

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 845 423**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2013** **E 13181936 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2020** **EP 2704344**

54 Título: **Procedimiento de optimización de los recursos de una transmisión de datos y dispositivo que implementa el procedimiento**

30 Prioridad:

31.08.2012 FR 1202339

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

26.07.2021

73 Titular/es:

THALES (100.0%)

Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord

92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

GADAT, BENJAMIN;

VAN WAMBEKE, NICOLAS y

GINESTE, MATHIEU

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 845 423 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

Procedimiento de optimización de los recursos de una transmisión de datos y dispositivo que implementa el procedimiento

5 El campo de la invención es el de los sistemas de transmisión de datos inalámbricos y, en particular, aquellos para los que el canal de transmisión está sometido a perturbaciones muy variables a lo largo del tiempo.

La invención se refiere más en particular al campo de la codificación de canales y la optimización de los recursos de un enlace de datos para la búsqueda de un compromiso efectivo entre la velocidad consumida y la robustez a las fluctuaciones en el medio de transmisión.

10 El problema técnico general al que se dirige la presente invención es el de adaptar una transmisión de datos a las fluctuaciones en el canal de propagación. Se conoce la técnica conocida como codificación y modulación adaptativa, conocida por el acrónimo inglés ACM (Adaptive Coding and Modulation, codificación y modulación adaptativa), que consiste en adaptar el par de codificación de modulación en función de la información sobre la calidad del canal de propagación. Esta técnica se utiliza principalmente en las normas Wimax, UMTS, 3GPP/LTE o incluso DVB-S2. El objetivo de este procedimiento es determinar los mejores parámetros de modulación y codificación para garantizar un
15 determinado nivel de calidad de servicio optimizando la velocidad útil que ofrece el sistema.

La implementación del procedimiento ACM en un sistema de transmisión requiere la gestión de varios tipos de modulación y varias salidas del mismo código de corrección. Para que la optimización de la velocidad/protección sea lo más fina posible y permita una adaptación eficiente a las variaciones en el canal de propagación, es absolutamente necesario beneficiarse de un gran número de pares de modulación, codificación posible. Sin embargo, esta necesidad
20 se enfrenta a límites tecnológicos porque implica disponer de importantes recursos de memoria disponibles, principalmente para almacenar los distintos gráficos, lo que permite deducir la probabilidad de error asociada a un par de modulación/codificación en función de la relación señal/ruido medida en el canal u otra métrica equivalente. Asimismo, demasiadas opciones posibles también pueden generar inestabilidad del bucle de control que, a partir de una medición de la calidad del enlace de transmisión, adapta los parámetros de modulación y codificación y, por lo tanto, conduce a retrasos en los procesamiento realizados que pueden ser penalizantes en un contexto de tiempo
25 real.

Por lo tanto, la implementación real del procedimiento ACM generalmente se lleva a cabo mediante un número limitado de pares de modulación/codificación.

30 Esta gran granularidad presenta un inconveniente para el rendimiento del sistema. En efecto, la aplicación del procedimiento ACM tiene como objetivo determinar el par de modulación/codificación que permite cumplir con una restricción determinada de tasa de error en la recepción. Sin embargo, la elección realizada para lograr este objetivo conduce a una reducción en el rendimiento útil y en la eficiencia espectral debido a la redundancia agregada por el código de corrección. El cambio de un par de modulación/codificación a otro puede conducir a una fuerte reducción del rendimiento útil y de la eficiencia espectral, debido a la granularidad importante.

35 Este inconveniente se ilustra en la figura 1, que representa la eficiencia espectral en función de la relación señal/ruido para cuatro pares de modulación/codificación diferentes. La curva 10 corresponde a una modulación QPSK asociada con un código de eficiencia 1/3. La curva 20 corresponde a una modulación QPSK asociada con un código de eficiencia 1/2. La curva 30 corresponde a una modulación QPSK asociada con un código de eficiencia 2/3. La curva 40
40 corresponde a una modulación QPSK asociada con un código de eficiencia 3/4. Más allá de un valor umbral de relación señal/ruido, la eficiencia espectral alcanza un valor de meseta. La máxima eficiencia espectral alcanzable presenta una diferencia a veces superior a 0,1 bits/s/Hz según los pares elegidos. Las áreas 50 de potencial sobreeficiencia se identifican en las curvas. Corresponden a casos en los que la protección añadida limita demasiado el rendimiento útil en comparación con la ganancia de robustez que se obtiene.

45 Un ejemplo de un procedimiento ACM se describe en la solicitud de patente europea publicada con el número EP1296494.

La presente invención propone una solución que permite superar los inconvenientes antes mencionados de los denominados procedimientos ACM. El alcance de la protección está definido por las reivindicaciones. Cualquier referencia en la descripción a realizaciones o aspectos que no caigan dentro del alcance de estas reivindicaciones debe considerarse como un ejemplo útil para comprender la invención.

50 La solución consiste en aplicar la codificación del canal aguas arriba, a nivel de la capa MAC, un segundo código de corrección, preferentemente un código de borrado de tipo MDS (distancia máxima separable), para lo cual se determina el número de paquetes de bits de redundancia generados para garantizar una tasa de error máxima al tiempo que se limita la caída en el rendimiento útil y la eficiencia espectral, considerado a nivel de la capa MAC, en comparación con una solución ACM sola.

55 Asimismo, el procedimiento según la invención permite mantener un número limitado de pares de modulación/codificación mejorando el rendimiento y sin provocar inestabilidades a nivel del bucle de adaptación de los

parámetros de transmisión en función de la calidad del canal.

Principalmente, el objeto de la invención es un procedimiento para optimizar los recursos de una transmisión de datos caracterizado porque consiste, a partir de un conjunto de pares de modulación y el primer código de corrección disponible, en:

- 5 - Determinar, para cada uno de dichos pares, la eficiencia máxima de un segundo código de corrección que se aplicará a los datos que se transmitirán antes de la aplicación del primer código de corrección y de la modulación, de modo que la tasa de error en los datos recibidos después de la transmisión en un canal no perfecto sea como máximo igual a una tasa error de destino,
- 10 - dicho segundo código de corrección está destinado a ser aplicado al nivel de la capa de acceso al medio, para generar una pluralidad de paquetes de bits de redundancia a partir de una pluralidad de paquetes de bits de datos recibidos complementados con secciones de relleno para que todos tengan el mismo tamaño,
- evaluar (411) información representativa de la relación entre el número de bits de entrada de la capa de acceso al medio (MAC) y el número de bits realmente transmitidos o la tasa de transmisión necesaria para todas las soluciones que asocian modulación, primer y segundo códigos de corrección,
- 15 - seleccionar (412), entre el conjunto de soluciones que asocian modulación, primer y segundo códigos de corrección, el que permita maximizar dicha relación o minimizar dicha velocidad de transmisión,

Según un aspecto particular de la invención, dicho segundo código de corrección es un código de "Distancia máxima separable", cuya máxima eficiencia requerida para cumplir con dicha tasa de error objetivo está determinada por:

- 20 - Determinación de la probabilidad teórica de error del par de modulación, primer código de corrección asociado con el canal de transmisión,
- Simulación de la tasa de error de una transmisión, en un canal modelado por dicha probabilidad teórica, datos protegidos por dicho segundo código de corrección,
- Incremento del número de paquetes de bits de redundancia generados por dicho segundo código de corrección hasta que la tasa de error simulada sea menor que la tasa de error objetivo

25 Según un aspecto particular de la invención, dicha información representativa de dicha relación entre el número de bits de entrada de la capa de acceso al medio (MAC) y el número de bits realmente transmitidos se calcula utilizando la siguiente relación: $E = 1 - (TEP_s \cdot K \cdot R) / (K + N_{PR})$, donde N_{PR} es el número de paquetes de bits de redundancia generados para proteger K paquetes de datos y R es la eficiencia del primer código de corrección multiplicado por el número de bits por símbolo de la modulación.

30 Según un aspecto particular de la invención, dicho segundo código de corrección es un código de bloque, por ejemplo, un código de Reed Solomon.

Según un aspecto particular de la invención, dichas tasas de error (TEP_s , TEP_c) son velocidades de paquetes MAC erróneas y el par de modulación, el primer código de corrección seleccionado se transmite a la capa física para la aplicación de dicho primer código de corrección y dicha modulación a los paquetes de datos y a los paquetes de redundancia suministrados por la capa de acceso al medio.

35 Según un aspecto particular de la invención, dichos K paquetes de datos completados se intercalan antes de la aplicación del segundo código de corrección.

Según un aspecto particular de la invención, dichos paquetes de bits de redundancia son de igual tamaño entre sí y los de dichos paquetes de datos completos.

40 El objeto de la invención es también un sistema de transmisión de datos que comprende medios para implementar el procedimiento de optimización de recursos según la invención. Dichos medios pueden comprender al menos una capa de acceso al medio, una capa física e información sobre la calidad del canal de propagación.

El objeto de la invención es también un producto de programa informático que comprende instrucciones para ejecutar el procedimiento de optimización de recursos según la invención cuando el programa es ejecutado por un procesador.

45 Otras características y ventajas de la presente invención resultarán más evidentes tras la lectura de la descripción que sigue en relación con los dibujos adjuntos que representan:

- La figura 1, un diagrama que representa la eficiencia espectral en función de la relación señal/ruido para diferentes pares de modulación y codificación,
- la figura 2, un esquema de un sistema de transmisión de datos adecuado para implementar el procedimiento según la invención,
- 50 - la figura 3, un esquema que ilustra la aplicación de un código llamado "distancia máxima separable" a una pluralidad de paquetes recibidos al nivel de la capa de acceso al medio (MAC) de un sistema de transmisión,
- la figura 4, un diagrama de flujo que describe el procedimiento según la invención que permite determinar el par de modulación, codificación óptimo, así como el número de paquetes de redundancia que se generarán a nivel de

- la capa MAC,
- la figura 5, un ejemplo de curvas de la eficiencia espectral resultante en función de la relación señal/ruido que muestra la ganancia de procesamiento obtenida mediante la aplicación de la invención.

El procedimiento según la invención consiste en aplicar, en los paquetes recibidos por la capa de acceso al medio (capa MAC), un código de corrección con borrados conocido como código MDS (distancia máxima separable). La principal propiedad de dicho código es que si K es el número de paquetes de información y N el número total de paquetes transmitidos, incluidos los paquetes de información y los paquetes de redundancia, cualquier combinación de K paquetes entre N hace posible recuperar la información contenida en los K paquetes útiles antes de la aplicación del código corrector. El código de corrección utilizado puede ser un código de bloque, por ejemplo, un código de Reed Solomon. La invención se aplica ventajosamente con un código MDS pero también sigue siendo compatible con otros tipos de códigos de corrección, por ejemplo, un código LDPC (Low Density Parity Check, comprobación de paridad de baja densidad) o cualquier otro código de corrección que permita obtener la misma propiedad.

La figura 2 es un esquema de un sistema de transmisión de datos para implementar el procedimiento según la invención.

La invención se puede implementar dentro de un transmisor 201 que comprende medios 210, normalmente una antena, para transmitir datos a través de un enlace inalámbrico a un receptor 202.

El transmisor 201 puede implementar un procedimiento de codificación y modulación adaptativa para transmitir los datos provenientes de una aplicación 211 implementada en el transmisor 201 o en una entidad separada. Dicha aplicación puede ser una aplicación de transmisión de voz, imagen o vídeo o incluso datos textuales. Los paquetes de datos generados por la aplicación 211 se transmiten a una capa de acceso al medio 212 o capa MAC y luego a una capa física 213 cargada, principalmente, para formatear los datos para su transmisión en el canal físico. En particular, la modulación y codificación de canal apropiadas se aplica a este nivel a los paquetes transmitidos por la capa MAC. En función de una medición 214 de la calidad del canal de transmisión, la capa MAC selecciona el par de parámetros relacionados con la modulación y la codificación del canal para obtener un nivel de calidad de servicio requerido.

El procedimiento según la invención se implementa ventajosamente a nivel de la capa MAC 212 del transmisor 201.

La figura 3 ilustra un ejemplo de aplicación del código de corrección MDS a un conjunto de paquetes recibidos por la capa MAC.

Considerando un número K de paquetes MAC PM_1, PM_2, PM_i, PM_K cada uno de los cuales comprende un encabezado H_1, H_2, H_i, H_K y una carga útil P_1, P_2, P_i, P_K procedente de una aplicación 211. Las cargas útiles son de tamaño variable y L_{MAX} denota el tamaño máximo de una carga útil. El código de corrección MDS se aplica de la siguiente manera. Las áreas de relleno B_1, B_2, B_K se concatenan después de cada carga útil para que todos los paquetes resultantes tengan el mismo tamaño igual a L_{MAX} . Estas zonas de relleno se componen, por ejemplo, de bits todos iguales a 0 y no se transmiten a la capa física, se utilizan únicamente para la operación de codificación implementada por la capa MAC.

Los K paquetes resultantes se apilan para constituir una matriz con K filas y columnas L_{MAX} , luego el código de corrección se aplica columna por columna. Para cada columna que comprende K símbolos (bits o bytes), se genera así un número M de símbolos de redundancia. Esta operación se reitera para todas las columnas y conduce a la creación de M paquetes de redundancia P_{K+1}, P_{K+M} al que se le agrega un encabezado MAC H_{K+1}, H_{K+M} . El número M de paquetes de redundancia se determina aplicando el procedimiento según la invención que se describe a continuación. Los $N = K + M$ paquetes se transmiten luego a la capa física con la información del par de modulación/codificación elegido.

Sin salir del contexto de la invención, otras aplicaciones del código de corrección MDS son posibles siempre que permitan generar, a partir de K paquetes de datos útiles, M paquetes de redundancia y los $N = M + K$ paquetes resultantes se transmiten a la capa física.

A continuación se describe el procedimiento, según la invención, haciendo posible seleccionar el par óptimo de modulación/codificación a aplicar a nivel de la capa física del sistema así como el número de paquetes de redundancia, es decir la eficiencia, del código de corrección MDS aplicado a nivel de la capa MAC.

El objetivo que se persigue es determinar los parámetros globales de modulación y codificación que permitan obtener una tasa de paquetes erróneos o perdidos menor que la tasa objetivo minimizando la velocidad necesaria para la transmisión del flujo de datos obtenido o incluso maximizando eficiencia espectral calculada a nivel de la capa MAC.

Para alcanzar este objetivo, el procedimiento según la invención consiste en primer lugar en determinar, para cada par de modulación/codificación disponible para la capa física, el número mínimo de paquetes de bits de redundancia adicionales necesarios para lograr la tasa de error deseada. Este número mínimo posiblemente sea cero si el rendimiento de la codificación de canal de la capa física es suficiente. Dicho de otro modo, se trata de determinar la eficiencia del código de borrado a aplicar a nivel de la capa MAC, aguas arriba de la codificación y modulación del canal físico.

En un segundo tiempo, se adopta la solución global que combina modulación y codificación de canal para la capa física y código MDS para la capa MAC que requiere la velocidad de transmisión mínima o que permite obtener la máxima eficiencia espectral a nivel de la capa MAC.

La figura 4 describe, en un diagrama de flujo, un ejemplo de realización del procedimiento según la invención.

- 5 La implementación del procedimiento requiere los siguientes datos de entrada 401: el número K de paquetes MAC a proteger mediante la aplicación del código de corrección MDS, el punto de funcionamiento en la relación señal/ruido deseada, la tasa de error de paquete de destino TEP_c , las probabilidades teóricas de la tasa de error de paquetes asociadas con cada uno de los pares de modulación/codificación, así como la eficiencia espectral de cada par. La eficiencia espectral se define como la eficiencia del código de corrección aplicado al nivel de la capa física multiplicado por el número de bits por símbolo de la modulación elegida. Por ejemplo, una modulación QPSK asociada con un código de corrección de 1/3 de eficiencia tiene una eficiencia general igual a 2/3.

Para cada solución de modulación/codificación disponible, se realizan todas las etapas siguientes.

- 15 En una etapa de inicialización 402, la tasa de error de paquete simulada de TEP_s se inicializa en 1, el número de paquetes de bits de redundancia que se generarán a nivel MAC N_{PR} se inicializa en 0 y el número de ráfagas recibidas correctamente se inicializa en 0. Una ráfaga se compone de paquetes K + M.

Se realiza una comparación 403 de la tasa de error de paquete simulada TEP_s y la tasa de error de paquete objetivo TEP_c . Siempre que TEP_s sea estrictamente mayor que TEP_c , se realizan las etapas siguientes.

El número de paquetes de bits de redundancia N_{PR} se incrementa 404.

- 20 A continuación, se calcula la tasa de error de paquete simulada TEP_s repitiendo las etapas siguientes para una gran cantidad de N_M de paquetes transmitidos, es decir, al menos igual a 100 dividido por la probabilidad de error teórica.

El número N_R de paquetes recibidos correctamente se inicializa 405 a 0.

A continuación, se simula el impacto del canal de propagación en la transmisión de los $N = K + M$ paquetes generados a nivel de la capa MAC después de la aplicación del código de corrección MDS. En este estado, el número de paquetes de bits de redundancia M es igual a N_{PR} .

- 25 Para paquetes K + N_{PR} , se lleva a cabo una prueba 406 comparando el resultado de una selección aleatoria gaussiana con la probabilidad de error teórica. Si esta prueba es positiva, esto significa que se recibe el paquete actual y el número N_R de paquetes recibidos correctamente se incrementa 407. Una vez realizada esta prueba para los paquetes K + N_{PR} , se verifica 408 si el número N_R de paquetes recibidos correctamente es mayor o igual que K. Si este es el caso, el número N_B de ráfagas recibidas correctamente se incrementa 409.

- 30 Cuando se completa el bucle en el número N_M de paquetes transmitidos, la tasa de error simulado $TEP_s = 1 - N_B/N_M$ se calcula 410.

Cuando la tasa de error simulado TEP_s sea menor que la tasa de error objetivo TEP_c , la eficiencia espectral se calcula 411 al nivel de la capa MAC asociada con la solución simulada utilizando la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (TEP_s \cdot K \cdot R) / (K + N_{PR}),$$

- 35 donde R es la eficiencia global asociada con la solución de modulación/codificación aplicada a la capa física. La expresión "eficiencia espectral a nivel de la capa MAC" calculada en el presente documento tiene en cuenta el impacto de la tasa de error simulado y debe distinguirse de la eficiencia espectral calculada a nivel de la capa física que tiene en cuenta otros parámetros como la fuerza de la señal transmitida.

- 40 La eficiencia espectral a nivel de la capa MAC E también se puede definir como la relación entre el número de bits que se transmitirán a la entrada de la capa MAC y el número total de bits transmitidos a la salida de la capa física.

Cuando se ha calculado la eficiencia espectral a nivel de la capa MAC para el conjunto de soluciones disponibles para la capa física, en una última etapa 412, se retiene la solución que tiene la mayor eficiencia espectral E, para el punto de funcionamiento seleccionado en relación señal/ruido.

- 45 En una variante de realización de la invención, en lugar de la eficiencia espectral a nivel de la capa MAC, es posible evaluar la velocidad física necesaria para transmitir el flujo de datos codificados y modulados según la solución elegida. El criterio de selección consiste entonces en elegir la solución que requiera la velocidad física menor. Esta variante requiere tener en cuenta el tamaño real y máximo de los paquetes MAC a transmitir.

- 50 El procedimiento descrito anteriormente se aplica a nivel de la capa MAC y permite determinar los siguientes tres parámetros: la modulación adoptada, el código de corrección elegido para la capa física y el rendimiento del código de corrección MDS que se aplicará a nivel de la capa MAC. Los dos primeros parámetros se transmiten a la capa física y el tercero se utiliza para codificar los paquetes MAC como se muestra en la Figura 3.

5 El procedimiento según la invención tiene la ventaja principal de no requerir ninguna modificación significativa de los equipos de transmisión implicados en la gestión de la pila de protocolos debido a que los bits de redundancia generados por el segundo código de corrección, dicho código MDS, se suministran directamente en forma de paquetes MAC completos y, por lo tanto, no requieren una gestión compleja para su estructura. En particular, el procedimiento propuesto no requiere fragmentación o concatenación adicional.

Asimismo, permite estabilizar el bucle de adaptación de los parámetros de transmisión según la calidad del canal, en otras palabras, los parámetros de codificación de canal y modulación aplicados al nivel de la capa física.

10 Puede implementarse a partir de elementos de hardware y/o software. Esta puede, principalmente, implementarse como otro programa informático que consiste en instrucciones para su ejecución. El programa informático puede grabarse en un soporte de grabación legible por un procesador.

15 La figura 5 ilustra en un diagrama que da la eficiencia espectral en función de la relación señal/ruido, el rendimiento obtenido aplicando el procedimiento según la invención. La curva 501 da la eficiencia espectral de la solución elegida aplicando un procedimiento ACM convencional, en este caso, una modulación QPSK asociada con un código de eficiencia 2/3. La curva 502 da la eficiencia espectral obtenida aplicando el procedimiento según la invención. Se ha observado que se obtiene una ganancia significativa. Con una relación señal-ruido idéntica, aumenta la eficiencia espectral. Con idéntica eficiencia espectral, se reduce el punto de funcionamiento en la relación señal/ruido.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de optimización de los recursos de una transmisión de datos configurado según un modelo de tipo OSI que comprende al menos una capa de acceso al medio, MAC y una capa física, que consiste, a partir de un conjunto de pares de modulación y el primer código de corrección disponible destinado a ser aplicado al nivel de la capa física, en:

- determinar (401-411), para cada uno de dichos pares, la eficiencia máxima de un segundo código de corrección "Distancia Máxima Separable" que se aplicará a los datos a transmitir antes de la aplicación del primer código de corrección y de la modulación de modo que la tasa de error, TEP_s , en los datos recibidos después de la transmisión en un canal no perfecto es como máximo igual a una tasa de error objetivo, TEP_c ,

- dicho segundo código de corrección es un código de "Distancia Máxima Separable" y está destinado a ser aplicado al nivel de la capa de acceso al medio, MAC para generar una pluralidad, N_{PR} , de paquetes de bits de redundancia a partir de una pluralidad, K, de paquetes de bits de datos recibidos completados por secciones de relleno para que todos tengan el mismo tamaño,

- determinándose la eficiencia máxima del segundo código de corrección aplicando las subetapas de:

i. determinar la probabilidad teórica de error del par de modulación, primer código de corrección asociado con el canal de transmisión,

ii. simular la tasa de error, TEP_s , de una transmisión, en un canal modelado por dicha probabilidad teórica, datos protegidos por dicho segundo código de corrección,

iii. incrementar el número de paquetes de bits de redundancia generados por dicho segundo código de corrección hasta la tasa de error simulada, TEP_s , sea menor que la tasa de error objetivo, TEP_c ,

- evaluar (411) una información representativa de la relación entre el número de bits de entrada de la capa de acceso al medio, MAC, y el número de bits realmente transmitidos para el conjunto de soluciones que asocian modulación, primer y segundo códigos de corrección,

- seleccionar (412), entre el conjunto de soluciones que asocian modulación, primer y segundo códigos de corrección, la correspondiente a la relación más alta.

2. Procedimiento de optimización de los recursos de una transmisión de datos según la reivindicación 1, en el que dicha información representativa de dicha relación entre el número de bits de entrada de la capa de acceso al medio, MAC, y el número de bits realmente transmitidos se evalúa utilizando la siguiente relación: $E = 1 - (TEP_s \cdot K \cdot R) / (K + N_{PR})$, donde N_{PR} es el número de paquetes de bits de redundancia generados para proteger K paquetes de datos y R es la eficiencia del primer código de corrección multiplicado por el número de bits por símbolo de la modulación.

3. Procedimiento de optimización de los recursos de una transmisión de datos según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho segundo código de corrección es un código de bloque, por ejemplo, un código de Reed Solomon.

4. Procedimiento de optimización de los recursos de una transmisión de datos según una de las reivindicaciones anteriores, en el que:

- dichas tasas de error, TEP_s , TEP_c , son tasas de paquetes MAC erróneas,

- el par de modulación, el primer código de corrección seleccionado se transmiten a la capa física para la aplicación de dicho primer código de corrección y dicha modulación a los paquetes de datos y a los paquetes de redundancia suministrados por la capa de acceso al medio.

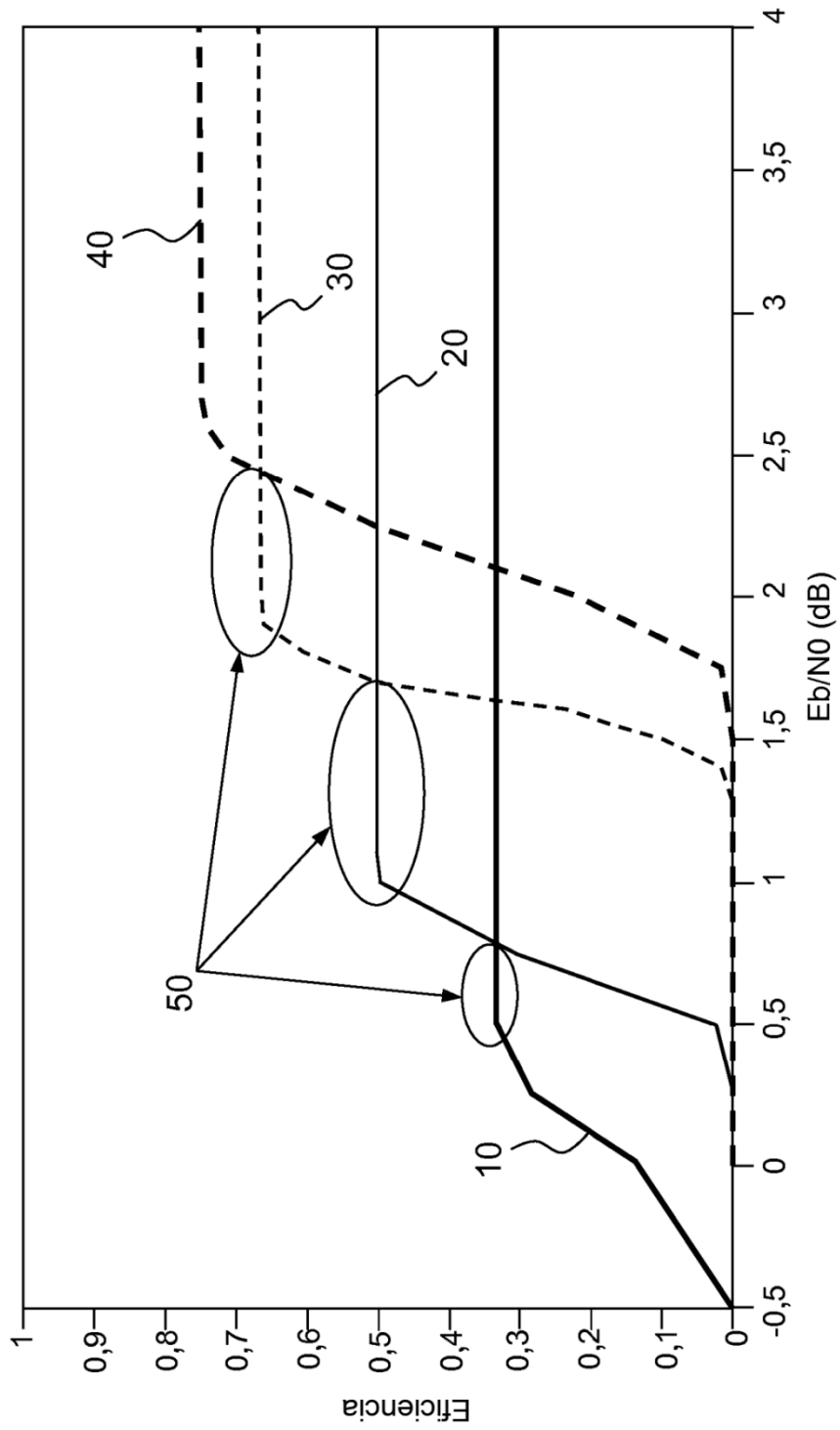
5. Procedimiento de optimización de los recursos de una transmisión de datos según la reivindicación 4, en el que dichos K paquetes de datos completados se entrelazan antes de la aplicación del segundo código de corrección.

6. Procedimiento de optimización de los recursos de una transmisión de datos según la reivindicación 5, en el que dichos paquetes de bits de redundancia tienen el mismo tamaño entre sí y que los de dichos paquetes de datos completados.

7. Sistema de transmisión de datos que comprende medios para implementar el procedimiento de optimización de recursos según una de las reivindicaciones 1 a 6.

8. Sistema de transmisión de datos según la reivindicación 7, en el que dichos medios comprenden al menos una capa de acceso al medio, una capa física e información sobre la calidad del canal de propagación.

9. Producto de programa informático que comprende instrucciones para la ejecución del procedimiento de optimización de recursos según una de las reivindicaciones 1 a 6 cuando el programa es ejecutado por un procesador.



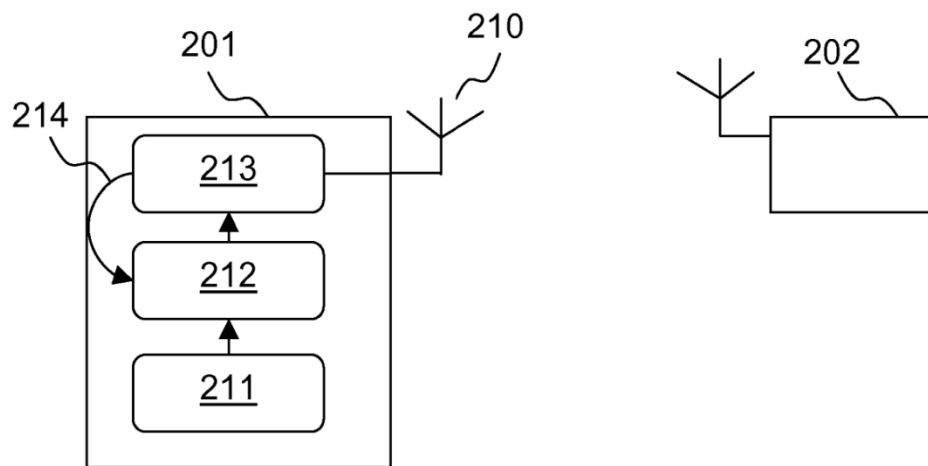


FIG.2

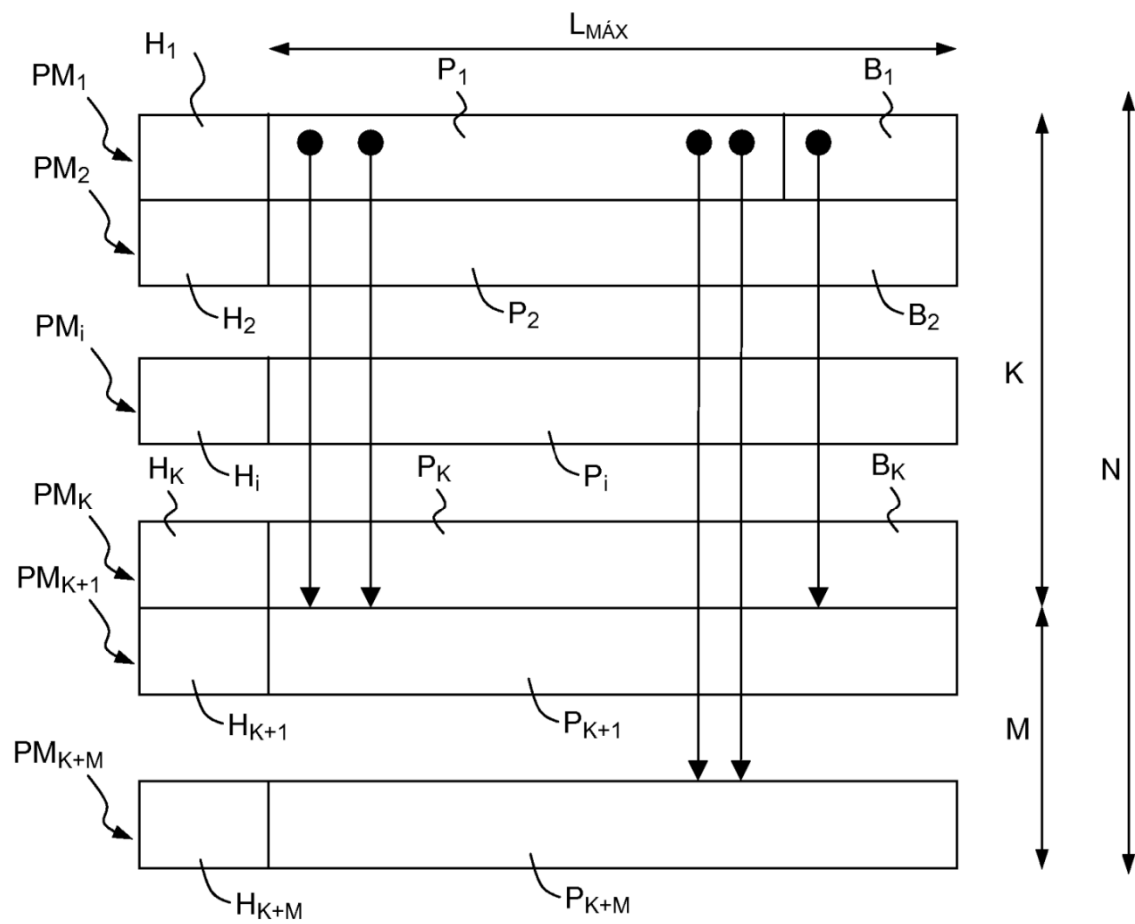


FIG.3

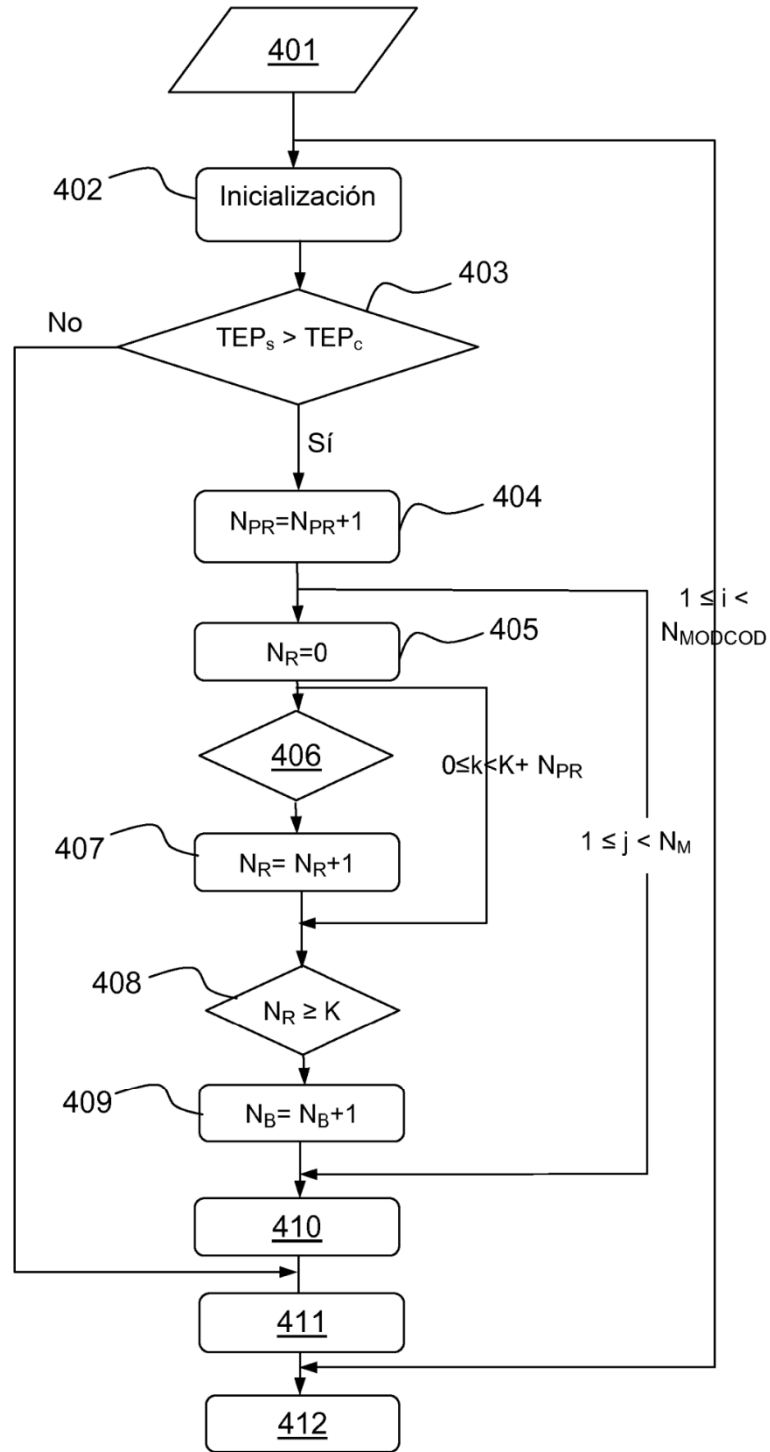


FIG.4

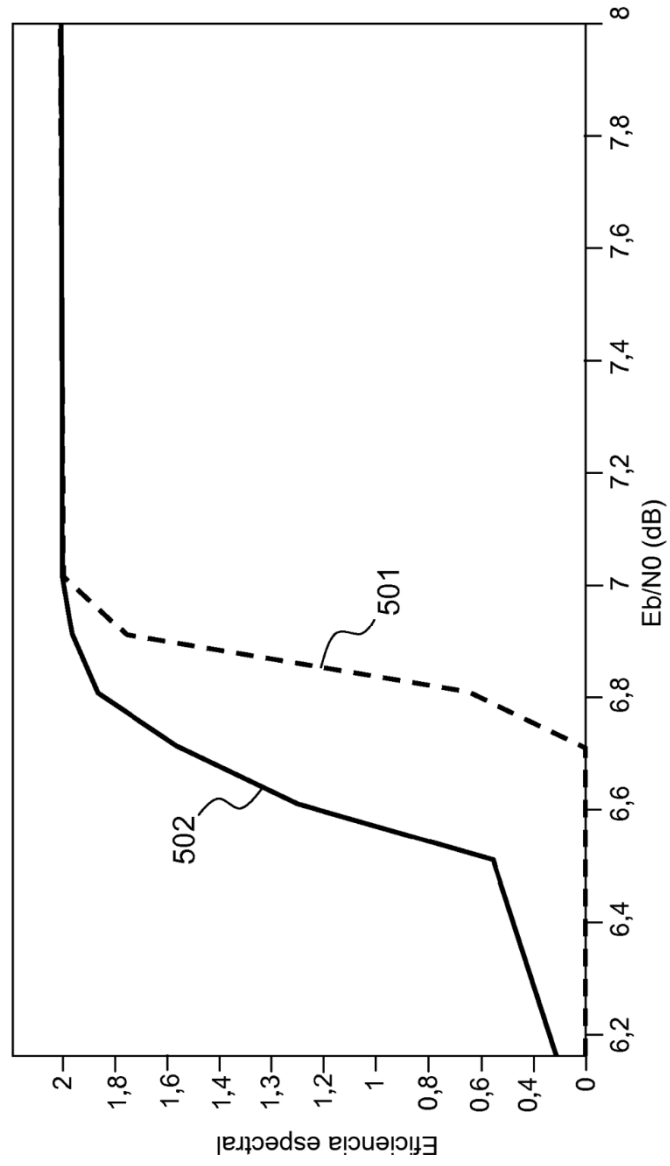


FIG.5