



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 425**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04N 7/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03021993 .5**

96 Fecha de presentación : **30.09.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1408637**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.04.2004**

54 Título: **Sistema de codificación y modulación adaptativas para la transmisión de señales DVB/MPEG.**

30 Prioridad: **04.10.2002 IT T002A0858**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.10.2010

73 Titular/es:
RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA (S.p.A.)
Viale Mazzini 14
00195 Roma, IT

72 Inventor/es: **Morello, Alberto**

74 Agente: **Mir Plaza, Mireia**

ES 2 347 425 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

Sistema de codificación y modulación adaptativas para la transmisión de señales DVB/MPEG.

La presente invención se refiere a un sistema para la transmisión de señales digitales DVB, particularmente para comunicaciones por satélite.

La transmisión de señales multimedia digitales de TV que usan el protocolo DVB/MPEG se utiliza no solamente para una transmisión de punto-a-multipunto, tal como la radiodifusión de programas de radio o TV por un territorio, sino también para una transmisión de punto-a-punto, tal como enlaces de radio-comunicaciones, descargas de datos, servicios IP. En ambos casos, la transmisión va dirigida a usuarios que están dispersados por un amplio territorio, sobre el cual las condiciones meteorológicas pueden variar tanto en el espacio como en el tiempo, induciendo de este modo cambios en la calidad de la propagación por el enlace satelital. Para garantizar una calidad de servicio (QoS) satisfactoria sustancialmente en todas las condiciones, la capacidad de corregir los errores del sistema de transmisión se debe diseñar para el peor caso, y, consecuentemente, resulta enormemente sobredimensionada en las condiciones de servicio típicas, acarreado de este modo un derroche general de la potencia del transpondedor, que puede llegar a ser del orden del 90%.

En el caso de radiodifusiones de radio y televisión, es decir, cuando la misma señal va dirigida a todos los usuarios en un territorio determinado, dicho sobredimensionamiento es inevitable, ya que la misma señal debe ser recibida simultáneamente en áreas del territorio en las que la calidad de recepción es potencialmente diferente. No obstante, cuando las señales están destinadas a usuarios individuales, en principio sería posible idear un sistema de transmisión cuya robustez se adapte a las condiciones de propagación en el nivel de la capa física, tal como es sabido en otros tipos de transmisión, por medio de la técnica denominada ACM (Codificación y Modulación Adaptativas). En la transmisión ACM, el modulador puede usar codificaciones que presentan una robustez diferente (QPSK, 8PSK, 16QAM, etcétera, junto con un código que presente una relación 1/2, 2/3, 3/4, etcétera), con lo cual la eficiencias espectrales disminuyen cuando aumenta la robustez; consecuentemente, la robustez se puede incrementar a solicitud del receptor sobre el canal de retorno, con la penalización de una reducción de la velocidad binaria útil (véase A. Goldsmith, Adaptive modulation and coding for fading channels, Proceedings of the 1999 IEEE, 1999).

La rigidez del protocolo DVB ha hecho que resulte imposible en el pasado usar la técnica adaptativa antes mencionada. Más particularmente, las normas de este protocolo especifican que, en la recepción, se deben conservar tanto el orden cronológico como la velocidad de los paquetes, y que la velocidad binaria global del flujo continuo de transporte se mantenga constante, ya que estos valores son usados por el receptor para restaurar el reloj de sincronización de programas: esta circunstancia, tal como resultará evidente para un experto en la materia, se ha considerado como irreconciliable con el cambio de velocidad binaria requerido para adaptar el sistema a diferentes condiciones de transmisión.

El documento WO-A-0209298 da a conocer varios esquemas para implementar un canal bidireccio-

nal interactivo, de banda ancha, que tiene un canal DVB de sentido descendente y un canal de sentido ascendente, con lo cual los abonados pueden solicitar servicios de una entidad de radiodifusión o proveedor. A cada abonado, basándose en su solicitud, se le asignan recursos de canales, tales como portadoras y modos de constelación.

Por lo tanto, el objetivo principal de la invención es proporcionar un sistema para la transmisión de señales digitales DVB/MPEG, particularmente para una comunicación por satélite, cuya robustez, o nivel de protección contra ruidos se pueda adaptar a las condiciones de los canales, al mismo tiempo que cumpliendo las normas DVB/MPEG.

La invención logra el objetivo anterior, así como otros objetivos y ventajas tales como los que se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción, con un sistema para la transmisión de señales digitales DVB/MPEG, particularmente para una comunicación por satélite, que presenta las características enumeradas en la reivindicación 1.

Las reivindicaciones subordinadas enumeran otras características ventajosas de la invención.

A continuación se darán a conocer algunas formas de realización preferidas de la invención, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un sistema de transmisión por satélite de DVB/MPEG según la técnica anterior;

la Figura 2 es un diagrama de bloques más detallado del sistema de la Figura 1;

la Figura 3 es un diagrama que representa una trama de una transmisión TDM;

la Figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema DVB/MPEG similar al sistema de la Figura 2, después de haber sido mejorado según la invención;

la Figura 5 es un diagrama simbólico que muestra la eliminación de los paquetes nulos y su señalización en los bytes de sincronización de los paquetes útiles transmitidos; y

la Figura 6 es un diagrama de bloques más detallado de la estación transmisora de la Figura 4;

la Figura 7 es un diagrama simbólico similar a la Figura 5, que muestra un mecanismo diferente para señalar los números y posiciones de los paquetes nulos eliminados, según la invención;

la Figura 8 es un diagrama de bloques parcial que muestra una modificación de la estación transmisora de la Figura 6; y

la Figura 9 es un diagrama de bloques parcial que muestra una modificación de la estación receptora de la invención.

La Figura 1 muestra esquemáticamente un sistema para la transmisión de señales digitales DVB/MPEG, en donde una estación transmisora 10 transmite hacia un transpondedor 12 de satélite una señal multiplexada por división en el tiempo (TDM) 14, que comprende paquetes que forman un Flujo Continuo de Transporte DVB/MPEG. La señal se transmite desde el satélite 12 hacia la tierra, tal como se muestra con las referencias 18, 20,..., en dirección a varias estaciones terrestres tales como 22, 24. Las señales transmitidas son típicamente servicios de televisión.

El sistema de la Figura 1 se muestra más detalladamente en la Figura 2. La estación transmisora 10 comprende una pluralidad de fuentes 30 de señales de audio/vídeo, que accionan respectivamente codificadores 31 de MPEG a una velocidad binaria va-

riable (VBR). Los flujos continuos de paquetes de DVB/MPEG generados por los codificadores 31 se aplican a entradas respectivas de un multiplexor 32, el cual inserta paquetes nulos dentro de los flujos continuos individuales, según una manera conocida de por sí, al nivel necesario para producir una velocidad binaria constante, antes de multiplexar los flujos continuos individuales en un único flujo continuo de transporte TS, que a continuación se aplica a una cadena de modulación que comprende en cascada, tal como es conocido de por sí:

- un codificador 34 de FEC (Corrección Directa de Errores), que introduce el nivel deseado de corrección de errores en la señal;
- un asignador 36 de correspondencias (*mapper*) para establecer correspondencias de las señales con una constelación de símbolos tal como la QPSK, 8PSK, 16QAM, etcétera.
- un modulador 38 de cuadratura para modular la señal sobre una portadora de radiofrecuencia y para radiarla hacia el transpondedor 12 del satélite.

La estación receptora 22, que recibe la señal de radiofrecuencia del satélite 12, comprende esencialmente (de forma complementaria con respecto a la estación 10) una cadena de desmodulación que tiene un desmodulador 42 de cuadratura que acciona un desasignador 44 de correspondencias (*demapper*) y un decodificador 46 de FEC, que da salida al flujo continuo de transporte regenerado, formateado por paquetes, tal como es sabido por aquellos expertos en la materia. El flujo continuo de transporte reconstituido se demultiplexa en un demultiplexor 51, para un procesamiento posterior (no mostrado).

Tal como se ha mencionado en la introducción, los flujos continuos de transporte DVB cumplen las siguientes reglas, entre otras:

- la longitud de los paquetes es fija (188 bytes);
- el encabezamiento del paquete comprende un campo PID, con capacidad limitada de direcciones (destinada a identificar servicios dentro del multiplexado, en lugar de para direccionar usuarios individuales; en particular, un valor predeterminado del PID está dedicado a etiquetar los paquetes nulos);
- la posición del paquete en el flujo continuo no se puede modificar en la cadena de transmisión;
- la velocidad binaria se mantiene constante mediante la adición de paquetes nulos;
- el retardo de la transmisión de extremo-a-extremo debe ser constante.

En general, la señal transmitida se podría organizar en tramas M1, M2, M3..., y se podría generar mediante diferentes modos de codificación y modulación de canales, dependiendo del nivel de protección que se haya predeterminado para ese servicio en particular, con diferentes grados de robustez contra interferencias y ruido de transmisión (evidentemente, cuanto mayor sea la robustez de un modo determinado, menor será la eficiencia espectral, definida como el número de bits transmitidos por segundo por unidad de ancho de banda). Tal como se ha mencionado en la in-

troducción, aunque, en las transmisiones TDM, se conoce la modificación dinámica de los modos de modulación y codificación de forma adaptativa (ACM) en comunicaciones que no son MPEG, esto no ha sido posible con transmisiones DVB/MPEG, ya que dicha adaptación dinámica implicaría un cambio de la velocidad binaria de la señal transmitida en cada trama, infringiéndose por lo tanto una de las reglas del protocolo DVB/MPEG, que establece que la velocidad binaria del Flujo Continuo de Transporte debería ser constante.

Haciendo referencia a continuación a la Figura 3, se sabe que cada trama M1,..., Mi,..., en un sistema ACM, comprende una carga útil P, que contiene la información útil, y un encabezamiento H, que usa una modulación sencilla (típicamente BPSK), y que comprende una secuencia FSYNC, la cual es reconocible por el receptor para delimitar los límites de las tramas, y una secuencia de campos Hi, seguida por repeticiones REP-Hi para protección contra el ruido. Los campos Hi pueden transportar los siguientes datos:

- una secuencia M, que indica la protección ACM adoptada en la carga útil P. Si el número de modos es 16, es suficiente con cuatro bits (1 cuarteto);
- una secuencia PLS, de Señalización de Capa Física, a través de la cual se transmite, desde el transmisor al receptor, señalización en el nivel físico.

La Figura 4 es el diagrama de bloques de una estación transmisora y de una estación receptora, que están conectadas a través de un canal que comprende un enlace satelital, de forma similar a lo mostrado en las Figuras 1 y 2, aunque incorporando los principios de la invención. En referencia a la Figura 4, en la que las partes idénticas llevan los mismos números de referencia que la Figura 2, la estación transmisora 10 comprende nuevamente componentes tales como codificadores 31 de VBR, el multiplexor 32, el modulador 38 de cuadratura, y, en la práctica, únicamente difiere con respecto a la estación transmisora de la Figura 2 en que el conjunto del codificador 34 de FEC y el asignador 36 de correspondencias de la Figura 2 se sustituye por una cadena que comprende en cascada:

- un eliminador 60 de paquetes nulos, que identifica los paquetes nulos NP (basándose en su PID) y los elimina del flujo continuo de transporte que está en tránsito, al mismo tiempo que inserta información sobre su número y posición en la señal, tal como se explicará posteriormente;
- circuitos 40 de estructuración de tramas y señalización para dar formato a la señal en tramas según técnicas convencionales;
- un modulador 62 de codificación adaptativa que incluye una codificación FEC y un establecimiento de correspondencias de la señal sobre las constelaciones (tales como QPSK, 8PSK, 16QAM), con velocidad binaria variable, estando programado el modulador para aplicar los modos que presentan la máxima robustez permitida por la velocidad binaria útil del flujo continuo multiplexado.

De una forma complementaria, en la estación re-

ceptora 22, que es en gran medida similar a la estación receptora de la Figura 2, el conjunto del descodificador 44 de FEC y el desasignador 46 de correspondencias de la Figura 2 se sustituye por:

- un desmodulador 64 de codificación adaptativa con descodificación de FEC y con la capacidad de eliminar tramas de relleno;
- circuitos de descodificación para estructuración de tramas y señalización 50, con el fin de controlar el desmodulador de codificación adaptativa, según técnicas convencionales;
- un reinsertador 66 de paquetes nulos, que restituye los paquetes nulos eliminados en el Flujo Continuo de Transporte en sus posiciones originales, basándose en la información de las posiciones de los paquetes nulos contenida en la señal.

Por otra parte, la estación receptora 22 incluye un evaluador 68 de la Calidad de Servicio (QoS), controlado por el desmodulador 64 de codificación adaptativa, que entrega una notificación de la calidad de servicio a la estación transmisora 10 a través de un canal 70 de retorno, típicamente un enlace de módem de baja velocidad, tal como un enlace telefónico o un enlace satelital. La QoS consiste, por ejemplo, en el valor de la tasa de errores, y su medición se sitúa dentro de los conocimientos de los expertos en la materia.

La señal enviada por el evaluador 68 a la estación transmisora 10 constituye una señal de control para un circuito 72 de control de velocidad binaria, que actúa sobre los codificadores de MPEG para elevar o disminuir su velocidad binaria de salida dependiendo de la solicitud proveniente del evaluador de QoS; en otras palabras, si el evaluador detecta una QoS baja en la recepción, ordenará al circuito 72 de control que reduzca la velocidad binaria, o que la eleve en el caso opuesto. Por lo tanto, si la velocidad binaria de los codificadores de velocidad binaria variable se reduce, el multiplexor 32 tendrá que aumentar el número de paquetes nulos insertados, aunque los mismos serán eliminados entonces por el eliminador 60.

En la estación transmisora según la invención, los paquetes nulos se eliminan inmediatamente, pero el eliminador 60 señalará las posiciones de los paquetes eliminados en el flujo continuo de transporte, y esta información se reenvía a los circuitos de la estación receptor y se hace que esté disponible para el reinsertador 66 de paquetes nulos, de manera que se puede reconstituir un flujo continuo idéntico al original, tal como se explicará posteriormente.

En la estación receptora, el reinsertador 66 de paquetes nulos recibe información sobre el número y la posición de los paquetes eliminados en el inicio y los restaura, regenerando de este modo un flujo continuo idéntico al flujo continuo generado por el multiplexor 32, en concordancia con las reglas DVB.

Se pueden adoptar varias técnicas para transmitir la información de las posiciones de los paquetes nulos sobre el flujo continuo de transporte, sin interferir con la señal DVB/MPEG, aunque la técnica actualmente preferida se describe a continuación, en referencia a la Figura 5, en la que los paquetes útiles se muestran como UP y los paquetes nulos como NP.

Según la técnica preferida antes mencionada para señalar las posiciones de los paquetes nulos eliminados, el eliminador 60 incorpora estos datos en el byte

de sincronización transmitido con cada paquete en el Flujo Continuo de Transporte. Tal como se muestra en la Figura 5, que representa la secuencia de paquetes DVB que llegan al eliminador 60 (arriba) junto con la secuencia de paquetes tal como se reenvía aguas abajo del eliminador (abajo), únicamente un cuarteto del byte de sincronización se reserva como valor fijo para la tarea de sincronización, y el cuarteto restante se usa para señalar un número en el intervalo de 0 a 15, que indica cuántos paquetes nulos seguían al paquete transmitido antes de que fueran eliminados. El número de paquetes nulos NP es estadísticamente del mismo orden de magnitud que los paquetes útiles UP, y, por lo tanto, el valor máximo 15 es suficiente para los datos a transmitir. En los casos esporádicos en los que un paquete útil viene seguido por una secuencia de más de 15 paquetes nulos, se puede omitir la eliminación de uno o más paquetes nulos, con una pequeña pérdida de eficacia.

Tal como saben los expertos en la materia, el byte de sincronización de DVB/MPEG es un valor fijo predeterminado que es reconocido por el receptor y se usa para sincronizar el reloj del receptor. Esta función no es crítica, ya que proporciona meramente un ajuste, y es suficiente reservar para la misma solamente un cuarteto.

Es evidente que el cuarteto antes descrito puede ser recuperado por los circuitos de la estación receptora y se puede usar para controlar el reinsertador de paquetes nulos de manera que los paquetes nulos se restablecen exactamente tal como en el flujo continuo original.

El funcionamiento del sistema antes descrito se produce de la manera siguiente. El modulador de codificación adaptativa, tal como saben los expertos en la materia, funciona usando el modo de modulación que presenta el nivel más alto de protección contra el ruido, de forma compatible con la velocidad binaria que se ha predeterminado para la transmisión. Consecuentemente, los intervalos de tiempo liberados por la eliminación de paquetes nulos por el eliminador 60 son usados por el modulador de codificación adaptativa para lograr dicha protección en el nivel óptimo. Si ese nivel resulta ser insuficiente, el evaluador 68 de QoS señaliza la deficiencia a través del canal 70 de retorno al circuito 72 de control, que ordena a los codificadores 31 de MPEG que reduzcan la velocidad binaria. A continuación, el multiplexor 32 tendrá que realizar una compensación incrementando el número de paquetes nulos insertados, que serán eliminados, y dará origen a un mayor tiempo del flujo continuo disponible para el modulador de codificación adaptativa con el fin de adaptar el nivel de protección hacia arriba.

En la recepción, el desmodulador 64 de codificación adaptativa desmodula el flujo continuo según el modo señalizado, trama a trama, por los circuitos 50 de estructuración de tramas, y entrega el flujo continuo, liberado en este momento de la tarea de protección, al reinsertador 66, que, según dictamine el cuarteto de señalización de los paquetes eliminados, reconstituye el flujo continuo de paquetes de forma idéntica al flujo continuo original.

Por otro lado, cada vez que el evaluador 68 de QoS detecta una mejor calidad de la señal que el valor predeterminado, el mismo dará instrucciones a los codificadores de MPEG para conmutar a una velocidad binaria mayor (permitiendo que se reduzca la compre-

sión de la señal de audio/vídeo) y, en consecuencia, el multiplexor 32 insertará un número menor de paquetes nulos, al mismo tiempo que se incrementará la velocidad binaria de la señal aplicada al modulador 62 de codificación adaptativa y se obligará, por lo tanto, a este último a reducir la protección contra el ruido, cambiando el modo de codificación y modulación y modulación.

Tal como es sabido de por sí, el modo de codificación y modulación se le señala a la estación receptora en el encabezamiento de cada trama.

Puede observarse que el sistema, en lugar de controlar directamente el modulador de codificación adaptativa para seleccionar un modo de modulación apropiado a las condiciones de propagación, obliga al modulador a mejorar o empeorar la protección de forma indirecta.

Para evitar fluctuaciones o inestabilidad de frecuencia, es también aconsejable desacoplar la velocidad de símbolos del modulador con respecto a la velocidad binaria útil en la salida del eliminador 60 de paquetes nulos. Por consiguiente, el eliminador 60 de paquetes nulos es preferentemente capaz de insertar tramas de relleno en el flujo continuo, cada vez que la eliminación de los paquetes nulos produzca un agotamiento excesivo de la memoria intermedia del eliminador. También en estas circunstancias, es necesario señalar que una trama determinada es de relleno, de manera que las tramas de relleno se puedan eliminar en la estación receptora antes de llegar al reinsertador de paquetes nulos. Esta señalización también puede ser reenviada por varios dispositivos, aunque, según una solución preferida, el hecho de que una trama determinada sea de relleno lo indica uno de los valores contenidos en el campo que, en el encabezamiento de la trama, señala el modo de codificación adaptativa mediante el cual se ha creado la trama. Esta elección no es restrictiva y resulta sencilla de detectar en la estación receptora.

La Figura 6 es un diagrama de bloques más detallado de una parte de la estación transmisora de la Figura 4, según una realización preferida, y muestra más específicamente cómo se pueden implementar en la práctica la eliminación de paquetes nulos y la generación de tramas de relleno, al mismo tiempo que se insertan, en la señal, indicaciones suficientes para que la estación receptora pueda reconstituir de forma determinista la señal original.

En referencia a la Figura 6, en la que, cuando ha sido posible, se han mantenido los mismos números de referencia usados en la Figura 4, el multiplexor 32 aplica el Flujo Continuo de Transporte a un conmutador 70, conectado para dirigir los paquetes del flujo continuo o bien hacia una memoria intermedia FIFO 72 ó bien hacia un contador 74 de paquetes, dependiendo de una orden recibida desde un detector 76 de PID. El detector 76 de PID recibe también el Flujo Continuo de Transportes del multiplexor 32, examina los PIDs de cada paquete y desvía hacia el contador 74 todos los paquetes que están designados como nulos por el valor de sus PIDs, mientras que dirige hacia la memoria intermedia 72 todos los paquetes útiles. El contador 74 cuenta los paquetes nulos que se alimentan al mismo, y se reinicializa cada vez que el conmutador 70 conmuta desde la memoria intermedia 72. Al final del recuento, el contador 74 aplica a la memoria intermedia una señal para insertar el valor final del recuento en el último paquete útil que se introduce en la

memoria intermedia.

La salida de la memoria intermedia 72 va al modulador 62 de ACM y, desde allí, al circuito 40 de estructuración de tramas a través de un conmutador 78, que, en una posición normal, dirigirá los paquetes provenientes del modulador de ACM al circuito de estructuración de tramas, mientras que, en su posición de desvío, recibirá la salida de un generador 80 de tramas de relleno. El conmutador 78 es accionado por una señal de control E de la memoria intermedia 72, que indica que la memoria intermedia está vacía. La señal E ordena al conmutador 78 que vaya a su posición segunda (trama de relleno) cuando la memoria intermedia 72 está vacía, de manera que, al circuito 40 de estructuración de tramas, se le aplica una secuencia predeterminada de bits que forman una trama de relleno.

La memoria intermedia 72 emite también otra señal de control E/F, que adopta el valor lógico 1 cuando se ha llenado más de la mitad de la memoria intermedia y adopta el valor lógico 0 cuando se ha llenado menos de la mitad de la memoria intermedia. La señal E/F acciona un selector 82 de modo en el modulador 62 de ACM para seleccionar un modo más o menos robusto, dependiendo del grado de llenado de la memoria intermedia.

Se entiende que el circuito 40 de estructuración de tramas recibe también una señal H desde el selector 82 de modo, que indica el modo de modulación y codificación adoptado en ese momento por el modulador de ACM, de manera que este modo se puede incorporar en el encabezamiento de la trama, para ser usado en la estación receptora para la desmodulación.

Para un funcionamiento correcto del sistema, es necesario, tal como resultará evidente para un experto en la materia, que la velocidad de los símbolos CK_{MOD} del modulador 62 de ACM esté desacoplada con respecto a la velocidad de los bits útiles CK_{TS} en la entrada de la memoria intermedia. Por consiguiente, la activación por impulsos de reloj de la escritura en la memoria intermedia 72 queda determinada por la misma señal de reloj CK_{TS} que activa mediante impulsos de reloj el multiplexor 32, mientras que la activación por impulsos de reloj de la lectura desde la memoria intermedia 72 queda determinada por CK_{MOD} .

El diagrama de la Figura 6 implica que el modulador 62 de ACM es capaz de ajustarse automáticamente a un modo de codificación que presente la mayor robustez compatible con la velocidad binaria en su entrada, aunque, evidentemente, se pueden adoptar otros planteamientos para lograr el mismo objetivo. Por ejemplo, la selección del modo se podría señalar en las tablas de SI (Información de Servicio) que se generan en el multiplexor, dependiendo de la cantidad de paquetes insertados en el flujo continuo, y el selector de modo podría obtener las instrucciones de modo descodificando dichas tablas.

En lugar de incluir la información sobre los paquetes nulos eliminados, en un cuarteto del byte de sincronización, se puede usar dentro de los principios de la invención un planteamiento diferente, tal como se muestra en la Figura 7, en la que, de forma similar a la Figura 5, la secuencia entrante de paquetes de DVB, que se aplican al eliminador 60 de paquetes nulos de la Figura 4, se representa arriba, mientras que la secuencia saliente de paquetes de DVB se representa abajo. Según este planteamiento, el eliminador 60 fija un byte DNP adicional a cada paquete que se

reenvía en sentido descendente en la estación transmisora, prolongándose por lo tanto la longitud de cada paquete a 189 bytes, en lugar de los 188 bytes proporcionados en las reglas del MPEG. El eliminador 60 cuenta nuevamente los paquetes nulos eliminados comenzando desde el primer paquete nulo eliminado después de que se reenvíe un paquete de datos útil, y, cuando encuentra nuevamente un paquete útil, almacena el recuento al que se ha llegado en el byte DNP adicional fijado al mismo. En la estación receptora, el reinsertador 66 de paquetes nulos extrae el byte DNP adicional de cada paquete recibido antes de reenviarlo en sentido descendente. Por otra parte, el reinsertador de paquetes nulos examina el contenido del byte DNP, y genera un número de paquetes nulos regulares igual al valor del byte adicional. Los paquetes nulos generados se insertan en el flujo continuo antes de liberar el paquete útil en cuestión. Este planteamiento tiene la ventaja de permitir la gestión de secuencias de hasta 255 paquetes nulos, con el coste de un incremento muy pequeño de la tara debido al byte DNP.

El sistema antes descrito no proporciona un mecanismo dedicado para la recuperación o regeneración del reloj de sincronización en el flujo continuo de transporte en el extremo receptor. El hecho de que el flujo continuo de transporte reconstruido sea idéntico al flujo continuo de transporte original en la estación transmisora, y el hecho de que la memoria intermedia de salida sea controlada para estar, por norma general, llena hasta la mitad, garantizan conjuntamente que la sincronización es correcta. No obstante, durante la conmutación de un modo de protección ACM a otro, se puede producir una fluctuación momentánea en la velocidad binaria, que puede provocar una breve perturbación en la recepción.

Cuando se requiere preservar la velocidad binaria de forma más precisa en todo momento, la invención proporciona un mecanismo opcional para regenerar, en el receptor, el reloj del Flujo Continuo de Transporte, con el fin de garantizar velocidades binarias y retardos constantes de extremo-a-extremo, incluso durante transiciones del modo ACM.

Según este desarrollo de los conceptos de la invención, se añade un campo de sincronización de flujo continuo de entrada ISCR después de cada paquete de entrada, antes de que tenga lugar la eliminación del paquete nulo. El campo ISCR es un campo de 2 bytes que contiene el recuento instantáneo al que se ha llegado (en el instante en el que se procesa el paquete de entrada pertinente) por parte de un contador activado por impulsos de reloj mediante la velocidad de símbolos del modulador. En la estación receptora, los paquetes se almacenan en una memoria intermedia FIFO de modo similar a la memoria intermedia FIFO del receptor de la Figura 6, y a continuación son leídos de la memoria intermedia de forma sucesiva, mientras que el campo ISCR de cada paquete se

extrae del paquete y se compara con el recuento en un contador local también activado por impulsos de reloj por la velocidad de símbolos. El resultado de la comparación se usa para ajustar un PLL que ordena la velocidad de lectura de los paquetes de la memoria intermedia.

La Figura 8 muestra una parte de la estación transmisora de la Figura 6 tal como se ha modificado para incorporar la característica anterior. Se inserta un bloque 90 entre el conmutador 70 y la memoria intermedia FIFO 72, y el mismo tiene la función de añadir el campo ISCR a cada paquete que avanza hacia la memoria intermedia. El valor del campo ISCR añadido al paquete en circulación es el recuento instantáneo alcanzado por un contador 92, que se activa por impulsos de reloj mediante la velocidad de símbolos R_s .

La Figura 9 es un diagrama de bloques de la circuitería que se añade en la estación receptora, inmediatamente aguas abajo del insertador 62 de desmodulación y de paquetes nulos de la Figura 4, que se aprovecha del campo ISCR proporcionado según la Figura 8. El insertador de NP regenera el flujo continuo de paquetes (incluyendo paquetes tanto útiles como nulos) y los alimenta hacia una memoria intermedia FIFO 94, desde la cual los paquetes son leídos por un lector 96, se les extrae el campo ISCR, y se alimentan hacia el demultiplexor de TS. Al mismo tiempo, el lector 96 aplica los valores de los campos ISCR a un comparador 98, en el que los mismos se comparan con la salida correspondiente de un contador 100 que, de forma similar al contador 92 de la Figura 8, es activado mediante impulsos de reloj por la velocidad de símbolos R_s . La salida del comparador, que es un error de fase, se usa para ajustar la frecuencia de un oscilador PLL 102, cuya señal de salida controla la velocidad de lectura de la memoria intermedia 94.

Debería indicarse que algunos de los parámetros dinámicos implicados se deberían inicializar preferentemente, para obtener una mayor eficacia, en el inicio de la recepción. No obstante, dichas inicializaciones son opcionales o evidentes para un experto en la materia, y, por lo tanto, no se han descrito por razones de simplicidad.

Las Figuras muestran realizaciones preferidas de la invención en forma de diagramas de bloques funcionales, aunque las diversas funciones se podrían implementar evidentemente con formas diferentes y en secuencias diferentes. Son viables otras modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones. En particular, los mecanismos para señalar los paquetes nulos eliminados y las tramas de relleno insertadas se podrían cambiar, añadiendo campos adecuados en los paquetes de DVB/MPEG o en las tramas. La propia transmisión de tramas de relleno, aunque se considere como apropiada, no es esencial para la implementación de los principios de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para la transmisión de señales DVB, que comprende una estación transmisora y una estación receptora, comprendiendo la estación transmisora: uno o más codificadores (31) de velocidad binaria variable, un multiplexor (32), un eliminador (60) de paquetes nulos, un modulador (62) de codificación adaptativa y un circuito (72) de control de velocidad binaria;

mediante el cual el multiplexor (32) está adaptado para insertar paquetes nulos en flujos continuos MPEG que se originan en el codificador o codificadores (31) de velocidad binaria variable de manera que se consigue que sus velocidades binarias sean constantes, y para multiplexar los flujos continuos MPEG en un único flujo continuo de transporte;

estando adaptado el eliminador (60) de paquetes nulos para eliminar paquetes nulos de dicho flujo continuo de transporte recibido, y estando adaptado para introducir en la señal transmitida indicaciones del número y posiciones de los paquetes nulos eliminados;

siendo la entrada de dicho eliminador (60) de paquetes nulos la salida de dicho multiplexor (32); siendo la salida de dicho eliminador (60) de paquetes nulos la entrada de dicho modulador (62) de codificación adaptativa;

estando programado dicho modulador (62) de codificación adaptativa para codificar el flujo continuo con la máxima robustez permitida por la velocidad de los paquetes útiles entrantes, para su transmisión a través de un canal de propagación;

estando adaptado dicho circuito (72) de control de la velocidad binaria para controlar la velocidad binaria del codificador o codificadores (31) de velocidad binaria variable;

mediante lo cual la estación receptora comprende un reinsertador (66) de paquetes nulos y un desmodulador (64) de codificación adaptativa, un evaluador de calidad de servicio (68) y un demultiplexor, y está adaptada para recibir la señal que se transmite a través del canal, para reconstituir el flujo continuo de transporte y para aplicarlo a dicho demultiplexor,

estando conectado dicho reinsertador (66) de paquetes nulos a la salida del desmodulador (64) de codificación adaptativa para reinsertar paquetes nulos en el flujo continuo de transporte en las mismas posiciones de los paquetes nulos eliminados por el eliminador (60) de paquetes nulos, sobre la base de dichas indicaciones introducidas en el flujo continuo de transporte;

siendo accionado dicho evaluador de calidad de servicio (68) por el desmodulador (64) de codificación adaptativa, estando adaptado para notificar el nivel de calidad de la señal recibida a dicho circuito (72) de control de velocidad binaria en la estación transmisora a través de un canal (70) de retorno, estando programado dicho circuito (72) de control de velocidad binaria para cambiar la velocidad binaria del codificador o codificadores (31) de velocidad binaria variable dependiendo del nivel de calidad de servicio notificado por dicho evaluador (68).

2. Sistema de la reivindicación 1, en el que cada paquete del Flujo Continuo de Transporte DVB está provisto de un byte de sincronización, **caracterizado** porque dichas indicaciones de número y posición de los paquetes nulos eliminados constan de un valor incorporado en uno de los cuartetos del byte de sincronización de cada paquete DVB aplicado al modulador

(64) de codificación adaptativa, representando dicho valor el número de paquetes nulos que han sido eliminados por el eliminador (60) de paquetes nulos antes de dicho paquete DVB aplicado al modulador de codificación adaptativa y después del paquete DVB previo aplicado.

3. Sistema de la reivindicación 2, **caracterizado** porque dicho valor incorporado en uno de los cuartetos del byte de sincronización de cada paquete DVB está en el intervalo de 0 a 15.

4. Sistema de la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichas indicaciones de número y posición de los paquetes nulos eliminados constan de por lo menos un byte añadido a cada paquete DVB aplicado al modulador (64) de codificación adaptativa, representando dicho valor el número de paquetes nulos que han sido eliminados por el eliminador (60) de paquetes nulos antes de dicho paquete DVB aplicado al modulador de codificación adaptativa y después del paquete DVB previo aplicado.

5. Sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la estación transmisora comprende además un insertador (80) de tramas de relleno controlado para insertar tramas de relleno en el flujo continuo aguas abajo del eliminador (60) de paquetes nulos cuando los paquetes útiles no son suficientes para alimentar el modulador de codificación adaptativa.

6. Sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el eliminador (60) de paquetes nulos comprende una memoria intermedia FIFO (72) alimentada por el multiplexor (32) a través de un conmutador (70) que es conmutable a una posición de desvío por un detector (76) de PID cuando el PID del paquete en tránsito se corresponde con un paquete nulo, y porque el conmutador en la posición de desvío dirige los paquetes a un contador (74) de paquetes que tiene una salida que controla la memoria intermedia FIFO (72) para modificar el encabezamiento de un paquete seleccionado en la memoria intermedia con el fin de incorporar el recuento de paquetes alcanzado por el contador de paquetes cuando el conmutador vuelve a la posición no de desvío.

7. Sistema de la reivindicación 6, **caracterizado** porque, en la memoria intermedia FIFO, se escribe a la velocidad binaria del multiplexor (CK_{TS}) y se lee a la velocidad binaria del modulador de codificación adaptativa (CK_{MOD}).

8. Sistema de la reivindicación 1, **caracterizado** porque la estación transmisora incluye un primer contador (92) activado mediante impulsos de reloj por la velocidad (R_S) de símbolos del modulador, y medios (90) para añadir a cada paquete transmitido un campo de sincronización de flujo continuo de entrada (ISCR) que contiene el recuento alcanzado por el primer contador en el instante en el que se procesa cada paquete, y la estación receptora incluye un segundo contador (100) activado mediante impulsos de reloj por dicha velocidad de símbolos recuperada, un comparador (98) para comparar sucesivamente el valor contenido en el campo de sincronización de flujo continuo de entrada (ISCR) de cada paquete recibido con el recuento instantáneo alcanzado por dicho segundo contador, y medios (94, 96, 102) de control accionados por la salida del comparador para ajustar la velocidad binaria de los paquetes a entregar al demultiplexor de TS.

9. Sistema de la reivindicación 8, **caracterizado** porque dichos medios (94, 96, 102) de control comprenden una memoria intermedia FIFO (94) para almacenar temporalmente los paquetes recibidos, y medios (96) de lectura de paquetes nulos insertados para

recuperar los paquetes de la memoria intermedia FIFO, y medios (102) de oscilador para generar la velocidad de recuperación de paquetes de dichos medios de lectura.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

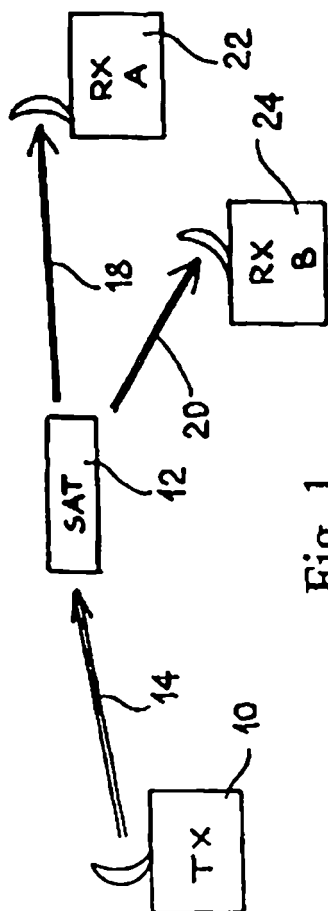


Fig. 1

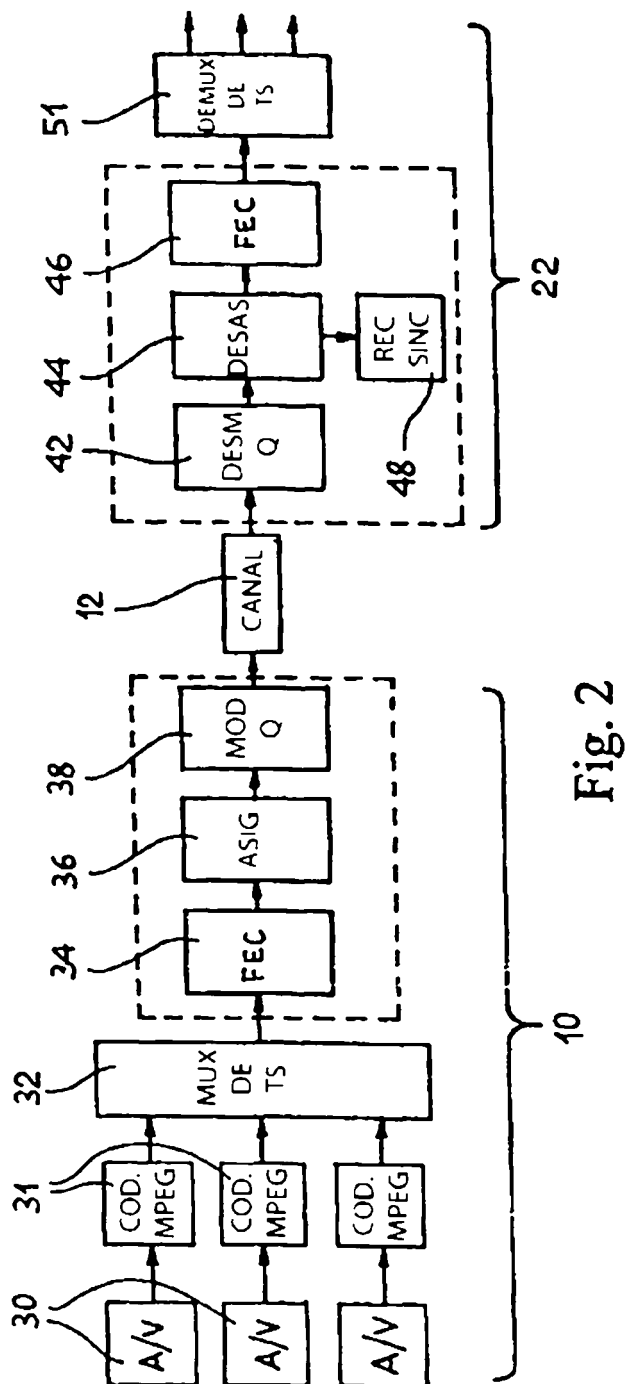


Fig. 2

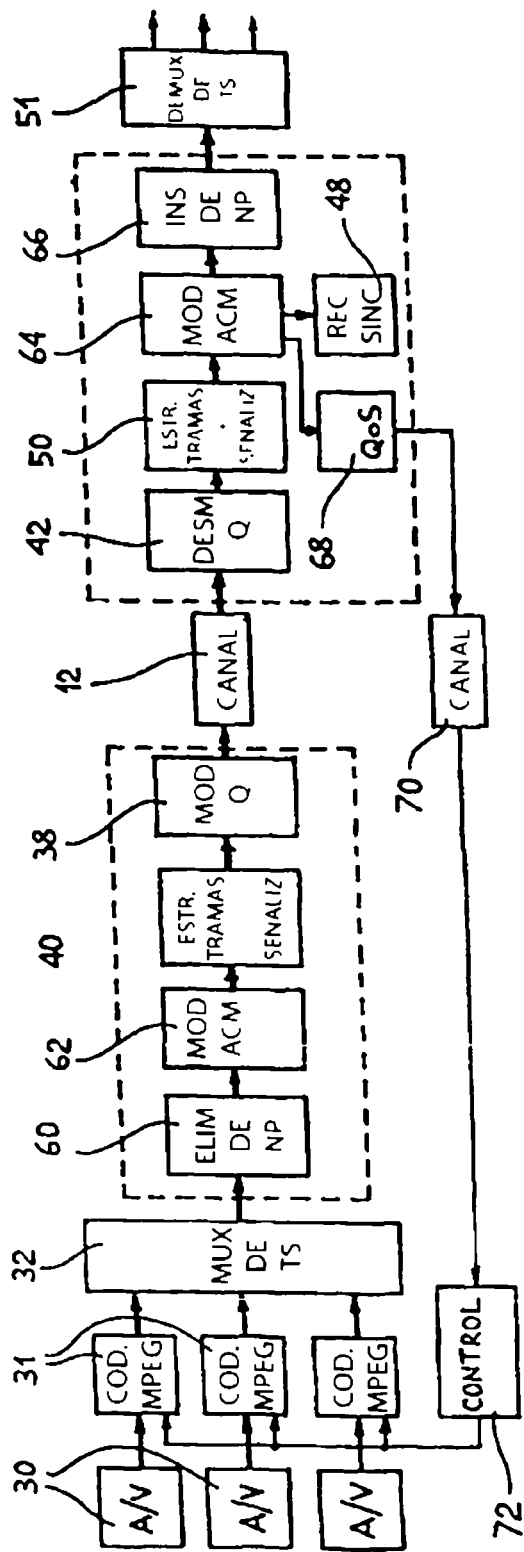


Fig. 4



Fig. 3

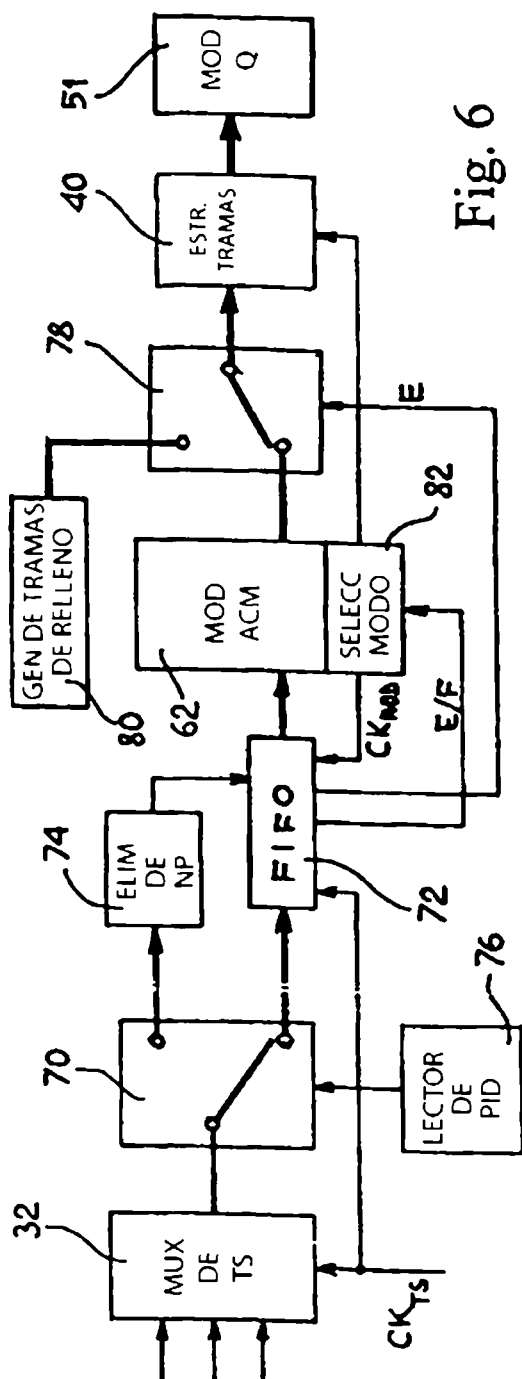


Fig. 6

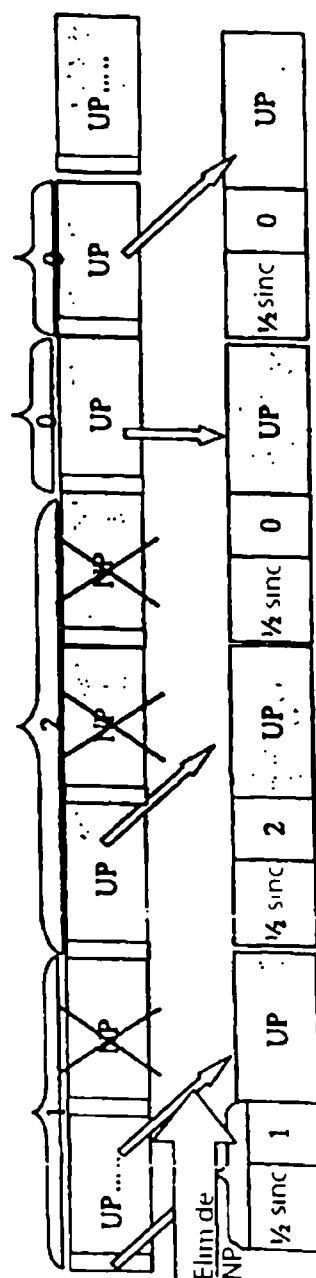


Fig. 5

