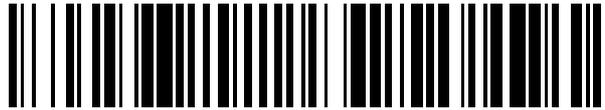


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 694**

51 Int. Cl.:

**H04N 7/26**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2006 E 06725548 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 1869890**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para reducir un error de cuantificación**

30 Prioridad:

**12.04.2005 DE 102005016858**

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

**23.04.2013**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**AMON, PETER y  
KAPRALOV, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

**ES 2 401 694 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 y dispositivo para reducir un error de cuantificación.

5 La invención se refiere a un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 18.

10 En la compresión de información se distingue entre técnicas de compresión sin pérdidas y con pérdidas. En las técnicas de compresión sin pérdidas, por ejemplo la codificación Lempel-Ziv o la codificación Huffman puede reconstruirse a partir de una información comprimida la información originaria, no comprimida, sin pérdidas. Tales procedimientos alcanzan un elevado coeficiente de compresión sólo cuando la información a comprimir presenta determinadas estructuras. Por el contrario pueden lograrse elevados coeficientes de compresión con ayuda de técnicas de compresión con pérdidas, como por ejemplo el procedimiento JPEG (JPEG-Joint Picture Expert Group, grupo conjunto de expertos en fotografía), el procedimiento MPEG2 (MPEG-Motion Picture Expert Group, grupo de expertos en imágenes en movimiento) o también el procedimiento AAC (AAC-Adaptive Audio Coding, codificación de audio adaptiva). No obstante entonces debe aceptarse a cambio que a partir de la información comprimida no pueda recuperarse la información original no comprimida sin errores. A menudo aumentan los errores en la información descomprimida al aumentar el coeficiente de compresión. Así pueden observarse por ejemplo en el procedimiento de compresión JPEG artefactos de bloque dentro de la imagen descomprimida.

20 En la figura 1 se reproduce a modo de ejemplo una unidad codificadora simplificada de un codificador JPEG JC. Aquí se divide una imagen IM a comprimir en bloques de imagen BB con por ejemplo 8X8 puntos de imagen. El procesamiento posterior dentro del codificador JPEG JC se basa en estos bloques de imagen. Cada bloque de imagen se transforma primeramente mediante la transformación de coseno discreta FDCT al dominio de la frecuencia. Entonces resultan los coeficientes X. Cada coeficiente X se somete a una cuantificación FQ, controlándose la cuantificación, es decir, el factor de cuantificación Q mediante la primera tabla TS1. Entonces se genera el coeficiente cuantificado Z. A continuación se realiza una codificación de entropía, por ejemplo una codificación Huffman, mediante un codificador de entropía EC, que se controla con ayuda de una segunda tabla TS2. A la salida de la codificación de entropía se escriben datos de imagen codificados en un fichero JDS.

30 La figura 2 muestra a modo de ejemplo una representación simplificada de una unidad decodificadora de un decodificador JPEG JD. Los datos de imagen codificados son leídos a partir del fichero JDS y conducidos al decodificador de entropía ED para la decodificación de entropía. El decodificador de entropía ED es controlado mediante la segunda tabla TS2. A la salida del decodificador de entropía se dispone de los coeficientes cuantificados Z. Estos se someten a continuación a una cuantificación inversa mediante un módulo de cuantificación inversa FIQ, controlando la primera tabla TS1 la cuantificación inversa. El módulo de cuantificación inversa FIQ aporta coeficientes Y reconstruidos. Finalmente se transforman éstos mediante la transformación de coseno inversa discreta IDCT del dominio de la frecuencia al dominio del espacio y se colocan en la imagen reconstruida IM' en la correspondiente posición espacial.

40 La cuantificación es un método utilizado a menudo dentro de técnicas de compresión con pérdidas. Con ayuda de la siguiente ecuación puede representarse la función de la cuantificación:

$$z = \left\lfloor \frac{x}{Q} \right\rfloor \tag{1}$$

45 Significando X el valor o coeficiente no cuantificado, Z el valor cuantificado o coeficiente cuantificado y Q el factor de cuantificación. La expresión  $\lfloor \cdot \rfloor$  señala que todos los decimales se borran, es decir, la ecuación (1) describe una división con un resultado de cálculo de número entero.

50 Si se representan por ejemplo los coeficientes X con 8 bits, entonces puede asumir el coeficiente X un valor en el dominio de números de 0 a 255. Mediante la cuantificación se reduce en función del factor de cuantificación Q el tamaño del dominio de números de los coeficientes cuantificados Z. Si por ejemplo el factor de cuantificación es Q=8 y se utiliza la ecuación (1) para calcular los coeficientes cuantificados, entonces pueden asumir los coeficientes cuantificados Z sólo un valor numérico de 0 a 15. Los factores de cuantificación Q mayores provocan un aumento del coeficiente de compresión.

Para reconstruir el coeficiente X inicialmente no cuantificado puede utilizarse la siguiente segunda ecuación:

$$Y = Z * Q \tag{2}$$

60 correspondiendo esta ecuación a una cuantificación inversa y representando el signo Y el valor reconstruido o coeficiente reconstruido.

Eliminando los decimales en la ecuación (1) se pierde información, por lo que a menudo el coeficiente reconstruido Y no coincide con el coeficiente X, es decir,  $Y \neq X$ . En este caso resulta un primer error de cuantificación QF1, que por ejemplo puede calcularse numéricamente mediante la siguiente ecuación:

5

$$QF1 = (X - Y)^2 = (X - Q * Z)^2 = \left( X - Q * \left\lfloor \frac{X}{Q} \right\rfloor \right)^2 \quad (3)$$

La ecuación (3) es simplemente una posible forma de cálculo del primer error de cuantificación QF1. Para más explicaciones remitimos por ejemplo a la literatura [1] capítulo 2.2.1.2.

10

Para reducir el primer error de cuantificación QF1 puede introducirse dentro de la cuantificación inversa un valor de corrección. Para ello se describirán más en detalle dos ejemplos. Mediante la ecuación

$$Y = \left( Z + \frac{1}{2} \right) * Q \quad (4)$$

15 se reduce el error de cuantificación. No obstante la ecuación (4) aporta un bajo error de cuantificación sólo para coeficientes X de distribución uniforme dentro del intervalo de cuantificación determinado por el factor de cuantificación Q. En coeficientes X que no son de distribución uniforme no aporta la ecuación (4) un error de cuantificación mínimo.

20 Un segundo ejemplo se describe mediante la ecuación

$$Y = (Z + KW) * Q \quad (5)$$

25 Aquí se logra mediante un valor de corrección KW una adaptación a coeficientes X no distribuidos uniformemente. Por el software de videocodificación que se suministra con el documento [2] se conoce por ejemplo el ajuste fijo del valor de corrección KW=1/3 para coeficientes INTRA e INTER-codificados y del valor de corrección KW=1/6 para coeficientes X codificados en RESIDUAL. Bajo el concepto codificación en RESIDUAL se entiende por ejemplo una codificación bidireccional.

30 Sorial y colab. "Estimating Laplacian parameters of DCT coefficients for requantization in the transcoding of MPEG-2 video" (Estimación de parámetros laplacianos de coeficientes DCT para volver a cuantificar en la transcodificación de video MPEG-2) describen un método para evitar errores en la cuantificación repetida durante una transcodificación.

35 Un documento de Price J R y colab. "Biased reconstruction for JPEG decoding" (Reconstrucción parcial para decodificación JPEG) se ocupa de una reconstrucción de datos JPEG considerando una estimación de una distribución de Laplace.

40 Además se ocupa un documento de Kwang-Deok Seo y colab. "Laplacian model-based inverse quantization for DCT-based image codec system" (Cuantificación inversa basada en modelo laplaciano para sistema codec de imagen basado en DCT) de una cuantificación inversa para sistemas codificadores de imagen basados en DCT en base a un modelo de Laplace.

45 La invención tiene como tarea básica indicar un procedimiento y un dispositivo que reduzca/n un error de cuantificación en un procedimiento de compresión respecto al estado de la técnica de manera sencilla.

Esta tarea se resuelve partiendo del procedimiento según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 2 mediante sus características. Además se resuelve esta tarea partiendo del dispositivo según el preámbulo de las reivindicaciones 17 y 18 mediante sus características caracterizadoras.

50

Otros perfeccionamientos de la invención se reproducen en las reivindicaciones subordinadas.

55 En el procedimiento para reducir un error de cuantificación en una cuantificación inversa de un coeficiente cuantificado en el marco de un procedimiento de compresión, en el que el error de cuantificación describe la diferencia entre el coeficiente cuantificado tras la cuantificación inversa y el correspondiente coeficiente antes de una cuantificación, se elige al menos un parámetro característico de la compresión del coeficiente cuantificado, eligiéndose al menos dos parámetros característicos en el caso de que uno de ambos parámetros característicos corresponda a un modo de predicción en el tiempo, se selecciona en función del parámetro característico elegido, de

los que al menos hay uno, un valor de corrección, que ejecuta la cuantificación inversa tras añadir el valor de corrección y el coeficiente cuantificado.

5 Mediante la utilización de al menos un parámetro característico para elegir el valor de corrección puede encontrarse un valor de corrección óptimo que tenga en cuenta características estadísticas del parámetro característico, de los que al menos hay uno, en cuanto a los coeficientes cuantificados y con ello dé como resultado un error de cuantificación inferior al que se tendría sin tener esto en cuenta. Además teniendo en cuenta varios parámetros característicos puede encontrarse el correspondiente valor de corrección óptimo, que para un coeficiente cuantificado que se codifica con estos parámetros característicos da como resultado un error de cuantificación muy  
10 pequeño. En general desciende el error de cuantificación al aumentar los parámetros característicos tenidos en cuenta. Además puede realizarse la averiguación del o de los valor/es de corrección óptimos offline, con lo que durante la ejecución del procedimiento de compresión se necesita un coste de procesamiento inferior para seleccionar el valor de corrección. Offline significa en este contexto que en particular con ayuda de una o varias secuencias de prueba para uno o varios parámetros característicos se determinan valores de corrección óptimos.  
15 Estos valores de corrección óptimos determinados pueden entonces incluirse en la cuantificación inversa de los coeficientes cuantificados para una rápida determinación del valor de corrección. El inferior coste de procesamiento es muy ventajoso especialmente en aparatos pequeños, como por ejemplo teléfonos móviles, ya que esto implica un bajo consumo de corriente.

20 Preferiblemente se consideran como parámetros característicos el coeficiente cuantificado, un factor de cuantificación, el tamaño de un bloque, conteniendo un bloque varios coeficientes cuantificados e incluyendo este bloque con el tamaño del bloque el coeficiente cuantificado, al menos un valor de frecuencia, representando el coeficiente cuantificado una amplitud del valor de frecuencia, de los que al menos hay uno y/o el modo de predicción en el tiempo, en particular un modo de predicción INTRA, un modo de predicción INTER y/o un modo de predicción  
25 RESIDUAL. Utilizando uno o varios de estos parámetros característicos pueden adaptarse valores de corrección óptimamente a características de codificación del coeficiente cuantificado.

En una forma de ejecución alternativa se genera una función de estimación en dependencia de al menos un parámetro característico para al menos un valor de corrección, en particular sobre la base de al menos una  
30 secuencia de prueba y se averigua mediante el procedimiento de compresión el valor de corrección mediante la función de estimación. De esta manera se logra una simplificación en la selección del valor de corrección, ya que el valor de corrección puede tomarse a partir de la función de estimación. Si además se utilizan distintas funciones de estimación para al menos dos parámetros característicos, entonces puede adaptarse cada función de estimación con más exactitud a las características estadísticas de los parámetros característicos utilizados. En la  
35 videocodificación se ha comprobado que como función de estimación es buena una función de Laplace, ya que la misma se aproxima bien a la distribución de los coeficientes cuantificados.

Si se determina además el valor de corrección con otro método distinto al de la función de estimación se genera utilizando una función de estimación un valor estimado para el valor de corrección, se genera un valor diferencial a  
40 partir del valor de corrección y del valor estimado y se transmite el valor diferencial desde un equipo codificador del procedimiento de compresión a un dispositivo decodificador del procedimiento de compresión, entonces se mantiene reducida la cantidad de datos a transmitir para señalar los valores de corrección, ya que sólo se transmiten valores diferenciales.

45 Preferiblemente se transmiten varios valores de corrección o valores diferenciales desde un equipo codificador del procedimiento de compresión a un dispositivo decodificador del procedimiento de compresión. Entonces no sólo se asigna un valor de corrección a un parámetro característico, sino que en función del valor del parámetro característico puede elegirse un valor de corrección optimizado.

50 Si además se realiza antes de la transmisión una linealización por unidades de los valores de corrección y/o valores diferenciales en función de un parámetro característico, de los que al menos hay uno, entonces puede reducirse aún más la cantidad de datos a transmitir para el valor de corrección y los valores diferenciales.

Preferiblemente se determina en base a la elección de al menos un parámetro característico un valor de corrección tal que el error de cuantificación de un grupo de coeficientes cuantificados se minimiza con los parámetros  
55 característicos de la elección, realizándose la correspondiente cuantificación inversa tras una adición del valor de corrección y del coeficiente cuantificado del grupo de coeficientes. Con esta ampliación puede determinarse un valor de corrección casi óptimo. Si se crea además un nuevo grupo de coeficientes en un determinado instante, determinándose este instante mediante instantes fijamente predeterminados o mediante un conjunto de coeficientes ya cuantificados, entonces puede adaptarse el valor de corrección para un grupo de coeficientes en función de  
60 coeficientes cuantificados ya procesados y con ello reducirse aún más el error de cuantificación.

Preferiblemente se elige como procedimiento de compresión un procedimiento de videocodificación, en particular según el estándar H.264, ya que precisamente en el procedimiento de videocodificación puede lograrse en una  
65 aplicación del procedimiento correspondiente a la invención una mejora clara de la calidad de la imagen.

Además se toma el grupo de coeficientes correspondiente a los coeficientes cuantificados a partir de al menos un bloque de imagen o al menos un grupo de bloques de imagen o al menos una imagen. De esta manera puede determinarse para las estructuras de codificación predeterminadas para el procedimiento de compresión, por ejemplo procedimiento de videocodificación, un grupo de coeficientes y el correspondiente valor de corrección óptimo y mantenerse mínimo el correspondiente error de cuantificación.

Además se refiere la invención a un dispositivo para reducir un error de cuantificación en una cuantificación inversa de un coeficiente cuantificado en el marco de un procedimiento de compresión, describiendo el error de cuantificación la diferencia entre el coeficiente cuantificado tras la cuantificación inversa y el correspondiente coeficiente antes de una cuantificación, en el que una unidad de corrección está configurada tal que se elige al menos un parámetro característico de la compresión del coeficiente cuantificado, eligiéndose al menos dos parámetros característicos en el caso de que uno de ambos parámetros característicos corresponda a un modo de predicción en el tiempo, seleccionándose en función de un parámetro característico elegido, de los que al menos hay uno, un valor de corrección, y ejecutándose la cuantificación inversa tras la adición del valor de corrección y del coeficiente cuantificado. Mediante el dispositivo resulta posible implementar y ejecutar el procedimiento correspondiente a la invención. Preferiblemente está dotado el dispositivo de una unidad de análisis del valor de corrección, que está configurada tal que en base a la elección de al menos un parámetro característico se determina un valor de corrección tal que se minimiza el error de cuantificación de un grupo de coeficientes cuantificados con los parámetros característicos de la elección, realizándose la correspondiente cuantificación inversa tras una adición del valor de corrección y el coeficiente cuantificado del grupo de coeficientes. Mediante la utilización de la unidad de análisis de valores de corrección se logra un valor de corrección mínimo mediante la formación de un grupo de coeficientes, estando codificados los coeficientes cuantificados del grupo de coeficientes con los mismos parámetros característicos que aquel coeficiente cuantificado para el que debe determinarse el valor de corrección óptimo. Mediante la formación del grupo de coeficientes se logra generar uno o varios valores de corrección, que por ejemplo representan para todos los coeficientes cuantificados dentro del grupo de coeficientes los valores de corrección óptimos.

La invención y sus perfeccionamientos se describirán a continuación más en detalle en base a dibujos.

Se muestra en:

- figura 1 estructura esquemática de un codificador JPEG (estado de la técnica);
- figura 2 estructura esquemática de un decodificador JPEG (estado de la técnica);
- figura 3 estructura modificada de un decodificador JPEG para generar valores de corrección para el procedimiento correspondiente a la invención;
- figura 4 representación de valores de corrección optimizados en función de etapas de cuantificación;
- figura 5 estructura modificada de un decodificador JPEG para realizar el procedimiento correspondiente a la invención considerando valores de corrección;
- figura 6 representación de valores de corrección óptimos en función de coeficientes cuantificados y factores de cuantificación;
- figura 7 representación de valores diferenciales normalizados en función de factores de cuantificación;
- figura 8 representación de la correspondiente calidad de imagen de dos señales de video codificadas;
- figura 9 sistema con servidor de video y un aparato terminal móvil para realizar el procedimiento correspondiente a la invención.

Los elementos con la misma función y forma de actuación están dotados en las figuras 1 a 9 de las mismas referencias.

Las figuras 1 y 2 se han explicado extensamente en la introducción, con lo que aquí no entraremos más en detalle en relación con estas figuras.

Con ayuda de las figuras 3 y 5 se describirá más en detalle el procedimiento correspondiente a la invención. La figura 3 se basa en la figura 1, habiéndose complementado con una unidad de valores de corrección KWE. En la figura 3 se generan a partir de una imagen IM datos comprimidos, que se memorizan en un primer fichero JDS1. En la cuantificación con el factor de cuantificación Q se genera para cada coeficiente X un coeficiente cuantificado Z. Entonces se llevan como bloque de coeficientes el factor de cuantificación Q, el coeficiente X y el coeficiente

cuantificado Z a la unidad de valores de corrección KWE. La unidad de valores de corrección KWE memoriza por ejemplo un primer error de cuantificación QF1, generado a partir de  $QF1=(X-Z*Q)^2$ . Además se memoriza para cada primer error de cuantificación QF1 el factor de cuantificación Q entonces utilizado. La siguiente tabla muestra esto a modo de ejemplo en base a cinco bloques de coeficientes, estando numerados estos bloques de coeficientes con un número de 1 a 5:

Nº	X	Z	Q	QF1	KW	Y
1	100	12	8	16	5/16	98,5
2	117	23	5	4	2/5	117
3	37	7	5	4	2/5	37
4	47	15	3	4	2/3	47
5	105	13	8	1	5/16	106,5

Si por ejemplo es el coeficiente X=100 y el factor de cuantificación Q=8, entonces resulta el coeficiente cuantificado Z=12 y el primer error de cuantificación es QF1=16. A continuación determina la unidad de valor de corrección KWE un valor de corrección KW, que minimiza un error de cuantificación QF tras la cuantificación inversa utilizando la ecuación (5). Si se considera el valor de corrección KW en el cálculo, entonces resulta un error de cuantificación QF:

$$QF = (X - Y)^2 = (X - Q * (Z + KW))^2 = (X - Q * Z - KW * Q)^2 \quad (6)$$

Para averiguar el valor de corrección óptimo KW se minimiza la ecuación (6) en función del valor de corrección, por ejemplo deduciéndose según el valor de corrección KW y colocándose en cero, es decir,

$$QF' = 2 * (X - Q * Z - KW * Q) * (-Q) = 2 * (\sqrt{QF1} - Q * KW) * (-Q) = 0 \quad (7)$$

Cuando debe determinarse el error de cuantificación QF para el valor de corrección KW para más de un bloque de coeficientes, se suman los errores de cuantificación deducidos QF' de los correspondientes bloques de coeficientes y el resultado de la adición se coloca en cero. Aquellos coeficientes cuantificados que se consideran en este cálculo se reúnen en un grupo de coeficientes G. Los coeficientes cuantificados del grupo de coeficientes G se designan con la referencia Zn. Utilizando la ecuación (7) es por ejemplo para el cuarto bloque de coeficientes con el factor de cuantificación Q=3 el valor de corrección óptimo KW=2/3. Para el primer y el quinto bloque de coeficientes con el factor de cuantificación Q=8 es el valor de corrección óptimo común KW=5/16. En la tabla anterior se han inscrito los valores de corrección KW óptimos. Los valores de corrección KW óptimos determinados se memorizan por ejemplo en el primer fichero JDS1. Este o estos valores de corrección KW se denominan óptimos, ya que alcanzan errores de cuantificación QF mínimos según la ecuación (7). La presente invención no queda limitada a la utilización de las ecuaciones (6) y (7) para averiguar el/los valor/es de corrección óptimo/s KW. Antes bien puede utilizarse para ello cualquier método de optimización como por ejemplo probar con distintos valores de corrección KW. También puede utilizarse para generar los valores de corrección KW para cada etapa de cuantificación Q distintos métodos de optimización. Esto rige análogamente para el caso de que se utilicen otros parámetros característicos P distintos a la etapa de cuantificación Q.

En una forma de ejecución alternativa puede determinarse un valor de corrección KW óptimo para todos los factores de cuantificación Q, sumando los errores de cuantificación QF' deducidos de los correspondientes bloques de coeficientes y colocando el resultado en cero. Para el citado ejemplo de ejecución resulta el valor de corrección KW=6/17.

En la figura 4 se traza a modo de ejemplo una función de valores de corrección óptimos KW en función de factor de cuantificación Q. Esta función se designa en la figura 4 con la referencia KW(Q).

En la figura 5 puede verse una unidad decodificadora, basada en la unidad decodificadora de la figura 2. Aquí se leen adicionalmente a la figura 2 uno o varios valores de corrección KW a partir de los primeros datos JDS1 en la decodificación de los datos de imagen codificados, por ejemplo mediante una unidad de análisis de valores de corrección KWA. Antes de la cuantificación inversa mediante el módulo de cuantificación inversa FIQ se añade al coeficiente cuantificado Z el correspondiente valor de corrección KW. A continuación se realiza la cuantificación inversa. En una forma de ejecución alternativa puede añadirse sólo después de la cuantificación inversa el valor KW\*Q al coeficiente reconstruido Y. Así resulta el coeficiente reconstruido Y=Z\*Q+KW\*Q. En la tabla anterior se han tomado los coeficientes reconstruidos Y con los valores de corrección KW óptimos.

En los ejemplos de las figuras 3 y 5 se han determinado los valores de corrección óptimos KW considerando el correspondiente factor de cuantificación Q. Aquí se toma como base el conocimiento de que una distribución de frecuencias de los coeficientes X varía en función del factor de cuantificación Q y con ello puede lograrse mediante un valor de corrección KW correspondiente a cada factor de cuantificación Q un error de cuantificación QF mínimo.

- 5 El factor de cuantificación Q es solamente uno de los posibles parámetros característicos P que puede tenerse en cuenta al determinar el o los valores de corrección KW óptimos. Alternativamente se considera por ejemplo en lugar del factor de cuantificación Q el coeficiente de cuantificación Z como parámetro característico P. Entonces puede formarse para uno o varios coeficientes cuantificados Z el correspondiente grupo de coeficientes G y generarse para cada grupo de coeficientes G un valor de corrección KW óptimo. Por ejemplo se dividen los coeficientes cuantificados Z en la gama de valores de 0 a 9 y en la gama de 10-20 en dos grupos de coeficientes G separados y se calcula para cada grupo de coeficientes G un valor de corrección KW óptimo.
- 10 En otra variante del procedimiento correspondiente a la invención se utilizan al menos dos parámetros característicos P para formar el grupo de coeficientes G y con ello para determinar el o los valores de corrección KW óptimos. En la figura 6 se han determinado para los factores de cuantificación Q=20, Q=50, Q=100 y Q=200 respectivas funciones de valores de corrección KW óptimos en función del coeficiente cuantificado Z. Una tal función se designa en la figura 6 por ejemplo con KW (Z,Q=200), indicando esta expresión que para un factor de cuantificación Q=200 el valor de corrección KW óptimo puede tomarse en función del coeficiente cuantificado Z a partir de esta función. Así resulta un valor de corrección KW óptimo para el factor de cuantificación Q=200 y el coeficiente cuantificado Z=200 para  $KW=KW(Z=200, Q=200) = 0,35$ . Cuando se utilizan varios parámetros característicos P puede por ejemplo utilizarse un procedimiento Lagrange para determinar el valor de corrección KW óptimo.
- 15 El procedimiento correspondiente a la invención se utiliza por ejemplo en un procedimiento de videocodificación. Entonces pueden utilizarse adicional y/o alternativamente, además del factor de cuantificación Q y/o el coeficiente cuantificado Z, también los siguientes parámetros característicos P para determinar el valor de corrección KW óptimo.
- 20 - Tamaño de bloque BG:
- En procedimientos de videocodificación basados en bloques se dividen los datos de imagen en bloques de imagen con un tamaño de bloque BG de por ejemplo 4x4, 8x8 o 16x16 puntos de imagen. En función del tamaño del bloque BG correspondiente al bloque de imagen BB, en el que se encuentra el coeficiente cuantificado Z, puede encontrarse un valor de corrección KW óptimo para el coeficiente cuantificado Z.
- 25 - Valor de frecuencia FW:
- En un procedimiento de compresión basado en bloques, como por ejemplo JPEG o H.264, se transforman bloques de imagen de un tamaño de 8x8 puntos de imagen del dominio del espacio al dominio de la frecuencia o bien del dominio de la frecuencia al dominio del espacio. En la figura 1 se realiza esto mediante la transformación de coseno discreta FDCT y la transformación inversa de coseno IDCT, respectivamente. Al respecto representa cada coeficiente X y con ello también el correspondiente coeficiente cuantificado Z dentro del bloque de imagen transformado un valor de frecuencia FW bidimensional específico, correspondiendo la amplitud del valor de frecuencia FW al coeficiente X. Así se crea por ejemplo para cada valor de frecuencia FW el correspondiente valor de corrección KW óptimo. Además puede formarse un grupo G de coeficientes cuantificados Z a partir de varios valores de frecuencia FW. Así se genera por ejemplo para el valor de frecuencia FW con una componente de continua DC y para todos los otros valores de frecuencias FW, es decir, para las componentes que no son de continua AC, en cada caso un valor de corrección KW óptimo propio.
- 30 - Modo de predicción en el tiempo PM:
- En procedimientos de compresión puede utilizarse para aumentar el coeficiente de compresión una predicción en el tiempo. El especialista conoce tales predicciones en el tiempo como modo de INTRA-predicción INTRA, modo de INTER-predicción INTER y modo de predicción RESIDUAL RES, por ejemplo a partir de [1] ó [2], por lo que no entraremos más en su forma de funcionar. Así se codifica por ejemplo el coeficiente X mediante el modo de INTER-predicción. En la determinación del valor de corrección KW óptimo se elige como parámetro característico P el modo de inter-predicción.
- 35 En el siguiente ejemplo se asigna en base a tres parámetros característicos P en cada caso un valor de corrección KW óptimo.

PM	FW	BG	KW
INTRA	DC	4x4	0,43
INTRA	AC	4x4	0,27
INTRA	AC	16x16	0,33
INTER	DC	4x4	0,12
INTER	AC	4x4	0,22
INTER	AC	16x16	0,55
RES	DC	4x4	0,05
RES	AC	4x4	0,30

5 Esta tabla con valores de corrección KW indica que por ejemplo un coeficiente cuantificado Z, que se ha codificado con los parámetros característicos P "INTRA AC 16x16", se cuantifica a la inversa con el valor de corrección KW=0,33. Si no se encuentra para un coeficiente cuantificado Z ningún registro correspondiente en esta tabla, entonces se elige a partir de la tabla aquella combinación de parámetros característicos P más próxima a los parámetros característicos P del coeficiente cuantificado Z. Si el coeficiente cuantificado Z se codificó por ejemplo con "INTER AC 4x8" entonces podría elegirse la combinación "INTER AC 4x4", que es la más próxima a la "INTER AC 4x8" y determinarse que el valor de corrección es KW=0,22.

10 Además puede ser conveniente utilizar un parámetro característico P, por ejemplo el modo de predicción en el tiempo PM, no aislado sino sólo en combinación con otro parámetro característico P, por ejemplo el tamaño de bloque BG.

15 En los ejemplos expuestos hasta ahora se ha utilizado el valor de corrección KW en la cuantificación inversa en la unidad decodificadora. Muchos procedimientos de compresión, como por ejemplo el estándar de videocodificación MPEG-4, decodifican los datos de imagen codificados para poder recurrir en el marco del modo de INTER-predicción a imágenes precedentes en el tiempo. En este caso se realiza también una cuantificación inversa de los coeficientes cuantificados Z. Entonces puede utilizarse también el procedimiento correspondiente a la invención, pero debería quedar asegurado que la unidad codificadora y la unidad decodificadora en la cuantificación inversa de un coeficiente cuantificado Z especial utilizan el mismo valor de corrección KW. Por lo demás no funcionan la unidad codificadora y la unidad decodificadora de manera síncrona y el procedimiento de compresión aporta imágenes IM' decodificadas defectuosamente.

25 A continuación se describirá más en detalle la formación del grupo de coeficientes G. En el ejemplo de ejecución correspondiente a la figura 3 se codifica primeramente la imagen IM por completo. A continuación se forman uno o varios grupos de coeficientes G, considerando cada grupo de coeficientes G coeficientes cuantificados Zn con al menos un parámetro característico P. Así se reúnen por ejemplo todos los coeficientes cuantificados con el factor de cuantificación Q=5 en un grupo de coeficientes G y para este grupo de coeficientes G se minimiza el error de cuantificación QF o bien se determina un valor de corrección KW óptimo. En lugar de considerar todos los coeficientes cuantificados, pueden considerarse sólo determinados coeficientes cuantificados para formar uno o varios grupos de coeficientes G. Así pueden considerarse los coeficientes cuantificados Zn de al menos un bloque de imagen BB y/o de al menos un grupo GOB de bloques de imagen y/o de al menos una imagen IM.

35 Además puede ser conveniente en la práctica crear mientras se ejecuta un procedimiento de compresión al menos un nuevo grupo de coeficientes G y minimizar para este grupo de coeficientes G recién creado el error de cuantificación QF o bien calcular uno o varios valores de corrección KW optimizados. El momento en el que esto se realiza depende por ejemplo de un conjunto de coeficientes Z ya cuantificados o bien se realiza en instantes TO fijamente prescritos.

40 En una forma alternativa de ejecución del procedimiento correspondiente a la invención se utiliza para seleccionar el valor de corrección KW una función de estimación SF. Esta función de estimación SF tiene la tarea de que pueda obtenerse un valor de corrección KW a partir de esta función de estimación SF. Supongamos por ejemplo que debe utilizarse una función de estimación SF para el parámetro característico P tamaño del bloque BG con los tamaños 4x4, 8x8 y 16x16 para el procedimiento de videocompresión H.264. Para determinar esta función de estimación SF se codifica offline por ejemplo con ayuda de una o varias secuencias de prueba con los tamaños de bloque BG 4x4, 8x8 y 16x16 y se forma para cada uno de estos tamaños de bloque un grupo de coeficientes G a partir de los coeficientes cuantificados Z de estas secuencias de prueba. A continuación se determina para cada uno de estos grupos de coeficientes G el valor de corrección KW óptimo, por ejemplo  $KW(BG=4x4) = 0,7$ ,  $KW(BG=8x8)=0,5$  y  $KW(BG=16x16)=0,2$ . La función de estimación SF reproduce así en los lugares  $BG=4x4$ ,  $BG=8x8$  y  $BG=16x16$  el correspondiente valor de corrección KW óptimo. Esta función de estimación SF se archiva en la unidad codificadora y/o decodificadora y puede utilizarse para la codificación y/o decodificación para seleccionar un valor de corrección

KW al ejecutarse un procedimiento de compresión. Aquí es ventajoso que la determinación de la función de estimación SF pueda realizarse offline. Además es ventajosa la utilización de la función de estimación SF, ya que en comparación con los ejemplos de ejecución de la figura 3 y la figura 5 puede suprimirse la transmisión del o de los valores de corrección KW, ya que tanto la unidad codificadora como también la unidad decodificadora pueden obtener el valor de corrección KW a partir de la función de estimación SF.

La función de estimación SF puede también formarse en función de varios parámetros característicos P. Además de la determinación por cálculo de la función de estimación SF, puede también utilizarse una función estadística, como por ejemplo una función de Laplace, que representa una aproximación a una función de estimación determinada por cálculo. En la figura 4 puede observarse una función de estimación SF(Q) en función del factor de cuantificación Q. Esta función de estimación SF(Q) se desvía en la figura 4 para grandes factores de cuantificación Q de los valores de corrección KW óptimos. Para ello, según una ampliación del procedimiento correspondiente a la invención, puede formarse un valor diferencial UW que caracteriza esta diferencia, por ejemplo  $UW = SF - KW$ . La figura 7 muestra una función de valores diferenciales UW en dependencia del factor de cuantificación Q. Esto se señala con la referencia  $UW''(Q)$ . Al respecto representa el valor uno de forma normalizada el máximo valor diferencial. Este valor diferencial UW o bien una función con valores diferenciales puede transmitirse de la unidad codificadora a la unidad decodificadora y se tiene en cuenta a continuación en la cuantificación inversa, como por ejemplo en un determinado factor de cuantificación Q resulta  $Y = (Z + SF - UW) * Q$ . En el ejemplo de las figuras 3 y 5 se memoriza el valor diferencial UW en los primeros datos JDS1. En el ejemplo de la figura 3 puede determinarse la función de estimación SF y/o el valor diferencial UW en la unidad de valores de corrección KWE. En el ejemplo de ejecución de la figura 5 puede procesarse la función de estimación SF y/o el valor diferencial UW con ayuda de la unidad de análisis de valores de corrección KWA.

Tanto para transmitir como también para memorizar la función de estimación SF y/o la función de los valores diferenciales UW, debe transmitirse y/o archivar un una gran cantidad de datos. Esto puede realizarse por ejemplo en forma de tabla. Para reducir esta cantidad de datos puede realizarse antes de la transmisión o memorización una linealización por unidades de la función de estimación y/o de la función de los valores diferenciales. Esto se representa la figura 7 con la función en línea discontinua, señalada con  $UW''(Q)$ . La determinación de la linealización por unidades u otros métodos para la linealización pueden tomarse por ejemplo de los capítulos 3 y 4 del documento [3].

En los ejemplos de ejecución descritos hasta ahora se han utilizado valores positivos para los coeficientes X y/o coeficientes cuantificados Z. El procedimiento correspondiente a la invención puede utilizarse tanto con valores positivos como también con valores negativos. Además puede asumir también el valor de corrección KW un valor positivo o negativo.

Con ayuda de las figuras 3 y 5 se ha descrito el procedimiento correspondiente a la invención. En general representa la figura 5 una unidad codificadora JC, que puede realizar en lugar de un procedimiento de codificación de imagen, como por ejemplo JPEG, también otros procedimientos de compresión, como por ejemplo un procedimiento de videocodificación o un procedimiento de audiocodificación. Si la unidad codificadora EC es un procedimiento de videocodificación, entonces pueden considerarse en lugar o además del factor de cuantificación Q también el tamaño del bloque BG, al menos un valor de frecuencia FW o/y el modo de predicción en el tiempo PM como parámetros característicos P. Esto se muestra en la figura 3 con trazo discontinuo. Esto rige de manera análoga para la figura 5, representando en general la referencia JD una unidad decodificadora de un procedimiento de compresión.

En la figura 8 se reproduce en función de una velocidad de bits BR de una videosecuencia codificada en kilobits por segundo kbit/s una calidad de imagen PSNR(dB) de la videosecuencia codificada. La calidad de la imagen PSNR(dB) se mide en forma de la magnitud de error PSNR conocida en la videocodificación ( $PSNR = \text{Peak-Signal-Noise-Ratio}$ , relación señal a ruido de pico). Cuanto mayor sea el valor PSNR, tanto mejor es la calidad de la imagen. La función representada con línea continua es una señal de video codificada VSO de una secuencia de video sin utilizar el procedimiento correspondiente a la invención. La función con la línea discontinua muestra una señal de video VSM codificada optimizada de la misma secuencia de video que la señal de video codificada VSO, habiéndose utilizado el procedimiento correspondiente a la invención. Puesto que la señal de video VSM codificada optimizada se encuentra por encima de la señal de video VSO codificada, muestra la señal de video VSM codificada optimizada, a igualdad de velocidad de datos BR, una calidad de imagen mejorada. Esta mejora aumenta al aumentar la velocidad de datos.

La figura 9 muestra un sistema de videostreaming que incluye un servidor de video VS y un aparato terminal móvil MG, en particular según el estándar GSM (GSM-Global System for Mobile Communications, sistema global para comunicaciones móviles). El servidor de video VS utiliza, además de un algoritmo de compresión, el procedimiento correspondiente a la invención para generar una señal de video VSM codificada optimizada, realizándose el procedimiento correspondiente a la invención mediante la unidad de valores de corrección KWE. La señal de video VSM optimizada codificada incluye, además de datos de imagen comprimidos, uno o varios valores de corrección KW. La señal de video VSM codificada optimizada se transmite a través de un canal de transmisión ÜB al aparato

- 5 terminal móvil MG. Este canal de transmisión ÜB transmite por ejemplo mediante una red de línea física, en particular mediante el estándar LAN (LAN-Local Area Network, red de área local) o mediante una red inalámbrica, en particular mediante el estándar WLAN (WLAN-Wireless Local Area Network, red de área local inalámbrica) o el estándar UMTS (UMTS-Universal Mobile Telecommunications System, sistema universal de telecomunicaciones móviles). El aparato terminal móvil MG decodifica la señal de video VSM codificada optimizada recibida y utiliza la unidad de análisis de valores de corrección KWA para llevar a cabo el procedimiento correspondiente a la invención.

**Bibliografía**

- 10 [1] Shi y Sun "Image and video compression for multimedia engineering" (Compresión de imagen y video para ingeniería multimedia), CRC-Press, 2000
- [2] ITU-T e ISO/IEC JTC1, "JSVM 1 Software", JVT-N024, enero 2005
- 15 [3] Prof. Dr.-Ing E Schrüfer, "Signalverarbeitung" (Procesamiento de señales), 2ª edición, 1992, Editorial Hanser, ISBN 3-446-16563

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para reducir un error de cuantificación (QF) en una cuantificación inversa de un coeficiente cuantificado (Z) en el marco de un procedimiento de compresión, en el que el error de cuantificación (QF) describe la diferencia entre el coeficiente cuantificado (Z) tras la cuantificación inversa y el correspondiente coeficiente (X) antes de una cuantificación,  
**caracterizado porque**
  - 10 – se elige al menos un parámetro característico (P) para la compresión del coeficiente cuantificado (Z), siendo el parámetro característico (P) o bien los parámetros característicos (P) distintos de un modo de predicción en el tiempo (PM),
  - en función del parámetro característico (P) elegido, de los que al menos hay uno, se selecciona un valor de corrección (KW),
  - 15 – la cuantificación inversa se realiza tras añadir el valor de corrección (KW) y el coeficiente cuantificado (Z),
  - como parámetro característico (P), se considera un tamaño de bloque (BG), conteniendo un bloque varios coeficientes cuantificados e incluyendo este bloque con el tamaño de bloque (BG) el coeficiente cuantificado (Z).
  
- 20 2. Procedimiento para reducir un error de cuantificación (QF) en una cuantificación inversa de un coeficiente cuantificado (Z) en el marco de un procedimiento de compresión, en el que el error de cuantificación (QF) describe la diferencia entre el coeficiente cuantificado (Z) tras la cuantificación inversa y el correspondiente coeficiente (X) antes de una cuantificación,  
**caracterizado porque**
  - 25 – se eligen al menos dos parámetros característicos (P) para la compresión del coeficiente cuantificado (Z), correspondiendo uno de ambos parámetros característicos (P) distintos a un modo de predicción en el tiempo (PM),
  - en función del parámetro característico (P) elegido, de los que al menos hay uno, se selecciona un valor de corrección (KW),
  - 30 – la cuantificación inversa se realiza tras añadir el valor de corrección (KW) y el coeficiente cuantificado (Z),
  - como parámetro característico (P), se considera un tamaño de bloque (BG), conteniendo un bloque varios coeficientes cuantificados e incluyendo este bloque con el tamaño de bloque (BG) el coeficiente cuantificado (Z).
  
- 35 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2,  
**caracterizado porque** como parámetro característico (P) se considera el coeficiente cuantificado (Z).
  
- 40 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** como parámetro característico (P) se considera un factor de cuantificación (Q).
  
- 45 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** como parámetro característico (P) se considera al menos un valor de frecuencia (FW), representando el coeficiente cuantificado (Z) una amplitud del valor de frecuencia (FW), de los que al menos hay uno.
  
- 50 6. Procedimiento según la reivindicación 2,  
**caracterizado porque** como parámetro característico (P) se considera el modo de predicción en el tiempo (PM), en particular un modo de INTRA-predicción (PM\_INTRA), un modo de INTER-predicción (PM\_INTER) y/o un modo de predicción RESIDUAL (PM\_RES).
  
- 55 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** se genera una función de estimación (SF) en función de al menos un parámetro característico (P) para al menos un valor de corrección (KW), en base a al menos una secuencia de prueba y se determina mediante el procedimiento de compresión el valor de corrección (KW) mediante la función de estimación (SF).
  
- 60 8. Procedimiento según la reivindicación 7,  
**caracterizado porque** se utiliza la respectiva función de estimación (SF) para al menos dos parámetros característicos (P), siendo diferentes las correspondientes funciones de estimación (SF).
  
9. Procedimiento según la reivindicación 7 u 8,  
**caracterizado porque** como función de estimación (SF) se utiliza una función de Laplace.
  
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes 7 - 9,

- 5 **caracterizado porque** el valor de corrección (KW) se determina con otro método distinto de la función de estimación, se genera utilizando una función de estimación (SF) un valor estimado para el valor de corrección (KW), se genera un valor diferencial (UW) a partir del valor de corrección (KW) y del valor estimado (SW) y se transmite el valor diferencial (UW) generado desde un equipo codificador del procedimiento de compresión a un dispositivo decodificador del procedimiento de compresión.
- 10 11. Procedimiento según la reivindicación 10,  
**caracterizado porque** se transmiten varios valores de corrección (KW) o valores diferenciales (UW) desde un equipo codificador del procedimiento de compresión a un dispositivo decodificador del procedimiento de compresión.
- 15 12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11,  
**caracterizado porque** antes de la transmisión se realiza una linealización por unidades de los valores de corrección (KW) y/o valores diferenciales (UW) en función del parámetro característico (P), de los que al menos hay uno.
- 20 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** en base a la elección de al menos un parámetro característico (P) se determina un valor de corrección (KW) tal que el error de cuantificación (QF) de un grupo de coeficientes (G) correspondiente a coeficientes cuantificados (Zn) se minimiza con los parámetros característicos (P) de la elección, realizándose la correspondiente cuantificación inversa tras la adición del valor de corrección (KW) y del coeficiente cuantificado (Zn) del grupo de coeficientes (G).
- 25 14. Procedimiento según la reivindicación 13,  
**caracterizado porque** se crea un nuevo grupo de coeficientes (G) en un instante determinado, determinándose ese instante mediante momentos (T0) fijamente predeterminados o mediante un conjunto de coeficientes ya cuantificados (Z).
- 30 15. Procedimiento según la reivindicación 13 ó 14,  
**caracterizado porque** como procedimiento de compresión se elige un procedimiento de videocodificación y el grupo de coeficientes (G) correspondiente a los coeficientes cuantificados (Zn) se toma de al menos un bloque de imagen (BB) o al menos un grupo de bloques de imagen (GOB) o al menos una imagen.
- 35 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado porque** como procedimiento de compresión se elige un procedimiento de videocodificación, en particular según el estándar H.264.
- 40 17. Dispositivo para reducir un error de cuantificación (QF) en una cuantificación inversa de un coeficiente cuantificado (Z) en el marco de un procedimiento de compresión, en el que el error de cuantificación (QF) describe la diferencia entre el coeficiente cuantificado (Z) tras la cuantificación inversa y el correspondiente coeficiente (X) antes de una cuantificación, en particular según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado por** una unidad de valores de corrección (KWE), que está configurada tal que
- 45
  - se elige al menos un parámetro característico (P) para la compresión del coeficiente cuantificado (Z), siendo el parámetro característico (P) o bien los parámetros característicos (P) distintos de un modo de predicción en el tiempo (PM),
  - en función del parámetro característico (P) elegido, de los que al menos hay uno, se selecciona un valor de corrección (KW),
  - la cuantificación inversa se realiza tras añadir el valor de corrección (KW) y el coeficiente cuantificado (Z),
- 50
  - como parámetro característico (P), se considera un tamaño de bloque (BG), conteniendo un bloque varios coeficientes cuantificados e incluyendo este bloque con el tamaño de bloque (BG) el coeficiente cuantificado (Z).
- 55 18. Dispositivo para reducir un error de cuantificación (QF) en una cuantificación inversa de un coeficiente cuantificado (Z) en el marco de un procedimiento de compresión, en el que el error de cuantificación (QF) describe la diferencia entre el coeficiente cuantificado (Z) tras la cuantificación inversa y el correspondiente coeficiente (X) antes de una cuantificación, en particular según una de las reivindicaciones precedentes,  
**caracterizado por** una unidad de valores de corrección (KWE), que está configurada tal que
- 60
  - se eligen al menos dos parámetros característicos (P) para la compresión del coeficiente cuantificado (Z), siendo uno de ambos parámetros característicos (P) un modo de predicción en el tiempo (PM),
  - en función del parámetro característico (P) elegido, de los que al menos hay uno, se selecciona un valor de corrección (KW),
  - la cuantificación inversa se realiza tras añadir el valor de corrección (KW) y el coeficiente cuantificado (Z),
- 65
  - como parámetro característico (P), se considera un tamaño de bloque (BG), conteniendo un bloque varios coeficientes cuantificados e incluyendo este bloque con el tamaño de bloque (BG) el coeficiente cuantificado (Z).

19. Dispositivo según la reivindicación 17 ó 18,

5 **caracterizado por** una unidad de análisis de valores de corrección (KWA), que está configurada tal que en base a la elección de al menos un parámetro característico (P) se determina un valor de corrección (KW) tal que se minimiza el error de cuantificación (QF) de un grupo de coeficientes (G) correspondiente a coeficientes cuantificados (Zn) con los parámetros característicos (P) de la elección, realizándose la correspondiente cuantificación inversa tras añadir el valor de corrección (KW) y el coeficiente cuantificado (Zn) del grupo de coeficientes (G).

FIG 1

Estado de la técnica

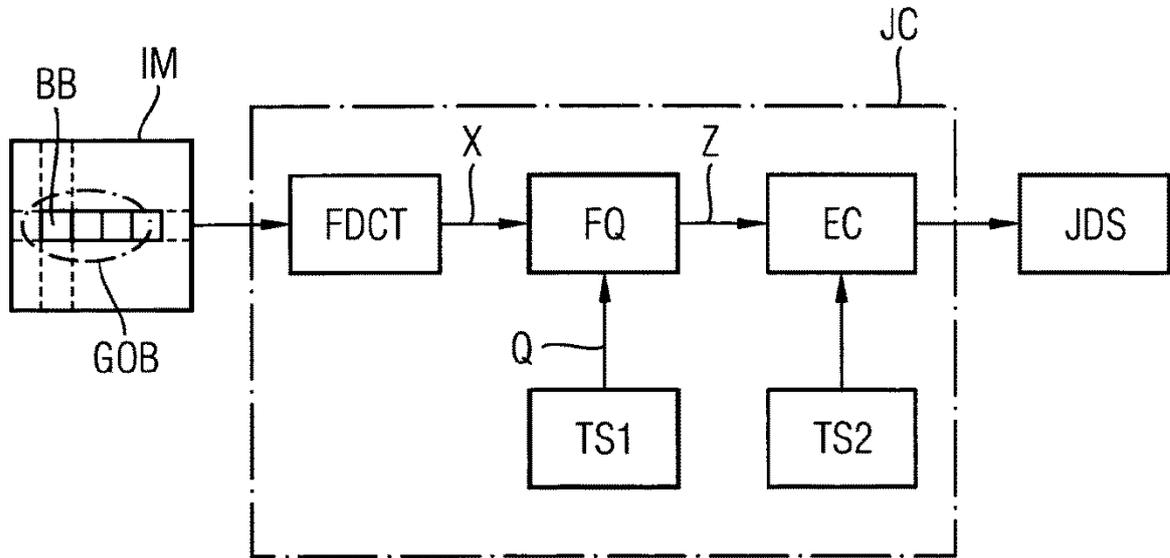


FIG 2

Estado de la técnica

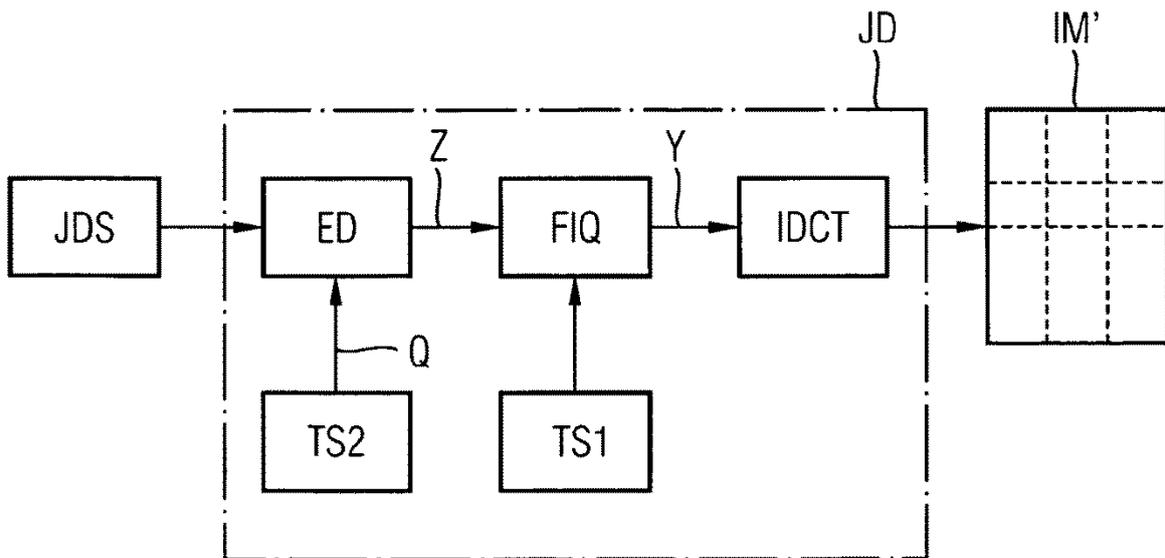


FIG 3

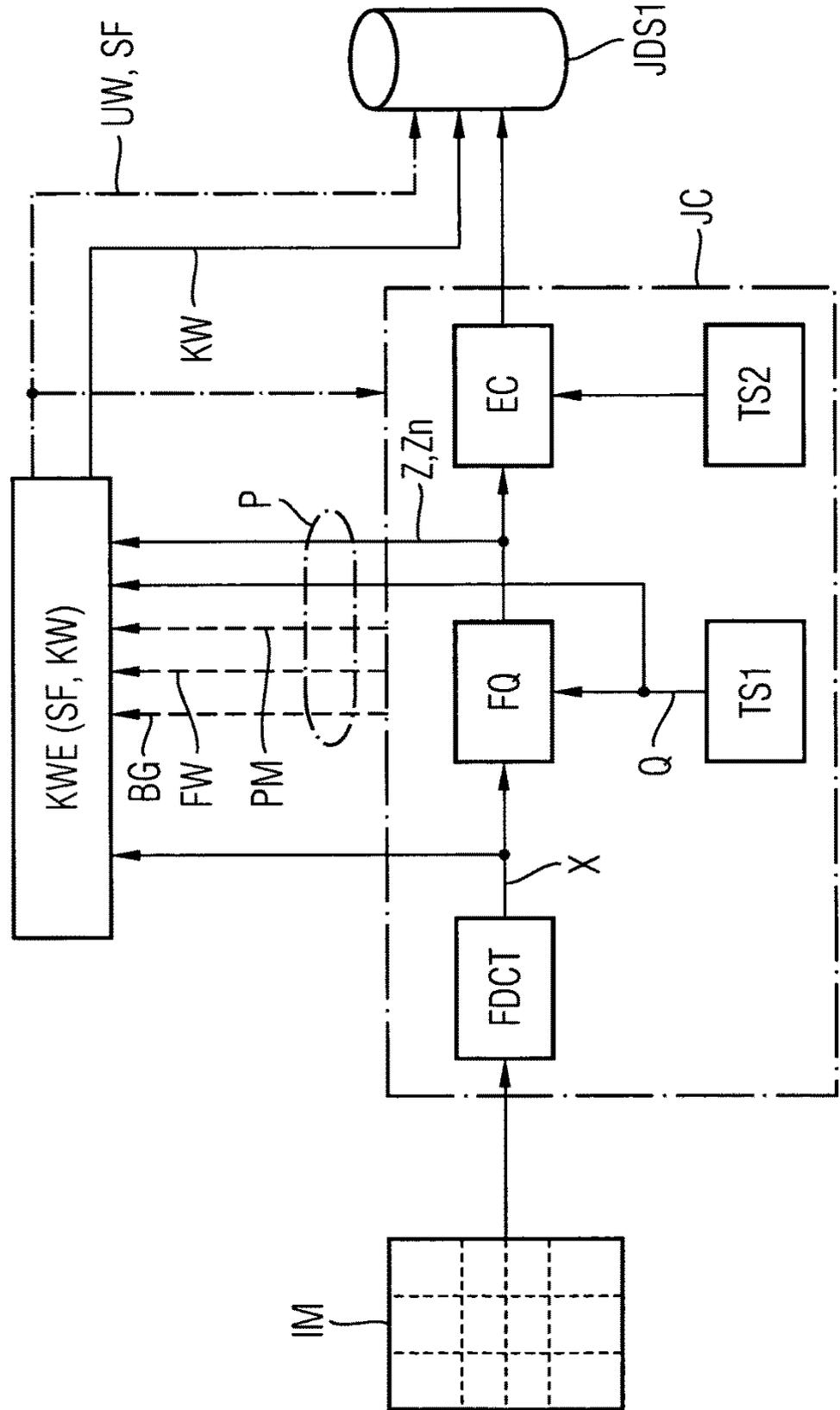


FIG 4

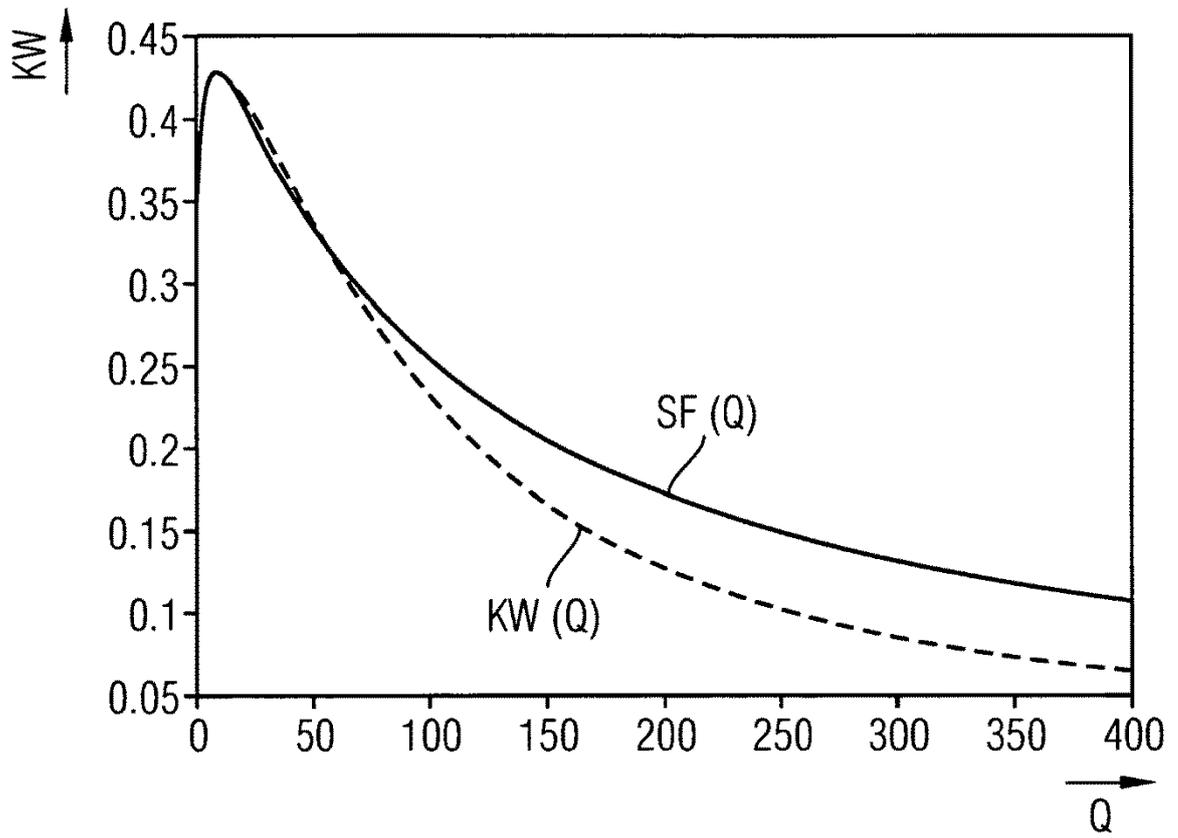


FIG 5

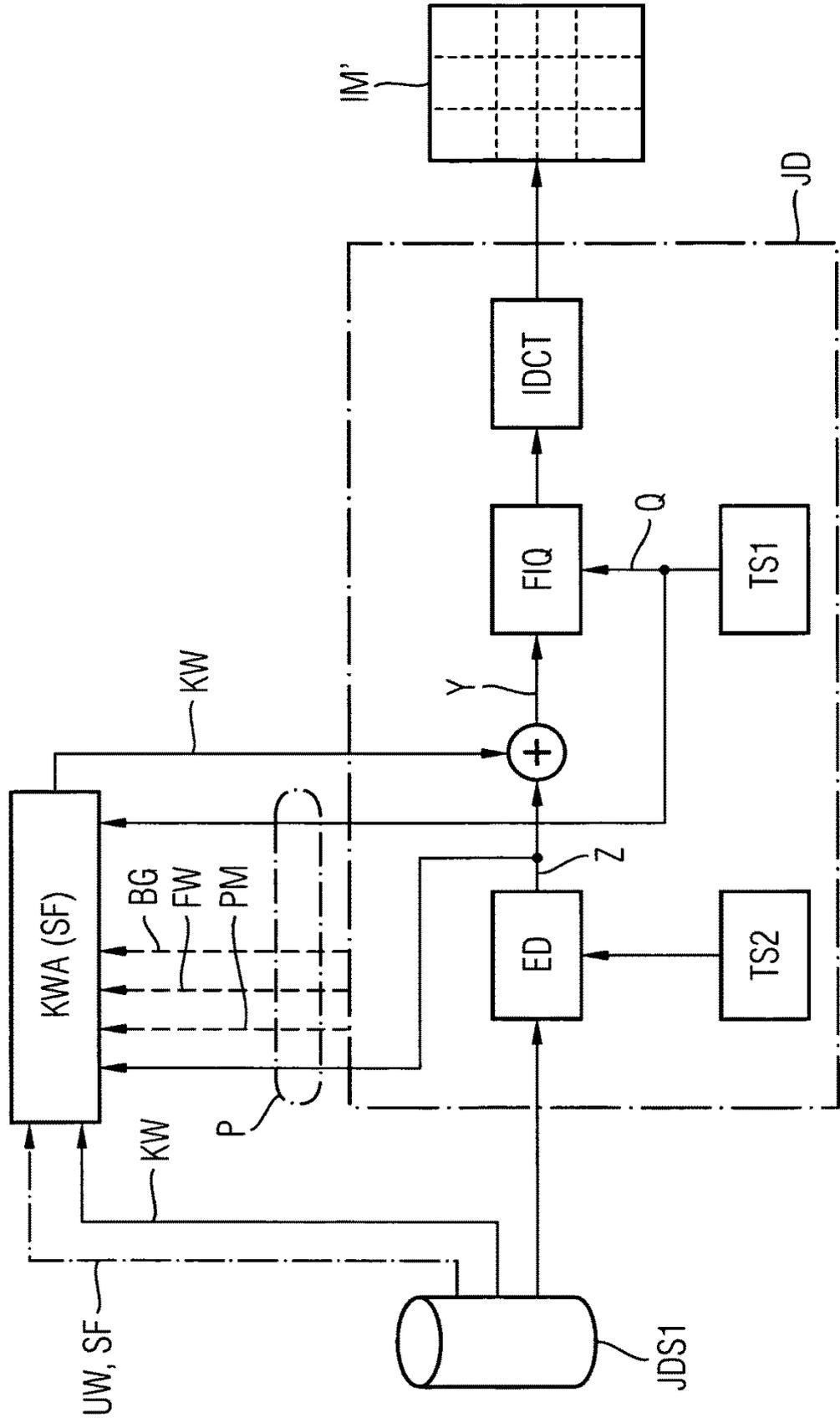
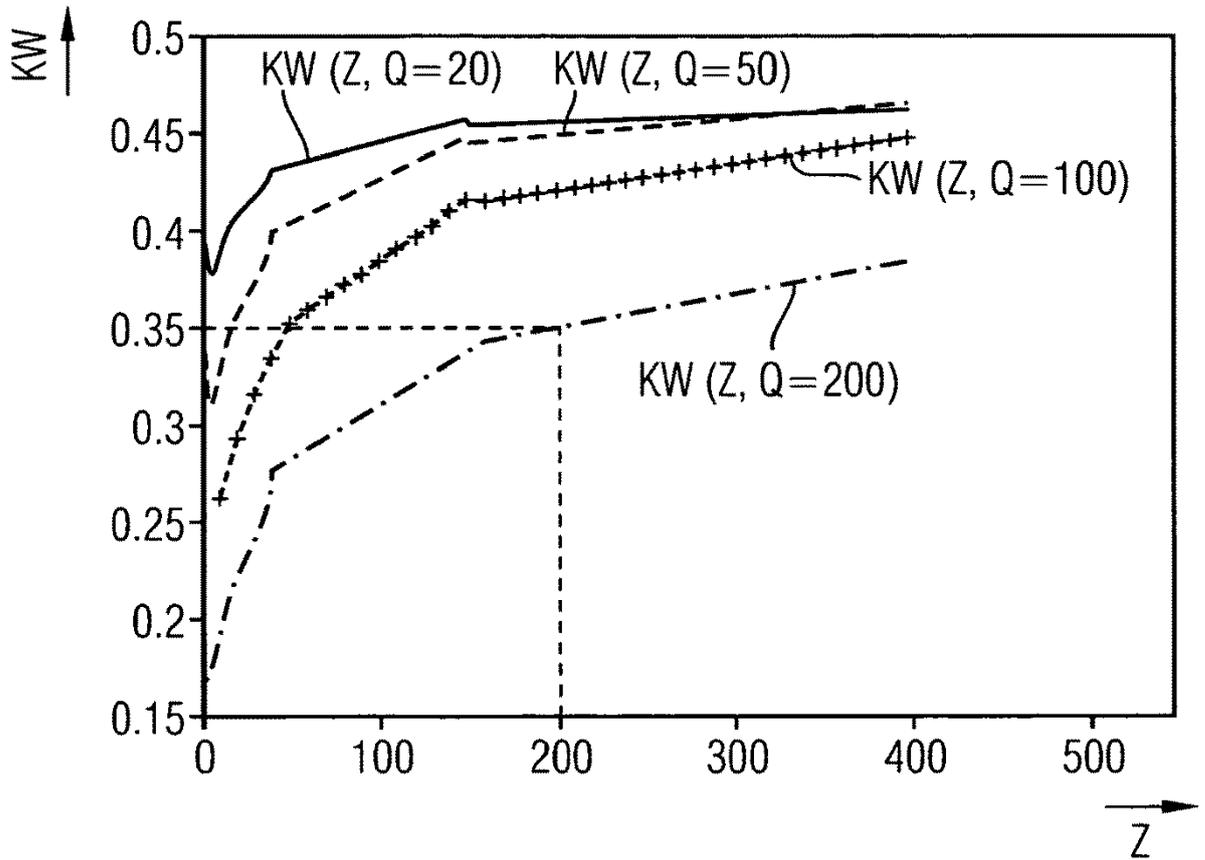


FIG 6



- tamaño del paso 20 —————
- tamaño del paso 50 - - - - -
- tamaño del paso 100 - - - + - - -
- tamaño del paso 200 - . . . - - -

FIG 7

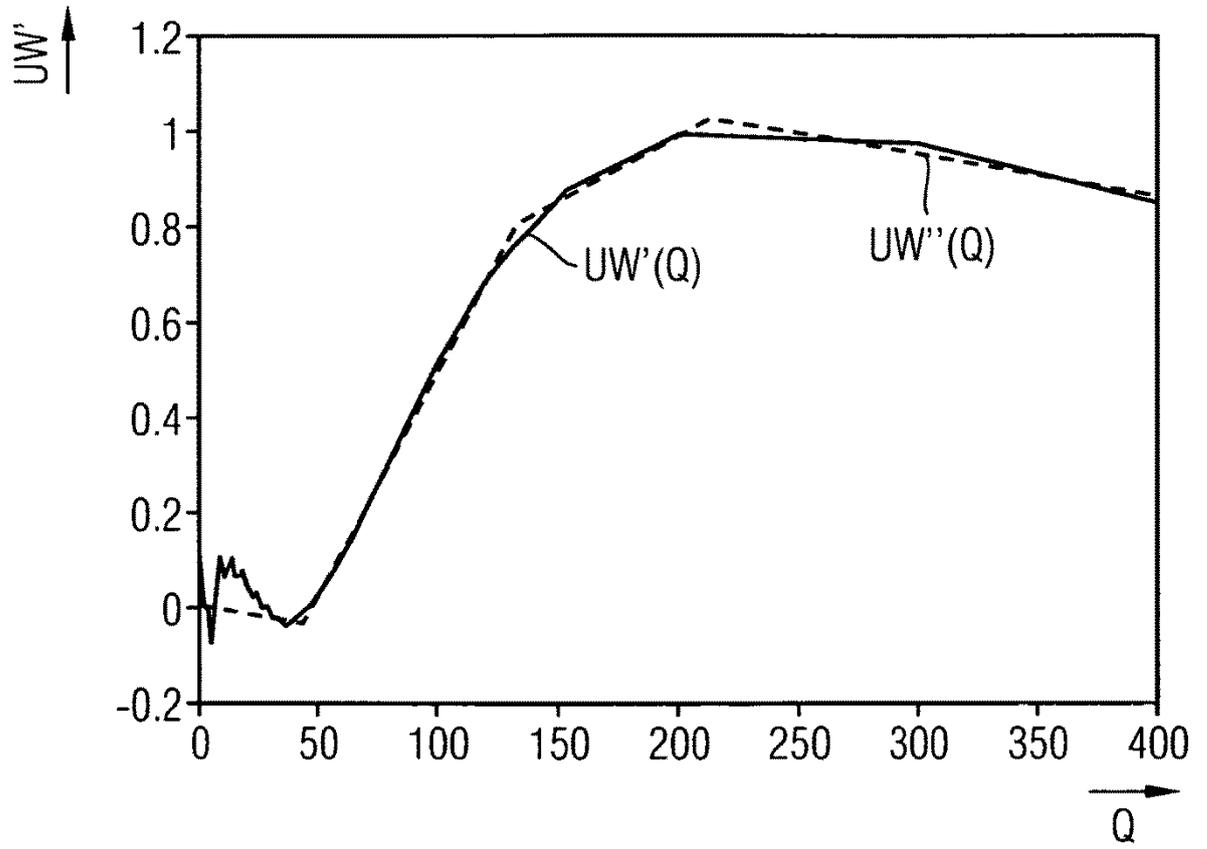


FIG 8

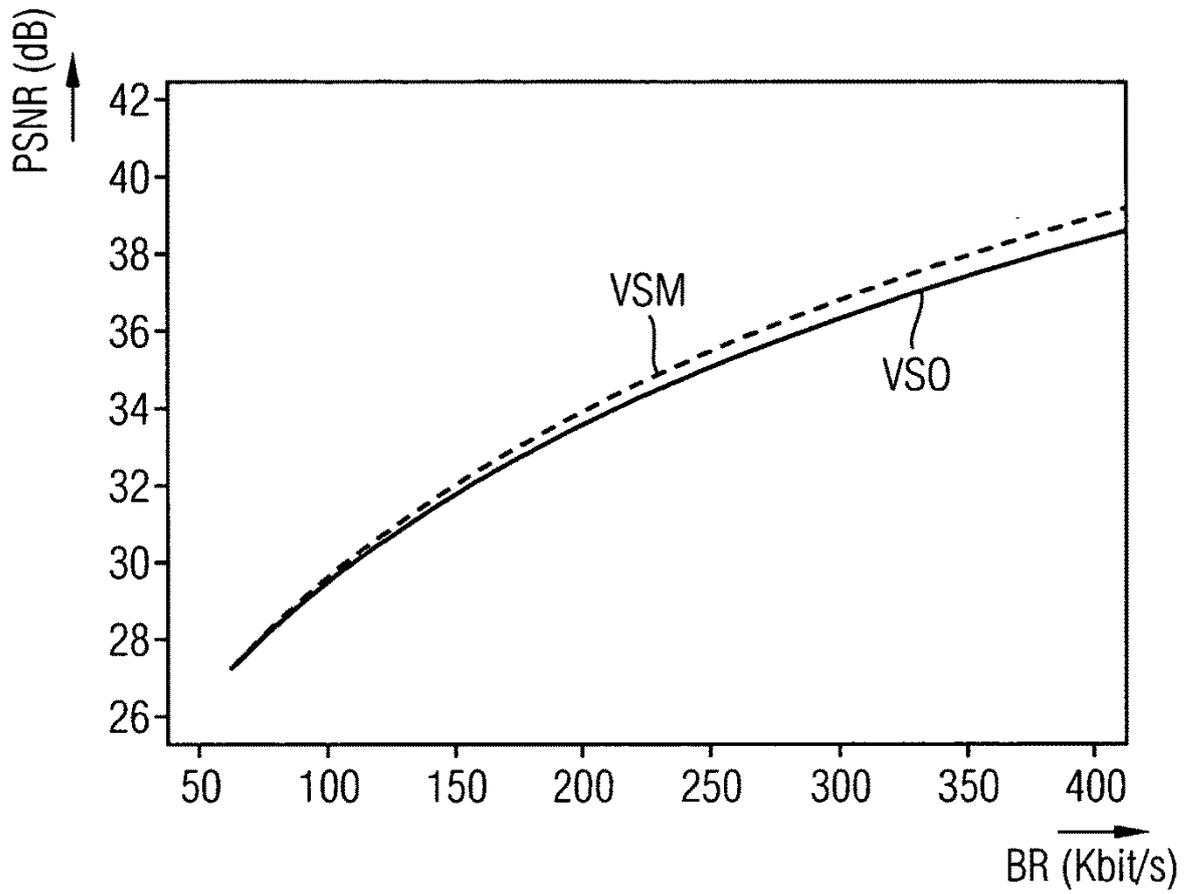


FIG 9

