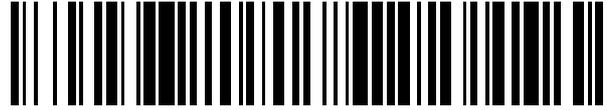


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 517 115**

51 Int. Cl.:

H03M 7/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2001 E 01936307 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014 EP 1301993**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la compresión y/o descompresión y para el análisis y la representación de datos**

30 Prioridad:

02.05.2000 DE 10021286

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

31.10.2014

73 Titular/es:

**ALOPEX ONE UG (100.0%)
Dresdener Strasse 6
64839 Münster, DE**

72 Inventor/es:

**SOLIMAN, MICHAEL;
GRESCHENZ, GÜNTER;
VOSS, HENNING;
KARA, CAN;
RYLL, FRANK;
SCHWEIKART, UDO;
MEKISKA, FRANK;
ESSIG, FRANK y
KUPRION, MARKUS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 517 115 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 la compresión y/o descompresión y para el análisis y la representación de datos

5 La invención se refiere a un procedimiento para la compresión de datos según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un dispositivo para realizar el procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 29. Además, la invención se refiere a un dispositivo para el análisis y la representación en particular de datos comprimidos según el preámbulo de la reivindicación 34.

10 En el documento DE 199 28 985 A1 se describe una técnica de compresión de datos en línea recursiva para su uso en el almacenamiento de datos y en transmisiones de mensajes. Un sistema de compresión de datos contiene un receptor de datos que recibe los puntos de datos de una manera secuencial, y un dispositivo de cálculo de árbol de compresión que determina un árbol de compresión a partir de los puntos de datos recibidos, conteniendo el árbol de compresión coeficientes en una capa de plano cero que corresponden al flujo de los puntos de datos, y coeficientes en una o en varias capas de plano más altas que se determinan a partir de los coeficientes en la capa de plano cero. Además, está prevista una memoria que almacena los coeficientes determinados del árbol de compresión y un generador de datos de compresión que selecciona un conjunto subordinado de los coeficientes determinados para 15 generar un conjunto de datos comprimidos de manera correspondiente a los puntos de datos recibidos. Para proporcionar una compresión de datos en tiempo real o en línea está previsto que el dispositivo de cálculo de árbol de compresión determine uno de los coeficientes de una de las capas de plano más altas, una vez que el receptor de datos haya recibido un primero de los puntos de datos, aunque antes de que el receptor de datos reciba un segundo de los puntos de datos. Dicho de otro modo, los datos se comprimen directamente tras su recepción sin que sea necesario un almacenamiento intermedio de grandes cantidades de datos no comprimidos. 20

Un procedimiento para comprimir datos utilizando un árbol de compresión de wavelet comprende, según el estado de la técnica, las siguientes etapas:

- recepción de una secuencia de puntos de datos, en la que, tras la recepción de cada punto de datos

(1) se almacena el punto de datos como un valor en un conjunto momentáneo,

25 (2) se determina de forma recursiva un punto de una capa más alta en un árbol cuando el punto de la capa más alta se puede determinar a partir de los valores del conjunto momentáneo,

(3) se puede realizar para cada punto determinado de una capa más alta una comparación entre un valor de error, que está asignado al punto de la capa más alta, y un valor umbral, y

(4) cuando el valor de error es más pequeño que el valor umbral, se llevan a cabo las siguientes subetapas

30 (a) almacenamiento del punto de la capa más alta como un valor en el conjunto momentáneo,

(b) eliminación de cualquier valor no necesario del conjunto momentáneo y

- envío del conjunto momentáneo como datos comprimidos cuando el valor de error para cualquier punto de una capa más alta es más grande que el valor umbral.

35 Según el estado de la técnica está previsto, además, que unidades de una red de regulación de proceso presenten respectivamente una unidad de compresión/descompresión, debiéndose transmitir datos comprimidos a través de un sistema de bus que conecta las unidades y descomprimirse en primer lugar, por ejemplo, en unidades de evaluación, para estar disponibles para un análisis/una indicación adicional.

40 A este respecto está previsto que los archivos compuestos por cientos de millones de valores de medición en primer lugar se descompriman completamente para entonces establecer una visión conjunta. En particular, según el estado de la técnica, se requiere la descompresión de más de tres veces los datos a analizar, en algunos casos incluso la descompresión de todos los datos, lo que implica unos recursos considerables de tiempo y memoria.

Asimismo, se ha mostrado que la interpretación de los datos de medición es difícil y casi imposible para personal no entrenado cuando se utilizan fuentes de datos tales como sensores (sondas, preamplificadores) o convertidores AD o cámaras de vídeo que tienen una función de transmisión con una estructura no trivial, que no es de banda ancha.

45 Partiendo de ello, la presente invención se basa en el problema de perfeccionar un procedimiento y un dispositivo del tipo mencionado anteriormente en el sentido de que se posibilite una reconstrucción/descompresión sencilla y rápida y/o interpolación y/o evaluación/interpretación de los datos comprimidos. Además, se debe conseguir una

relación alta de compresión de datos, es decir, una relación del volumen de datos a archivar sin o con compresión.

El problema se soluciona según la invención mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

El procedimiento comprende en una primera parte para registrar datos las siguientes etapas de procedimiento:

- 5 - recepción y almacenamiento de una secuencia posiblemente de una dimensión mayor de datos sin procesar (posiblemente de una dimensión mayor) con al menos dos puntos de datos,
- almacenamiento de los puntos de datos [denominados de manera formal como estructura de descomposición de orden (-1)] como conjunto a procesar momentáneamente,
- 10 - primera descomposición de los datos recibidos calculando coeficientes de una estructura de descomposición de orden 0 (árbol de resumen/árbol de compresión de orden 0) a partir de los puntos de datos recibidos y determinando capas de la estructura de árbol de orden 0 (árbol de resumen),
- al menos una descomposición adicional (k -ésima descomposición, con $2 \leq k \leq n$ y $n \geq 2$) de los coeficientes calculados en una descomposición directamente anterior [($k-1$)-ésima descomposición] calculando coeficientes al menos de una estructura de descomposición adicional de 1° a ($n-1$)-ésimo orden y determinando capas de las segundas estructuras de árbol [árboles de compresión de 1° a ($n-1$)-ésimo orden],
- 15 - clasificación y/o filtrado de los coeficientes de las capas al menos de las segundas estructuras de árbol de ($n-1$)-ésimo orden (árboles de compresión), preferiblemente sin tener que descomprimir a este respecto de nuevo de forma explícita o implícita las estructuras de árbol calculadas,
- almacenamiento de los coeficientes al menos de la estructura de descomposición de ($n-1$)-ésimo orden (n -ésima descomposición) que debido a la clasificación y/o el filtrado son adecuados para la reconstrucción de la secuencia recibida de datos.
- 20

El procedimiento comprende en una segunda parte para la reconstrucción/descompresión y/o interpolación y/o evaluación/interpretación de datos, que tienen una estructura de árbol como en la primera parte, las siguientes etapas de procedimiento:

- 25 - selección de un intervalo de tiempo deseado y/o de una finura de representación de los coeficientes correspondientes a los datos a representar al menos de la estructura de descomposición de ($n-1$)-ésimo orden,
- reconstrucción de coeficientes al menos de una nueva estructura de descomposición de orden 0 a orden ($n-2$) y/o de puntos de datos [estructura de descomposición de orden (-1)] a partir de los coeficientes seleccionados al menos de la estructura de descomposición de ($n-1$)-ésimo orden y
- 30 - representación de los coeficientes a indicar al menos de una estructura de descomposición de orden 0 a orden ($n-1$) en una estructura pluridimensional, representándose coeficientes de un árbol de descomposición del mismo orden en un plano, y/o representación de los coeficientes a indicar de la estructura de descomposición de orden (-1) en forma de un diagrama habitual adaptado a la estructura de datos (posiblemente de una dimensión mayor) y posiblemente animado por separado o en conexión con la estructura pluridimensional para representar las
- 35 estructuras de descomposición de orden 0 a orden ($n-1$).

Según la invención, se muestra que en cada una de las k -ésimas estructuras de árbol (con $2 \leq k \leq n$), es decir, en cada árbol de compresión de ($k-1$)-ésimo orden, sólo pocos coeficientes tienen valores considerablemente grandes, adoptando la mayoría de ellos casi el valor cero. De ello resultan tres aspectos fundamentales de la presente invención:

- 40 1. En primer lugar, una buena compresión (la mayoría de los coeficientes al menos de primer orden adoptan casi el valor cero y por tanto no se tienen que almacenar).
- 2. En segundo lugar, en la extracción y representación muy eficaces de fragmentos de tiempo a menudo muy grandes de los datos sin procesar almacenados [es decir, a partir de la estructura de descomposición de orden (-1)], extrayéndose sólo la información relevante del archivo a diferencia del modo de proceder conocido por el estado de la técnica. A este respecto se aplica el teorema de muestreo de Nyquist/Shannon según el que es necesario, como
- 45 máximo, un número de coeficientes con respecto a un conjunto previamente establecido (base) de funciones que asciende a L veces el número de puntos de datos a reconstruir en la secuencia para reproducir una secuencia de datos medida con la tasa de muestreo $1/\Delta t$ (Δt es el tiempo que ha transcurrido entre dos mediciones). A este

respecto, el número L es un número entero pequeño mayor o igual que 2 que sólo depende del conjunto de las funciones previamente establecidas y , por ejemplo, en el caso de las funciones armónicas (transformación de Fourier) adopta el valor $L = 2$. En particular, resulta la ventaja de que con la preparación según la invención de los datos comprimidos se deba consultar un número de coeficientes que es, como máximo, el triple del número de puntos a indicar.

3. En tercer lugar, basándose en los fundamentos mencionados en la representación anteriormente mencionada de datos de orden (-1) , el procedimiento según la invención permite la representación de datos comprimidos en diferentes modos de representación que facilitan una evaluación conveniente como, por ejemplo, la detección de peculiaridades o la estimación de la distribución de energía, etc. Peculiaridades de una curva de medición se pueden detectar mediante este procedimiento sin recursos grandes de cálculo y de manera robusta frente a errores ya en los datos comprimidos (tal como se explica en la página 8, esto se realiza mediante la lectura sucesiva de los coeficientes sólo de las capas del archivo de las que se muestra mediante la representación que muestran las peculiaridades buscadas. A este respecto, el teorema de muestreo de Nyquist indica cuántas capas se deben leer al menos para poder detectar sin duda una peculiaridad determinada. Sin embargo, a menudo ya se muestra durante la lectura de menos capas dónde se encuentran las estructuras de interés, lo que evidentemente ahorra recursos de cálculo y recursos de acceso a archivo).

Debido a la interpretación diferente que tienen datos no comprimidos o datos comprimidos, es conveniente utilizar para ambos tipos de datos diferentes modos de representación cuyo modo de construcción se explica a continuación:

- la representación de los datos no comprimidos (es decir, datos sin procesar) se realiza según la aplicación en la forma "tradicional" habitual para los datos sin procesar detectados (posiblemente diagramas de una dimensión mayor y/o animados).

- la representación de los datos comprimidos se realiza al clasificarse los coeficientes que resultan de la descomposición preferiblemente dentro de una estructura de descomposición de k -ésimo orden (con $0 \leq k \leq n-1$) en capas de diferentes coordenadas de capa s_0 a s_k , realizándose la clasificación $(k+1)$ veces. Además, está previsto según la invención que a cada coeficiente estén asignados al menos una de las coordenadas de capa s_0 a s_k y/o un tiempo y/o un valor, dado el caso de una dimensión mayor, calculándose una orden de control para respectivamente un elemento de imagen que representa el coeficiente dentro de la estructura pluridimensional al menos a partir del al menos un número de capa asignado al coeficiente y/o el tiempo y/o su valor, dado el caso de una dimensión mayor. Una orden de control para representar una estructura de k -ésimo orden (con $0 \leq k \leq n-1$) se calcula a partir de $(k+1)$ números de capa asignados a los coeficientes.

Además, la parte del procedimiento para representar datos comprimidos está caracterizada por que a cada coeficiente a representar se asigna un parámetro de indicación, en particular un valor de color y/o un valor de gris y/o una altura de coordenada de representación y/o un valor de claridad. A este respecto, el parámetro de indicación de un coeficiente puede depender, por ejemplo, del valor de importe o del valor de importe logarítmico del coeficiente a representar.

Dicho de otro modo, para cada una de las estructuras de descomposición obtenidas en la descomposición (árboles de compresión de k -ésimo orden con $1 \leq k \leq n-1$ y árbol de resumen) se representa para cada una de las capas contenidas en las mismas una estructura de descomposición adicional con ayuda de las órdenes de control. Las órdenes de control se seleccionan de modo que a cada coeficiente contenido en una capa se asigna una representación previamente ajustable, como un parámetro de indicación, asignándose al parámetro de indicación preferiblemente una codificación de sombreado de gris y/o de color y/o de altura en función del valor de importe o del valor de importe logarítmico del coeficiente a representar.

Para la construcción de la estructura pluridimensional, las órdenes de control de los elementos de imagen a representar que pertenecen a los coeficientes se agrupan por capas. Para $0 \leq k \leq n-1$ se agrupan entonces por capas (es decir, de forma superficial para $k = 1$, a modo de árbol 3d para $k = 2...$) las órdenes de control agrupadas por capas, preferiblemente de modo que forman unidades de superficie de manera correspondiente a su pertenencia a la estructura de descomposición de k -ésimo orden, agrupándose preferiblemente las unidades de superficie (compuestas por capas elementales) de las estructuras de descomposición de k -ésimo orden a lo largo de las capas asociadas s_0 a s_k de las unidades de superficie establecidas de la estructura de descomposición de $(k-1)$ -ésimo orden.

Según un modo de proceder preferido, la descomposición de los datos recibidos se realiza mediante una transformación/descomposición wavelet (descomposición wavelet es un sinónimo de transformación wavelet), preferiblemente una "transformación wavelet rápida". La transformación wavelet rápida posibilita, por un lado, realizar la transformación en partes de cualquier tamaño de los datos de medición y , por otro lado, seguir utilizando el espacio de memoria reservado para los datos de medición para el almacenamiento de los coeficientes de árbol. A este respecto, los recursos para la transformación wavelet de los datos de medición es sólo proporcional al número

N de los datos de medición, mientras que, por ejemplo, para la "transformación Fourier rápida" es proporcional al producto a partir del número de los datos de medición y del logaritmo a partir del número de los datos de medición ($\sim N \lg N$), esto es, crece de forma sobreproporcional. Además, unidades de cálculo para la transformación wavelet en particular rápida se pueden comprar a buen precio y se pueden programar casi de cualquier manera con diferentes wavelets (es decir, los coeficientes de los wavelets a diferencia de los coeficientes de descomposición/datos que resultan de la transformación) (por ejemplo, para la descomposición/transformación wavelet se utilizan un "wavelet de Haar" y/o un wavelet de la clase de los wavelets de Daubechies, por ejemplo, el "wavelet d_2 de Daubechies", y/o un wavelet de la clase de los wavelets de Meyer. Qué wavelets se utilizan mejor para qué descomposición se explica más abajo en el punto "comportamiento espectral"). Mediante el cálculo de descomposiciones de un orden superior al orden 0 se consigue la ventaja de que, a diferencia del estado de la técnica, una denominada cuantificación de los coeficientes determinados se vuelve superflua, omitiéndose los artefactos relacionados con la cuantificación en los datos de medición comprimidos.

Básicamente, en una descomposición wavelet rápida se separan detalles sucesivos de una secuencia de datos a descomponer (por ejemplo, de una serie de medición). Su tamaño aumenta a este respecto respectivamente en un factor previamente establecido, preferiblemente de 2, y se almacena en capas numeradas sucesivas. Los números de las capas reflejan por tanto el orden de magnitud del ancho de los detalles separados, es decir, cuanto más alto es el número de capa, más grande es el periodo de tiempo con respecto al que un detalle determinado contiene informaciones. Básicamente, en un procedimiento de compresión se aprovecha el tamaño pequeño de la mayoría de los coeficientes, es decir, la irrelevancia real de detalles muy pequeños, y éstos por tanto no se tienen en cuenta. Sin embargo, el error que se produce por el hecho de no tenerlos en cuenta se puede controlar al quedarse sólo tantos coeficientes sin tener cuenta que un límite de error previamente seleccionado (norma) sólo tiene un error determinado, aceptable, preferiblemente porcentual. Si en las estructuras de árbol (árboles de compresión) de k -ésimo orden (con $1 \leq k \leq n - 1$) están contenidos muchos coeficientes pequeños, entonces el efecto de compresión será muy grande. Para conseguir esto se determina para cada capa de la primera estructura de árbol (de orden 0) al menos una segunda estructura de árbol (de 1º orden), determinándose las capas de forma recursiva. De manera similar a la primera descomposición, se realiza en cada descomposición una separación de detalles, es decir, una identificación y una separación, que según el estado de la técnica sólo se realiza mediante una denominada cuantificación (como la detección de detalles se corresponde con una interpolación, se habla en este contexto también de la propiedad de interpolación de los wavelets). La ventaja del procedimiento presentado para la compresión consiste por tanto en la continuación consecuente de la identificación y la separación de detalles sin realizar un proceso de cuantificación que va en contra de la naturaleza de la descomposición wavelet (las descomposiciones wavelet detectan detalles de cualquier tamaño y reflejan *con cualquier precisión* su tamaño. Un proceso de cuantificación corresponde a un *proceso de redondeado* y evita de forma intrínseca una reproducción de detalle con cualquier precisión).

Según la invención, se realiza un control de error a priori, clasificándose los coeficientes en primer lugar completamente según su importancia. Es decir, teniendo en cuenta un límite de error dado que se ha establecido con respecto a un tipo previamente establecido de medir errores (norma), se activan sólo aquellos coeficientes (de mayor tamaño al seleccionar una denominada norma I_p) que son necesarios para la reconstrucción de los datos de medición dentro del límite de error previamente establecido. De ello resulta la ventaja de que no tiene lugar una recursión, en parte una transformación inversa, una cuantificación o una nueva clasificación en la unidad de memoria de estructura de árbol de compresión para la estimación de error, sino sólo un almacenamiento directo en el archivo. Dado que no es necesaria una cuantificación, también se omiten los artefactos a menudo considerables relacionados con una cuantificación en los datos de medición comprimidos. En el procedimiento según la invención no es obligatoriamente necesario realizar una comparación cuantitativa de los coeficientes, lo que requiere un conocimiento del tamaño de los coeficientes a comparar, sino que es suficiente una comparación cualitativa que sólo se refiere a la decisión binaria en cuanto a si un primer coeficiente es más grande que un segundo coeficiente. Mediante la colocación de los coeficientes clasificados en la unidad de memoria de una estructura de árbol se puede tomar una decisión de umbral de tolerancia.

Siguiendo la idea de la identificación y separación, el procedimiento según la invención ya permite una estimación a largo plazo de la distribución de energía mediante algunas pocas de las capas más superiores del árbol de resumen o de los árboles de compresión más superiores, ya que la capa más superior contiene la información de valores medios 58, es decir, la masa de señal, y las siguientes capas 56, 50 proporcionan información acerca de su variación y/o distribución. Por tanto, una estimación de la distribución de energía sólo requiere la indicación de algunos pocos coeficientes de wavelet, lo que tiene como consecuencia unos tiempos de carga menores.

Asimismo, se pueden representar peculiaridades de una determinada resolución temporal de la curva de medición mediante coeficientes de wavelet grandes de las capas correspondientes. Sin embargo, peculiaridades en capas más profundas ya se perfilan a menudo en capas más altas (estructuras temporales más aproximadas) por los coeficientes de wavelet correspondientes, de modo que, en la mayoría de los casos, es suficiente en primer lugar sólo indicar regiones en la unidad de visualización que sólo contienen los pocos coeficientes de wavelet de la resolución temporal más aproximada. Si se observan allí peculiaridades en un determinado intervalo de tiempo, entonces es posible representar (de forma sucesiva) sólo las regiones de las siguientes capas más profundas que

muestran estas peculiaridades en las capas situadas por encima de las mismas. Además, existe la posibilidad de dirigirse a cualquier capa o saltarse varias capas. Mediante esta detección directa de las peculiaridades se pueden evitar tiempos de carga largos.

5 Una característica adicional del procedimiento está caracterizada por que el importe de los valores de coeficiente de wavelet se puede representar de forma logarítmica, pudiendo recurrirse al signo del valor de coeficiente de wavelet además para modificar, preferiblemente mediante un cambio de color, la representación (dicha modificación corresponde a la representación del logaritmo complejo del valor de coeficiente de wavelet). Las peculiaridades anteriormente mencionadas se vuelven de este modo especialmente claras en muchos casos prácticos, ya que esta representación traduce relaciones importe-coeficiente idénticas de las peculiaridades/la distribución de energía a intervalos idénticos, por ejemplo, de claridad o altura de coordenada de representación de color.

15 Como especialmente ventajoso ha demostrado ser que los datos comprimidos se representen en una estructura pluridimensional, preferiblemente tridimensional (el caso $n = 2$), como una estructura de árbol, que comprende una primera superficie, como un plano, para representar coeficientes del árbol de resumen y, segundas superficies (adicionales) que preferiblemente se extienden de manera perpendicular o con ángulos que varían partiendo de la primera superficie, como planos, para representar coeficientes de los árboles de compresión de 1° orden. Para todos los demás órdenes k (con $2 \leq k \leq n - 1$) se indican de manera análoga, partiendo de las k -ésimas superficies, $(k+1)$ -ésimas superficies (adicionales) que preferiblemente se extienden de manera perpendicular o con ángulos que varían, como planos, para representar coeficientes de los árboles de compresión de k -ésimo orden. Para cada una de las estructuras de árbol obtenidas (árboles de compresión de k -ésimo orden con $1 \leq k \leq n - 1$ y árbol de resumen) se genera para cada una de las capas contenidas en las mismas una representación con ayuda de órdenes de control que se pueden interpretar por una unidad de indicación. A este respecto, los órdenes de control se eligen de modo que a cada uno de los valores contenidos en cada capa va asociada una representación previamente ajustable, preferiblemente una codificación de sombreado de gris o de color y/o de altura, en función del valor de importe preferiblemente logarítmico de los coeficientes a representar. El ancho de una representación de este tipo de los coeficientes se puede variar.

Al elegir los órdenes de control para representar los coeficientes, el ancho de la representación de coeficientes se puede elegir libremente y, según la invención, se puede ajustar por parte del usuario. El ancho de los propios coeficientes (es decir, el ancho de los wavelets y de sus "funciones madre", las denominadas funciones de escalado que son representadas por un coeficiente) está establecido con los números de capa s_0 a s_k que están asociados al coeficiente. Ha demostrado ser conveniente contar cada número de capa como denominado número de capa acumulado. Esto significa que, a partir de la capa de plano cero, el número de capa acumulado se cuenta incrementando en 1 en cada transición de capa, independientemente de si la transición de capa se realice dentro del mismo plano de árbol k , es decir, $s_k \rightarrow s_k + 1$, o se realiza una transición a un nuevo plano de árbol, es decir, $s_k \equiv$ constante, $s_{k+1} \rightarrow s_k + 1$ (con $0 \leq k \leq n - 1$). Por tanto, se cuenta el número efectivo de las transiciones de capa y, con ello, también de los doblados de ancho de función de escalado/de wavelet/ de coeficientes. Por tanto, si un wavelet/una función de escalado en la capa de plano cero, en la que empieza la descomposición, tiene el ancho M , entonces el wavelet correspondiente tiene el ancho $M2^{s_k}$ en un plano que está descrito por las coordenadas de capa s_0 a s_k . Debido a su modo de construcción descrito más abajo, son suficientes para una función de escalado/un wavelet del ancho M exactamente M coeficientes determinantes.

40 Una representación preferida de una estructura tridimensional es la representación triangular, disminuyendo el ancho de la representación de todos los coeficientes de una capa de forma lineal con el número creciente de la capa de la que proceden.

En una representación adicional, el ancho b de la representación de un coeficiente individual permanece constante. Por un lado, esta representación proporciona una visión conjunta de la cantidad de datos contenida en una capa, sin embargo, por otro lado, el ancho de las capas representadas disminuye de forma exponencial a su altura (de una capa a otra respectivamente hasta la mitad), por lo que las representaciones de coeficiente en las capas altas en unidades de indicación convencionales posiblemente sólo se pueden apreciar con dificultad. Además, su ubicación temporal dentro de la estructura de árbol tampoco se puede apreciar fácilmente.

Asimismo, el ancho b de la representación de un coeficiente individual se puede ajustar de forma proporcional al ancho $2^s \Delta t$ del wavelet representado por el mismo (representación isócrona). Por un lado, esta representación proporciona una visión conjunta no distorsionada de la ubicación y la parte de cada wavelet representado por una determinada representación de coeficiente en la señal mostrada en el intervalo de tiempo representado. Por otro lado, los coeficientes de las capas altas tienen una representación con un ancho b que aumenta de forma exponencial, por lo que en unidades de visualización de pantalla convencionales sólo existe espacio para la representación completa de los coeficientes de las capas inferiores del árbol de resumen.

De manera ventajosa, también se puede elegir una representación completa de forma isócrona que corresponde a la representación isócrona, indicándose, sin embargo, todos los coeficientes de todas las capas. Esto significa que se indican todos los coeficientes de las capas más altas cuyos wavelets/funciones de escalado asociados terminan o

empiezan en el intervalo de tiempo a indicar.

Según un modo de proceder preferido de la invención, para representar los puntos de medición se extraen exactamente los coeficientes del archivo que son necesarios para conseguir una precisión de representación previamente ajustada. De este modo se consigue que la creación de una visión conjunta de análisis se base completamente en los datos comprimidos o coeficientes. Por tanto, no es necesario extraer unas cantidades de datos muy grandes del archivo, descomprimirlas y, a continuación descartar la cantidad de información muy grande, que no ha entrado en el resultado de representación, para conseguir la precisión de representación requerida. Según la invención se determina por tanto mediante la generalización del teorema de muestreo de Nyquist y de la relación de incertidumbre en wavelets qué coeficientes se deben extraer. El teorema de muestreo de Nyquist indica, tal como se mencionó anteriormente en otras palabras, lo siguiente: Si una función $f(x) = \sum_{v_k} a_k \varphi_k(x - k\Delta t)$ se debe representar respectivamente por segundas funciones $\phi_\varepsilon(x)$ desplazadas Δt con un ancho $\varepsilon \sim 2^s$ (es decir, funciones de escalado o wavelets de la capa s) en una rejilla de representación con una distancia de punto de rejilla $v\Delta t$, entonces ε se debe elegir con un tamaño tan pequeño que al menos una función $\phi_\varepsilon(x)$ se establece por cada intervalo del ancho $v\Delta t$ (El número racional $v > 0$ indica, al utilizar unidades de indicación de pantalla convencionales, la relación del ancho de tiempo representado por cada punto de imagen con respecto a Δt). El tamaño del factor de proporcionalidad en $\varepsilon \sim 2^s$ se determina a este respecto aplicando la relación de incertidumbre

en wavelets y se sitúa en el orden de magnitud de $\sum_{k=0}^{n-1} M_k(s_0, \dots, s_k)$, en el que $M_k(s_0, \dots, s_k)$ refleja el número de los

coeficientes del wavelet utilizado en la descomposición (este número, que por motivos de sencillez se denomina por lo demás simplemente M , depende posiblemente de la capa exacta, incluyendo capas anteriores, dentro de la descomposición cuando el wavelet utilizado para la descomposición cambia de un orden de descomposición a otro o incluso respectivamente dentro de un orden de descomposición de una capa a otra, tal como se menciona en la página 13).

Para evaluar los datos comprimidos se establece en primer lugar un periodo de tiempo y se selecciona un número de puntos de datos a través de los que o con los que se debe realizar una representación o se realiza una definición equivalente. Mediante estas indicaciones se determina qué coeficientes se deben extraer del archivo para establecer la visión conjunta deseada. Como ventaja especial cabe señalar que el número de los coeficientes a leer de la memoria/del archivo crece menos que de forma cuadrada con el número de los puntos de datos necesarios para la evaluación/representación. Según un modo de proceder preferido de la invención, el número de los coeficientes a extraer será, como máximo, un múltiplo pequeño de número entero del número $N = \lceil (t_2 - t_1) / \Delta t \rceil$ (con t_1 y t_2 como tiempo de inicio o final y Δt como ancho de intervalo de la representación) que es necesario para la creación de la visión conjunta, es decir, la evaluación mediante interpolación. A este respecto, el paréntesis de Gauss superior indica el siguiente $\lceil \cdot \rceil$ ro entero más grande con respecto a cualquier número real.

Finalmente, se realiza una descompresión y/o una transformación de los coeficientes extraídos de su representación con respecto a todos los wavelets elegidos en las estructuras de árbol de orden 0 a orden $(n-1)$ en una representación con respecto a un wavelet adicional, preferiblemente un wavelet de Haar, que está adaptado a la tarea de interpolación deseada.

Dicho de otro modo, se realiza una descompresión en n etapas, descomprimiéndose/transformándose de manera inversa a partir de los coeficientes extraídos los coeficientes de las estructuras de árbol de k -ésimo orden ($0 \leq k \leq n-2$, $n \geq 2$) con respecto al wavelet previamente seleccionado en la respectiva estructura de árbol y almacenándose en la estructura de árbol de $(k-1)$ -ésimo orden. A continuación, los coeficientes así obtenidos en todas las estructuras de árbol se someten a una interpolación en la que se calculan los valores de indicación de las órdenes de control de representación, al realizarse preferiblemente una transformación wavelet para convertir los coeficientes descomprimidos/transformados de manera inversa con respecto a un wavelet de representación, preferiblemente el wavelet de Haar, que tiene las propiedades de interpolación correspondientes a la indicación deseada:

La posibilidad del cálculo inverso unívoco de los datos de origen de una transformación wavelet permite también realizar una transformación wavelet rápida conectando de forma sucesiva dispositivos adecuados habituales en el mercado. Si se realiza una transformación cuyo wavelet, en el que se basa, tiene las propiedades de interpolación deseadas, entonces se pueden realizar de manera muy eficaz una interpolación y una descompresión mediante el mismo grupo constructivo y se pueden representar los coeficientes de interpolación resultantes como interpolación.

En el caso de un ancho de banda limitado de un canal de transmisión existe la necesidad de proporcionar ya tras la transmisión de muy pocos coeficientes (de interpolación) una vista previa aproximada y refinar ésta una vez que se transmitan los coeficientes adicionales.

Según una forma de realización preferida adicional del procedimiento según la invención está previsto que se realice una corrección de los valores de medición con respecto a artefactos de función de transmisión (de señal) no deseados, adaptándose los m -ésimos wavelets en los que se basa la m -ésima estructura de árbol ($1 \leq m \leq n$) de $(m-$

- 1)-ésimo orden a las propiedades espectrales de $(m-1)$ -ésimo orden de los valores de medición a detectar y/o a aquéllas del sensor (en el caso extremo se adaptan individualmente wavelets para cada capa a someter a una descomposición adicional del siguiente orden más alto). Como propiedad espectral o estructura espectral de orden 0 de un conjunto de aparatos de medición (o totalidad de conjuntos de aparatos de medición y objeto de medición, de forma breve, sistema de medición) se denomina la ubicación y la pronunciación de los diferentes factores de amplificación con los que el sistema de medición ocupa determinados trayectos de señal básicos. A este respecto, los trayectos de señal básicos son aquéllos que sólo se amplifican por un factor posiblemente ajustable, aunque no se distorsionan ni se modifican con respecto a su forma constructiva, por parte del sistema de medición. Para sistemas de medición que no muestran fenómenos de saturación, es decir, que funciona de forma lineal y no realizan una reflexión en sus entradas que se almacenan e influyen en resultados posteriores, esto son las funciones armónicas de Fourier. Su estructura espectral es en este caso su función de transmisión de transformada de Fourier. En aproximación a un prisma con una lámpara de vapor de gas como sistema de medición óptico, la ubicación y la pronunciación de los factores de amplificación se denominan a menudo líneas espectrales. Debido a su incertidumbre físicamente provocada, las „líneas“ espectrales no aparecen como líneas sino como formas más o menos anchas. Como estructura espectral diferencial o propiedad espectral diferencial de un sistema de medición se denomina la forma de sus líneas espectrales. En general, se denomina estructura espectral diferencial de m -ésimo orden ($1 \leq m \leq n$, para $m = 1$ sólo "estructura espectral diferencial ") los momentos (Taylor) de m -ésimo orden de la distribución estadística local de los factores de amplificación/"líneas" espectrales (con la estructura espectral de 2º orden se denomina, por ejemplo, la varianza estadística local de los factores de amplificación/"líneas" espectrales).
- De la teoría de las señales es conocido que el comportamiento espectral de un sensor proporciona información (incluso completamente) con respecto a las informaciones contenidas en sus señales en forma de su función de transmisión. La buena adaptación de un dispositivo de compresión a las estructuras espectrales diferenciales (es decir, de todos los órdenes m detectados por el mismo con $0 \leq m \leq n$) de una fuente de datos conectada al mismo es por tanto un requisito tanto para el hecho de alcanzar factores de compresión altos como para la corrección de los valores de medición con respecto a artefactos de función de transmisión no deseados. A este respecto puede ser beneficioso, a pesar del mayor despliegue técnico, adaptar individualmente wavelets para cada capa que se debe someter a una descomposición adicional del siguiente orden más alto (es decir, a los diferentes planos de representación de una estructura de árbol de cualquier orden k ($0 \leq k \leq n-1$) se asignan diferentes wavelets que cambian incluso respectivamente dentro de un orden de una capa a otra).
- En particular, el procedimiento según la invención es capaz de vigilar de forma completamente asíncrona cualquier número de sistemas de registro de datos, de comprimir y archivar sus datos y realizar un análisis de datos preferiblemente en estaciones separadas, no siendo necesario según la invención que se realice un número de accesos a un archivo o a una biblioteca que asciende a más de tres veces el número de puntos de soporte de evaluación/integración/interpolación que son necesarios para la creación de una visión conjunta de análisis o un análisis automático.
- Para proporcionar un sistema asíncrono de archivado y evaluación y registro de valores de medición de múltiples canales está previsto que el receptor esté conectado con una pluralidad de fuentes de datos, como sensores o cámaras de vídeo. En particular tiene lugar una diferenciación en una unidad de decisión/unidad de filtrado cuantitativa (unidad de clasificación) y cualitativa.
- Una forma de realización especialmente preferida del dispositivo prevé que éste contenga una unidad de análisis espectral que está conectada, en el lado de entrada, con la primera y/o segunda unidad de memoria, y, en el lado de salida, con la unidad de clasificación y/o filtrado. Mediante la unidad de análisis espectral se puede realizar un análisis espectral de los coeficientes incluyendo una corrección con respecto a artefactos de función de transmisión no deseados de los sensores.
- Para posibilitar a una pluralidad de usuarios el acceso a los datos comprimidos está previsto que en el archivo estén conectadas una pluralidad de unidades de evaluación 20.1 ... 20.K para dispositivos de visualización de datos de compresión o descomprimidos 202.1 ... 202.K para datos comprimidos. En este caso se puede tratar de cualquier número de unidades de evaluación que establecen visiones conjuntas de análisis con respecto a datos descomprimidos/comprimidos y, a continuación, las juntan posiblemente.
- La presente invención se basa, además de la detección asíncrona y la detección y compresión y almacenamiento que se acaban de describir, en el problema de proporcionar un procedimiento y un dispositivo del tipo mencionado anteriormente que, por un lado, posibiliten crear una indicación/representación rápida y eficaz (es decir, que requiere sólo pocos accesos de archivo) de los datos no comprimidos/comprimidos en particular en la forma "tradicional" adecuada para los datos sin procesar. Por otro lado, se debe posibilitar un análisis y una representación sencillos, rápidos y eficaces de los datos en particular comprimidos (por lo que es posible, por un lado, una estimación sencilla de la distribución de energía de los datos y, por otro lado, una detección rápida y segura de peculiaridades, al ofrecerse la posibilidad de llegar desde una resolución temporal baja de forma gradual o también directa a un momento de la apariencia de una peculiaridad buscada con una resolución, a ser posible, fundamentalmente mayor). Para proporcionar una visión conjunta, las descripciones de los dispositivos se indican a continuación por

separado:

Al menos un dispositivo 20.1 ... 20.K para resolver el problema de la indicación en particular de visiones conjuntas interpoladas de datos *descomprimidos* [estructura de descomposición de orden (-1)] está caracterizado por:

- 5 - un receptor para los coeficientes almacenados en el archivo,
- una unidad de descompresión/transformación inversa conectada con el receptor,
- una unidad de indicación,
- una memoria intermedia dispuesta entre la unidad de descompresión y/o transformación inversa y la unidad de indicación y
- 10 - una unidad de selección para determinar un intervalo a indicar de los datos a representar.

Al menos un dispositivo 202.1 ... 202.K para resolver el problema de la representación en particular de visiones conjuntas interpoladas de datos *comprimidos* (estructuras de descomposición de orden 0 a orden (n-1)) está caracterizado por:

- 15 - una unidad de selección para determinar un intervalo de tiempo y una finura de representación de los datos a representar, en particular de los datos comprimidos,
- un receptor para recibir los coeficientes seleccionados y almacenados en el archivo de los árboles de compresión,
- una unidad de transformación inversa que calcula los coeficientes necesarios al menos de una nueva estructura de descomposición de orden 0 (árbol de resumen) a orden (n-2) (árboles de compresión) a partir de los coeficientes recibidos al menos de la estructura de descomposición de (n-1)-ésimo orden y establece, a partir de todos los coeficientes necesarios para la representación, órdenes de control para la representación de una estructura pluridimensional mediante una unidad de indicación.
- 20

Los dispositivos 202.1 ... 202.K están configurados en una forma de realización preferida de modo que las órdenes de control se calculan respectivamente para un elemento de imagen a representar por la unidad de indicación dentro de una estructura pluridimensional sólo debido a sus (k+1) coordenadas de capa s_0 a s_k (con $0 \leq k \leq n - 1$, la coordenada de capa s_l con $0 \leq l \leq k$ es la variable que numera las capas dentro del plano de representación l y cuyos valores numeran las capas individuales, siendo $s_{l-1} < s_l \leq s_{\text{máx}}$, $1 \leq l \leq n - 1$, $0 \leq s_0 \leq s_{\text{máx}}$) del tiempo asignado al coeficiente y del valor de coeficiente posiblemente de una dimensión mayor, estando previstas una unidad de memoria para almacenar las órdenes se dobla el número de los coeficientes contenidos de control establecidas y una unidad de indicación que procesa, preferiblemente de forma asíncrona, las órdenes de control almacenadas en la memoria. Esta unidad de indicación se puede realizar, por ejemplo, mediante una estación de trabajo de pantalla de Internet que está a la venta con un navegador web con capacidad de VRML (por ejemplo, Netscape-Navigator, Internet-Explorer).

25

30

Con dispositivos 202.1 ... 202.K de este tipo se pueden construir estructuras pluridimensionales, preferiblemente tridimensionales, preferiblemente estructuras de árbol. En particular es posible detectar ya en los datos comprimidos peculiaridades de la curva de medición sin recursos grandes de cálculo y de manera robusta frente a errores. La unidad de evaluación recibe los coeficientes de wavelet de los árboles de compresión de al menos 1° orden del receptor, calcula los coeficientes necesarios de los árboles de compresión de orden inferior o del árbol de resumen y prepara los coeficientes obtenidos de todos los árboles a representar para su indicación mediante la unidad de indicación.

35

De manera análoga, se pueden crear con los dispositivos 20.1 ... 20.K visiones conjuntas "tradicionales", adecuadas para los datos sin procesar, posiblemente pluridimensionales, de periodos de tiempo de cualquier tamaño sin que se deban recibir en primer lugar cantidades de datos enormes del archivo que entonces, en caso de visualizarse en unidades de visualización de pantalla habituales (en el mercado) sufren la resolución limitada de estas últimas o una interpolación posiblemente conectada aguas arriba.

40

En ambos casos (es decir, para la activación de una unidad de indicación 20.1 ... 20.K para datos sin procesar descomprimidos o de una unidad de indicación 202.1 ... 202.K para datos comprimidos), en caso de que aparezcan huecos en el intervalo recibido/ajustado, en primer lugar la unidad de transformación inversa o la unidad de preparación de datos establece los coeficientes faltantes dentro de los huecos y fija su valor en cero. Entonces se reconstruye de forma sucesiva la parte del árbol del siguiente orden más pequeño ($k-1$, $1 \leq k \leq n - 1$), que pertenece al intervalo de tiempo seleccionado, a partir de los coeficientes, posiblemente complementados, del árbol de

45

50

compresión del orden actual (k , $1 \leq k \leq n-1$). Siempre que se desee una representación de los datos comprimidos, se genera para cada una de las estructuras de árbol recibidas (árboles de compresión de k -ésimo orden con $1 \leq k \leq n-1$ y árbol de resumen) y para cada una de las capas contenidas en las mismas una estructura de árbol con ayuda de órdenes de control que se pueden interpretar por la unidad de indicación 202.1 ... 202.K elegida. A este respecto, las órdenes de control se eligen de modo que para un árbol de k -ésimo orden ($0 \leq k \leq n-1$) se asigna en primer lugar a cada capa s_k (con $s_{-1} < s \leq s_{\text{máx}}$, $1 \leq k \leq n-1$, $0 \leq s_0 \leq s_{\text{máx}}$) una orden de control de grupo que contiene las órdenes de control adicionales para representar las capas numeradas con la coordenada de control s_k . Este modo de proceder se prosigue de forma sucesiva para todas las coordenadas de control s_j (con $0 \leq j \leq k-1$). Si se deben indicar datos (sin procesar) descomprimidos mediante una unidad de indicación 20.1 ... 20.K, entonces se realiza además una última etapa de reconstrucción [de orden 0 a (-1)] que genera una aproximación, posiblemente interpolada (es decir, liberada de detalles demasiado finos para la indicación), de los datos sin procesar (en caso de que se hayan recibido todas las capas en el intervalo de tiempo a indicar, es decir, $s_0 = 0$, y se hayan almacenado todos los coeficientes en el registro de datos sin procesar, esta aproximación es exacta). Si se deben representar datos comprimidos mediante una unidad de indicación 202.1 ... 202.K, entonces las órdenes de control asociadas agrupadas de este modo en capas de capas de capas ... se clasifican para cada una de las capas elementales resultantes (aquéllas que no contienen capas adicionales sino valores de representación) según sus respectivas coordenadas de tiempo y se proveen de un valor de representación que depende del coeficiente (es decir, valor así como todas las coordenadas de capa y tiempo), preferiblemente una codificación de sombreado de gris o de color y/o de altura, en función del valor de importe, preferiblemente logarítmico, del valor de coeficiente a representar. A este respecto, los propios valores de representación no dependen en general sólo del propio valor de coeficiente sino también de todas las coordenadas de capa así como de la coordenada de tiempo, por ejemplo, cuando graduaciones de claridad adicionales, que dependen de la ubicación (es decir, que dependen de la coordenada), deben provocar una impresión 3d plástica en una unidad de indicación de pantalla basada en ordenador habitual en el mercado.

Ventajas, características y detalles adicionales de la invención no sólo resultan de las reivindicaciones y de las características que se pueden deducir de las mismas – en sí y/o en combinación- sino también de la siguiente descripción de los ejemplos de realización preferidos que se pueden deducir de los dibujos.

Muestran:

- Las figuras 1, 1a un diagrama de bloque de una unidad de registro de datos, de compresión y de evaluación,
- La figura 2a la curva de medición de temperatura 40 compuesta por puntos de medición,
- las figuras 2b a c la curva 41 compuesta por valores artificiales en diferentes ampliaciones,
- La figura 3 la estructura de árbol básica de una transformación wavelet que reproduce la estructura de los árboles, que se denomina a continuación para la primera transformación "árbol de resumen" o, de forma muy general, "árbol de compresión de k -ésimo orden" (con $0 \leq k \leq n-1$),
- La figura 4 un gráfico para aclarar la eliminación sucesiva de información de detalle de una serie de medición, almacenándose las informaciones de detalle individuales en forma de denominadas capas,
- Las figuras 5a a d un ejemplo de una compresión mediante descomposición wavelet utilizando el wavelet de Haar 74 (en la figura 5b)
- La figura 6 una representación gráfica de la concentración de la intensidad de los coeficientes de una señal constante en la descomposición en un árbol de resumen (triángulo perpendicular) y árboles de compresión (triángulos horizontales, habiéndose representado sólo tres triángulos escogidos de forma aleatoria para proporcionar una mejor visión conjunta)
- La figura 7 una representación logarítmica del importe de los coeficientes del árbol de resumen (árbol de compresión de orden 0) de la temperatura según la curva 40 en la figura 2a,
- La figura 8 una representación logarítmica del importe de los coeficientes del árbol de compresión de 1° orden de manera análoga a la figura 7,
- La figura 9 un ejemplo de una descompresión mediante una descomposición wavelet mediante el wavelet de Haar,
- La figura 10a una representación gráfica del wavelet de Daubechies del orden 2 (el denominado Wavelet d_2) y
- La figura 10b una representación gráfica de un fragmento del wavelet de Daubechies según la figura 10a,

La figura 11 una representación gráfica de la concentración de la intensidad de los coeficientes de la señal constante 41 según las figuras 2b/2c en la descomposición en el caso $n = 2$ en un árbol de resumen (triángulo perpendicular) y en árboles de compresión de 1° orden (triángulos horizontales), disminuyendo el ancho de la representación de todos los coeficientes de una capa de forma lineal con el número de la capa,

- 5 La figura 12 una representación tridimensional de los coeficientes (en el caso $n = 2$), permaneciendo constante el ancho de la representación de un coeficiente individual,

La figura 13 una representación isócrona de los coeficientes (en el caso $n = 2$) en una estructura de árbol, siendo el ancho de la representación de un coeficiente individual proporcional al ancho $2 \Delta t$ del wavelet representado por el mismo,

- 10 La figura 14 una representación tridimensional de los coeficientes (en el caso $n = 2$) en una representación completa de forma isócrona, indicándose todos los coeficientes de las capas,

La figura 15 un wavelet d_{12} de Daubechies,

La figura 16a una vista girada de la figura 13 que hace resaltar más las estructuras de los árboles de compresión de 1° orden en la región que se representa ampliada en la figura 16b,

- 15 La figura 16b una ampliación de fragmento de la representación según la figura 16a,

La figura 17a un árbol de compresión de 1° orden para la curva de medición de temperatura 41 según las figuras 2b, 2c,

La figura 17b una representación de contraste amplificado del árbol de compresión según la figura 17a,

- 20 La figura 18a el primer árbol de compresión de 1° orden para la primera capa (más profunda) del árbol de resumen (árbol de compresión de orden 0) para la curva de medición de temperatura 41 según las figuras 2b, 2c,

La figura 18b la representación de contraste amplificado del primer árbol de compresión según la figura 18a,

Las figuras 19a a b el segundo árbol de compresión para la segunda capa del árbol de resumen (árbol de compresión de orden 0) para la curva de medición de temperatura 41 según las figuras 2b, 2c y

- 25 La figura 20a a d, representaciones ampliadas de los árboles de compresión de orden 0 (figura. 20a), de 1° orden (figura 20b), de 2° orden (figura 20c) para la curva de medición de temperatura 41 según las figuras 2b, 2c.

A continuación se explica a modo de ejemplo para $n = 2$ cómo se pueden realizar descomposiciones de los órdenes 0 y 1. La generalización con respecto a órdenes k (con $0 \leq k \leq n-1$) de cualquier magnitud se explica a continuación. Las figuras 1, 1a muestran diagramas de bloque de dispositivos 10, 11 para el registro, la compresión y la evaluación de datos proporcionados por una pluralidad de fuentes de datos 12.1 ... 12.N, como, por ejemplo, sensores. Los sensores 12.1 ... 12.N están conectados con un receptor con una memoria intermedia 14 en la que se almacenan de forma intermedia los datos proporcionados por los sensores 12.1 ... 12.N. A este respecto, cualquier número de sensores secuenciales 12.1 ... 12.N se puede conectar de forma asíncrona a la memoria intermedia 14. La memoria intermedia 14 está conectada con un dispositivo de compresión y análisis espectral 16 en la que se realiza una compresión y/o un análisis espectral de los datos recibidos. Finalmente, está previsto un archivo 18 en el que se almacenan o guardan los datos comprimidos y, dado el caso, corregidos espectralmente. Al archivo 18 están conectados una pluralidad de dispositivos de visualización de datos de compresión 202.1 ... 202.K a través de los que se pueden visualizar, por ejemplo, visiones conjuntas de análisis, como representaciones gráficas de los datos captados.

- 40 El dispositivo de compresión y análisis espectral 16 comprende una primera unidad de cálculo 22.0 así como una (primera) unidad de memoria 23.0 para calcular y almacenar una primera estructura de árbol, como un árbol de resumen (árbol de compresión de orden 0) a la que está dispuesta aguas abajo una segunda unidad de cálculo 24 con una (segunda) unidad de memoria 25 para calcular y almacenar una segunda estructura de árbol, como un árbol de compresión de 1° orden. Las unidades de memoria 23.0, 25 están conectadas con un analizador espectral 26. Una salida de la segunda unidad de memoria 25 así como del analizador espectral 26 está conectada con una
- 45 unidad de clasificación y filtrado 28 cuya salida está conectada con una entrada del archivo 18.

La unidad de evaluación 20.1 ... 20.K o el dispositivo de visualización de datos de compresión 202.1 ... 202.K (que debido a su similitud estructural se describen juntos a continuación) comprende un receptor 30 o 204 que está conectado a través de un medio de transmisión de datos, como un sistema de bus, con el archivo 18. Si el registro

de datos tiene lugar en sitios sin emisiones electromagnéticas cuya intensidad pueda perturbar instalaciones eléctricas o electrónicas, por ejemplo, en una instalación médica entonces son suficientes líneas eléctricas habituales en el mercado que están concebidas para este fin para la retransmisión de datos. Sin embargo, si el registro de datos tiene lugar en instalaciones industriales, entonces, debido a las emisiones electromagnéticas a menudo intensas, se deben utilizar preferiblemente líneas a base de fibras ópticas o, en caso de que el aire sirva como medio de transmisión, tecnologías de transmisión cuyos modos de transmisión tienen posiblemente un gran ancho de banda, como, por ejemplo, la tecnología de espectro ensanchado, la modulación por impulsos codificados o similares. El receptor 30 o 204 está conectado en el lado de salida con una unidad de descompresión 32 o una unidad de transformación inversa y preparación de datos 206 que está conectada a través de una memoria intermedia de indicación 34 o 208 con un sistema de indicación de análisis 36 o una unidad de visualización 210. El sistema de indicación de análisis 36 o la unidad de visualización 210 está conectado, a su vez, con una unidad de selección de intervalo 38 o 212 que tiene acceso al archivo 18 a través del medio de transmisión de datos.

Para calcular árboles de compresión de órdenes k (con $0 \leq k \leq n - 1$) de cualquier tamaño, ajustables previamente por el personal, se establece en primer lugar por el personal, que opera la invención, a qué órdenes de descomposición deben recurrir los dispositivos 26, 28 para el análisis/la clasificación.

El dispositivo de compresión y análisis espectral 16 se pone a disposición del personal con un determinado número Z previamente establecido de unidades de cálculo de árbol, preferiblemente habituales en el mercado, tal como ya se utilizan en 22.0, 24. Las unidades de cálculo pueden estar compuestas por varias subunidades de cálculo que realizan su trabajo en partes de los datos a descomponer y por una unidad de reintegración que vuelve a juntar los resultados parciales. Cuanto más unidades de cálculo de este tipo existen, más rápidamente funcionará el dispositivo 16 de manera efectiva.

En primer lugar, se realiza en la etapa de orden 0, empezando con los datos almacenados en 14 de una unidad de cálculo de árbol, una descomposición, preferiblemente mediante una transformación wavelet o una transformación de paquete de wavelet, utilizándose coeficientes de función de escalado/ de wavelet previamente ajustados.

Las capas calculadas se almacenan en una memoria intermedia, siempre que sean necesarias para el análisis y/o la clasificación y para el almacenamiento posterior. La memoria 14 se puede liberar para su uso adicional por las unidades de descomposición.

A continuación, para todos los órdenes de descomposición k (con $0 \leq k \leq n-1$) en la k -ésima etapa, las capas existentes se asignan de forma sucesiva a las unidades de cálculo disponibles, las unidades de cálculo asignadas con coeficientes de función de escalado/ de wavelet previamente determinados (que se almacenaron en el archivo 18 para este fin y para la transformación inversa) se programan y, a continuación, se inician, utilizándose conjuntamente la memoria utilizada en la etapa $k-2$ (con $k \geq 2$) si es necesario (para $k = 1$ se puede utilizar en este caso, siempre que se haya previsto desde el punto de vista constructivo, la memoria de la unidad 14).

Tal como en la etapa 0, los coeficientes calculados por las unidades de cálculo de árbol se almacenan en una memoria intermedia, siempre que sean necesarios para el análisis y/o la clasificación y el almacenamiento posterior, y, a continuación, se libera la memoria de la etapa $k-1$.

Posiblemente tras pasar por el dispositivo de analizador espectral 26 operado preferiblemente de forma asíncrona, los coeficientes al menos de los árboles de compresión de $(n-1)$ -ésimo orden están presentes en la unidad de clasificación y filtrado 28 que decide en cuanto a su almacenamiento en el archivo 18 y, con ello, realiza una compresión real, si algunos coeficientes no se almacenan.

Compresión significa la omisión de informaciones superfluas que a continuación se denominan "detalles", de cualquier serie de valores de medición (por ejemplo, 40 según la figura 2) que consiste en valores de medición del mismo tipo, como, por ejemplo, la temperatura de una caldera, el potencial superficial de un músculo cardíaco (electrocardiograma) o el potencial de vector magnético (magnetocardiograma) del corazón, etc. La omisión de los detalles se realiza en dos etapas, determinándose en primer lugar los detalles y realizándose, a continuación, una valoración de su relevancia. Detalles irrelevantes, preferiblemente pequeños, se omiten. Habitualmente, los detalles se determinan o se miden al descomponerse una serie de valores de medición en unidades de funciones (wavelets o sus "funciones madre", las denominadas funciones de escalado, a partir de las que se construyen) que son adecuadas para representar los detalles deseados. Dado que los wavelets son fundamentalmente funciones con un valor medio de cero, se puede recurrir a éstos para la representación de detalles de cualquier ubicación y tamaño tras un desplazamiento o recalado/alargamiento adecuado del wavelet. Como consecuencia de su valor medio que desaparece, se puede considerar su recalado/alargamiento también como una variación de su frecuencia y, por tanto, los detalles como partes de frecuencia de cualquier ubicación y "nivel de tono" en la señal descompuesta.

Para valorar la relevancia se recurre a un término de medida para la valoración cuantitativa de diferencias (por ejemplo, debido a errores provocados por interpolación, compresión o cuantificación) entre la representación de la

serie de valores de medición y la propia serie de valores de medición (por ejemplo, 40) que a continuación se denomina "norma". Un detalle se considera irrelevante cuando la diferencia, que se produce por la omisión según esta norma, entre la serie de valores de medición y la representación de la serie de valores de medición queda por debajo de un determinado umbral de tolerancia previamente establecido. Es especialmente importante a este respecto la denominada norma energética, que también se denomina norma euclidiana o norma l_2 $\| \cdot \|_2$, de una función f o de los coeficientes $(c_k)_v$ de su serie de valores de medición:

$$\|f\|_2 = \sqrt{\int_{t=a}^b |f(t)|^2 dt} \quad \circ \quad \|(c_k)_{v_k}\|_2 = \sqrt{\sum_{v_k} |c_k|^2}$$

A este respecto, no es obligatoriamente necesario realizar una comparación concreta sino se puede utilizar la unidad de clasificación 28 del dispositivo de compresión y análisis espectral 16 para tomar la decisión de umbral de tolerancia sólo mediante la colocación de coeficientes determinados en la descomposición de la función en la representación clasificada. Dicho de otro modo, no tiene lugar una comparación cuantitativa que requiere un conocimiento del tamaño de la curva a comparar, sino sólo una comparación cualitativa que sólo se refiere a la decisión binaria en cuanto a si el coeficiente 1 se coloca mediante la unidad de clasificación por detrás o por delante del coeficiente 2.

Coficiente se denomina en general la totalidad de un número de identificación y la pronunciación numérica asociada de un valor (por ejemplo, la pareja formada por el tiempo de medición y el valor de medición) [En el presente caso, el número de identificación consiste en todas las coordenadas de capa y en la coordenada de tiempo, es decir, para un coeficiente de un árbol de k -ésimo orden en una tupla $(k+2)$ de $(k+1)$ coordenadas de capa y una coordenada de tiempo]. Valor de coeficiente se denomina la verdadera pronunciación numérica. Valores de medición se pueden medir en tiempos cualesquiera, sin embargo, realmente se miden siempre sólo en pocos tiempos discretos. Si se plantea la cuestión de cómo sería el aspecto de los valores de medición, posiblemente vectoriales, en los tiempos no considerados en la medición, entonces se asigna a cada valor de medición supuesto de forma temporal-puntual un "recorrido" asociado [la denominada función de transmisión (vectorial)], denominándose base la totalidad de todos los "recorridos". Si se vuelven a juntar todos los "recorridos" de forma multiplicada con sus valores de medición asociados, entonces resulta un recorrido global continuo en la mayoría de los casos que en cada momento de medición da como resultado el valor de medición asociado. A este respecto, la base de "recorridos" adecuada para un determinado problema, que refleja la información contenida en los valores de medición y también resultaría en el caso de una medición infinitamente fina con respecto al tiempo, se denomina "descomposición espectral" (en caso de que el árbol de resumen se haya descompuesto utilizando el wavelet de Haar, este recorrido no es necesariamente constante/continuo, ya que el propio wavelet de Haar no es constante/continuo).

Según la invención, se realiza en cada unidad de cálculo en cada etapa del orden k (con $0 \leq k \leq n-1$) una descomposición wavelet. Para el caso $n = 2$, en primer lugar, los coeficientes determinados a este respecto se insertan a modo de una estructura de árbol 42.0 según la figura 3 en la unidad de memoria de árbol de resumen 23.0. Entonces se realiza en la segunda unidad de cálculo 24 una segunda descomposición wavelet de la primera descomposición wavelet cuyos coeficientes se clasifican en la memoria de estructura de árbol de compresión 25 según una estructura de árbol de compresión 42.1 que corresponde a la estructura de árbol de resumen 42.0. En el caso $n > 2$ se recogen las unidades funcionales 24 y 25 como unidades funcionales 22.1 y 23.1, posiblemente se complementan por unidades funcionales adicionales 22.2 y 23.2 a 22.(Z-1) y 23.(Z-1) y, a continuación, se realizan las descomposiciones del orden 0 a $n-1$ según la descripción del dispositivo de compresión y análisis espectral 16.

Preferiblemente, en el caso de la transformación wavelet se trata de la denominada "transformación wavelet rápida" con la que, por un lado, se da la posibilidad de realizar la transformación en partes de cualquier tamaño de los datos de medición y que, por otro lado, permite seguir utilizando el espacio de memoria reservado para los datos de medición o, en la k -ésima etapa con $2 \leq k \leq n-1$, para los coeficientes de descomposición de la $(k-2)$ -ésima etapa en el almacenamiento de los coeficientes del árbol 42.k. Si no todos los coeficientes de descomposición de la $(k-1)$ -ésima etapa entran en la evaluación por el analizador espectral 26 o se deben almacenar de forma explícita por el dispositivo de compresión y análisis espectral 16 en el archivo 18, es incluso posible seguir utilizando el espacio de memoria que ya no es más necesario de la $(k-1)$ -ésima etapa en el almacenamiento de los coeficientes del árbol 42.k. Un algoritmo para establecer los tipos de árbol 42.0-42.(n-1) es idéntico con excepción de la elección de los wavelets que constituyen la base.

Un esquema para aclarar la construcción de cada una de las capas de todas las estructuras de árbol 42.0 a 42.(n-1), que corresponde a una eliminación sucesiva de informaciones de detalle de una serie de medición, está representado en la figura 3 y en la figura 4. La numeración 46.0-58.(n-1) de las capas individuales se realiza tal como es habitual en la literatura con respecto al estado de la técnica, para la representación de los árboles desde abajo hacia arriba, para la representación de la descomposición, que lleva a la estructura de árbol, desde arriba hacia abajo. Al utilizar la "transformación wavelet rápida", se introducen en una capa más inferior (según la figura 3) (capa cero) 46.k (con $0 \leq k \leq n-1$) en primer lugar los datos originales (en la etapa de orden 0, esto son los datos de

medición). En una primera capa $48.k$ se almacenan detalles $50.k$ separados de los datos originales y valores de medición $52.k$ restantes. Los valores medios (serie de medición sin detalles) $52.k$ se utilizan como datos de entrada para la siguiente capa $54.k$ más alta que, a su vez, contiene detalles $56.k$ de los valores medios $52.k$ de la capa anterior y valores medios $58.k$ restantes. A este respecto, el tamaño de los detalles se dobla respectivamente de una capa a otra.

La transformación wavelet de cada etapa termina cuando los detalles hayan alcanzado un tamaño previamente seleccionado y/o cuando se haya alcanzado un número de capa previamente establecido y/o cuando una capa contenga menos que M coeficientes, quedando establecido el wavelet por M coeficientes. Este criterio de terminar la transformación es el más usado, sin embargo, de ninguna forma es obligatorio. Sin afectar a la integridad de la serie de medición 46.0 [y, como consecuencia, también $46.0-46.(n-1)$] se puede rellenar con datos de cero de modo que en cada capa quedan más de M coeficientes.

La construcción de los árboles $42.0-42.(n-1)$ se puede realizar preferiblemente de forma recursiva. Para ello, en primer lugar, los detalles $50.k$ con la mayor finura posible se separan del conjunto $46.k$ (con $0 \leq k \leq n-1$) de los datos originales (para $k = 0$ datos de medición) que ha proporcionado la memoria intermedia 14 , y se almacenan junto con los valores medios $52.k$ restantes en las mismas ubicaciones de memoria que anteriormente ocupaban los datos originales $46.k$. La recursión para $1 \leq k \leq n-1$ consiste en asignar a los valores medios $52.k$, $58.k$ producidos la función de los datos originales $46.(k-1)$, separar de nuevo detalles y almacenarlos junto con los valores medios restantes en lugar de estos valores medios. Sin embargo, esto no significa que el control del error producido por la compresión requiera una recursión en la que la omisión o el cambio de coeficientes para la compresión se compruebe y, dado el caso, se descarte continuamente, por ejemplo, mediante una descompresión. Aunque este modo de proceder es habitual, en el marco de esta invención se vuelve superflua por la descomposición en n etapas de los datos de medición en un árbol de resumen y varios árboles de compresión.

Según la invención, se almacena para cada tiempo contenido en los árboles $42.k$ (con $0 \leq k \leq n-1$) un coeficiente de wavelet asociado en forma de una tupla $(k+3)$ de sus coordenadas de capa s_0 a s_k , su tiempo de medición y el verdadero valor de coeficiente. A este respecto, la construcción y el almacenamiento de los árboles $42.k$ se realiza en forma de etapas de descomposición, al almacenarse en primer lugar los primeros coeficientes de datos originales $M+1$ (para $k = 0$, esto son parejas formadas por el tiempo de medición y el valor de medición) en espacios de memoria internos de las unidades de memoria de estructura de árbol $23.0-23.(Z-1)$, siendo M el número necesario de coeficientes de wavelet para representar el wavelet elegido. Entonces, el primero de los coeficientes de detalle $50.k$ y el primero de los coeficientes de valor medio $52.k$ se calculan y se almacenan en los espacios de memoria de los dos primeros valores de datos originales/valores de medición. Éstos se sobrescriben de este modo, sin embargo, se pueden reconstruir en cualquier momento. En cada etapa de descomposición adicional se complementan los $(M-1)$ coeficientes restantes por dos coeficientes nuevos y se repite el modo de proceder descrito en el punto anterior. De este modo sólo es necesario un número de espacios de memoria que supera en $[3(M+1)-2]$ al número de valores de datos originales/valores de medición que se han leído de la unidad de memoria intermedia. El número $3(M+1)-2$ procede, en primer lugar, de los $M+1$ espacios de memoria internos y, en segundo lugar, respectivamente de $M-1$ coeficientes restantes en los bordes izquierdo y derecho de una capa de plano que adoptan los efectos de borde, que, por ejemplo, generaron los artefactos de borde en forma de estrella conocidos en la transformación Fourier 2d.

En procedimientos de compresión wavelet conocidos, los coeficientes que aparecen en el árbol de resumen 42.0 se redondean o cuantifican de modo que se obtiene el menor número posible de valores numéricos que aparecen con frecuencia, los denominados niveles de cuantificación. Mediante una elección adecuada de los niveles de cuantificación así como de su número se puede controlar la compresión, lo que, sin embargo, implica dificultades, ya que en la práctica a menudo no sólo aparecen mesetas horizontales/reales, sino también "mesetas" que suben de forma no lineal o curvadas. La cuantificación descrita pixelará estas "mesetas" en segmentos horizontales, aunque no sería necesario, ya que los wavelets también son perfectamente adecuados para la interpolación de desarrollos de función no lineales. Si sólo se utiliza un nivel de cuantificación, entonces la representación de la serie de valores de medición es sólo una constante cuyo valor adopta el valor medio de la serie de valores de medición; la compresión es máxima, debiendo almacenarse sólo tres valores, el inicio y el final de la función y el valor de coeficiente. Si cada valor de coeficiente que aparece se utiliza como nivel de cuantificación, entonces la representación de la serie de valores de medición es exacta, pero no existe una compresión en la práctica.

Según una idea fundamental de la invención se realizan por tanto transformaciones wavelet adicionales calculándose o estableciéndose, para así decir, sobre cada árbol $42.(k-1)$ de $(k-1)$ -ésimo orden el siguiente árbol de compresión $42.k$ más alto (con $1 \leq k \leq n-1$). Dicho de otro modo, para $1 \leq k \leq n-1$, cada capa $46.(k-1)$, $50.(k-1)$, $56.(k-1)$... del árbol de compresión $42.(k-1)$ de $(k-1)$ -ésimo orden se descompone otra vez en un "árbol de compresión de compresión" de k -ésimo orden en total, que en este caso se denomina árbol de compresión $42.k$. Este procedimiento se prosigue hasta $k = n-1$. Según la invención, se muestra que en cada árbol de compresión $42.(n-1)$ sólo pocos coeficientes tienen valores significativamente grandes, y que la mayoría de ellos adoptan casi el valor cero. El propio árbol de compresión $42.(n-1)$ contiene los detalles separados $50.(n-1)$, $56.(n-1)$ y una capa de los valores medios $58.(n-1)$ restantes de la última descomposición realizada.

En el ejemplo de la función 64 representada en la figura 5a se debe explicar a modo de ejemplo una descomposición wavelet.

La función 64 consiste en cuatro bloques 66, 68, 70, 72 que se deben descomponer en detalles y valores medios con ayuda del wavelet 74 (del wavelet de Haar) representado en la figura 5b (el bloque 66 tiene la altura cero). El wavelet 74 presenta dos bloques 76, 78 cuyo tamaño se supone con el valor ± 1 , de modo que se pueden encajar dos ejemplares, es decir, parejas de bloques 76, 78 de la función 74, en la función 64 a descomponer, tal como se representa según la figura 5c. El encaje (división por la mitad de la longitud y la altura así como un desplazamiento adecuado) del wavelet de Haar 74 en una mitad derecha de la función 64 está representado en la figura 5c, determinándose un detalle gráficamente como diferencia de altura de la parte de un bloque derecho 82 que sobresale de un bloque izquierdo 80. De ello resulta un detalle $d_r = (9-4)/2 = 2,5$. La figura 5d ilustra el cálculo del valor medio que se determina gráficamente doblando la parte sobresaliente 82 del bloque derecho, resultando un valor medio $m_r = (9+4)/2 = 6,5$.

Asimismo, resultan un valor medio y un detalle para los bloques izquierdos 66, 68 de la función 64, es decir, una función de 4 bloques 66..72 se descompone en primer lugar en dos valores medios y dos detalles. Tal como se representa en la figura 3, los detalles se almacenan, por ejemplo, en la capa 1 del árbol de resumen 42.0, pudiendo descomponerse los valores medios otra vez en un detalle en la capa 2 así como un valor medio en la capa 3. En total, se obtiene un valor medio y tres detalles. En este ejemplo se muestra que el detalle d_l de los bloques izquierdos 66, 68 con $d_l = (1 - 0)/2 = 0,5$ es fundamentalmente más pequeño que el detalle d_r de los bloques derechos 70, 72. Siempre que sea aceptable con respecto a una tolerancia previamente establecida de sustituir los dos bloques izquierdos 66, 68 por un bloque grande de la altura 0,5, se puede establecer $d_l := 0$ sin modificar fundamentalmente la función.

Finalmente, a los detalles d_l y d_r se asigna un tiempo de medición en el que éstos adoptan por primera vez un valor diferente a cero. En el caso descrito, por ejemplo, al detalle d_r se asigna el tiempo de medición 1/2 y al detalle d_l se asigna el tiempo de medición cero. En general, un detalle pertenece al tiempo de medición $t_{\text{detalle}} = \lfloor t_{\text{mín.punto de medición considerado}} / (2^s \Delta t) \rfloor$, cuando el tiempo de medición más pequeño que ha entrado en su cálculo es $t_{\text{mín.punto de medición considerado}}$ s es su número de capa y Δt es el tiempo que ha transcurrido entre dos mediciones, designando los paréntesis de Gauss inferiores $\lfloor \rfloor$ al siguiente número entero más pequeño con respecto a cualquier número real.

La descomposición wavelet descrita se basa en el principio general de clasificar los coeficientes de una función a descomponer, como, por ejemplo, la serie de medición 40 según la figura 2a o la función ejemplar 64 según la figura 5a, en grupos de dos y calcular un promedio ponderado con respecto a los mismos y, en general, además con respecto a coeficientes adicionales. Los coeficientes adicionales se producen por que, con excepción del wavelet de Haar 74, wavelets directamente adyacentes (es decir, desplazados $2^s \Delta t$ unos con respecto a otros) se solapan realmente.

Si se da la función a descomponer en forma de los coeficientes c_k (para $k=0,\dots,M$), sus detalles por los coeficientes d_k , el wavelet en forma de los coeficientes g_l (para $l=2-M,\dots,1$, es decir, M coeficientes determinan el wavelet) y su función de determinación de valores medios asociada (la denominada función de escalado) en forma de los coeficientes $h_l := (1)^l g_{1-l}$, (para $l=0, \dots, M-1$), entonces, la descomposición explicada en el ejemplo anterior ($M=2$, $h_0 = h_1 = \sqrt{2}/2$, $g_0 = \sqrt{2}/2$, $g_1 = (-\sqrt{2}/2)$) se puede llevar a la siguiente forma generalizada:

$$c_{k, \text{siguiente capa más alta}} = \sum_{l=0}^{M-1} h_{l-2k} c_l \quad (a)$$

$$d_k = \sum_{l=2-M}^1 g_{l-2k} c_l \quad (b).$$

Los coeficientes de detalle d_k calculados se introducen en la primera capa de detalle 50 de la figura 3, los coeficientes de valores medios $c_{k, \text{siguiente capa más alta}}$ adoptan la función de los coeficientes c_l en la siguiente etapa de descomposición.

Al observar estas fórmulas, existen tres cosas que saltan a la vista:

- en la fórmula b, el índice k en el lado derecho aparece siempre sólo de forma doble. Por tanto, los coeficientes c_l sólo se procesan en grupos de dos, tal como se indicó anteriormente.
- en ambas fórmulas aparecen sólo sumas de productos de los coeficientes c_l con • coeficientes constantes. Las

fórmulas de cálculo de este tipo se denominan lineales y posibilitan realizar la descomposición en primer lugar sólo en cualquier parte pequeña/grande de los coeficientes c_i y, más adelante, juntarlas mediante una adición simple.

5 La elección de las variables que determinan el wavelet con respecto a $M = 2$, $g_0 = \sqrt{2}/2$, $g_1 = (-\sqrt{2}/2)$ (los coeficientes $h_i := (-1)^i g_{1-i}$ están establecidos por los coeficientes g_i) genera el wavelet de Haar ya descrito. Por tanto, ya son suficientes algunos pocos parámetros, exactamente establecidos, para establecer una descomposición relativamente complicada, lo que es una consecuencia de su modo de construcción y causa su denominada *autosimilitud*. Como ejemplo sencillo debe servir el wavelet establecido por $M = 4$, $g_{(-2)} = (1 + \sqrt{3})/(4\sqrt{2})$, $g_{(-1)} = (3 + \sqrt{3})/(-4\sqrt{2})$, $g_0 = (3 - \sqrt{3})/(4\sqrt{2})$, $g_1 = (\sqrt{3} - 1)/(4\sqrt{2})$, el denominado wavelet de Daubechies de segundo orden 112 según las figuras 10a-b.

15 A continuación se muestran ejemplos para el caso $n = 2$ para ilustrar las explicaciones anteriores. La figura 6 muestra una representación gráfica de la concentración de la intensidad de los coeficientes de una señal constante en la descomposición en árboles de resumen y árboles de compresión que ilustra una de las posibles realizaciones de la representación de los árboles de compresión mediante una asignación adecuada de los valores de indicación. Tal como se explicó anteriormente, los datos de medición 46.0 recibidos de una función como 40 se descomponen según la figura 2a mediante la unidad de memoria de estructura de árbol de resumen 23 según el procedimiento según la figura 4 en la primera estructura de árbol 42.0 según la figura 3, que en la figura 6 está representada por el triángulo 84 perpendicular. El triángulo 84 presenta líneas oscuras 88 que discurren de manera paralela a un borde base 86, que corresponde a la capa 46.0 (capa cero), que representan las diferentes capas 50, 56 de la estructura de árbol 42.0.

20 A continuación, todos los detalles obtenidos por la descomposición se descomponen del mismo modo, aunque, dado el caso, con respecto a otro wavelet. De este modo se producen los árboles de compresión 42.1 según la figura 3, que en la figura 6 están representados por triángulos 90 horizontales.

25 Los triángulos 90 presentan líneas oscuras 93 que discurren de manera paralela a sus bordes base 92, que representan las diferentes capas de la estructura de árbol 42.1. En el recorrido de las líneas oscuras 88 o 93 están representados recorridos claros 95 o puntos 97, correspondiendo la claridad de los recorridos 95 o puntos de luz 97 al importe de los coeficientes que se han producido en la descomposición, por ejemplo, del perfil de temperatura constante 40 según la figura 2a.

30 El efecto de concentración que aparece a este respecto (recorridos anchos, claros se convierten en recorridos estrechos, puntuales) es la fuente de la buena capacidad de compresión del presente procedimiento.

35 Siempre que los datos de medición estén presentes como función constante, tal como en el ejemplo descrito, por ejemplo, la temperatura media sólo aparecerá en la capa más superior del árbol de resumen. En las capas situadas por debajo de la misma sólo se producen los coeficientes para la desviación de la temperatura media. La figura 7 muestra una representación logarítmica del importe de los coeficientes de la serie de medición 40 según la figura 2a, que en el ejemplo descrito consiste en aproximadamente 14400 puntos de medición. A este respecto, los primeros 7200 coeficientes están asignados a la primera capa del árbol de resumen, los siguientes 3600 coeficientes están asignados a la segunda capa, 1800 coeficientes adicionales están asignados a la tercera capa, y así sucesivamente, presentando cada siguiente capa aproximadamente la mitad de los coeficientes de la capa anterior (en general no será exactamente la mitad de los coeficientes sino hasta $(M+1)$ más, ya que los wavelets de Haar/funciones de escalado utilizados en este caso sobresalen ($M = 2$) de los bordes del intervalo de tiempo de medición y se tienen que considerar todos los coeficientes cuyo wavelet/función de escalado está en contacto con el borde. Al utilizar un wavelet con $M > 2$, este efecto aún se intensifica, ya que los wavelets/funciones de escalado se solapan entre sí y por tanto $\left[\frac{M+1}{2} \right]$ wavelets/funciones de escalado se solapan respectivamente en el mismo momento al inicio y al final del intervalo de medición).

45 En la figura 8 se representa una representación de logaritmo 10 del importe de los coeficientes del árbol de compresión 42.1 con respecto al árbol de resumen 42.0 según la figura 7. Los coeficientes del árbol de compresión con respecto a la primera capa del árbol de resumen están representados en la mitad izquierda de la representación, es decir, en el intervalo entre puntos con los números 0 a 7200. En el intervalo entre 7200 y 14400, es decir, en la mitad del intervalo de números de coeficiente restante, están representados los coeficientes de todas las demás capas (entre 7200 y 10800 aquéllos de la segunda capa, entre 10800 y 12600 aquéllos de la tercera capa, y así sucesivamente.). Dicho de otro modo, los árboles de compresión adicionales se representan respectivamente en mitades adicionales de mitades de la representación.

En la representación de logaritmo 10 94 según la figura 7 se puede apreciar claramente la formación de mesetas 107, y la figura 8 muestra claramente que menos de un 20 % de los coeficientes tienen un intervalo entre señales superior a 40 dB con respecto a los coeficientes restantes, es decir, el error que se produce por la omisión de aproximadamente un 80 % de los coeficientes constituye menos de 1/10000 de la energía contenida en la señal 40. Esto se corresponde, al utilizar la norma energética como norma de error, con un error de menos de un 0,1 % en una compresión de las existencias de datos hasta una quinta parte.

Una vez que la serie de medición (por ejemplo, 40) se haya descompuesto de la manera según la invención, anteriormente descrita, y se haya almacenado en las respectivas unidades de memoria 23.0, 25, se puede realizar mediante el analizador espectral 26 una corrección de los valores de medición con respecto a artefactos de función de transmisión no deseados (por ejemplo, para la corrección de distorsión de señales), pudiendo adaptarse especialmente para este fin los wavelets, en los que se basa la unidad de memoria y cálculo de estructura de árbol de resumen 22.0, 23.0 y/o la unidad de memoria y cálculo de estructura de árbol de compresión 24, 25, a las propiedades espectrales y/o propiedades espectrales diferenciales de los valores de medición a registrar.

Los datos almacenados en la unidad de memoria de estructura de árbol de resumen 23.0 y/o en la unidad de memoria de estructura de árbol de compresión 25 y/o procesados/corregidos con respecto a la distorsión por el analizador espectral 26 se suministran a la unidad de clasificación y filtrado 28. En la unidad de clasificación 28, los coeficientes se clasifican según su importancia (por ejemplo, según su importe o según su importe ponderado con respecto a la frecuencia/los números de capa), tomándose la decisión en cuanto a qué coeficientes pueden pasar por la unidad de filtrado 28 sólo mediante su orden clasificado. En particular, de la unidad de memoria de estructura de árbol de compresión se eligen tantos coeficientes que no se supera un determinado error previamente ajustable, pasando sólo los coeficientes más importantes (por ejemplo, con el mayor importe) por la unidad de filtrado y almacenándose éstos en el archivo 18. Según la invención no tiene lugar una recursión, en parte una transformación inversa, una cuantificación o una nueva clasificación en la unidad de memoria de estructura de árbol de compresión 25 para la estimación de error, sino que se realiza un almacenamiento directo en el archivo 18. Dicho de otro modo, según la invención, se realiza una estimación fina del error, por lo que se genera el archivado sólo de aquellos coeficientes más importantes/más grandes que sean necesarios para la reconstrucción de los datos de medición dentro de límites de error previamente establecidos, es decir, se clasifican los coeficientes y, a continuación, sólo se almacenan los coeficientes importantes/grandes. El control de error utilizado se denomina también "control de error a priori". Todos los accesos de memoria de las unidades de cálculo de árbol utilizadas, preferiblemente habituales en el mercado, se realizan de forma secuencial y, por tanto, son eficaces en particular para arquitecturas a modo de SDRAM que almacenan de forma intermedia accesos de memoria de coeficientes situados próximos unos de otros en memorias intermedias rápidas (a este tipo de memoria pertenece también la denominada memoria RAMBUS).

El archivo 18 es capaz de almacenar todos los datos que se producen y reaccionar frente a peticiones de prioridad, como, por ejemplo, el grado de llenado de la memoria intermedia 14, y aun así cumplir con peticiones asíncronas de la unidad de evaluación 20.1 ... 20.K para datos descomprimidos o el dispositivo de visualización de datos de compresión 202.1 ... 202.K para datos comprimidos 202.1 ... 202.K.

Las peticiones de la unidad de evaluación 20.1 ... 20.K o del dispositivo de visualización de datos de compresión 202.1 ... 202.K para establecer una visión conjunta se predeterminan preferiblemente en el intervalo de tiempo $[t_1, t_2]$ elegido por el personal y un ancho de intervalo de tiempo Δt de subintervalos también elegido por el personal. Sin embargo, el dispositivo de visualización de datos de compresión 202.1 ... 202.K también es capaz de hacer que sólo se visualicen determinados (r) órdenes de descomposición k_1, \dots, k_r (con $0 \leq k_l \leq n-1$, $1 \leq l \leq 1:9 r$, $1 \leq r \leq n$). Mediante estas indicaciones se determina en ambos dispositivos mediante la unidad de selección de intervalo 212 qué coeficientes se deben extraer del archivo 18 para establecer la visión conjunta deseada. A este respecto, el número de los coeficientes a extraer será, como máximo, un múltiplo pequeño de número entero del número $N = \lceil (t_2 - t_1) / \Delta t \rceil$ de los coeficientes necesarios para establecer la visión conjunta.

Los coeficientes extraídos, al menos de la estructura de árbol 42.($n-1$) de ($n-1$)-ésimo orden, son recibidos por el receptor 30 o 204 y transformados de manera inversa en el orden inverso en la unidad de descompresión y transformación inversa 32 o la unidad de transformación inversa y preparación de datos 206, de manera análoga a su descomposición descrita en las páginas 21 y siguientes, utilizándose de nuevo las unidades de cálculo de estructura de árbol 22.0-22.(Z-1). Es decir, la transformación inversa empieza en la ($n-1$)-ésima etapa con los coeficientes recibidos de la estructura de árbol 42.($n-1$). A continuación, se programan y se inician tantas unidades de cálculo de estructura de árbol 22.0-22.(Z-1) como sean necesarias con los coeficientes de wavelet/funciones de escalado asociados, también recibidos por el archivo 18. Los coeficientes resultantes de la estructura de árbol 42.($n-2$) se complementan, preferiblemente por adición, por coeficientes, posiblemente almacenados por separado por el archivo 18 y recibidos debido a la petición actual, de la estructura de árbol 42.($n-2$). A continuación, la etapa que se acaba de describir se repite tantas veces como sea necesario para representar todas las estructuras de árbol solicitadas [es decir, n veces del 20.1 ... 20.K o $(n + 1 - k_l)$ veces por el dispositivo 202.1 ..., 202.K, si sólo los coeficientes de la estructura de árbol 42.($n-1$) se han almacenado en el archivo 18], preferiblemente n veces, hasta que los datos sin procesar deseados o todas las estructuras de árbol 42. k_l - 42. k_r solicitadas estén presentes en el intervalo deseado. Los coeficientes calculados de los datos sin procesar o de las estructuras de árbol 42. k_l -42. k_r se

someten, dado el caso, además a una interpolación necesaria para la representación mediante una transformación wavelet adicional (transformación wavelet de interpolación) con respecto a un wavelet cuyas propiedades de interpolación corresponden a la tarea de interpolación deseada.

La posibilidad del cálculo inverso unívoco de los datos de origen de una transformación wavelet permite también realizar transformaciones wavelet rápidas conectando de forma sucesiva dispositivos adecuados, preferiblemente habituales en el mercado. Si se realiza una transformación cuyo wavelet, en el que se basa, tiene la propiedad de interpolación deseada, entonces la interpolación y la descompresión se pueden realizar de forma muy eficaz en una forma adecuada para la representación mediante el mismo grupo constructivo. Debido a la propiedad que tienen las unidades de visualización convencionales de representar todos los puntos de imagen de una región de indicación, preferiblemente bidimensional/tridimensional, con exactamente el mismo tamaño en forma de denominados píxeles/vóxeles (volumen de vóxel = elemento de imagen), se puede utilizar preferiblemente el wavelet de Haar anteriormente descrito.

Dado que el ancho de banda de la conexión entre la memoria intermedia de indicación 34 o 208 y el sistema de indicación de análisis 36 o la unidad de visualización 210 es a menudo muy limitado, es deseable poner a disposición del personal operador ya tras la transmisión de muy pocos coeficientes de interpolación una vista previa correspondientemente aproximada y refinar ésta, una vez que se hayan transmitido los coeficientes adicionales. Este modo de proceder corresponde a la omisión de los detalles aún no transmitidos en primer lugar de la estructura de árbol 42.0 o las estructuras de árbol 42. k_l -42. k_r , producidas de la transformación wavelet de interpolación y su adición sucesiva posterior. La adición sucesiva de detalles se representa esquemáticamente en la figura 9 en el ejemplo de la reconstrucción de datos transformados anteriormente con respecto al wavelet de Haar, generándose, a partir de una vista previa aproximada 106, pasando por una representación más fina 108 hasta una función definitiva 110, respectivamente una visión conjunta de la serie de medición 64 de la figura 5a.

El procedimiento descrito es especialmente interesante con respecto a los dispositivos 20.1 ... 20.K o 202.1 ... 202.K porque de una capa a otra se dobla el número de los coeficientes contenidos en la misma. La representación de la vista previa aproximada 106 se puede realizar en la presente situación, esto es, fundamentalmente antes que la visión conjunta completa. Además, el procedimiento según la invención permite con respecto al dispositivo 202.1 ... 202.K la representación de datos comprimidos en diferentes modos de representación que son necesarios para la evaluación conveniente, como, por ejemplo, la detección de peculiaridades, la estimación de la distribución de energía, etc. Peculiaridades de una curva de medición se pueden detectar mediante este procedimiento ya en los datos comprimidos sin recursos de cálculo grandes y de manera robusta frente a errores.

Un modo de proceder especial está caracterizado por que a cada coeficiente de cada uno de los árboles 42. k_l -42. k_r a indicar se asigna un valor de indicación que se puede fijar, en particular un determinado color, nivel de coordenada de representación y/o claridad. De ello se pueden obtener varias informaciones. Así, por ejemplo, ya es posible una estimación a largo plazo de la distribución de energía mediante algunas pocas de las capas más superiores del árbol de resumen o de los árboles de compresión más superiores, ya que la capa más superior contiene la información de valores medios, es decir, la masa de señal, y las siguientes capas proporcionan información acerca de su variación y/o distribución. Por tanto, una estimación de la distribución de energía requiere sólo la indicación de pocos coeficientes de wavelet, lo que tienen como consecuencia unos tiempos de carga menores.

Asimismo, se pueden representar peculiaridades de una determinada resolución temporal (como, por ejemplo, de las curvas de medición 40 según la figura 2a así como 41 según las figuras 2b a c) mediante coeficientes de wavelet grandes de la capa correspondiente. Sin embargo, peculiaridades en capas más profundas a menudo ya se perfilan en capas más altas (estructuras de tiempo más aproximadas) mediante los coeficientes de wavelet correspondientes, de modo que es suficiente en la mayoría de los casos indicar en primer lugar sólo intervalos de la unidad de transformación inversa y preparación de datos 206 que sólo contienen los pocos coeficientes de wavelet de la resolución temporal más aproximada. Si se observan allí peculiaridades en un determinado intervalo de tiempo, entonces es posible representar (sucesivamente) sólo los intervalos que muestran estas peculiaridades en las capas situadas encima. Además, existe la posibilidad de dirigirse a cualquier capa o de saltarse varias capas. Mediante esta detección directa de las peculiaridades se pueden evitar tiempos de carga largos.

Una característica adicional del procedimiento está caracterizada por que el importe de los valores de coeficiente de wavelet se puede representar de forma logarítmica, siendo posible modificar el valor de representación de color en función del signo de los valores de coeficiente de wavelet (logaritmo complejo). De este modo, en muchos casos prácticos, las peculiaridades anteriormente mencionadas se vuelven especialmente claras, ya que esta representación traduce las mismas relaciones de importe-valores de coeficiente de las peculiaridades/la distribución de energía, por ejemplo, a los mismos intervalos de valores de representación de claridad o de niveles de color y/o alturas de coordenadas.

Ha demostrado ser especialmente ventajoso que los datos comprimidos se puedan representar en una estructura de árbol pluridimensional, ilustrada, aquí, en el caso $n = 2$ en el ejemplo de una estructura tridimensional, como una estructura de árbol 114 según la figura 11, que comprende una primera superficie, como un plano, para la

representación de coeficientes del árbol de visión conjunta, y segundas superficies (adicionales) que se extienden, preferiblemente de manera perpendicular, partiendo de la primera superficie, como planos, para la representación de coeficientes de los árboles de compresión. Para cada una de las estructuras de árbol obtenidas (árboles de compresión y árbol de resumen) se genera para cada una de las capas contenidas en las mismas una

- 5 representación con ayuda de órdenes de control que se pueden interpretar por la unidad de indicación. A este respecto, las órdenes de control se eligen de modo que a cada uno de los valores contenidos en cada capa va asociada una representación previamente ajustable, preferiblemente una codificación de sombreado de gris o de color y/o de altura, en función del valor de importe preferiblemente logarítmico de los coeficientes a indicar. El ancho de una representación de este tipo de los coeficientes se puede variar.
- 10 Al elegir las órdenes de control para representar los coeficientes, el ancho de la representación de coeficientes se puede elegir libremente y, según la invención, se puede ajustar por parte del usuario. A continuación, se ilustran en primer lugar siempre representaciones en el caso $n = 2$ tanto en forma de árbol como "de forma desglosada"/en forma de tabla. Una vista al caso $n = 3$ se indica sólo „de forma desglosada/en forma de tabla“ por motivos de espacio con respecto a la representación (la dificultad de una representación estructurada de objetos
- 15 pluridimensionales en impresos de papel bidimensionales).

Una representación preferida de una estructura tridimensional es la representación triangular según la figura 11, disminuyendo el ancho de la representación de todos los coeficientes de una capa de forma lineal con el número creciente de la capa de la que proceden. Esto significa que el ancho b de la representación del ancho de tiempo real $2^s \Delta t$ de un coeficiente de la capa $s = s_0$ en el árbol de resumen o del número de capa acumulado $s = s_1$ en el árbol de compresión (es decir, de la capa de resumen s_0 y la capa de compresión $s_1 > s_0$ en los árboles de compresión) disminuye de forma lineal (debido a la designación de la capa de datos de medición como capa cero o capa 0 y $s_{k-1} < s_k \leq s_{\text{máx}}$ es válido $s_j \geq j + 1$, $0 \leq j \leq n - 1$). Dicho de otro modo, los coeficientes se vuelven más anchos respectivamente por un factor 2 con cada límite de capa que se debe superar desde la base de la estructura de árbol

- 20 de compresión (es decir, de la capa de resumen s_0 y la capa de compresión $s_1 > s_0$ en los árboles de compresión) disminuye de forma lineal (debido a la designación de la capa de datos de medición como capa cero o capa 0 y $s_{k-1} < s_k \leq s_{\text{máx}}$ es válido $s_j \geq j + 1$, $0 \leq j \leq n - 1$). Dicho de otro modo, los coeficientes se vuelven más anchos respectivamente por un factor 2 con cada límite de capa que se debe superar desde la base de la estructura de árbol doble 84/114 representada en las figuras 6, 11 para alcanzar la capa de cualquier coeficiente (independientemente de si esta superación de límite de capa tiene lugar en el árbol de resumen o en un árbol de compresión). Esta
- 25 representación 114 (según la figura 11), por un lado, proporciona más espacio a los coeficientes muy numerosos de las capas inferiores que a aquéllos de las capas superiores, por otro lado, asigna un ancho tal a los coeficientes de las capas superiores que se pueden apreciar sin problemas también en unidades de visualización de pantalla convencionales.
- 30 En una representación adicional 116 según la figura 12, el ancho b de la representación de un coeficiente individual permanece constante. Esta representación, por un lado, proporciona una vista conjunta con respecto a la cantidad de datos contenida en una capa, sin embargo, por otro lado, el ancho de las capas representadas disminuye de forma exponencial con su altura, por lo que las representaciones de coeficiente en las capas altas posiblemente sólo se pueden apreciar con dificultad en unidades de indicación convencionales. Además, su ubicación temporal dentro
- 35 de la estructura de árbol tampoco se puede apreciar fácilmente.

Asimismo, el ancho b de la representación de un coeficiente individual se puede ajustar de forma proporcional al ancho $2^s \Delta t$ del wavelet representado por el mismo (representación isócrona 118 según la figura 13). Esta representación, por un lado, proporciona una vista conjunta no distorsionada de la ubicación y la parte de cada wavelet representado por una determinada representación de coeficientes en la señal mostrada en el intervalo de

- 40 tiempo representado. Por otro lado, así, los coeficientes de las capas altas adoptan una representación con un ancho b que sube de forma exponencial, por lo que en unidades de visualización de pantalla convencionales sólo existe espacio (en forma de píxeles) para la representación completa de los coeficientes de las capas inferiores del árbol de resumen. Los otros coeficientes de las capas más altas, que salen del intervalo de tiempo a indicar, que, sin embargo, empiezan o terminan, como máximo, en este intervalo de tiempo, no se representan o ya no se
- 45 representan completamente.

De manera ventajosa, también se puede elegir una representación completa de forma isócrona 120 según la figura 14, que corresponde a la representación isócrona, indicándose, sin embargo, todos los coeficientes de todas las capas. Esto significa que se indican todos los coeficientes de las capas más altas que terminan o empiezan en el intervalo de tiempo a indicar (es decir, su función de escalado/wavelet asignado termina o empieza en el intervalo de tiempo a indicar). A este respecto, su ancho $B = M 2^s \Delta t$ (quedando el wavelet establecido por M coeficientes) que sube de forma exponencial lleva a que su inicio o final se alejen de forma exponencial del inicio o del final del intervalo de tiempo a indicar. Tal como la representación isócrona, por un lado, proporciona una vista conjunta no distorsionada de la ubicación y la parte de cada wavelet representado por una determinada representación de coeficientes en la señal mostrada en el intervalo de tiempo representado. Por otro lado, los coeficientes que

- 50 aparecen de forma muy numerosa de las capas profundas adoptan así una representación con un ancho que disminuye de forma exponencial, por lo que en unidades de indicación convencionales para las capas profundas quedan posiblemente sólo muy pocos puntos de imagen.
- 55

Como ejemplo se elige una curva de medición de temperatura 41 construida según las figuras 2b a c. La figura 2b muestra su recorrido, representando la figura 2c una ampliación de la amplitud de señal de esta curva de medición.

La curva de medición de temperatura consiste en aproximadamente 14000 puntos y tiene en primer lugar fundamentalmente un recorrido aproximadamente sinusoidal. Se ha construido de modo que tiene adicionalmente saltos, codos y regiones lisas. Estas regiones tienen una lisura diferente (es decir, se pueden diferenciar con una facilidad diferente) y, por tanto, también se pueden interpolar sólo con una facilidad diferente con respecto a un wavelet liso (los recorridos aproximadamente sinusoidales se pueden diferenciar con una frecuencia infinita, las derivaciones de los codos ya no se pueden diferenciar de forma clásica sino sólo en el sentido de L_2 y proporcionan funciones de salto, las derivaciones de los saltos proporcionan distribuciones δ). Mediante estas estructuras se muestra qué efecto tienen las peculiaridades en la señal de medición directamente en la pronunciación de las estructuras de claridad en la representación visual generada.

5 Para la descomposición de la curva de medición de temperatura elegida se recurre en primer lugar en el caso $n = 3$, es decir, para generar el árbol de resumen o los árboles de compresión, al wavelet d_{12} 122 representado en figura 15. Este wavelet tiene un recorrido también aproximadamente sinusoidal y es muy liso, por lo que las estructuras lisas de la curva de medición de temperatura se pueden reproducir bien con pocos coeficientes que no desaparecen, que se encuentran principalmente en las capas altas del árbol de resumen y, allí, a su vez, en las capas altas de los árboles de compresión asociados. Por lo demás, las estructuras lisas se representan por coeficientes pequeños que llevan a regiones preferiblemente oscuras en la representación visual. En las capas más profundas del árbol de resumen y en los puntos asociados de todas las capas de los árboles de compresión se sitúan principalmente sólo coeficientes de detalle poco pronunciados, ya que el comportamiento aproximadamente sinusoidal por un espacio grande de la curva de medición de temperatura ya se puede interpolar muy bien mediante ejemplares grandes del wavelet d_{12} (de capas altas) con sólo pocos coeficientes de un tamaño correspondiente.

Los codos y los saltos en la curva de medición de temperatura llevan en el árbol de resumen o en los árboles de compresión a estructuras claras que se extienden a modo de dedo partiendo de capas más altas hacia capas más bajas. Las estructuras estrechas más claras, más resaltadas, resultan de los saltos, las estructuras menos claras, que se pierden, resultan de los codos.

25 En 124 según las figuras 16a a b se muestra una representación isócrona completa que corresponde a la curva de medición de temperatura 41 elegida. Se pueden apreciar claramente las estructuras de dedo que se extienden desde las capas más altas hacia las capas más bajas. En la figura 16b se muestra una ampliación del fragmento inferior derecho de la figura 124 representada en la figura 16a en el que existen coeficientes que están muy pronunciados. La representación muestra de forma bastante clara el recorrido de estas estructuras de dedo en las capas más profundas.

126 según la figura 17a muestra el árbol de resumen asociado a la curva de medición de temperatura 41 según las figuras 2b a c en una forma numerada por coordenadas (coordenada de tiempo = eje x y coordenada de capa = eje y). De forma asociada, las figuras 18a y 19a muestran el primer árbol de compresión 130 o el segundo árbol de compresión 134 en una forma numerada por coordenadas (de logaritmo de importe). Para proporcionar una apreciación mejor de las claridades, las figuras 17b, 18b o 19b muestran representaciones logarítmicas 128, 132 o 136 con un contraste muy amplificado de las vistas representadas en las figuras 17a, 18a y 19a (en particular en las representaciones 132 o 136 con un contraste amplificado se pueden apreciar fundamentalmente más detalles que los impresos de las formas 130 o 134 numeradas por coordenadas asociadas). Las estructuras de dedo en el árbol de resumen 126 o 128 según las figuras 17a o 17b son más borrosas, por ejemplo, en las capas 0 a 4, los coeficientes desde aproximadamente 1180 hasta aproximadamente 1500, que en los árboles de compresión 130 o 132, tal como, por ejemplo, en las figuras 18a o 18b en las capas 0 a 4, los coeficientes en el intervalo alrededor de aproximadamente 500. Los coeficientes en la capa más profunda del árbol de compresión 130 asociado a la capa $s_0 = 1$ del árbol de resumen 126 según la figura 18a tienen el doble de ancho ($M 2^{s_0+1} \Delta t = M 2^{s+1} \Delta t$) que los coeficientes precisamente en esta capa del árbol de resumen 126 según la figura 17a. Por tanto, sus números sólo tienen la mitad del tamaño de aquéllos del árbol de compresión. La borrosidad se debe fundamentalmente al hecho de que, en el árbol de resumen, saltos o codos de la curva de medición de temperatura elegida con el wavelet d_{12} liso sólo se pueden interpolar mal o de forma moderada y, por tanto, también contribuyen de forma considerable a este fragmento de señal de medición en el intervalo de tiempo adyacente a estos puntos. En cambio, el recorrido de los coeficientes de las capas individuales del árbol de resumen presenta entonces menos saltos y codos que la curva de medición original, esto es, es más liso y, por consiguiente, también se puede reproducir mejor con un wavelet d_{12} liso (en los árboles de compresión). Por tanto, sólo son necesarios pocos coeficientes muy pronunciados en los árboles de compresión para interpolar la capa asociada del árbol de resumen o los datos originales. Por tanto, las estructuras en los árboles de compresión están más pronunciadas y son menos borrosas, expresado de forma breve, están más concentradas, que en los árboles de resumen. De esta observación resulta también la alta relación de compresión que se puede conseguir de aproximadamente 76 con un 1 % de errores l_2 con el wavelet d_{12} para los árboles de compresión y el árbol de resumen en el ejemplo tratado.

Para la ilustración del caso $n = 3$, el árbol de compresión de orden 0 126 en la figura 18a se representa otra vez de forma ampliada como 138 en la figura 20a en una forma amplificada con respecto al contraste (de logaritmo de importe). La estructura de recorrido a modo de dedo borrosa, anteriormente descrita, se puede apreciar especialmente bien en este caso. La figura 20b muestra los árboles de compresión asociados de 1° orden 140 unos

por encima de otros en una forma amplificada con respecto al contraste alistados en una columna, que por motivos de espacio se ha dividido en el centro en tres columnas individuales. Las dos representaciones superiores izquierdas (columna izquierda) muestran la capa de detalle más superior (más aproximada) o la capa de valores medios más superior (más aproximada) de los árboles de compresión de 1° orden 140. La capa de detalle más inferior (más fina) (columna derecha) se encuentra abajo a la derecha, coincide con 130 de la figura 18a y además se puede apreciar en la misma la concentración ya descrita de la estructura de dedo que sale desde arriba hacia abajo en forma de una "mano". La figura 20d muestra finalmente los árboles de compresión asociados de 2° orden 142 como columna de filas (coordinada de numeración s_0) de representaciones (coordinada de numeración s_1) en una forma amplificada con respecto al contraste (coordinada de numeración x t , coordinada de numeración y s_2), sin embargo, por motivos de espacio, sin esta numeración. La numeración se puede apreciar en la figura 20c.s₀.15 a 11.s₁.15 a 12, la figura 20c.s₀.10 a 6.s₁. 15 a 12, la figura 20c.s₀. 5 a 1.s₁.15 a 12, la figura 20c.s₀. 10 a 6.s₁.11 a 8, la figura 20c.s₀.5 a 1.s₁.11 a 8, la figura 20c.s₀.6 a 4.s₁.7 a 4, la figura 20c.s₀.3 a 1.s₁.7 a 4, la figura 20c.s₀.2 a 1.s₁.3 a 2. Contienen las representaciones de 142 de la figura 20d en una forma amplificada con respecto al contraste (coordinada de numeración x t , coordinada de numeración y s_2) en los puntos correspondientes que se mencionan en las denominaciones de figura: la figura 20c.s₀.w a x.s₁.y a z contiene las representaciones no provistas de escalas en la figura 20d con los números $s_0 = w$, $s_1 = y$ (arriba del todo a la izquierda), $s_0 = w + 1$, $s_1 = y$ (una fila más abajo), ... $s_0 = x$, $s_1 = y$ (la fila más baja), $s_0 = w$, $s_1 = y + 1$ (una columna más hacia la derecha, si existe), ... $s_0 = w+1$, $s_1 = y+1$ (una fila más abajo, una columna más hacia la derecha), ... $s_0 = x$, $s_1 = z$ (abajo del todo a la derecha), es decir, los intervalos numéricos en las denominaciones de las figuras indican en qué punto en la figura de resumen, la figura 20d, están situadas las representaciones individuales. Para proporcionar una explicación de las mismas es mejor disponer estas figuras unas al lado de otras según su numeración, tal como se representa en la figura 20d. Desde abajo hacia arriba (en la dirección s_0 tanto en la figura 20d como en las figuras juntas, la figura 20c.s₀.w a x.s₁.y a z), las filas corresponden a las descomposiciones de la misma capa de 140 de la figura 20b. De la izquierda a la derecha, la profundidad de capa de las descomposiciones de las mismas capas de 140 disminuye y la pronunciación de la estructura de dedo sube. En la representación más fina, más rica en coeficientes, de 2° orden (abajo a la derecha) se puede apreciar además que los centros de las tres estructuras de dedo centrales de la "mano" desvanecen, lo que debido a su representación de logaritmo de importe corresponde a una "terminación" en aproximadamente 12dB. Es decir, los coeficientes se vuelven cada vez más pequeños, mientras que la compresión, en cambio, sube.

El procedimiento descrito es especialmente interesante, ya que de una capa a la siguiente capa *más baja* aproximadamente se dobla el número de los coeficientes contenidos en la misma (en el borde de los árboles quedan hasta $2M - 1$ coeficientes adicionales por cada capa debido a efectos de rotura de borde). Por tanto, la representación de la vista previa aproximada en la presente situación se puede realizar fundamentalmente antes que la vista conjunta completa (de manera similar a la vista conjunta aproximada 106 en la figura 9).

En total, se proporcionan un procedimiento y un dispositivo con los que datos ya detectados por sensores de un proceso, por ejemplo, de un sistema de regulación de proceso, o también una acumulación suelta de sensores, por ejemplo, la frecuencia de latidos de corazón y un magnetocardiograma, se pueden transformar de forma desacoplada y/o someter a una corrección de análisis espectral, comprimir y almacenar en un archivo. El significado fundamental de la presente invención consiste en la extracción y representación muy eficaces de datos descomprimidos o datos comprimidos en el análisis a diferencia de los datos originales, ya que una buena compresión significa una detección eficaz de lo "fundamental" en la señal mediante el procedimiento de compresión. Para hacer que personas participen en la capacidad del procedimiento de compresión de detectar "lo fundamental", por tanto, es necesario un dispositivo tal como el dispositivo descrito 202.1 ... 202.K que hace visibles los datos *comprimidos* en lugar de sólo reproducir los datos originales *no comprimidos*.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la compresión de datos, que comprende las etapas de procedimiento:

- recepción y almacenamiento de una secuencia de datos sin procesar m-dimensionales con $m \geq 1$ y al menos dos puntos de datos,

5 - almacenamiento de los puntos de datos como estructura de descomposición de orden (-1) como conjunto a procesar momentáneamente,

- primera descomposición de los datos recibidos calculando coeficientes de una estructura de descomposición de orden 0 (42.0) como primera estructura de árbol a partir de los puntos de datos recibidos y determinando capas (46.0, 48.0, 54.0) de la estructura de descomposición de orden 0 (42.0), al introducirse en primer lugar los datos recibidos en una capa de orden 0 (46.0) y descomponerse mediante un conjunto de coeficientes de descomposición en primeros coeficientes de valor medio (52.0) y primeros coeficientes de detalle (50.0), almacenándose los primeros coeficientes de detalle (50.0) en una primera capa (48.0) y descomponiéndose los primeros coeficientes de valor medio (52.0) de nuevo en coeficientes de valor medio adicionales (58.1) y coeficientes de detalle adicionales (56.1), almacenándose los coeficientes de detalle adicionales (56.1) en la siguiente capa más alta y estando disponibles los coeficientes de valor medio adicionales (58.0) como datos de entrada para una separación adicional de coeficientes de detalle,

caracterizado porque

el procedimiento comprende las siguientes etapas de procedimiento adicionales:

- al menos una k -ésima descomposición adicional, con $2 \leq k \leq n$ y $n \geq 2$, de los coeficientes de detalle de cada capa calculados en la estructura de descomposición directamente anterior de la $(k-1)$ -ésima descomposición calculando coeficientes de detalle y/o de valor medio de al menos una estructura de descomposición adicional de 1° a $(n-1)$ -ésimo orden como segundas estructuras de árbol y determinando capas de la al menos una estructura de descomposición adicional de 1° a $(n-1)$ -ésimo orden, descomponiéndose los coeficientes de detalle (46. $(k-1)$, 50. $(k-1)$, 56. $(k-1)$) de cada capa (46. $(k-1)$, 48. $(k-1)$, 54. $(k-1)$) de la estructura de descomposición de $(k-1)$ -ésimo orden en una estructura de descomposición de k -ésimo orden (42.1 ... 42.k ... 42. $(n-1)$) para todos los k con $1 \leq k \leq n-1$, prosiguiéndose este procedimiento hasta $k = n-1$ y conteniendo la estructura de descomposición de $(n-1)$ ° orden (42. $(n-1)$) los detalles separados (50. $(n-1)$, 56. $(n-1)$) así como una capa de valores medios restantes 58. $(n-1)$ de la última descomposición realizada,

- clasificación y/o filtrado de los coeficientes de las capas al menos de las segundas estructuras de árbol de $(n-1)$ ° orden,

- almacenamiento de los coeficientes de al menos la estructura de descomposición de $(n-1)$ -ésimo orden que, debido a la clasificación y/o el filtrado, son adecuados para la reconstrucción de la secuencia recibida de datos.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la clasificación y/o el filtrado de los coeficientes de las capas de al menos las segundas estructuras de árbol de $(n-1)$ -ésimo orden, como árboles de compresión, se realiza sin una descompresión explícita o implícita de las estructuras de árbol calculadas.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la compresión de datos (46) se realiza en sólo dos etapas:

- realizándose la primera descomposición de los datos recibidos calculando coeficientes de una primera estructura de árbol (42.0), como un árbol de resumen, a partir de los puntos de datos recibidos y determinando capas (46.0, 48.0, 54.0) de la primera estructura de árbol (42.0), al introducirse en primer lugar los datos recibidos en una capa de orden 0 (46.0) y descomponerse mediante un conjunto de coeficientes de descomposición en coeficientes de valor medio (52.0) y los coeficientes de detalle (50.0), almacenándose los coeficientes de detalle (50.0) en una primera capa (48.0) y descomponiéndose los coeficientes de valor medio (52.0) de nuevo en coeficientes de valor medio (58.0) y coeficientes de detalle (56.0), almacenándose los coeficientes de detalle (56.0) en la siguiente capa más alta y estando disponibles los coeficientes de valor medio (58.0) como datos de entrada para una separación adicional de coeficientes de detalle,

- y realizándose la segunda descomposición calculando coeficientes respectivamente de una segunda estructura de árbol (42.1 ... 42.k ... 42. $(n-1)$) para todos los órdenes k con $1 \leq k \leq n-1$) a partir de los coeficientes de detalle (46. $(k-1)$, 50. $(k-1)$, 56. $(k-1)$) respectivamente de una de las capas (46. $(k-1)$, 48. $(k-1)$, 54. $(k-1)$) de la primera estructura de árbol (42. $(k-1)$) y determinando capas (46.k, 48.k, 54.k) de las segundas estructuras de árbol (42.1 ... 42.k ... 42. $(n-1)$), descomponiéndose los coeficientes de detalle (46. $(k-1)$, 50. $(k-1)$, 56. $(k-1)$) de cada capa (46. $(k-1)$, 48. $(k-1)$, 54. $(k-1)$)

1)) de la estructura de descomposición de $(k-1)$ -ésimo orden en una estructura de descomposición de k -ésimo orden (42.1 ... 42.k ... 42.(n-1)) para k con $1 \leq k \leq n-1$, prosiguiéndose este procedimiento hasta $k = n-1$ y conteniendo la estructura de descomposición (42.(n-1)) los detalles separados (50.(n-1), 56.(n-1)) así como una capa de valores medios restantes 58.(n-1) de la última descomposición realizada.

5 4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se realiza una selección de un intervalo de tiempo deseado y/o de una finura de representación de los coeficientes correspondientes a datos a representar al menos de la estructura de descomposición de $(n-1)$ -ésimo orden y porque se realiza una representación de los coeficientes de todas las estructuras de descomposición de orden 0 a orden $(n-1)$ en una estructura pluridimensional, representándose coeficientes de un árbol de descomposición del mismo orden en un plano.
10

5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** se realizan las siguientes etapas de procedimiento adicionales:

- selección de un intervalo de tiempo deseado y/o de una finura de representación de los coeficientes correspondientes a los datos a representar al menos de la estructura de descomposición de $(n-1)$ -ésimo orden,

15 - reconstrucción de coeficientes al menos de una nueva estructura de descomposición de orden 0 a $(n-2)$ y/o de puntos de datos de la estructura de descomposición de orden (-1) a partir de los coeficientes seleccionados al menos de la estructura de descomposición de orden $(n-1)$,

- representación de los coeficientes a indicar de al menos una estructura de descomposición de orden 0 a $(n-1)$ en una estructura pluridimensional, representándose coeficientes de un árbol de descomposición del mismo orden en un plano, y/o representación de los coeficientes a indicar de la estructura de descomposición de orden (-1) en forma de un diagrama habitual adaptado a la estructura de datos m -dimensional con $m \geq 1$ y posiblemente animado, por separado o en conexión con la estructura pluridimensional para representar las estructuras de descomposición de orden 0 a $(n-1)$.
20

25 6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** se realizan las siguientes etapas de procedimiento adicionales:

- selección de un intervalo de tiempo deseado y/o de una finura de representación de los coeficientes correspondientes a los datos a representar al menos de la estructura de descomposición de $(n-1)$ -ésimo orden,

30 - reconstrucción de coeficientes al menos de una nueva estructura de descomposición de orden 0 a $(n-2)$ y/o de puntos de datos a partir de los coeficientes seleccionados al menos de la estructura de descomposición de $(n-1)$ -ésimo orden,

- representación de los coeficientes a indicar al menos de una estructura de descomposición de orden 0 a $(n-1)$ en una estructura pluridimensional, representándose coeficientes de un árbol de descomposición del mismo orden en un plano, y/o representación de los coeficientes a indicar de la estructura de descomposición de orden (-1) en forma de un diagrama habitual adaptado a la estructura de datos m -dimensional con $m \geq 1$ y posiblemente animado, por separado o en conexión con la estructura pluridimensional para representar las estructuras de descomposición de orden 0 a $(n-1)$.
35

7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los coeficientes resultantes de la descomposición se clasifican dentro de una estructura de descomposición de k -ésimo orden con $0 \leq k \leq n-1$ en capas de diferentes números de capa s_0 a s_k , realizándose la clasificación $(k+1)$ veces.

40 8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** a cada coeficiente está asignado al menos uno de los números de capa s_0 a s_k y/o un tiempo y/o un valor, dado el caso de una dimensión mayor, y porque se calcula un orden de control para respectivamente un elemento de imagen que representa el coeficiente dentro de la estructura pluridimensional al menos a partir del número de capa asignado al coeficiente y/o a partir del tiempo y/o su valor, dado el caso de una dimensión mayor.

45 9. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la orden de control para representar una estructura de k -ésimo orden con $0 \leq k \leq n-1$ se calcula a partir de una cantidad de $(k+1)$ números de capa asignados al coeficiente y/o tiempos y/o valores.

50 10. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** a cada coeficiente a representar se asigna un parámetro de indicación, en particular un color y/o un valor de gris y/o una altura de coordenada de representación y/o un valor de claridad.

11. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el parámetro de indicación de un coeficiente depende del valor de importe o del valor de importe logarítmico del coeficiente a representar.
- 5 12. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las órdenes de control de los elementos de imagen a representar se agrupan por capas, porque las órdenes de control agrupadas por capas se agrupan preferiblemente por capas de modo que forman unidades de superficie de manera correspondiente a su pertenencia a la estructura de descomposición de orden 0, como el árbol de resumen, y/o a las estructuras de descomposición de k -ésimo orden, como árboles de compresión, y porque, preferiblemente, las unidades de superficie de las estructuras de descomposición de k -ésimo orden se agrupan a lo largo de las capas asociadas s_0 a $s_{(k-1)}$ de las unidades de superficie creadas de la estructura de descomposición de $(k-1)$ -ésimo orden.
- 10 13. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la descomposición se realiza como descomposición wavelet, preferiblemente como descomposición wavelet rápida.
14. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se utilizan wavelets iguales o diferentes para calcular los coeficientes de la primera y/o segunda estructura de árbol (42, 44).
- 15 15. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se utiliza un wavelet de Haar para la descomposición wavelet.
16. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se utiliza un wavelet de la clase de los wavelets de Daubechies, preferiblemente el wavelet D_2 de Daubechie y/o un wavelet de la clase de los wavelets de Meyer para la descomposición wavelet.
- 20 17. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se determina exactamente una segunda estructura de árbol (44) para cada capa (46, 50, 56) de la primera estructura de árbol (42), determinándose las capas (46, 50, 56) de forma recursiva.
- 25 18. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los coeficientes se clasifican de manera correspondiente a su importe sólo teniendo en cuenta un límite de error establecido con respecto a una norma previamente establecida, y porque sólo a continuación se realiza un almacenamiento directo en el archivo (estimación de error a priori).
- 30 19. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los datos comprimidos se representan en una estructura tridimensional, como una estructura de árbol, que comprende una primera superficie para representar coeficientes del árbol de resumen y segundas superficies que se extienden preferiblemente de manera perpendicular o con ángulos que varían desde la primera superficie para representar coeficientes de los árboles de compresión.
20. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se puede ajustar el ancho b de la representación de los coeficientes de una capa.
- 35 21. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el ancho b de la representación de todos los coeficientes de una capa disminuye o aumenta de forma lineal o lineal-afina con el número de la capa.
22. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el ancho b de la representación de un coeficiente individual es constante.
- 40 23. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el ancho b de la representación del coeficiente individual es proporcional al ancho del wavelet representado por el mismo o de la función de escalado representada por el mismo.
24. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se extraen exactamente aquellos coeficientes del archivo que son necesarios para conseguir una precisión de representación previamente ajustada para representar los puntos de medición.
- 45 25. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los coeficientes a extraer se determinan mediante la generalización del teorema de muestreo de Nyquist así como la relación de incertidumbre en wavelets.
26. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** para seleccionar

los coeficientes a extraer se establece en primer lugar un periodo de tiempo y se selecciona un número de puntos de datos durante el que y con los que se debe realizar una representación.

27. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los datos se reciben de forma síncrona y/o asíncrona por cualquier número de fuentes de datos.

5 28. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la norma es una norma l_p o norma Sobolew posiblemente ponderada.

29. Dispositivo (10) para comprimir datos, que comprende:

- una unidad de recepción con una memoria intermedia (14) para recibir y para almacenar los datos recibidos,

10 - una primera unidad de cálculo (32) para calcular coeficientes de una estructura de descomposición de orden 0 (42.0) como primera estructura de árbol a partir de los puntos de datos recibidos,

15 introduciéndose los datos recibidos en primer lugar en una capa 0 (46.0) y descomponiéndose éstos mediante un conjunto de coeficientes de descomposición en primeros coeficientes de valor medio (52.0) y primeros coeficientes de detalle (50.0), almacenándose los primeros coeficientes de detalle (50.0) en una primera capa (48.0) y descomponiéndose los primeros coeficientes de valor medio (52.0) de nuevo en coeficientes de valor medio adicionales (58.1) y coeficientes de detalle adicionales (56.1), almacenándose los coeficientes de detalle adicionales (56.1) en la siguiente capa más alta y estando disponibles los coeficientes de valor medio adicionales (58.1) como datos de entrada para una separación adicional de coeficientes de detalle,

- una primera unidad de memoria (23) para almacenar los coeficientes de la primera estructura de árbol (42.0),

caracterizado porque el dispositivo comprende:

20 - una segunda unidad de cálculo (24) para calcular coeficientes de detalle y/o de valor medio al menos de una estructura de descomposición adicional de k -ésimo orden (42.1 ... 42. k ... 42.($n-1$)) para todos los k con $1 \leq k \leq n-1$ y $n \geq 2$ como segunda estructura de árbol a partir de los coeficientes de detalle de la primera estructura de árbol, descomponiéndose los coeficientes de detalle (46.($k-1$), 50.($k-1$), 56.($k-1$)) de cada capa (46.($k-1$), 48.($k-1$), 54.($k-1$)) de la estructura de descomposición de ($k-1$)-ésimo orden en la estructura de descomposición de k -ésimo orden (42.1 ... 42. k ... 42.($n-1$)) para todos los k con $1 \leq k \leq n-1$, prosiguiéndose este procedimiento hasta $k = n-1$ y conteniendo la estructura de descomposición de ($n-1$)-ésimo orden (42.($n-1$)) los detalles separados (50.($n-1$), 56.($n-1$)) así como una capa de valores medios restantes 58.($n-1$) de la última descomposición realizada,

25

- una segunda unidad de memoria para almacenar los coeficientes de la segunda estructura de árbol (42. k),

30 - una unidad de clasificación y/o filtrado (28) para clasificar y/o filtrar los coeficientes de la segunda estructura de árbol (44),

- un archivo (18) para almacenar los coeficientes clasificados y/o filtrados de la segunda estructura de árbol como datos comprimidos.

35 30. Dispositivo según la reivindicación 29, **caracterizado porque** la unidad de recepción (14) con la memoria intermedia está conectada con una pluralidad de fuentes de datos (12.1... 12.N), como sensores o cámaras de vídeo.

31. Dispositivo según la reivindicación 30, **caracterizado porque** el dispositivo (10) contiene una unidad de análisis espectral (26) que está conectada, en el lado de entrada, con la primera y/o segunda unidad de memoria (23, 25) y, en el lado de salida, con la unidad de clasificación y/o filtrado (28).

40 32. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 29 a 31, **caracterizado porque** el archivo (18) está conectado con una pluralidad de unidades de evaluación (20.1...20.N).

33. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 29 a 32, **caracterizado porque** la unidad de evaluación (20.1...20.N) comprende:

- un receptor (30) para los coeficientes almacenados en el archivo (18),

- una unidad de descompresión/transformación inversa (32) conectada con el receptor (30),

- una unidad de indicación (36),

- una memoria intermedia (34) dispuesta entre la unidad de descompresión/transformación inversa (32) y la unidad de indicación (36) y

5 - una unidad de selección (38) conectada, en el lado de entrada, con la unidad de indicación y, en el lado de salida, con el archivo (18) para seleccionar un intervalo a indicar de los datos a recibir.

34. Dispositivo para analizar y representar datos, que comprende:

- una unidad de selección (38) para determinar un intervalo de tiempo y una finura de representación de los datos a representar,

- un receptor (30) para recibir al menos un conjunto de los coeficientes correspondiente a los datos seleccionados,

10 o convirtiéndose una secuencia recibida y almacenada de datos sin procesar m-dimensionales, con $m \geq 1$ y al menos dos puntos de datos en una primera estructura de descomposición de los datos recibidos, mediante un cálculo de coeficientes de una estructura de descomposición de orden 0 (42.0) a partir de los puntos de datos recibidos y una determinación de capas (46.0, 48.0, 54.0) de la estructura de descomposición de orden 0 (42.0), al introducirse en primer lugar los datos recibidos en una capa 0 (46.0) y descomponerse mediante un conjunto de coeficientes de descomposición en primeros coeficientes de valor medio (52.0) y primeros coeficientes de detalle (50.0),
15 almacenándose los primeros coeficientes de detalle (50.0) en una primera capa (48.0) y descomponiéndose los primeros coeficientes de valor medio (52.0) de nuevo en coeficientes de valor medio adicionales (58.1) y coeficientes de detalle adicionales (56.1), almacenándose los coeficientes de detalle adicionales (56.1) en la siguiente capa más alta y estando disponibles los coeficientes de valor medio adicionales (58.1) como datos de entrada para una separación adicional de coeficientes de detalle,
20

caracterizado porque

o se realiza al menos una k -ésima descomposición adicional con $2 \leq k \leq n$ y $n \geq 2$, siendo k y n números naturales, de los coeficientes de detalle calculados en la $(k-1)$ -ésima descomposición directamente anterior de cada capa calculando coeficientes de detalle y/o de valor medio al menos de una estructura de descomposición adicional de 1° a $(n-1)$ -ésimo orden, y porque además se realiza una determinación de capas de segundas estructuras de árbol de 1° a $(n-1)$ -ésimo orden, descomponiéndose los coeficientes de detalle (46.($k-1$), 50.($k-1$), 56.($k-1$)) de cada capa (46.($k-1$), 48.($k-1$), 54.($k-1$)) de la estructura de descomposición de $(k-1)$ -ésimo orden en una estructura de descomposición de k -ésimo orden (42. k) con $1 \leq k \leq n-1$, prosiguiéndose este procedimiento hasta $k=n-1$ y conteniendo la estructura de descomposición (42.($n-1$)) los detalles separados (50.($n-1$), 56.($n-1$)) así como una capa de valores medios restantes 58.($n-1$) de la última descomposición realizada,
25
30

- porque una unidad de transformación inversa (32), que calcula los coeficientes necesarios al menos de una nueva estructura de descomposición de orden 0 (árbol de resumen) a orden $(n-2)$ (árboles de compresión) a partir de los coeficientes recibidos al menos de la estructura de descomposición de orden $(n-1)$ y establece a partir de todos los coeficientes necesarios para la representación órdenes de control para representar una estructura pluridimensional mediante una unidad de indicación.
35

35. Dispositivo según la reivindicación 34, **caracterizado porque** las órdenes de control para respectivamente un elemento de imagen representado por la unidad de indicación (36) se calculan dentro de una estructura pluridimensional sólo debido a sus números de capa, el tiempo asignado al coeficiente así como el valor de coeficiente, posiblemente de una dimensión mayor, porque está prevista una unidad de memoria (34) para almacenar las órdenes de control establecidas y porque está prevista una unidad de indicación que procesa, preferiblemente de forma asíncrona, las órdenes de control almacenadas en la memoria (34).
40

36. Dispositivo según la reivindicación 34 o 35, **caracterizado porque** las órdenes de control de los elementos de imagen representados se agrupan por capas y porque las órdenes de control agrupadas por capas se agrupan preferiblemente como unidades de superficie de manera correspondiente a su pertenencia a cualquier combinación de las estructuras de descomposición de orden 0 a orden $(n-1)$ orden.
45

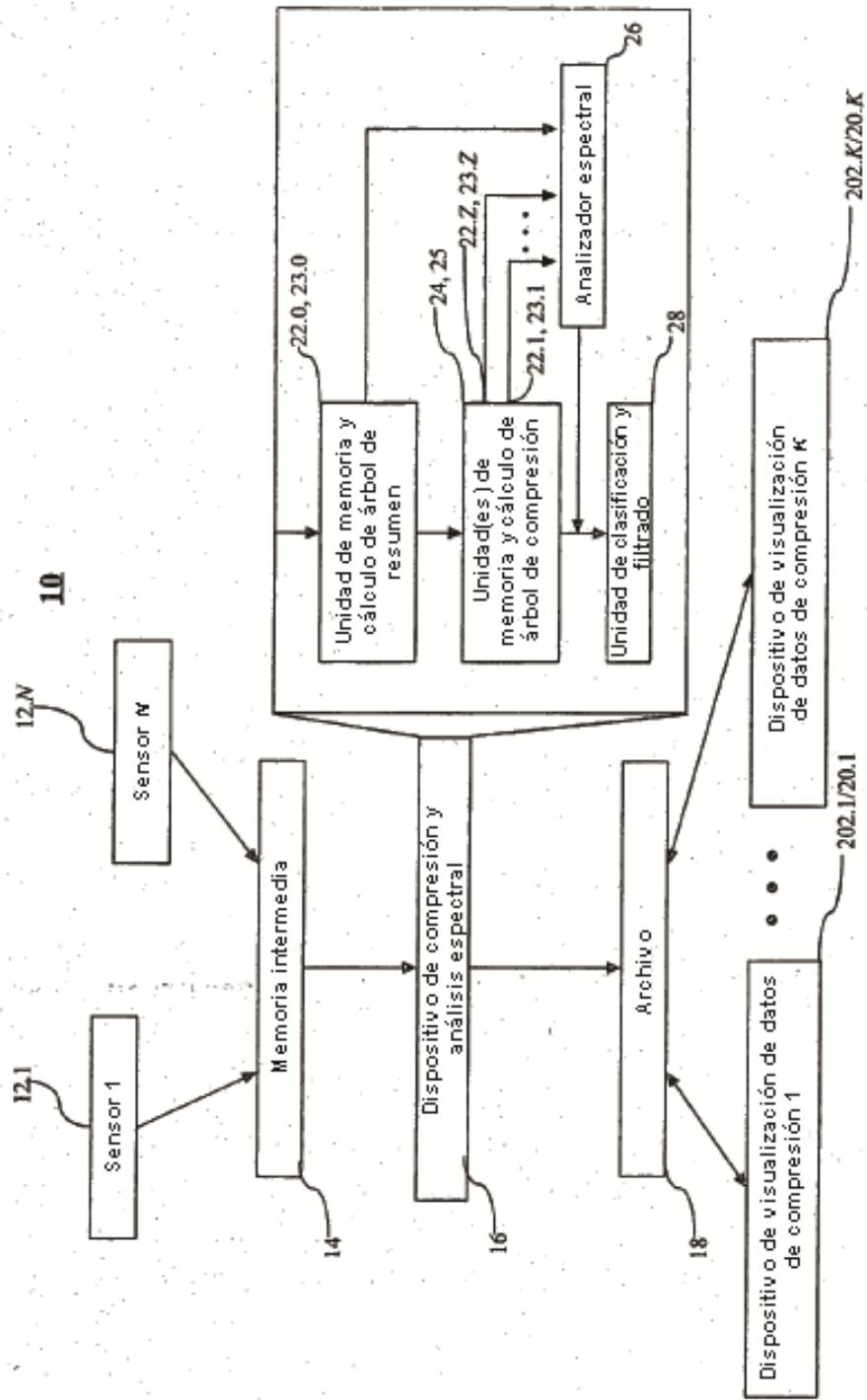


Fig. 1

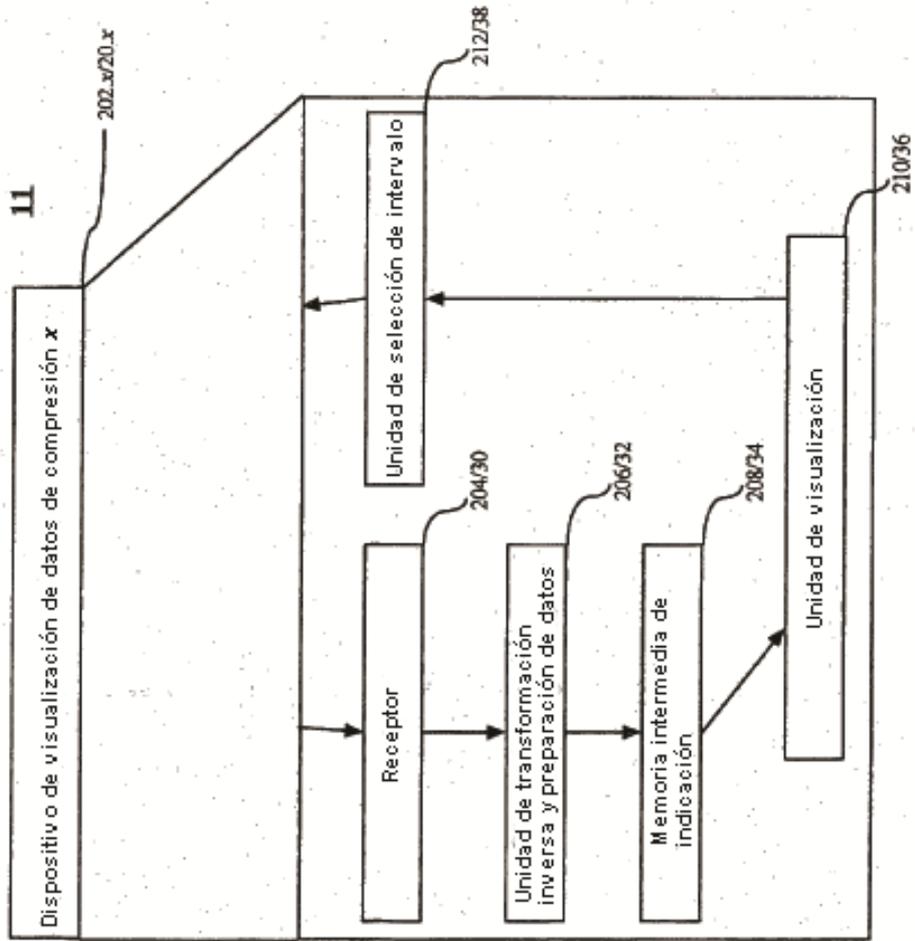


Fig. 1a

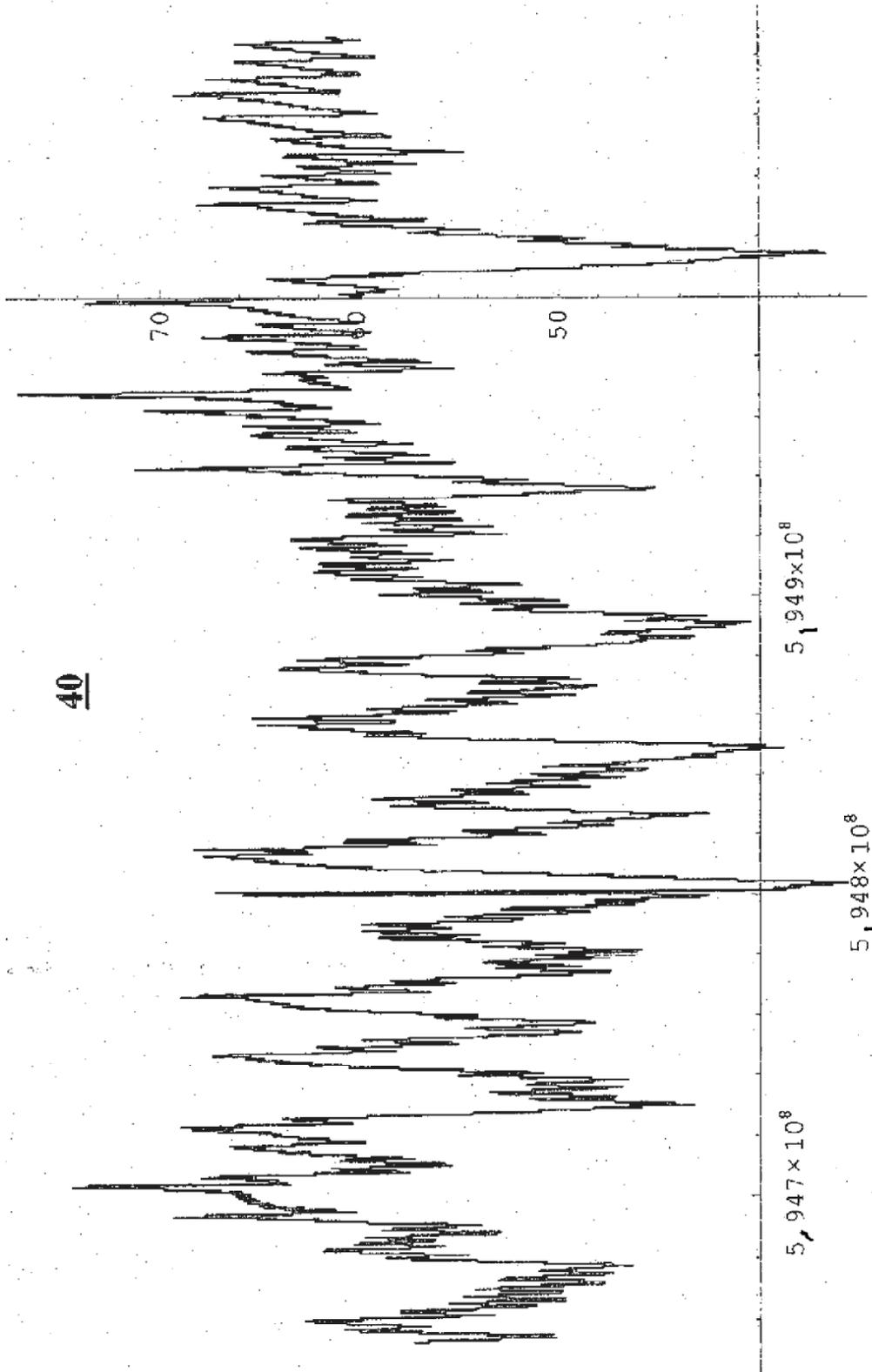


Fig. 2a

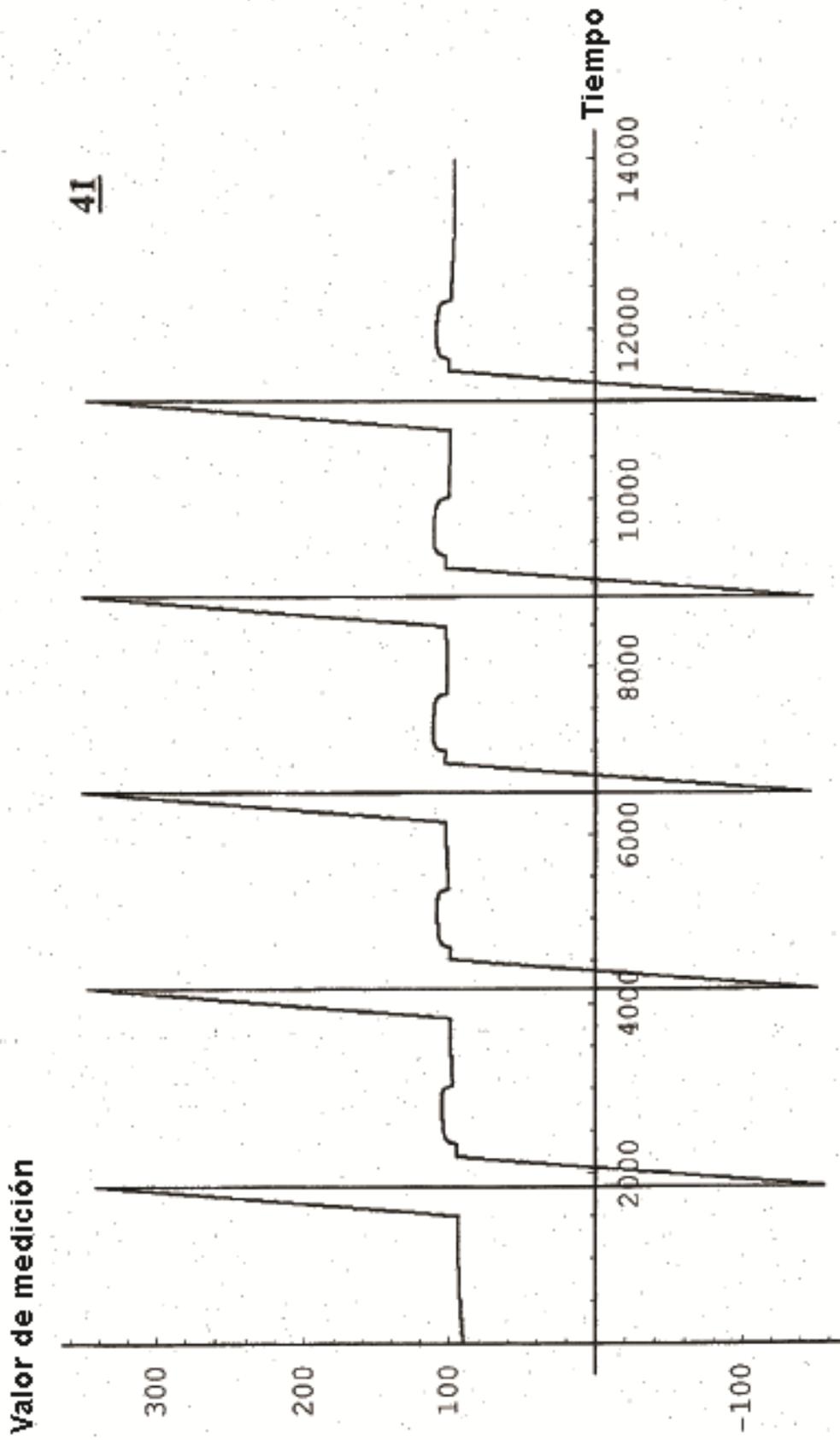


Fig. 2b

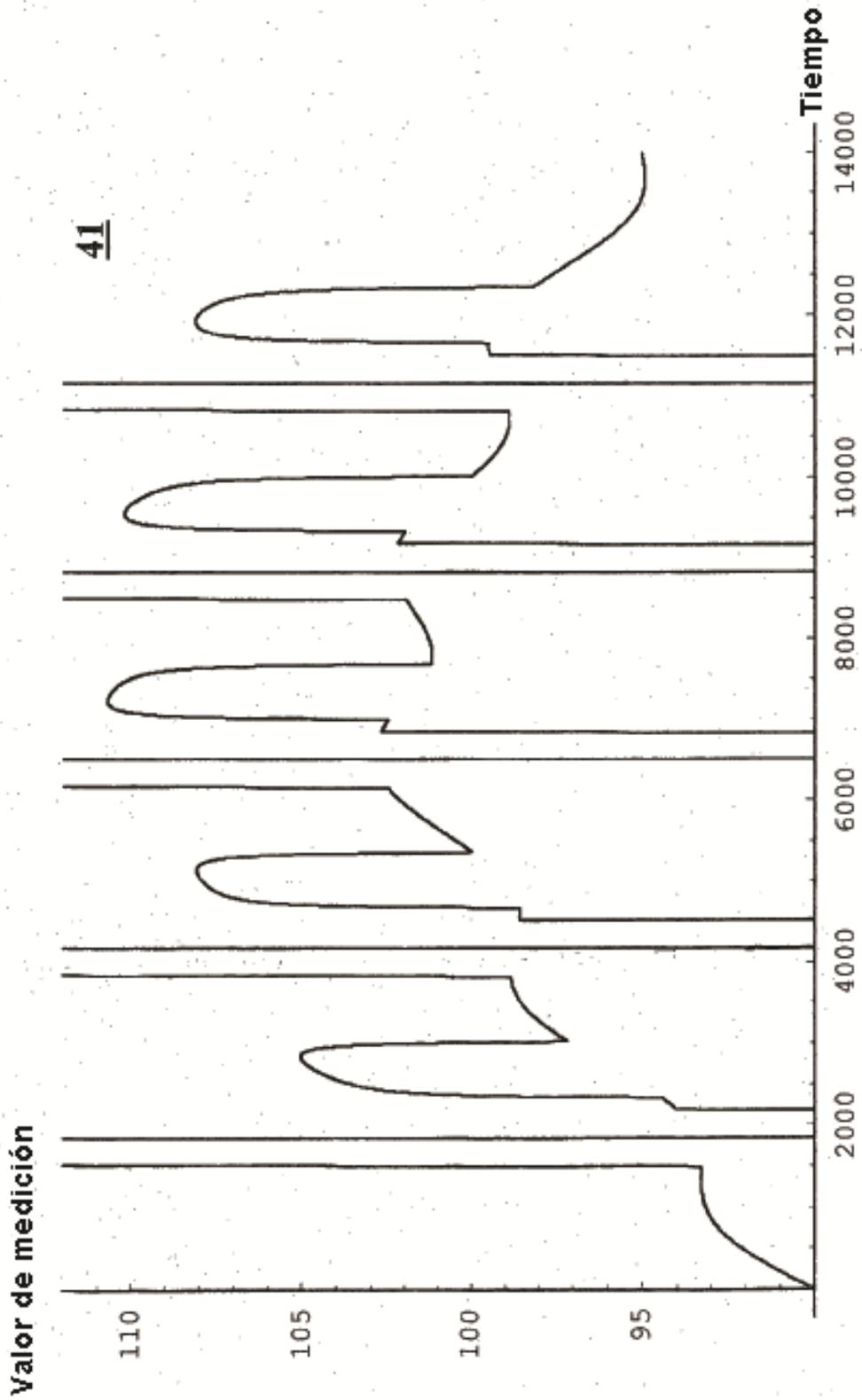


Fig. 2c

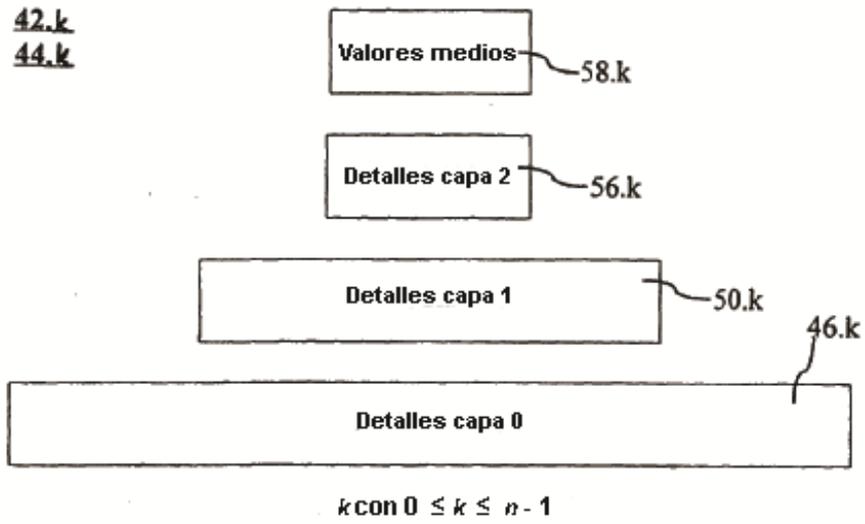


Fig. 3

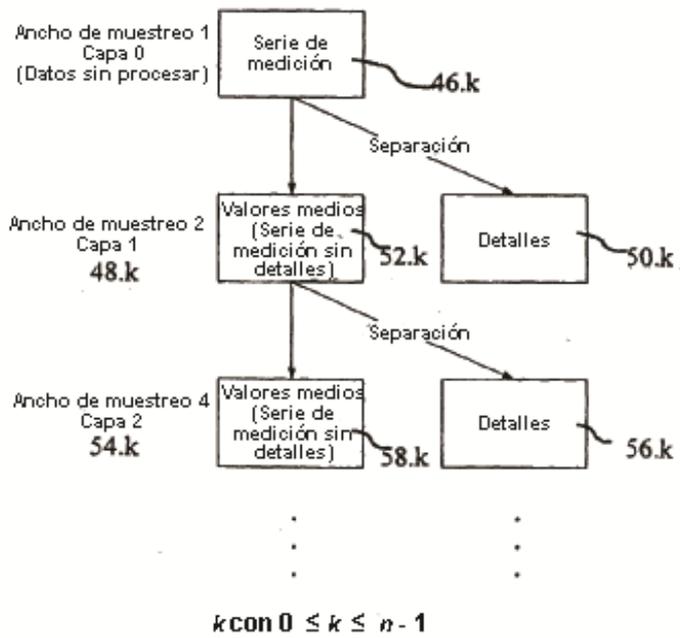


Fig. 4

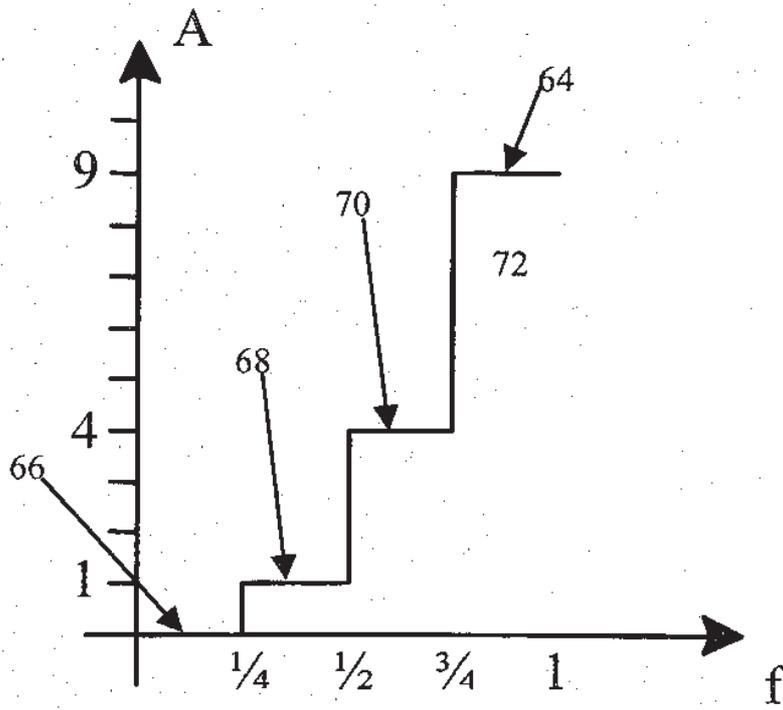


Fig. 5a

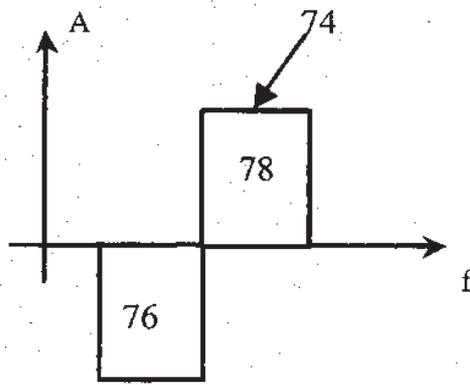


Fig. 5b

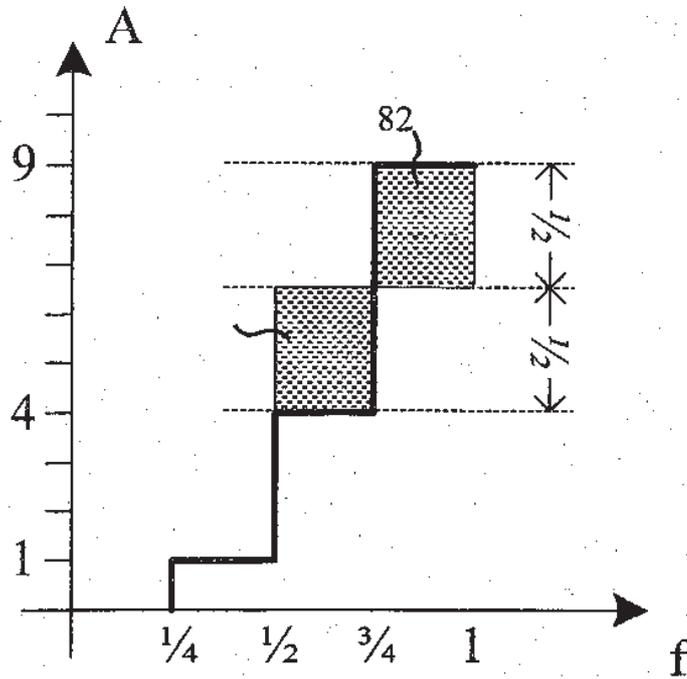


Fig. 5c

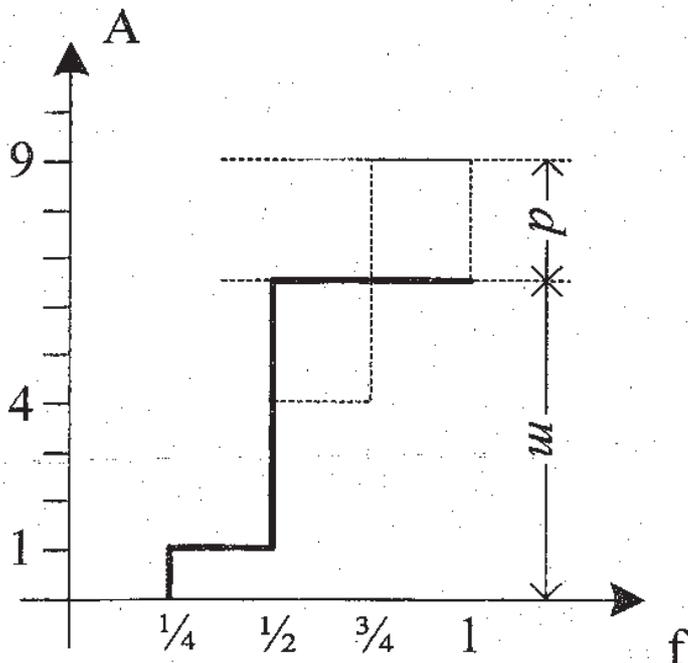


Fig. 5d

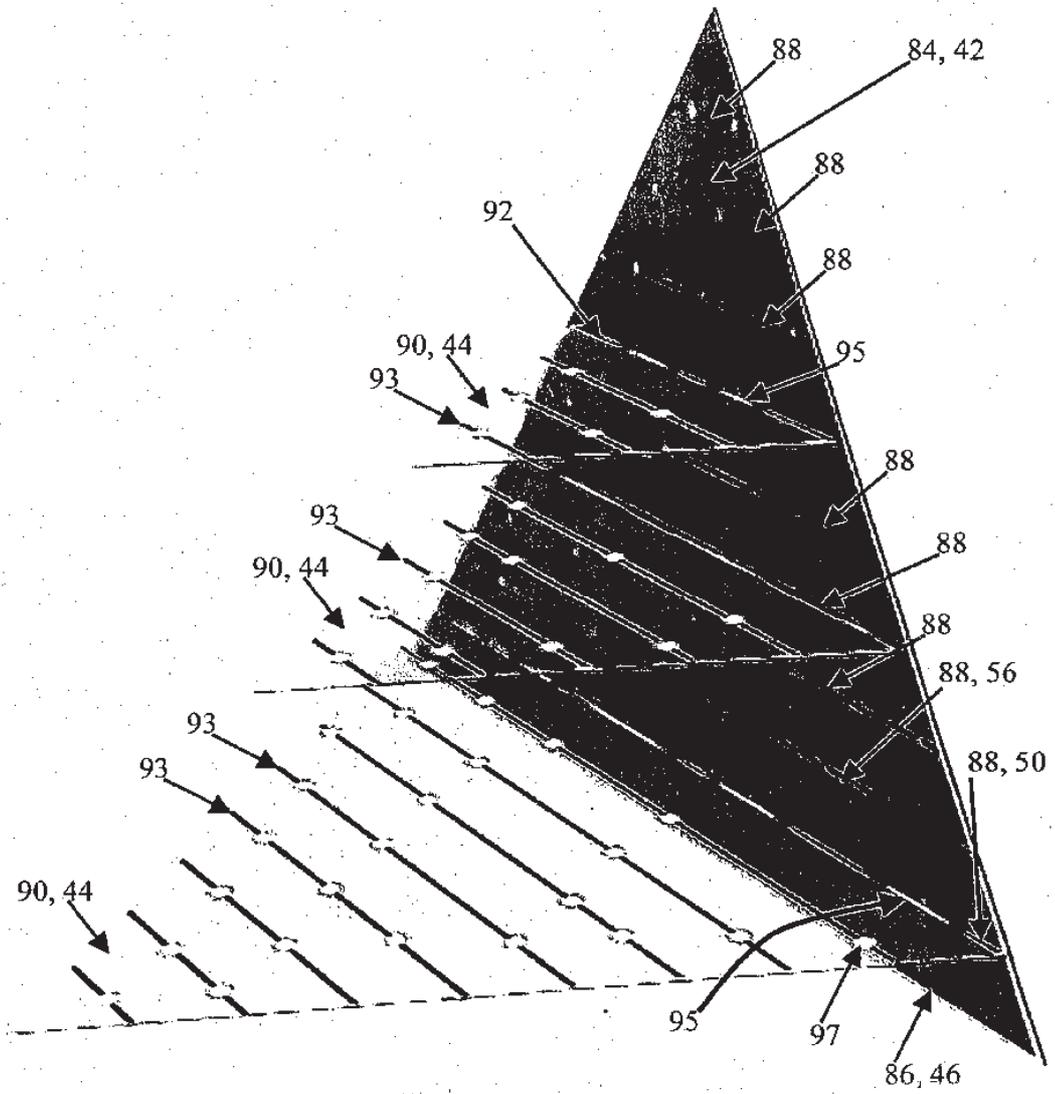


Fig. 6

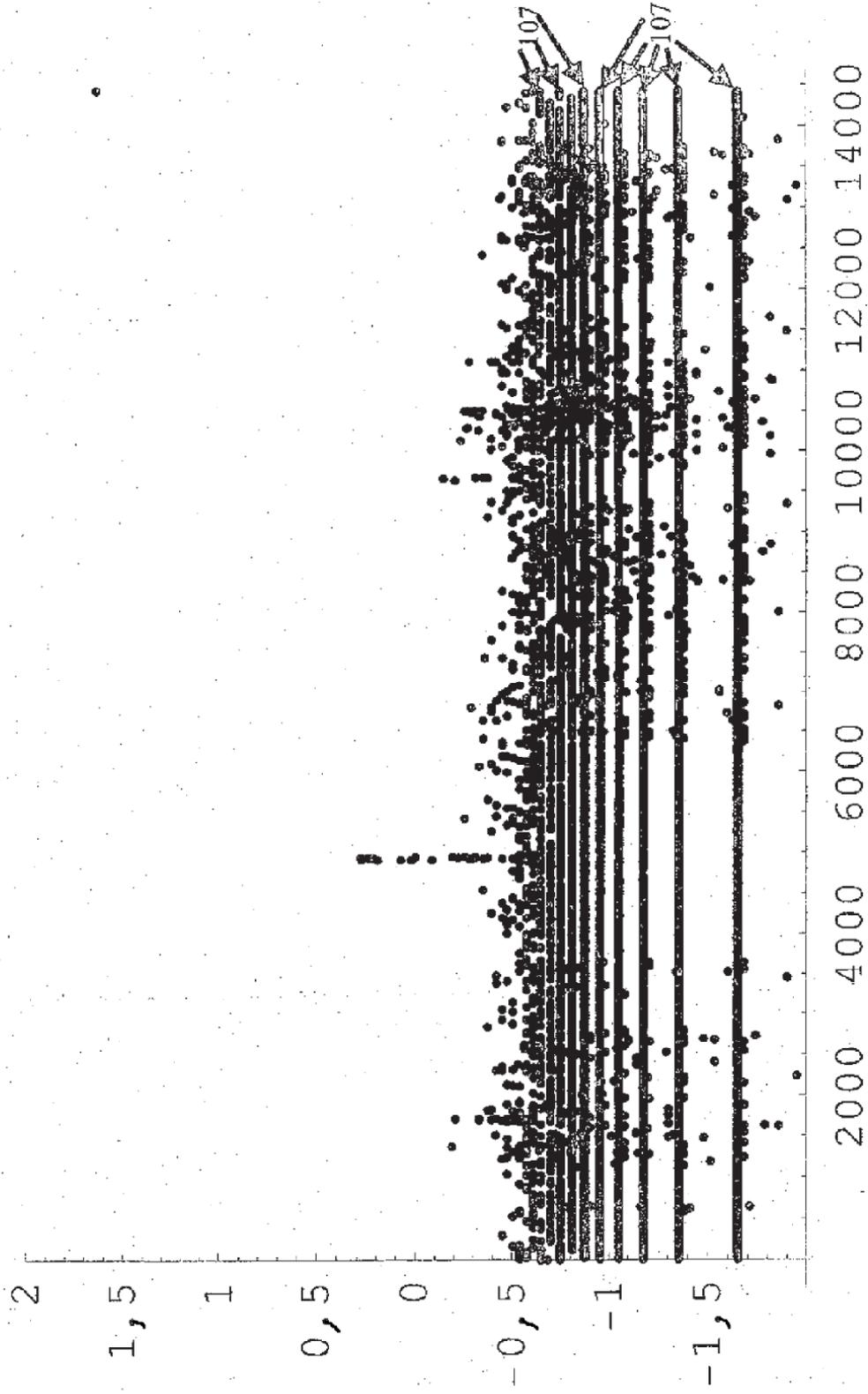


Fig.7

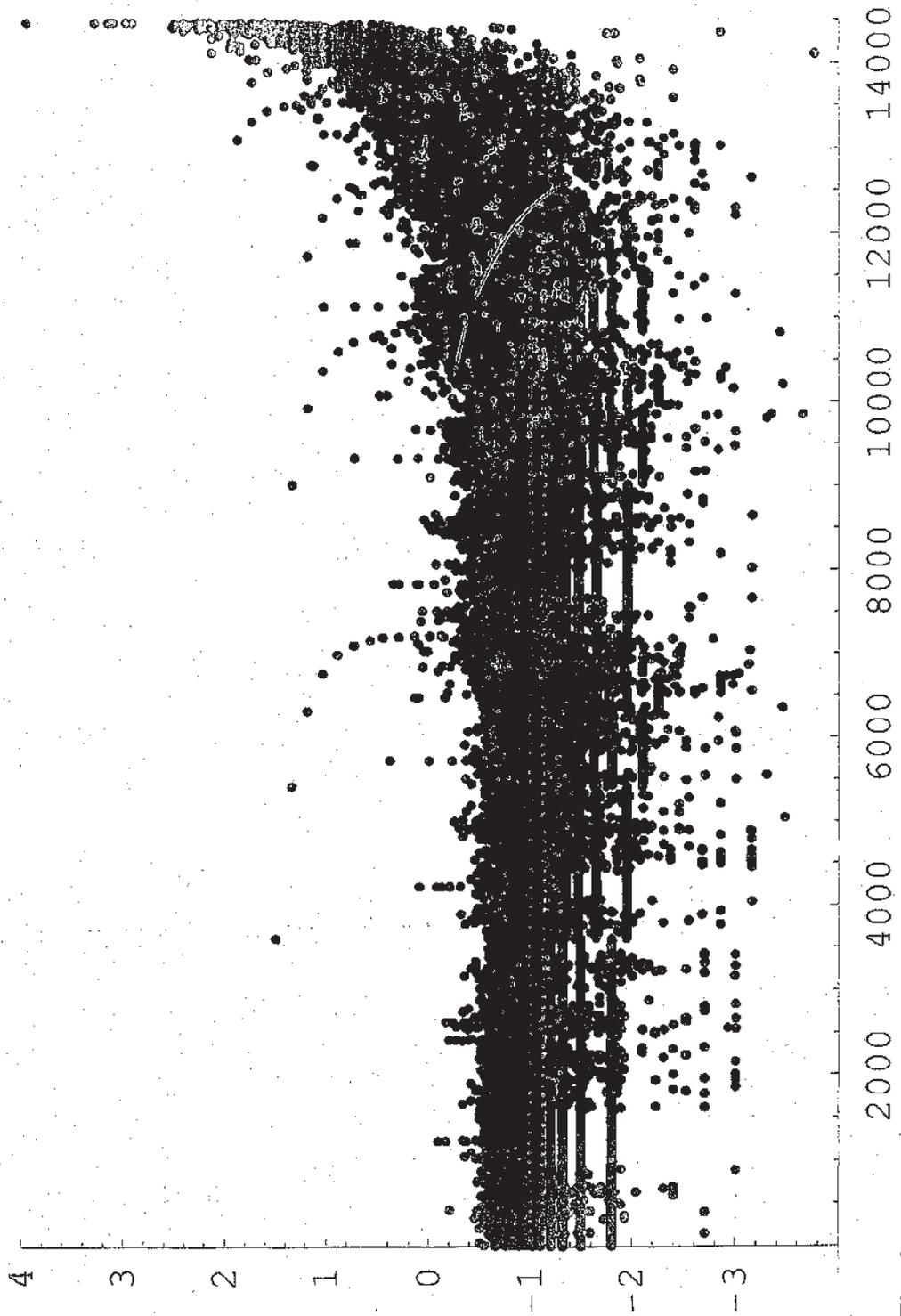


Fig. 8

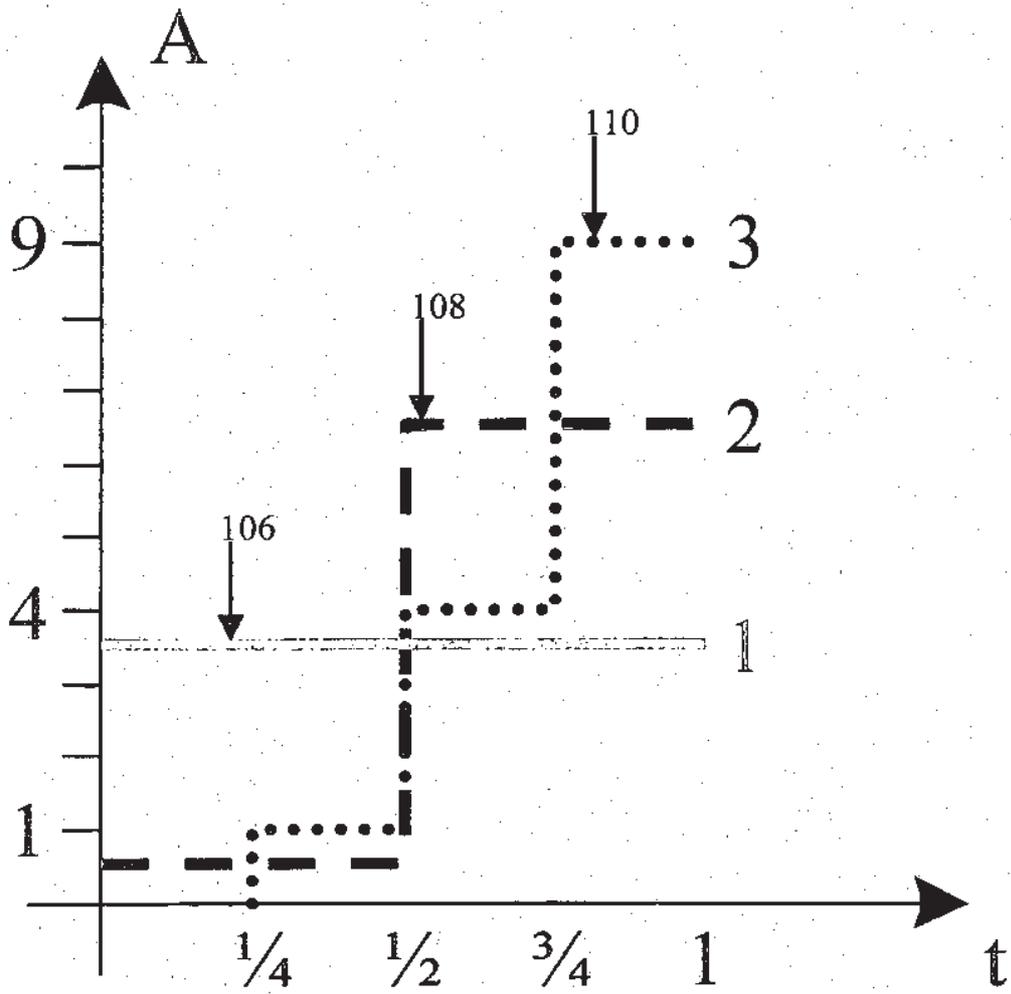


Fig. 9

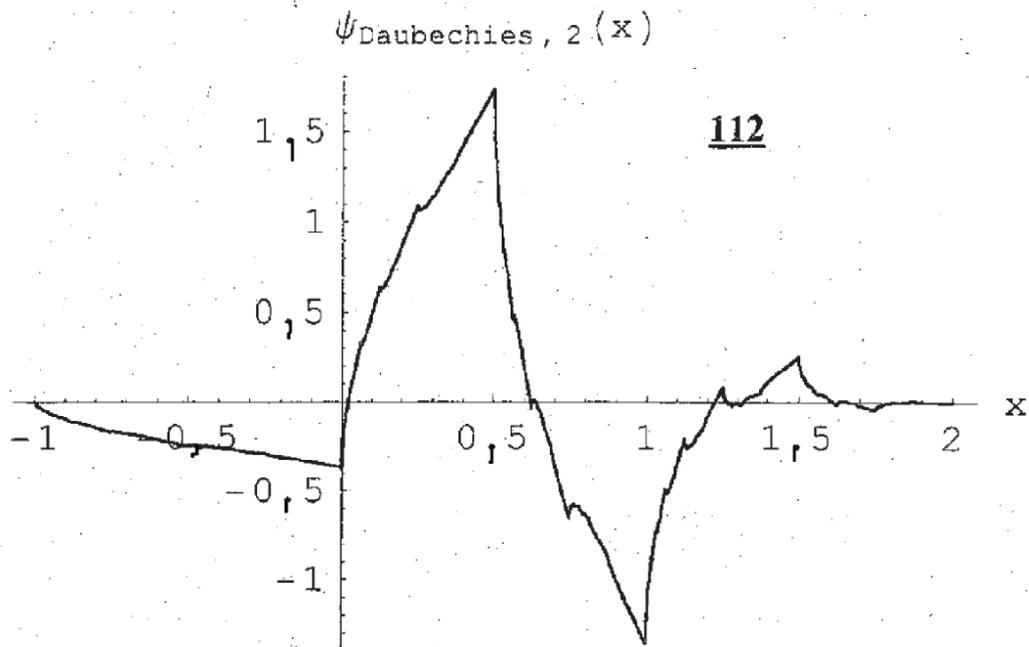


Fig. 10a

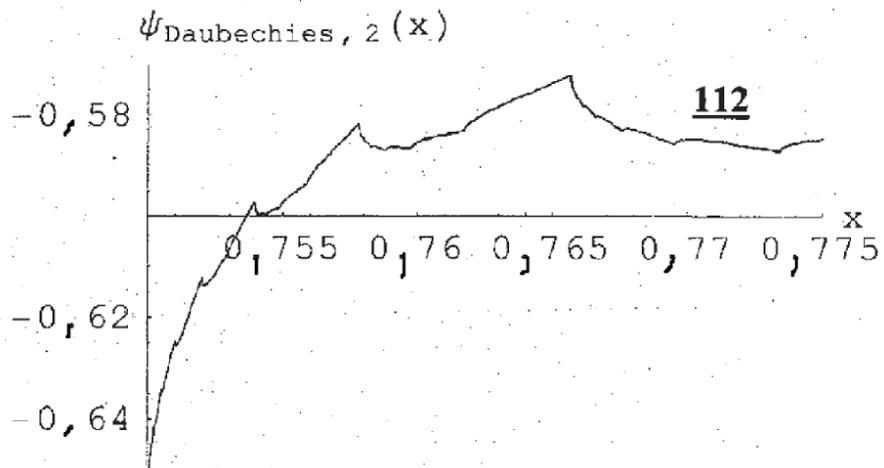


Fig. 10b

114

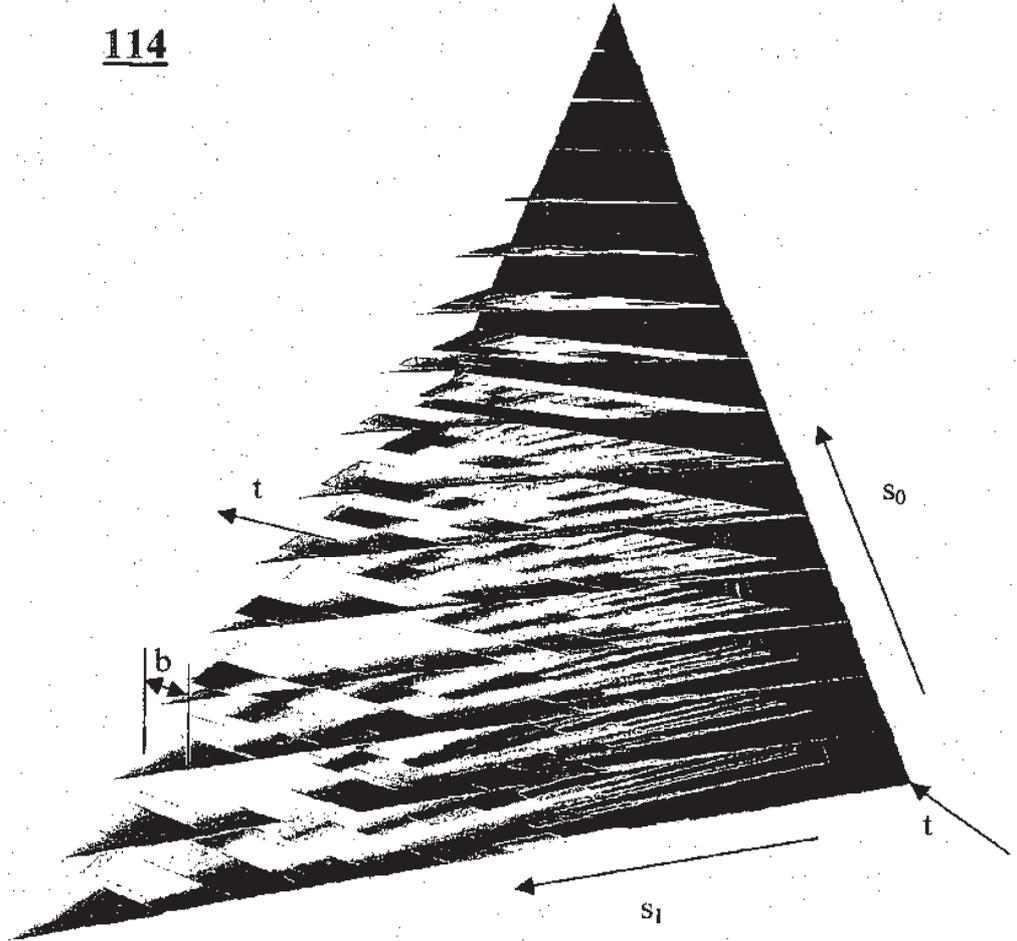


Fig. 11

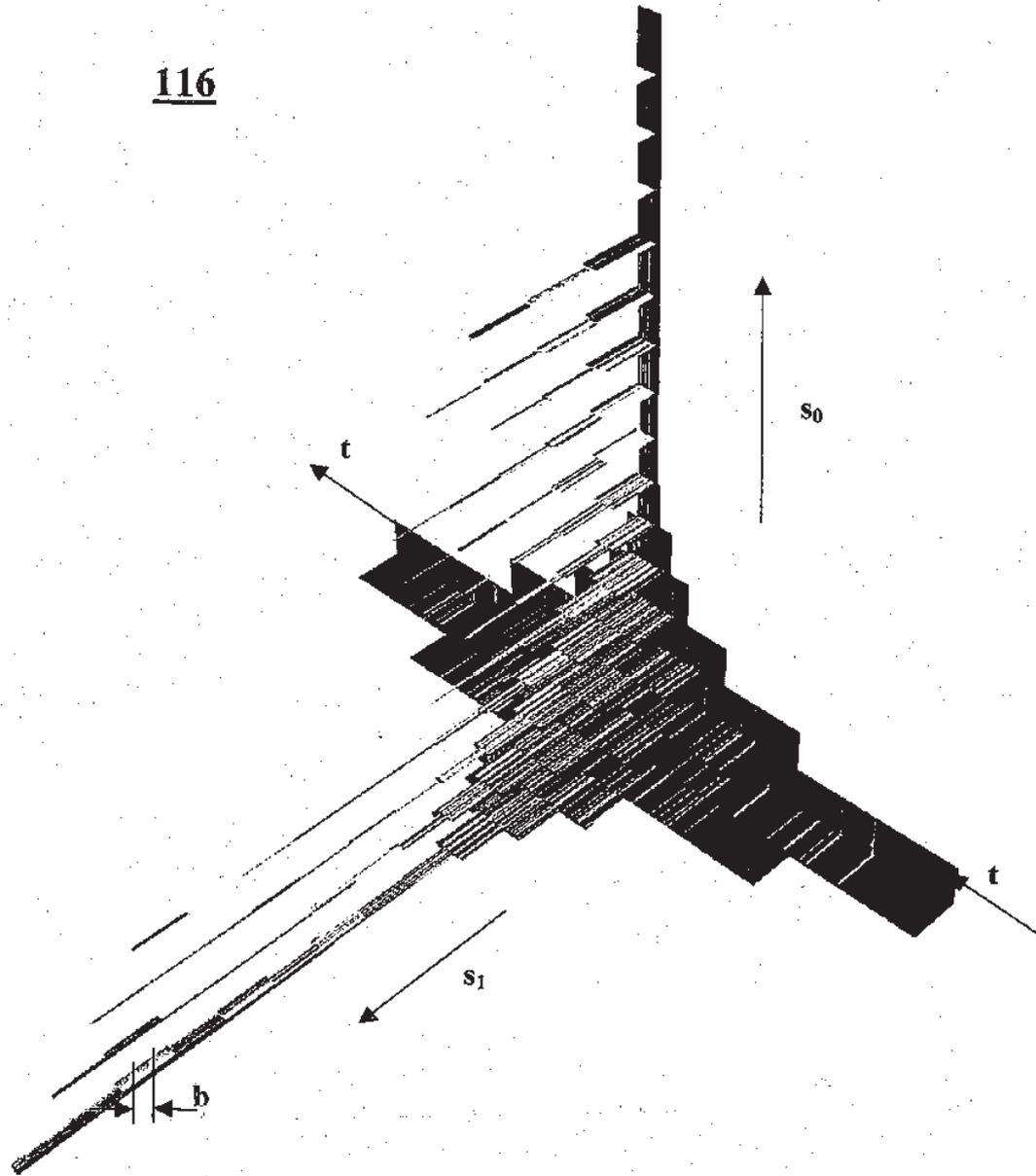


Fig. 12

118

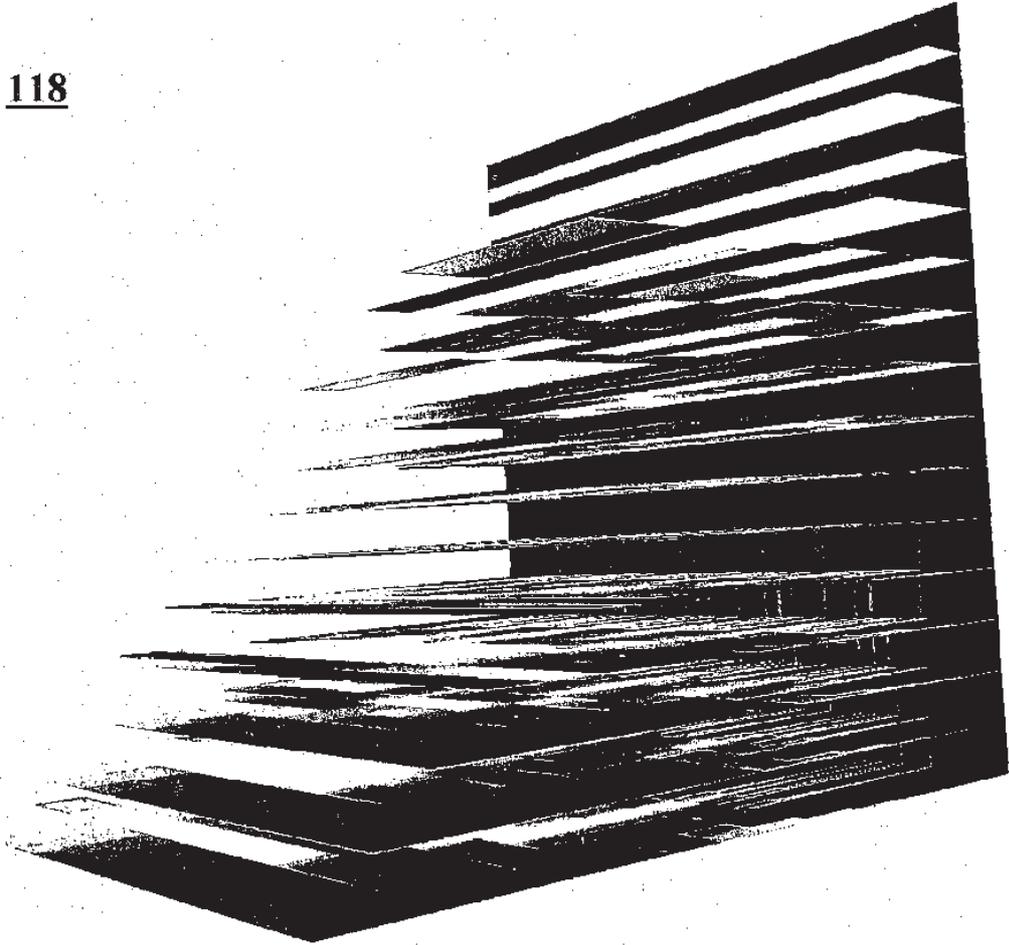


Fig. 13

120

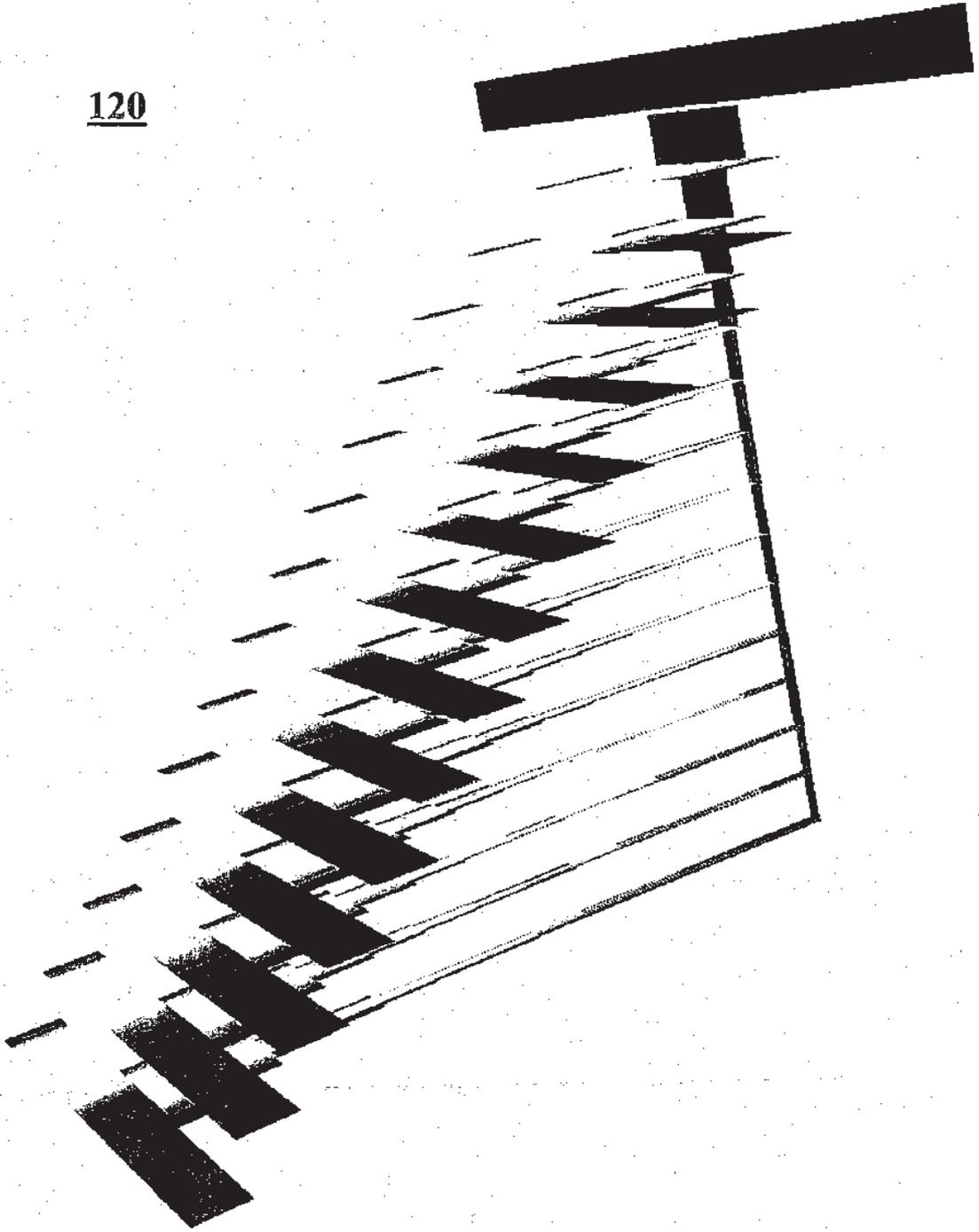


Fig. 14

Función de escalado d_{12} de Daubechies (t)

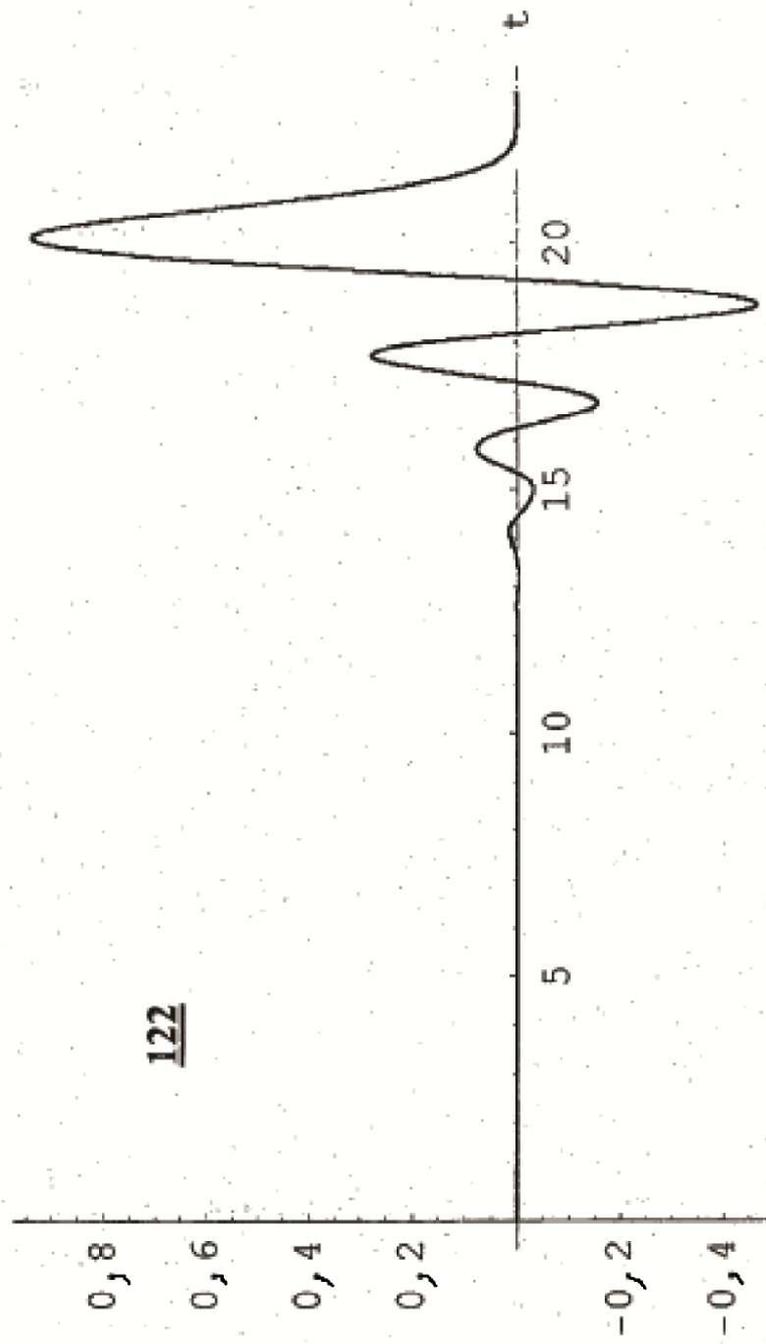


Fig. 15.

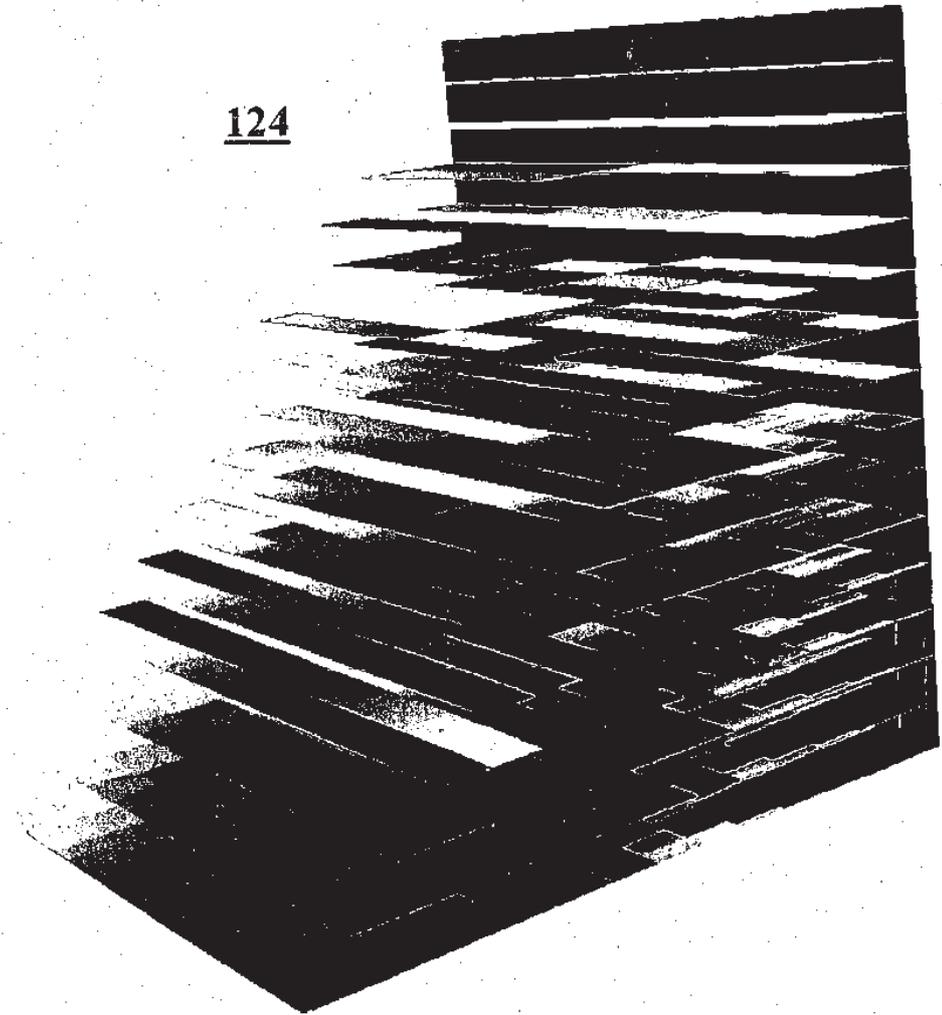


Fig. 16a

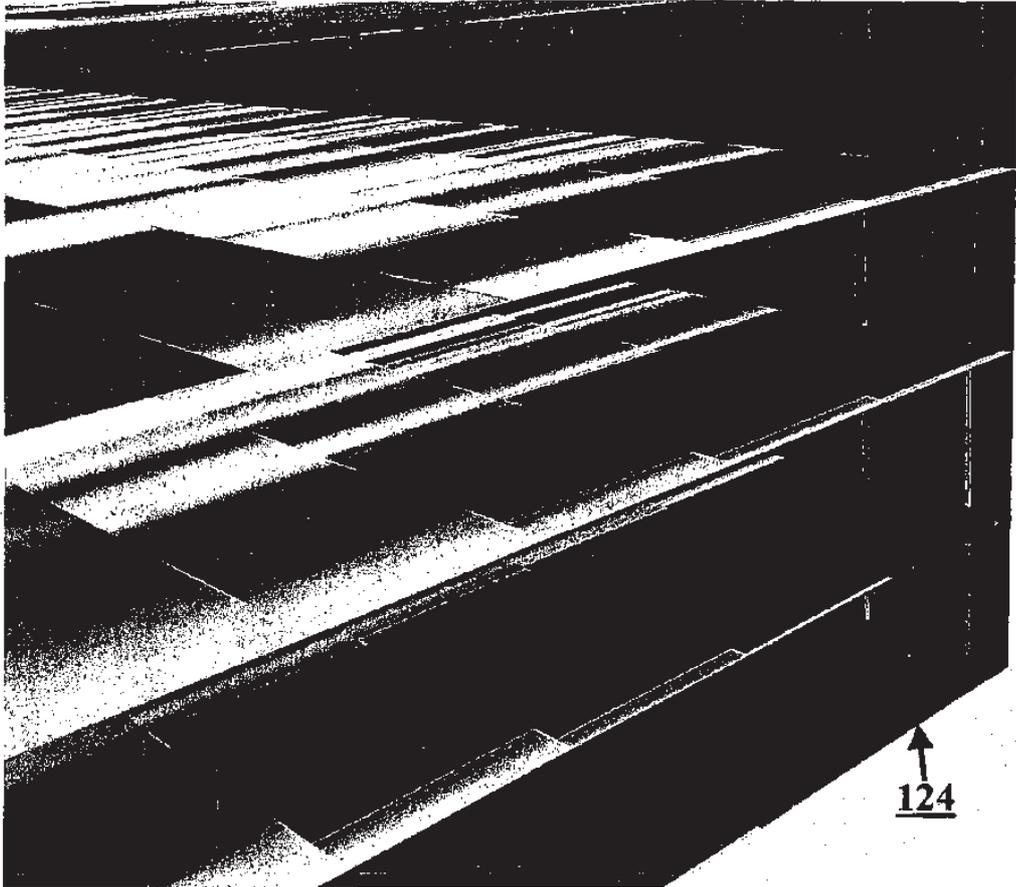


Fig. 16b

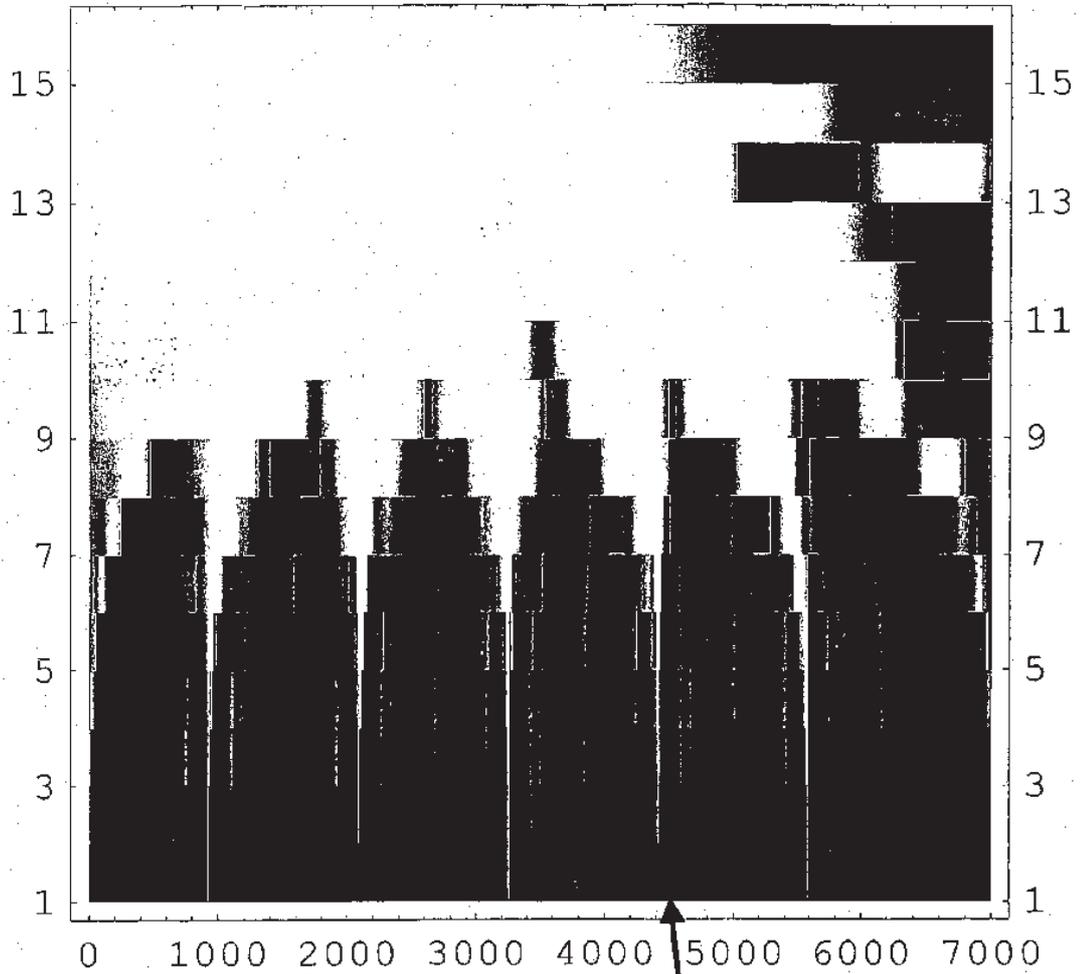


Fig. 17a

126

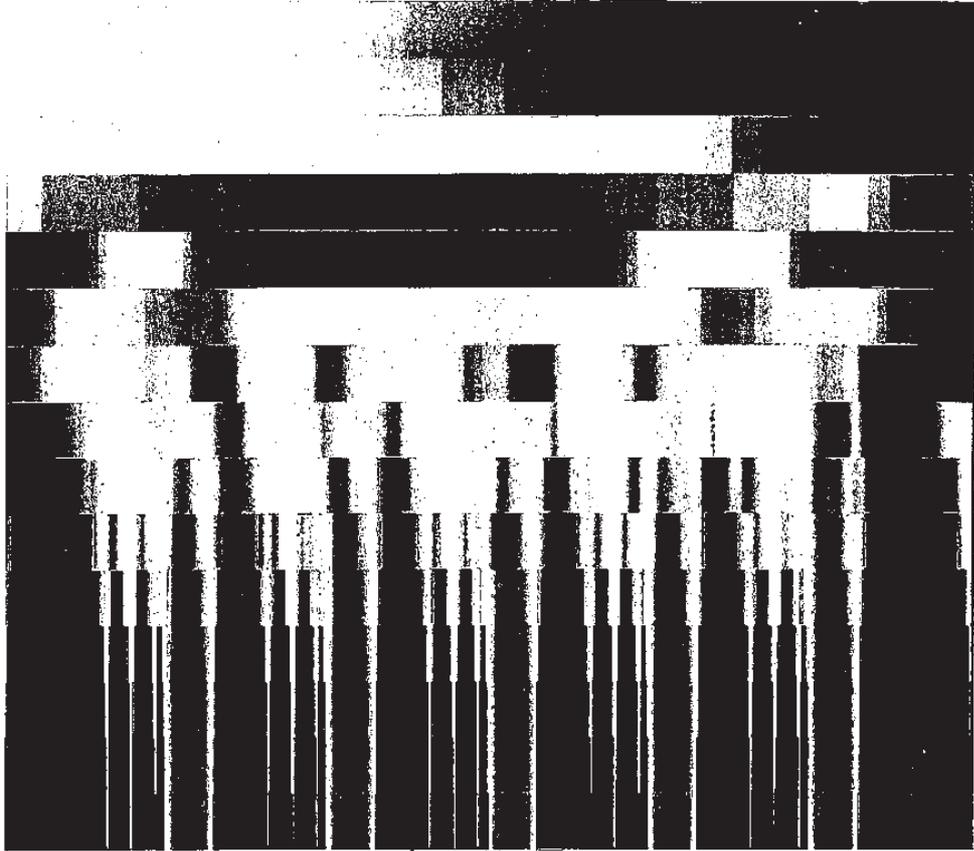


Fig. 17b

↑
128

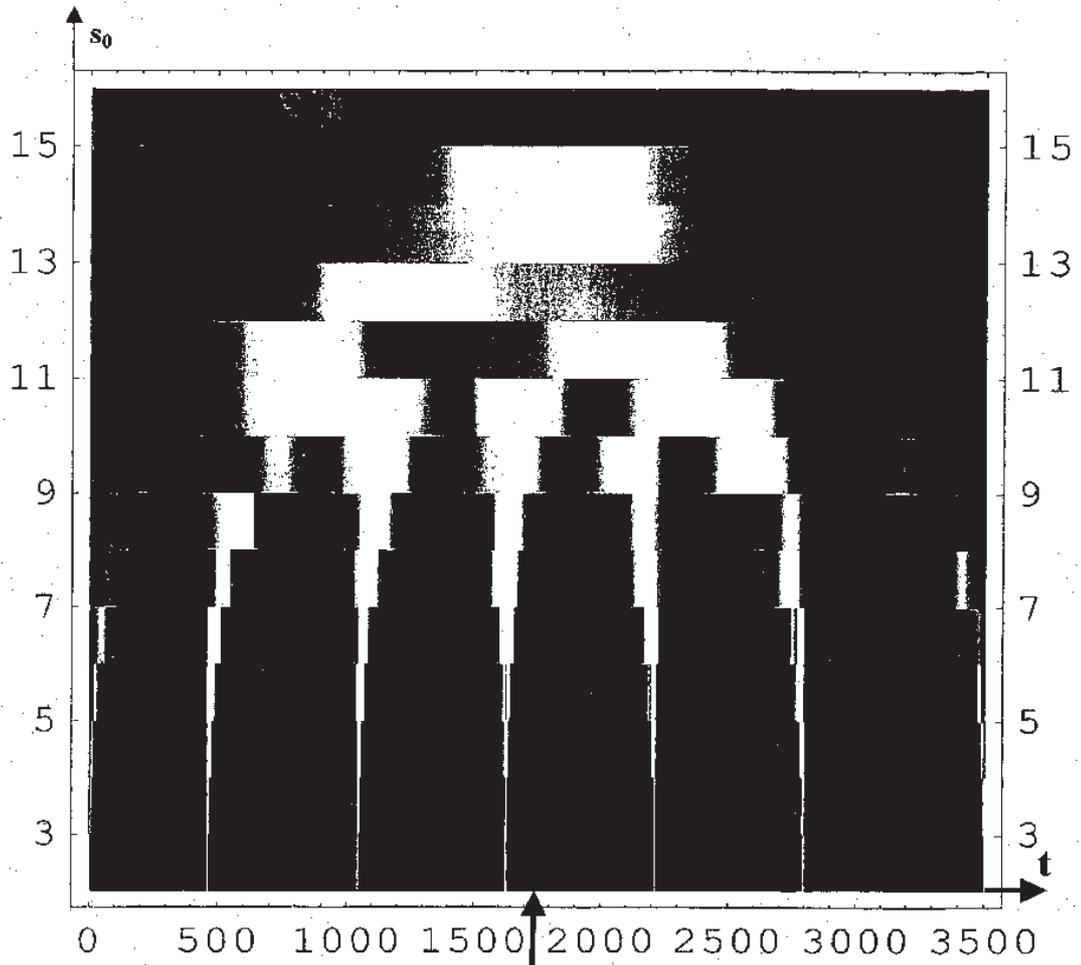


Fig. 18a

130

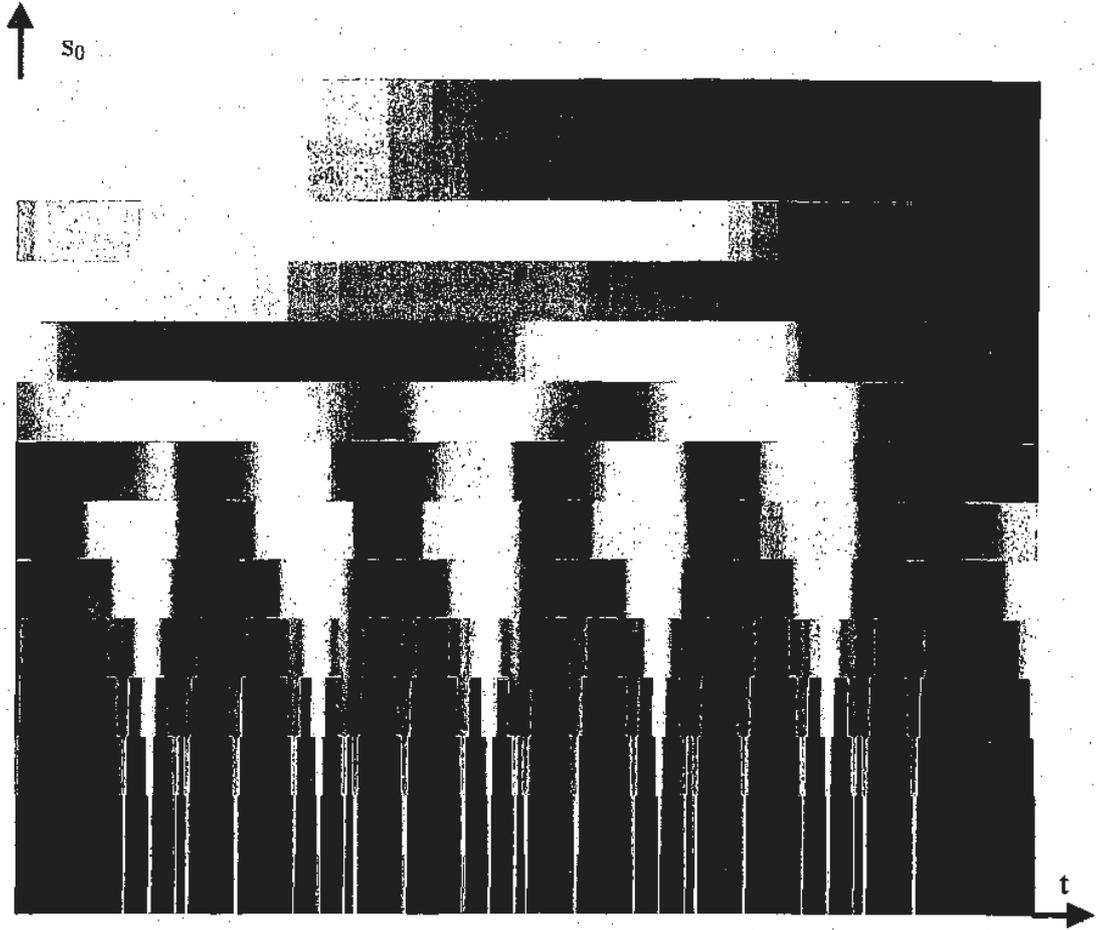


Fig. 18b

132

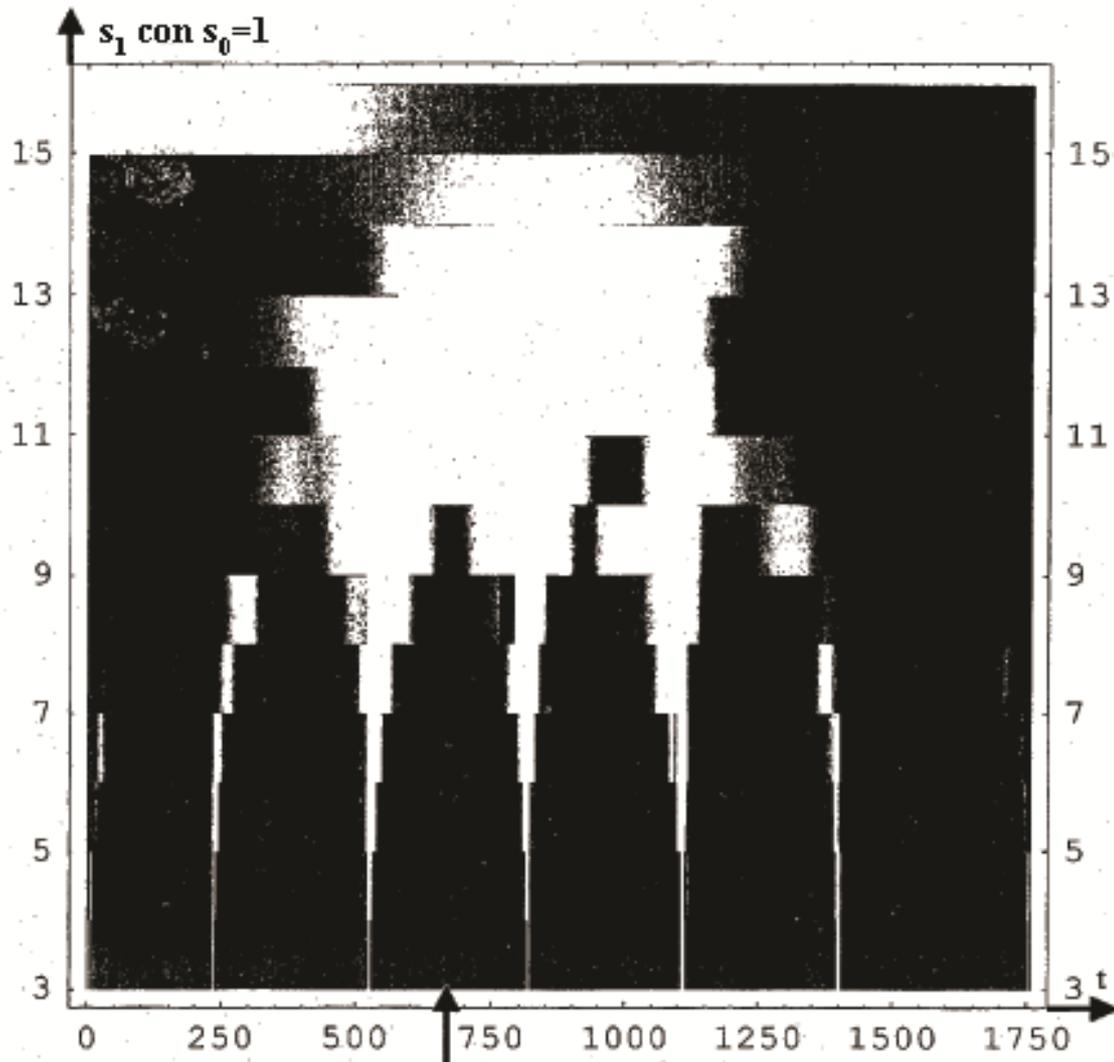


Fig. 19a

134

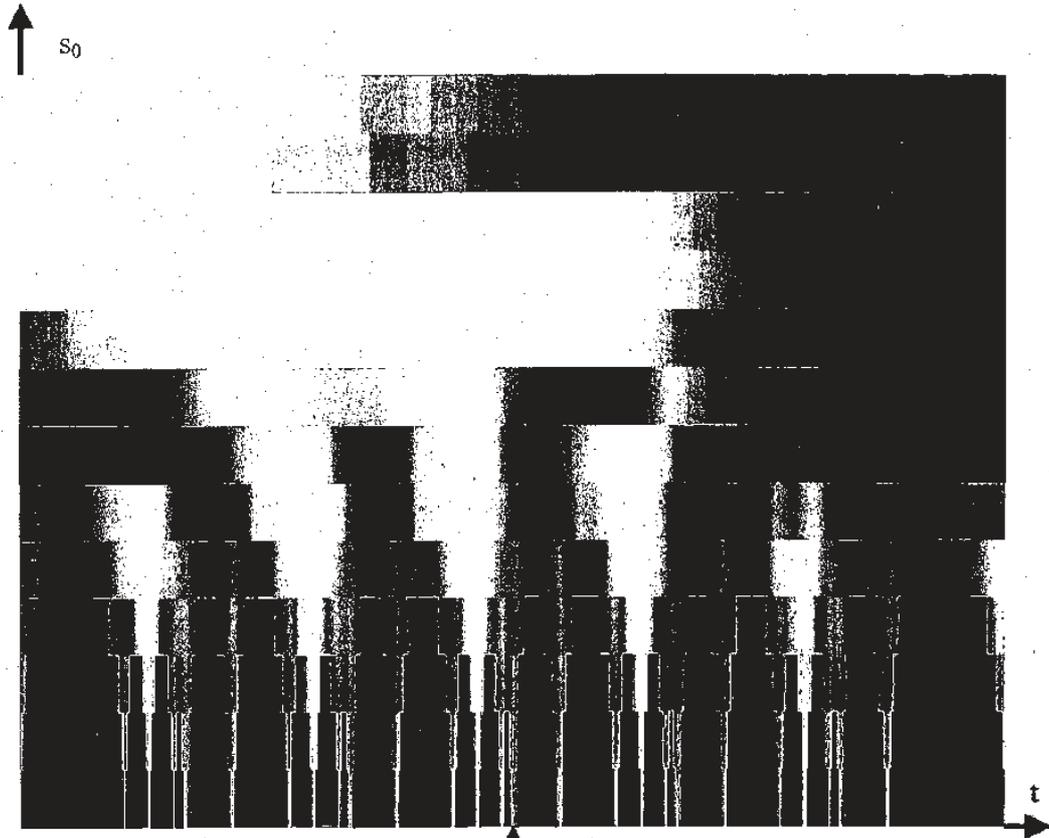


Fig. 19b

136

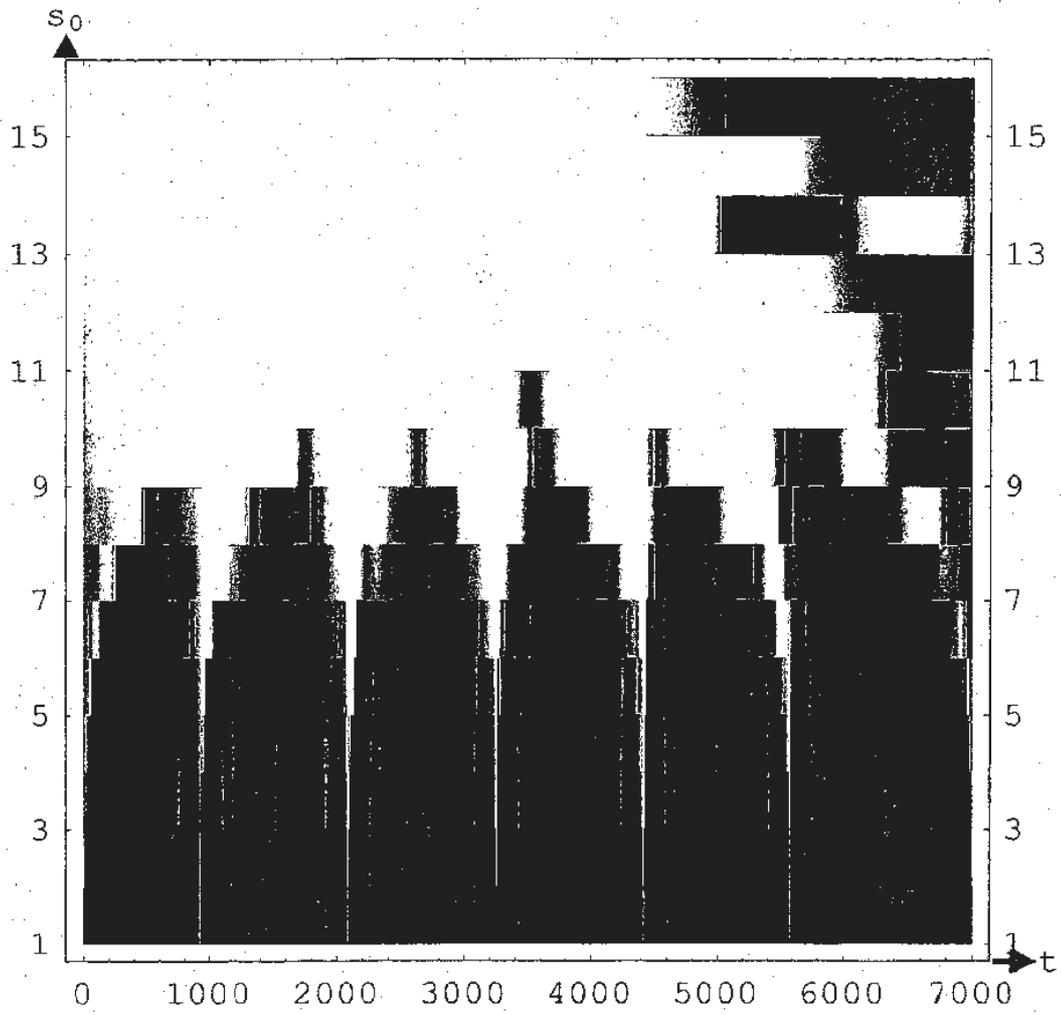


Fig. 20a

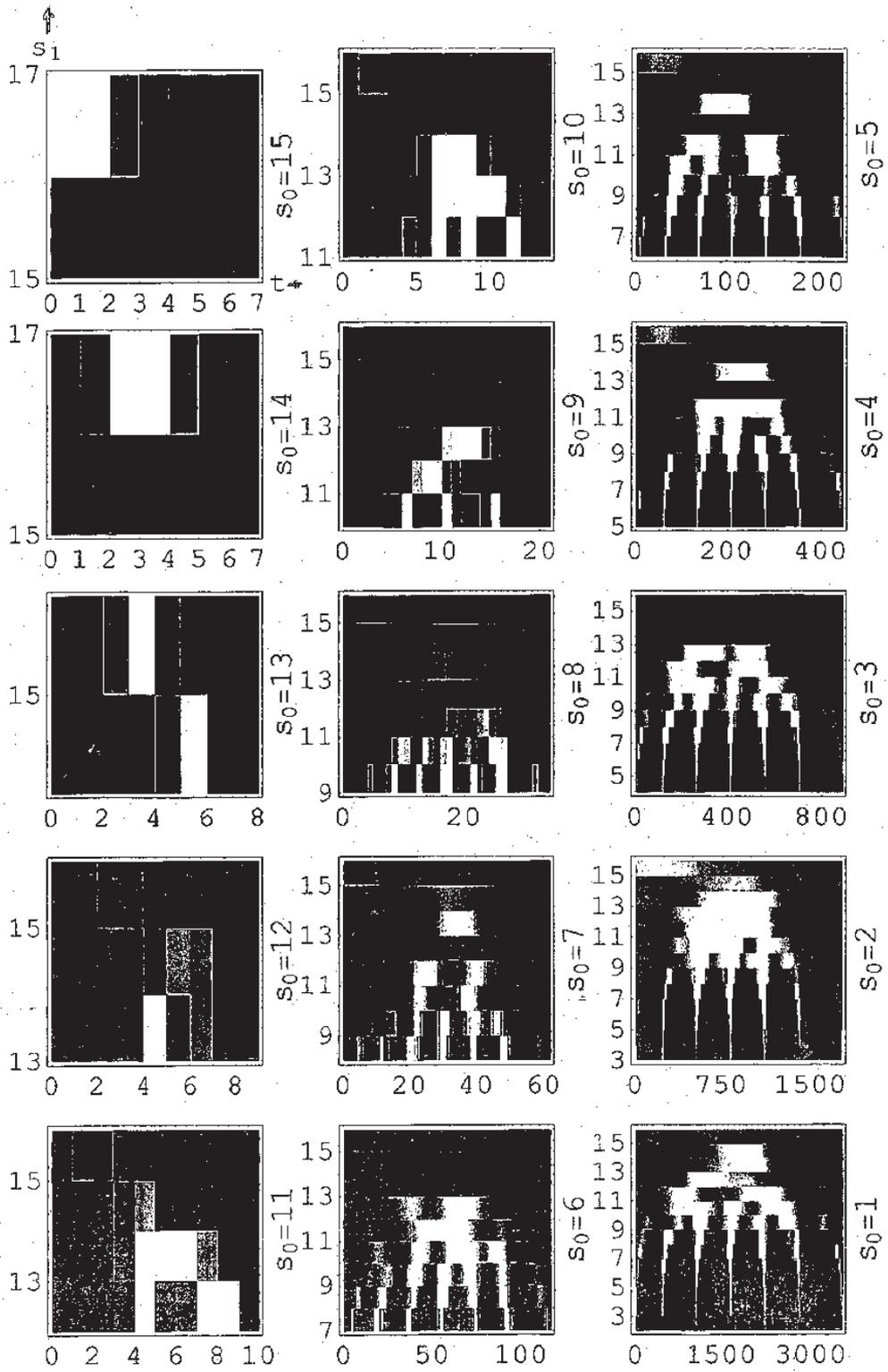


Fig. 20b

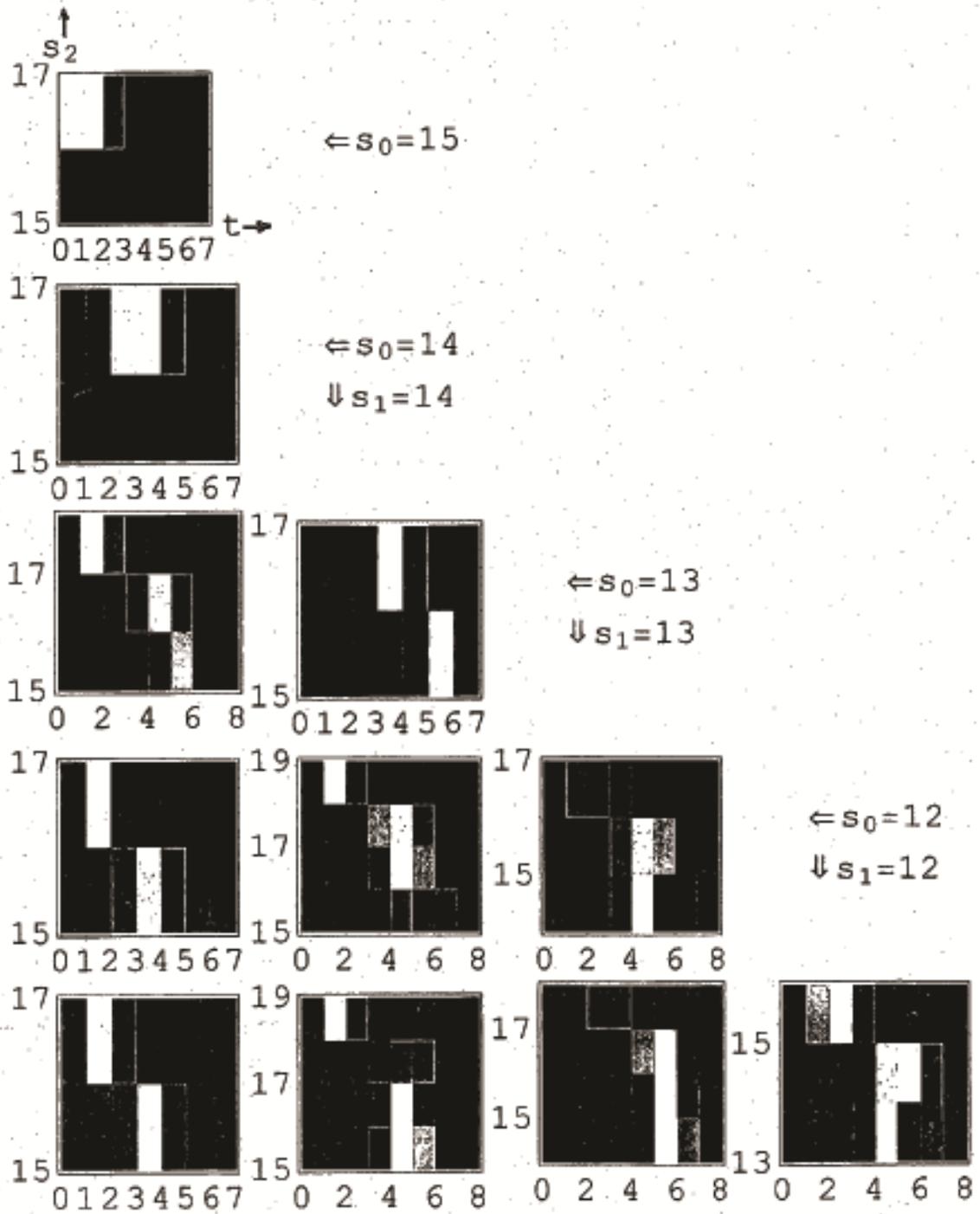


Fig. 20c. s_0 .15 a 11. s_1 .15 a 12:

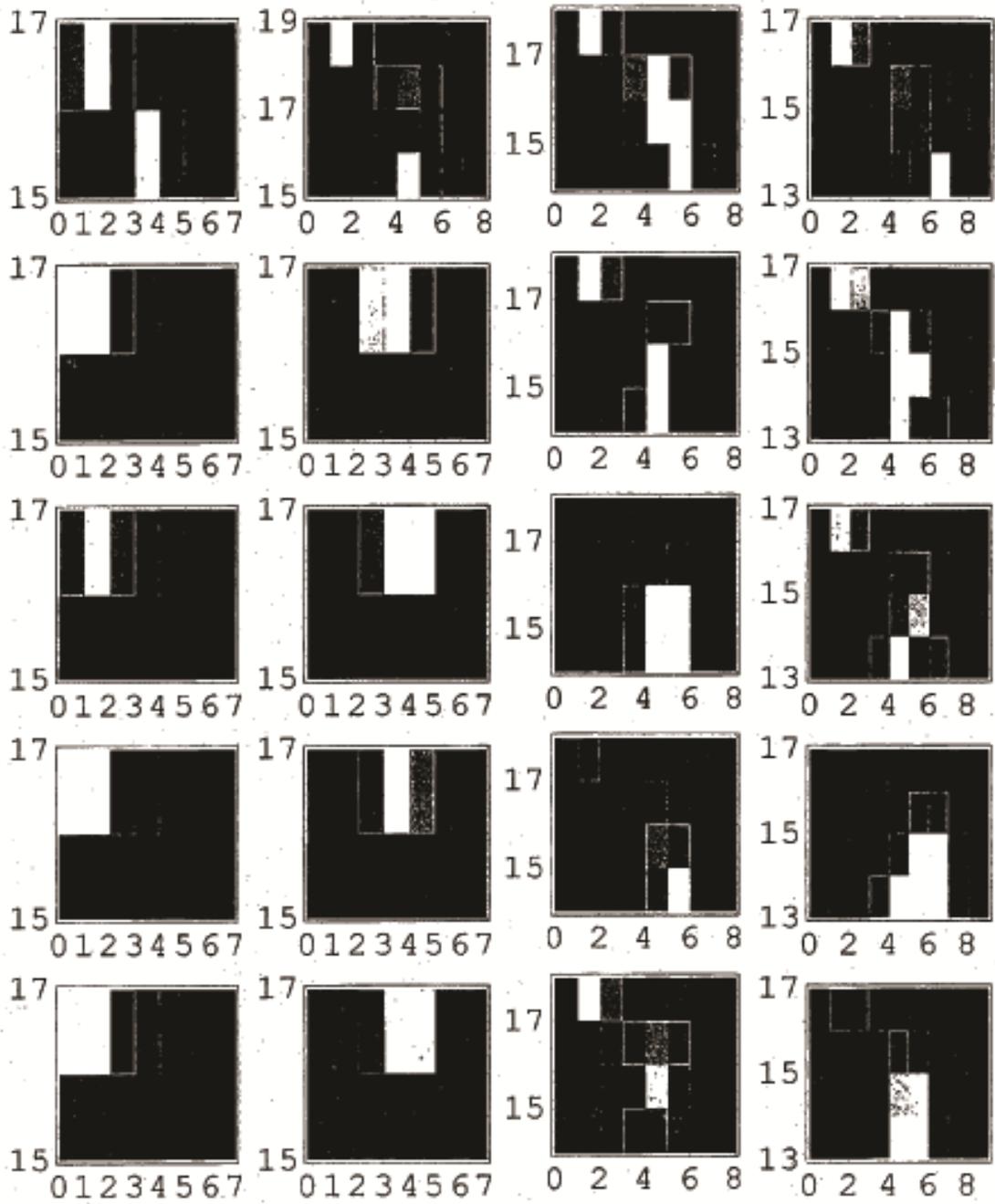


Fig. 20c. s_0 . 10 a 6. s_1 . 15 a 12:

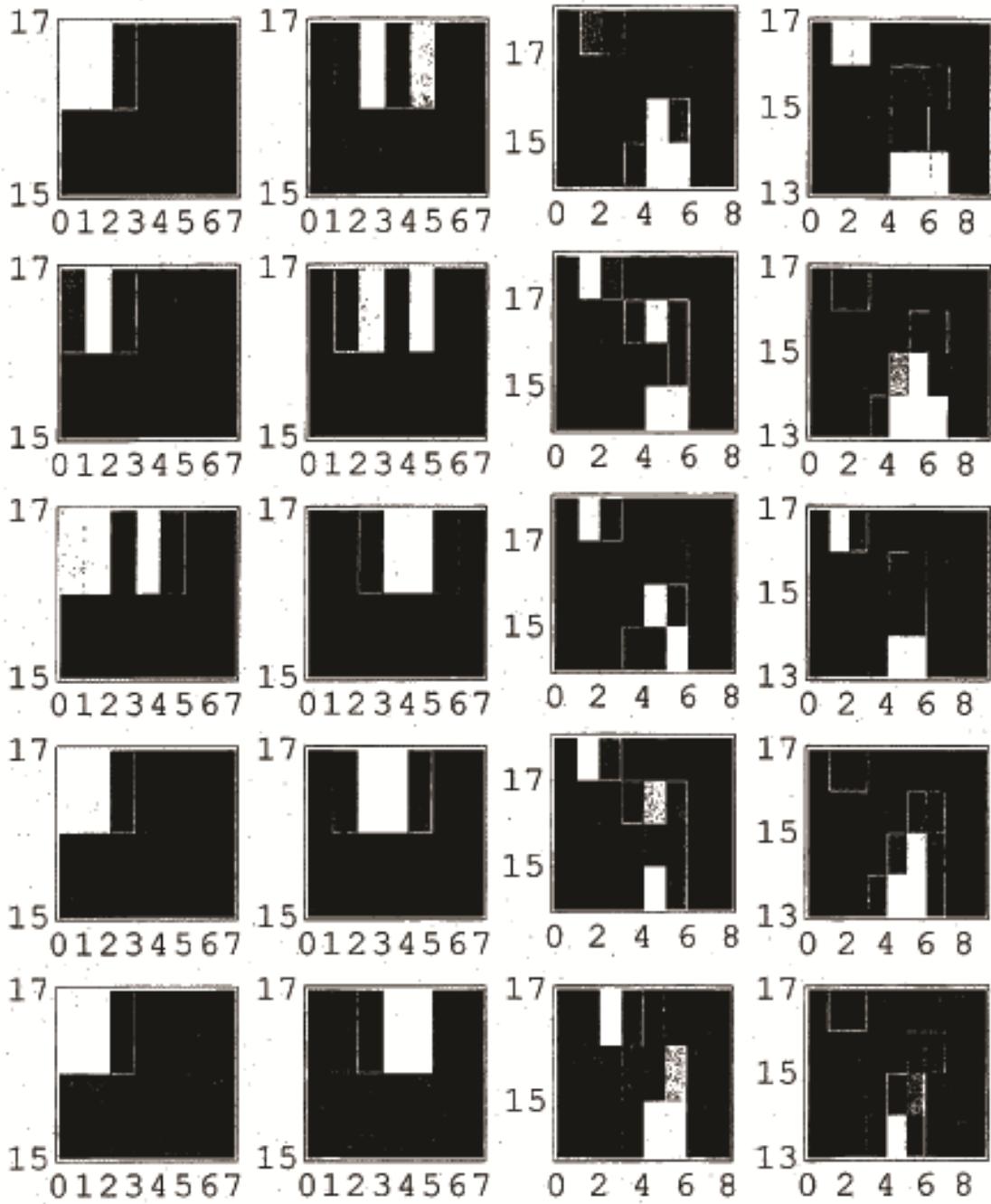


Fig. 20c.s₀.5 a 1.s₁.15 a 12:

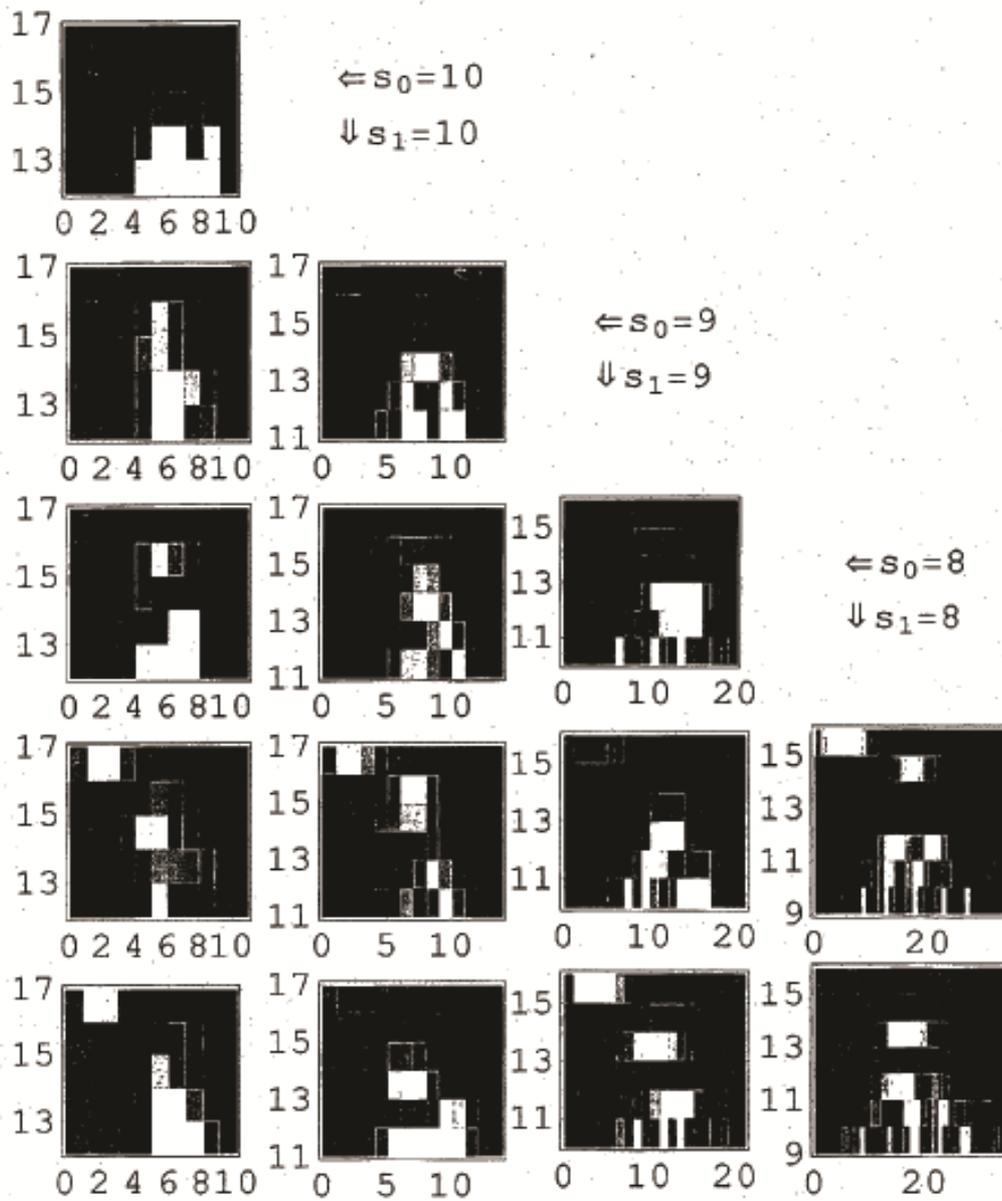


Fig. 20c. $s_0=10$ a 6. $s_1=11$ a 8:

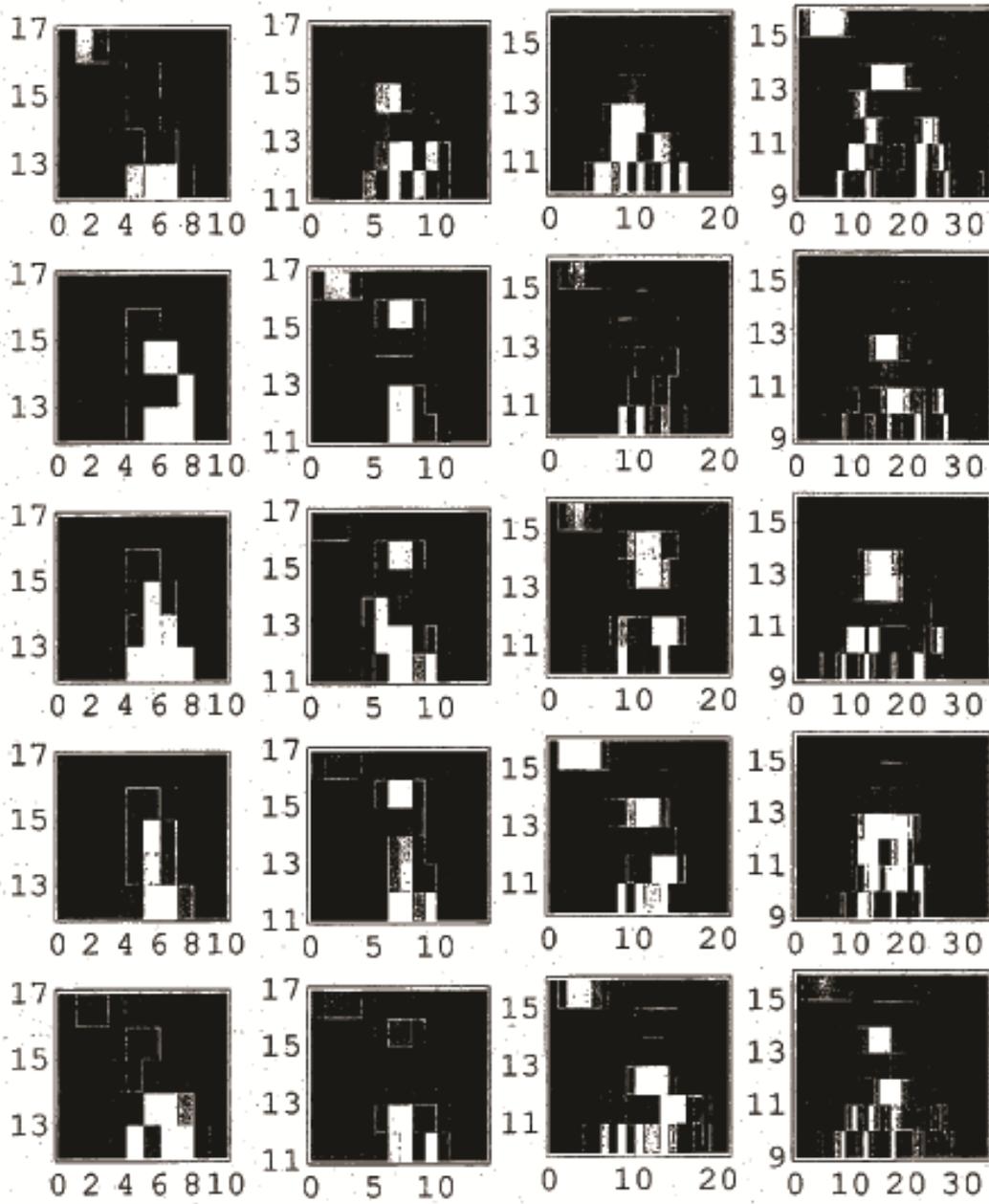
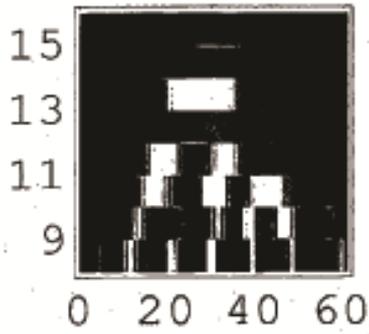


Fig. 20c.s₀.5 a 1.s₁.11 a 8:

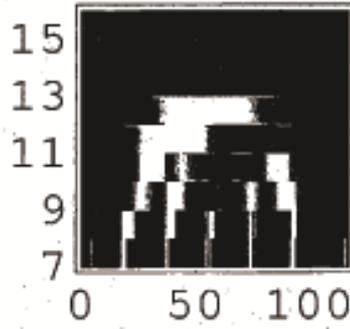
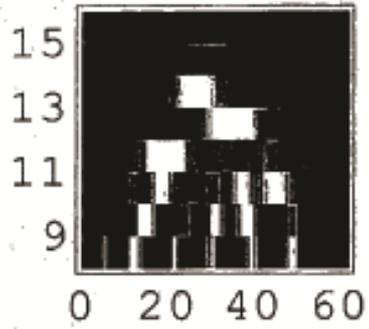
$\leftarrow s_0=7$

$\downarrow s_1=7$



$\leftarrow s_0=6$

$\downarrow s_1=6$



$\leftarrow s_0=5$

$\downarrow s_1=5$

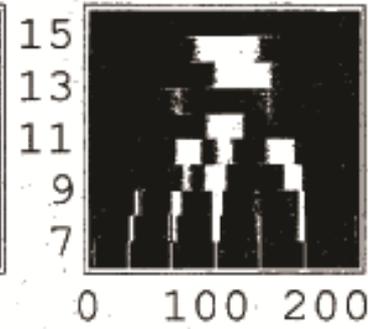
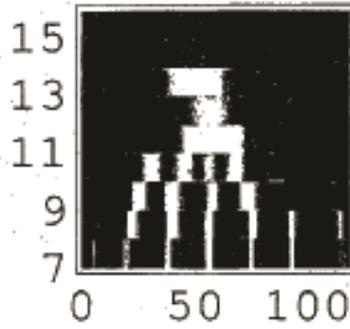
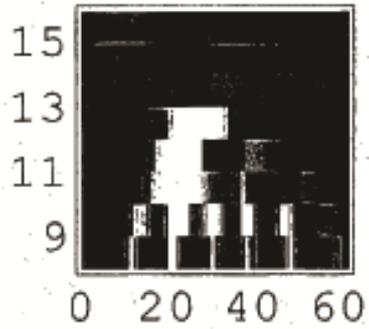


Fig. 20c. $s_0=6$ a 4. $s_1=7$ a 4:

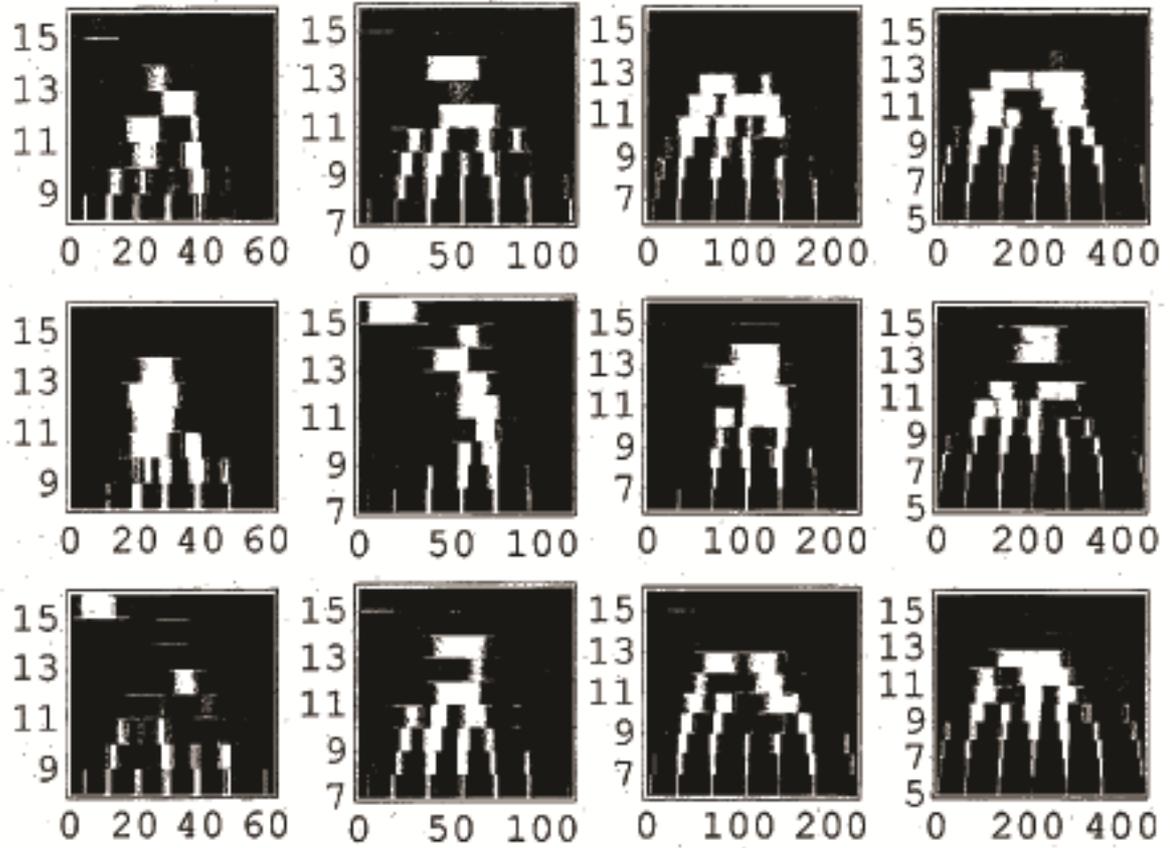


Fig. 20c.s₀.3 a 1.s₁.7 a 4:

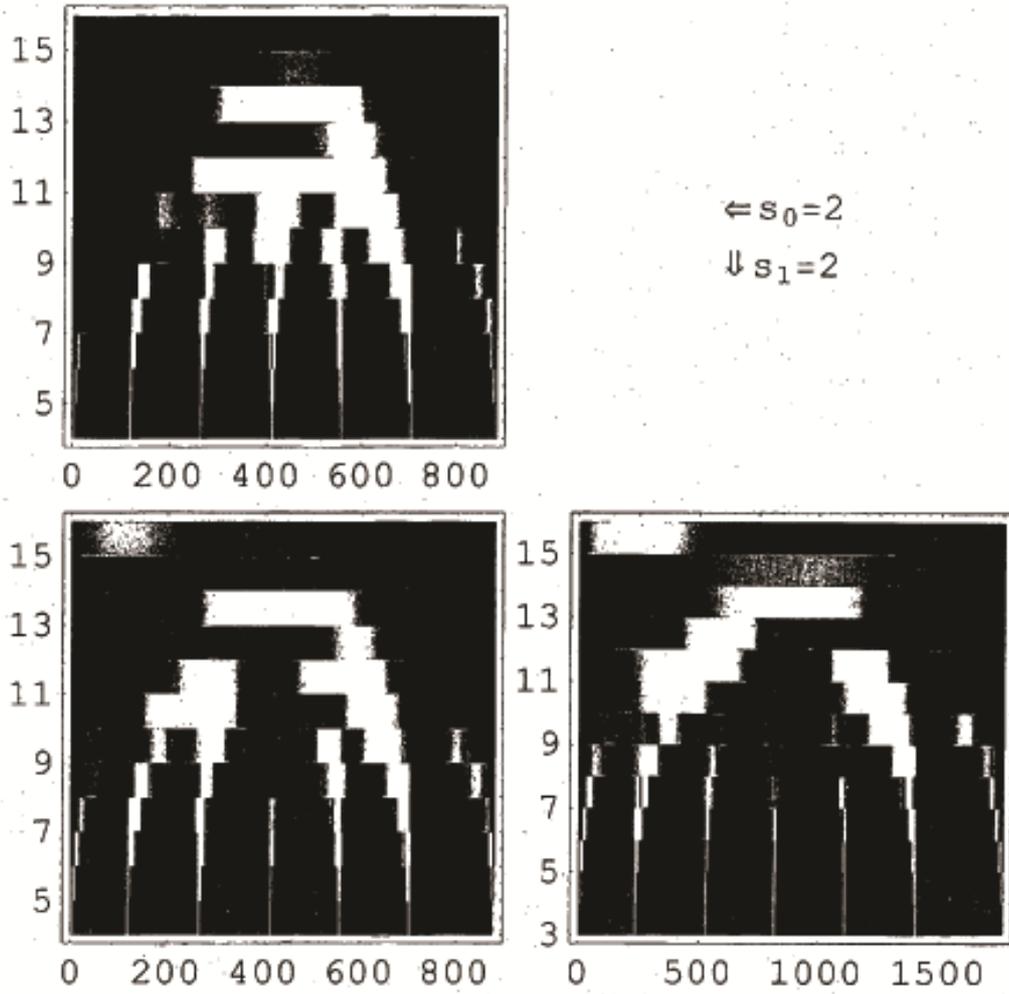


Fig. 20c. $s_0=2$ a 1. $s_1=3$ a 2:

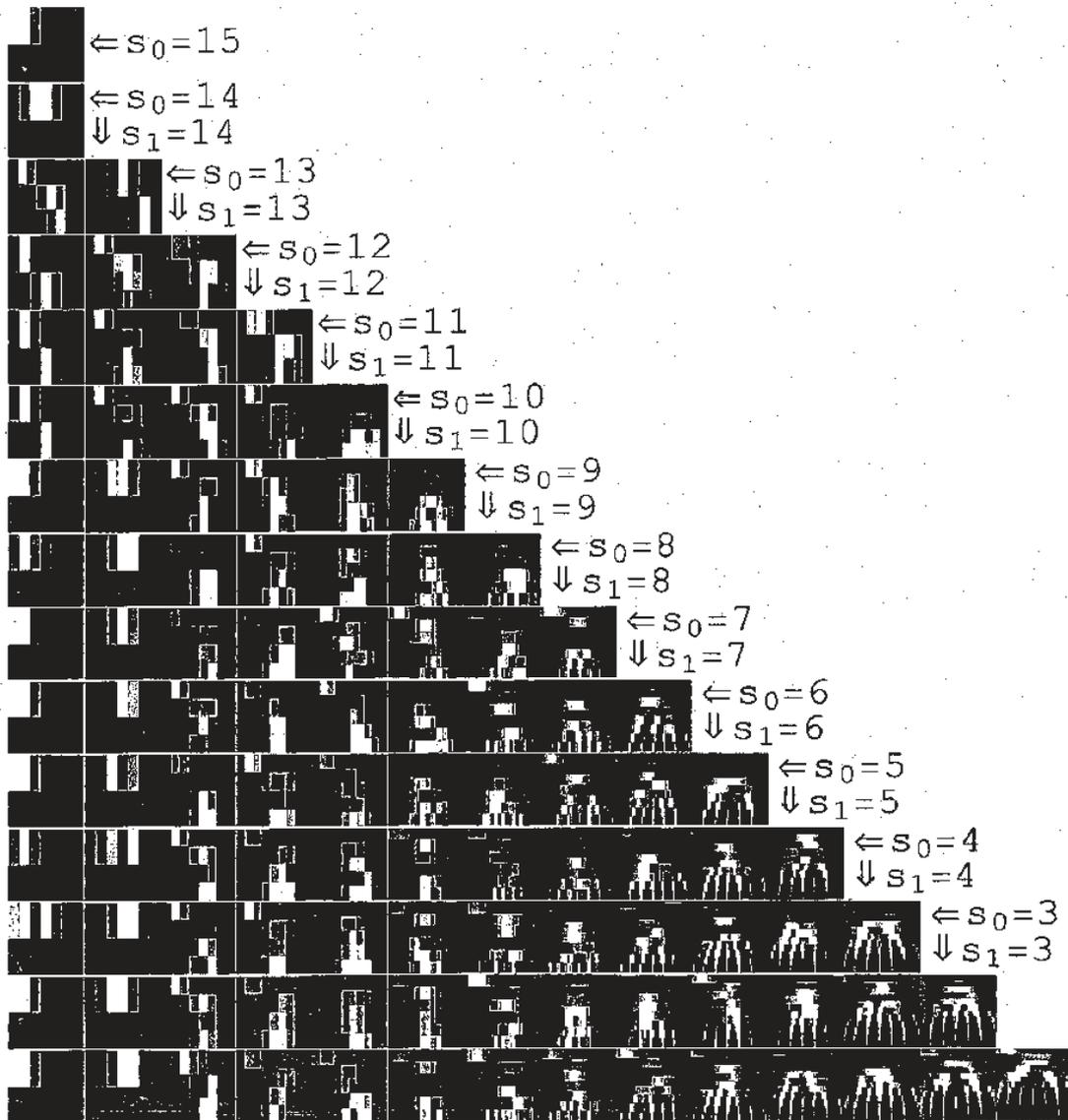


Fig. 20d