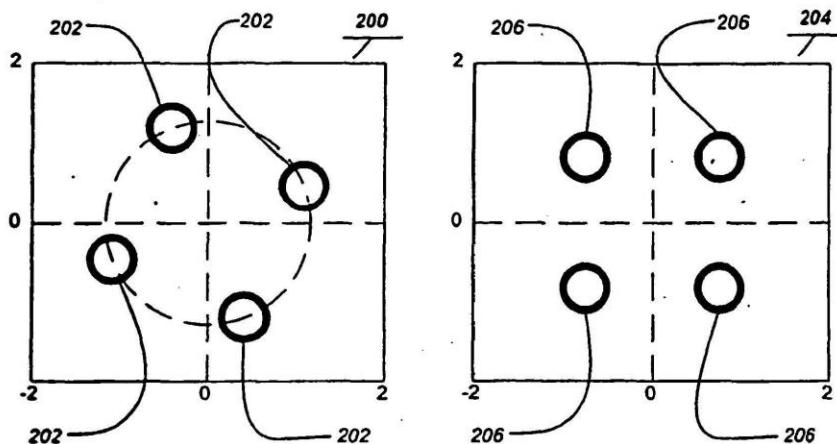


FIG. 1C



Distribución del Error de Fase

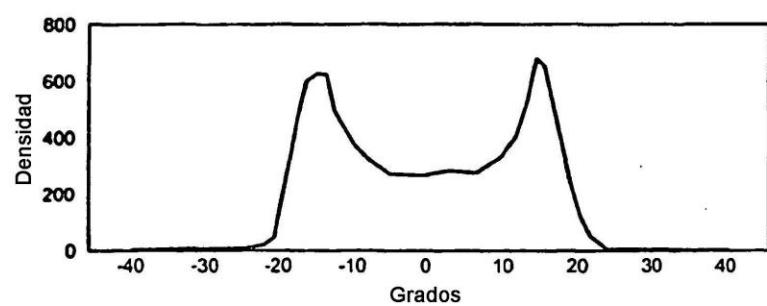


FIG. 2C

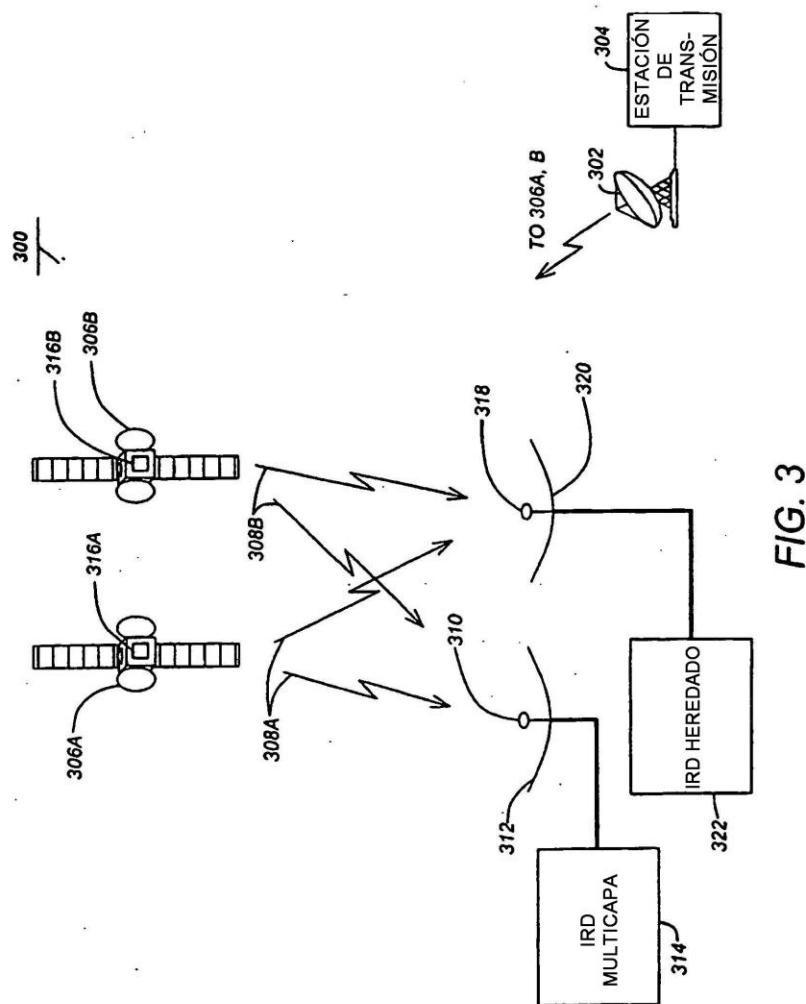


FIG. 3

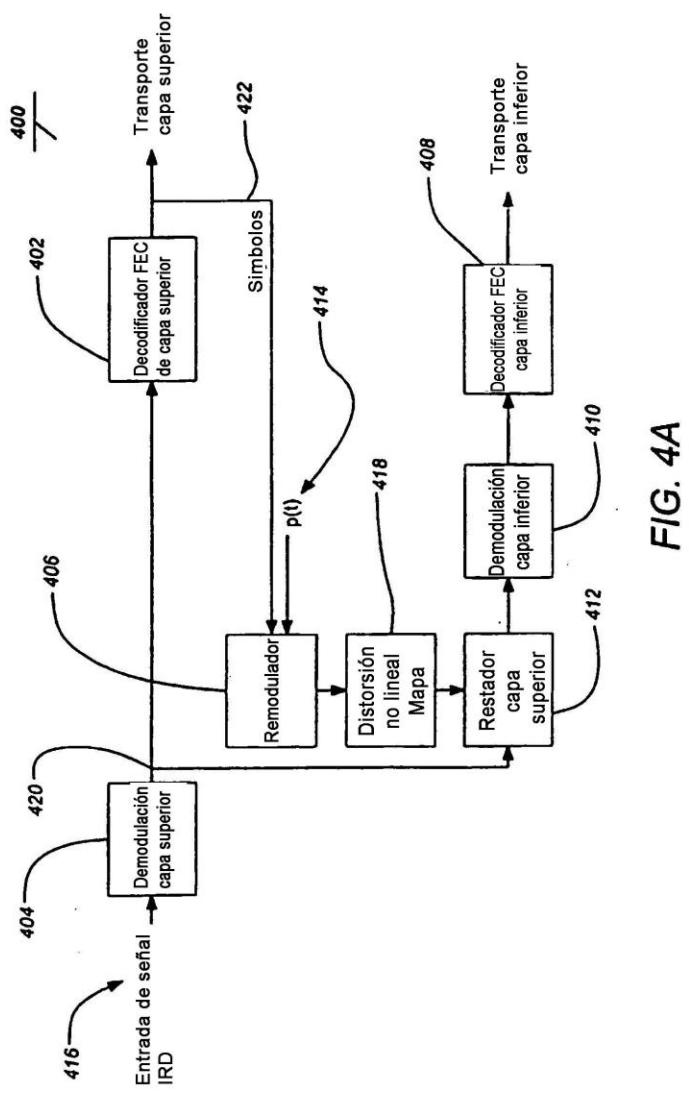


FIG. 4A

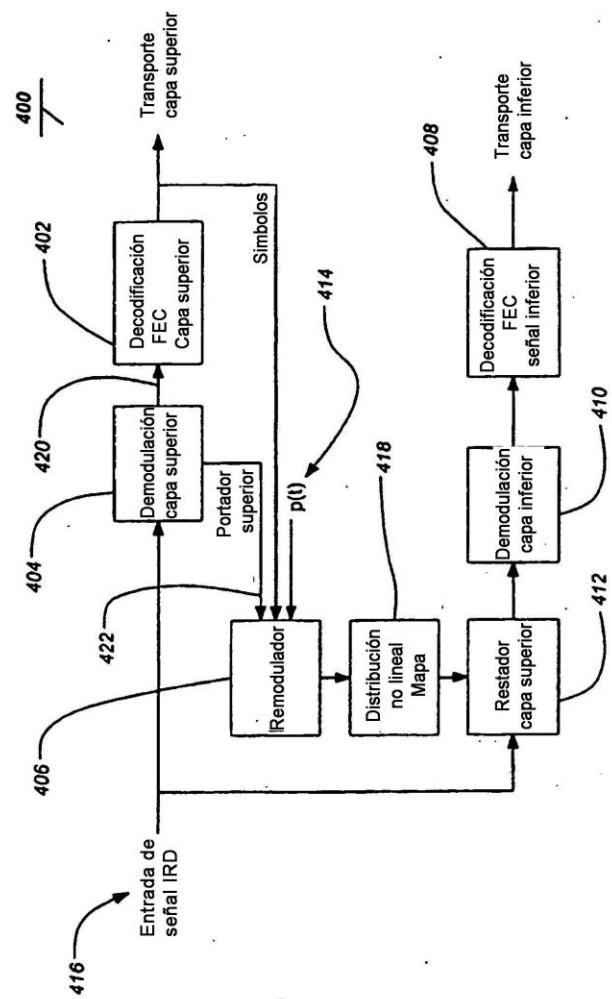


FIG. 4B

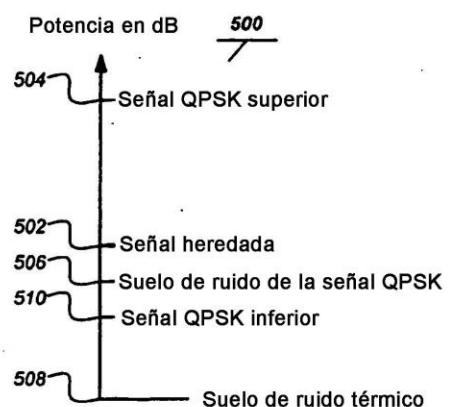


FIG. 5A

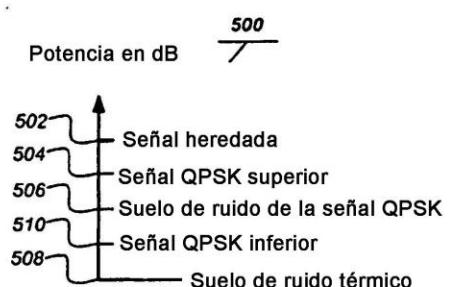


FIG. 5B