



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 296 327**

51 Int. Cl.:
H04L 1/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **98810269 .5**

86 Fecha de presentación : **27.03.1998**

87 Número de publicación de la solicitud: **0946015**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.1999**

54

Título: **Procedimiento y dispositivo para la valoración de la calidad de transmisión.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2008

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

73

Titular/es: **Ascom (Schweiz) AG.**
Belpstrasse 37
3000 Bern 14, CH

72

Inventor/es: **Juric, Pero**

74

Agente: **Torre Serrano, M^a Victoria de la**

ES 2 296 327 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 valoración de la calidad de transmisión.

5 Campo de aplicación

La presente invención se refiere a un procedimiento para realizar la valoración de la calidad de un trayecto de transmisión de señales con unas distorsiones no lineales, a cuyo efecto una señal de ensayo, previamente determinada, es transmitida desde un emisor hasta un receptor; dentro del receptor es ajustado, antes que nada, el nivel de la señal de recepción y, a continuación, a través de un procedimiento de comparación - previamente determinado - es realizada una valoración global de la calidad.

Estado de la técnica

Con la creciente propagación de la telefonía celular, y con la competencia entre los distintos operadores de redes de telefonía móvil, adquiere cada vez más importancia la medición objetiva de la calidad de transmisión de las señales vocales. Existen distintos procedimientos para medir la calidad de una transmisión. En este caso, de un interés especial son, sin embargo, aquellos métodos que tienen en consideración las propiedades del oído humano y que hacen posible una valoración automática de la calidad, la cual coincide principalmente con la percepción subjetiva de una persona de ensayo (Véase, por ejemplo la Publicación de Shihua Rang y otros "Medición objetiva para pronosticar la calidad subjetiva de codificadores del habla", IEEE Revista de ámbitos Seleccionados de Comunicaciones, Tomo 10 No. 5, junio de 1992, páginas 819.829, ola Patente Europea Núm. EP 0 722 164 A1).

Todos los procedimientos para una valoración de esta calidad están basados en una comparación entre la señal de ensayo no distorsionada y la señal de recepción, distorsionada a causa de la transmisión. Tal como es sabido, condición previa para una comparación de gran valor informativo es la correcta sintonización del nivel de la señal recibida en relación con el nivel de la señal de ensayo no distorsionada.

A través de la Patente Europea Núm. EP 0 644 674 A2 es conocido un procedimiento para valorar la calidad de transmisión de un trayecto de transmisión de señales vocales por medio de una transmitida secuencia de ensayo previamente determinada. La (sincronizada) secuencia de ensayo es dividida en un elevado número de intervalos de tiempo; en este caso, para cada intervalo de tiempo son digitalizadas las propiedades de sonido y es formado un valor intermedio correspondiente. Por medio de una red neuronal, la calidad de transmisión es valorada - a través de la totalidad de los valores intermedios - como buena, regular o mala.

Los procedimientos conocidos hasta ahora para un rápido control de la señal en tiempo real (Véase, por ejemplo, la Recomendación P.52 de la ITU-T) dejan de tomar en consideración, de una manera muy amplia, las repercusiones de las distorsiones sobre la determinación del nivel correcto.

Esta problemática es explicada de la siguiente forma:

Durante la medición de la calidad de transmisión de un sistema de telefonía móvil, con un aparato de ensayo móvil es atravesada la zona a comprobar con el objeto de obtener un análisis del servicio de comunicación, el cual cubra por completo la zona determinada. Es un fenómeno conocido el hecho de que los canales de telefonía móvil adolecen de unas mermas selectivas, tanto de tiempo como de frecuencia, y que la calidad de transmisión puede, a causa de la merma, variar muy rápidamente y de forma intensa. Por consiguiente, las mediciones de tiempo real en el campo se ven confrontadas con unos niveles de señal de una fuerte variación (así como con unas perturbaciones no lineales); dificultades éstas que no son conocidas de antemano.

Los conocidos procedimientos para la regulación del nivel se han mostrado como insatisfactorios al existir unas fuertes distorsiones de la señal. Es así, concretamente, que unas perturbaciones graves (por ejemplo, el eco, la perturbación de impulsos, las interrupciones de la comunicación) son interpretadas, inconscientemente, como partes componentes de la señal, y las mismas pueden conducir a una amplificación tanto excesiva como insuficiente. Como consecuencia, queda falsificado el resultado de la valoración de calidad. Presentación de la invención

La presente invención tiene el objeto de proporcionar un procedimiento de la clase mencionada al principio, el que elimine los inconvenientes, existentes en el estado de la técnica, y el cual no pueda ejercer esencialmente ninguna influencia perturbadora sobre el resultado de la valoración de calidad, tampoco en el caso de unas fuertes distorsiones no lineales.

Este objeto es conseguido por medio de las características de la reivindicación de patente 1). De acuerdo con la presente invención, la señal recibida para la regulación del nivel es examinada solamente dentro de unas seleccionadas ventanas temporales. Las referidas ventanas son fijadas de antemano y de tal modo, que las mismas contengan la más elevada posible densidad de energía espectral de la señal de ensayo (no distorsionada). Dentro de las ventanas seleccionadas la señal, recibida de forma distorsionada, es sometida a una comparación con la señal de modelo. El procedimiento de comparación es el mismo que posteriormente es empleado también para la valoración de la calidad de transmisión. A continuación, es determinada aquella ventana dentro de la cual se ha encontrado la mejor calidad de transmisión o la mayor similitud entre las señales. Dentro de esta ventana es determinada seguidamente - de una

ES 2 296 327 T3

manera ya conocida como tal - la proporción del nivel de la señal. Finalmente, la señal en su conjunto (es decir, también la señal que está por fuera de las ventanas examinadas) es amplificada en función de la proporción encontrada.

5 La esencia de la presente invención consiste en el hecho de que para determinar el factor de amplificación - que es necesario para la regulación del nivel - no se recurre a toda la energía de señales recibidas, sino solamente a aquellos tramos de señal que tengan una distorsión mínima. Con la regulación del nivel queda efectuada prácticamente una primera valoración de la calidad de transmisión. Esta valoración está limitada, sin embargo, a los tramos de señales (ventanas) con una más elevada densidad de energía. Debido a ello, *a priori* puede ser mantenida a un nivel reducido la influencia de posibles perturbaciones. Las perturbaciones no serán de la misma magnitud en todas las ventanas. 10 En las ventanas, en las que las mismas son más pequeñas, será buena la calidad "local" de la señales, la cual ha sido determinada de manera provisional. De forma correspondiente, el factor de amplificación, determinado "localmente", se ve afectado solamente de una forma leve por las perturbaciones no lineales.

15 Las ventanas, que han de ser definidas para una regulación del nivel, son fijadas mediante un análisis de la señal de ensayo previamente determinada. Esta señal de ensayo es sometida a un análisis espectral. A este efecto, son definidos aquellos tramos de la señal cuya energía sobrepasa un valor de umbral seleccionado de forma apropiada.

20 El valor de umbral es seleccionado preferentemente de tal manera que las ventanas o los tramos de señal, que cumplen con la condición exigida, contengan en su conjunto por lo menos un 50% de la energía de la señal completa. En las señales de ensayo con una energía de una fuerte concentración local, el valor de umbral puede ser fijado, sin ningún problema, de tal modo que por lo menos dos tercios hasta tres cuartos (por ejemplo, aproximadamente un 70%) de toda la energía de la señal entren en las ventanas seleccionadas.

25 Dentro del ámbito de la telefonía celular, como señal de ensayo es empleada, de forma preferente, una señal vocal (por ejemplo, una frase hablada por la persona del ensayo). Las ventanas son seleccionadas de tal manera, que las mismas no comprendan ningún intervalo de silencio. Solamente son de interés los tramos de señal vocalmente activos.

30 Un procedimiento apropiado para determinar la calidad de la señal consiste en el cálculo de la distancia BSD (Bark Spectral Distance). No obstante, y sin ningún problema, también pueden ser aplicados otros métodos (Cepstral, etc.). Por el hecho de que para la determinación del factor de amplificación de los seleccionados tramos de la señal es empleado el mismo procedimiento de valoración de calidad como para el siguiente análisis de la señal en su conjunto, se pueden conseguir una preparación óptima o un procesamiento previo de la señal (distorsionada) de recepción.

35 De la detallada descripción, relacionada a continuación, así como de la totalidad de las reivindicaciones de la patente se pueden apreciar unas convenientes formas de realización de la presente invención y combinaciones de las características de la misma.

Breve descripción de los planos

40 En los planos empleados para explicar un ejemplo de realización:

La Figura 1 muestra un esquema de bloques del procedimiento para valorar la calidad de transmisión;

45 Las Figuras 2a hasta 2c indican la representación esquematizada de la selección de las ventanas que son determinantes para la regulación del nivel; mientras que

La Figura 3 muestra un esquema de bloques del procedimiento para llevar a efecto la regulación del nivel.

50 Como principio, en estas Figuras están indicadas con las mismas referencias las partes que son idénticas entre si.

Formas para la realización de la invención

55 La Figura 1 indica, de forma esquematizada, el desarrollo - ya conocido en si - de un procedimiento para la valoración de la calidad de transmisión. Un emisor 1 envía una señal de ensayo, conocida de antemano. Este emisor 1 puede ser, por ejemplo, un aparato de ensayo que comprende, por un lado, el sistema de conexión de un teléfono móvil normal del mercado como asimismo comprende, por el otro lado, un conexionado para producir la señal de ensayo y para alimentar el sistema de conexión de telefonía móvil con esta señal de ensayo. Esta señal de ensayo puede ser, por ejemplo, una señal vocal que es repetida varias veces. La señal está guardada en una memoria, y la misma es pasada de forma digital al sistema de conexión de telefonía móvil. De este modo queda simulado un usuario de telefonía móvil, que habla con un interlocutor por el otro extremo de la línea. 60

65 La señal de ensayo es transmitida por el trayecto de transmisión 2. Al tratarse de la valoración de la calidad de transmisión de un sistema de telefonía móvil, este trayecto de transmisión puede comprender tanto uno o varios trayectos de radiocomunicación como asimismo un número dado de tramos de transmisión, que están unidos con una línea telefónica. Por lo menos uno de los trayectos de radiocomunicación (como, por ejemplo, aquél que se extiende desde el respectivo puesto de base momentáneo hasta el aparato del ensayo) se encuentra sometido a unas fuertes distorsiones no lineales. Es así, concretamente, que se pueden producir unas interrupciones cortas, con lo cual se pierden los tramos correspondientes de la señal de ensayo.

ES 2 296 327 T3

Por el otro extremo del trayecto de transmisión 2 se encuentra el receptor 3. También el receptor comprende un sistema de conexión de telefonía para codificar la señal de transmisión y para ponerla en un formato digital para el siguiente análisis. Además, este sistema de conexión realiza una sincronización al objeto de que el siguiente procesamiento de la señal esté sincronizado al comienzo de la señal vocal (que ha sido transmitida de forma repetida).

En la Figura 1 se ha indicado, en aras de una simplificación, solamente una dirección de la transmisión de señales. Es evidente que en la dirección contraria pueda haber la misma funcionalidad, por lo cual la calidad en la transmisión puede ser determinada para las dos direcciones.

Después del receptor 3 es llevado a efecto, por ejemplo, un análisis 4 de tipo FFT (Fast Fourier Transform o transformación rápida de Fourier). A continuación, los espectros resultantes son sometidos a una clasificación Bark 5. Esto quiere decir que las frecuencias son unidas entre sí, de forma correspondiente a la escala de Bark, para formar unos grupos o bandas que corresponden a la sensibilidad del oído humano.

Seguidamente, la señal de recepción, procesada de esta manera, es elevada - por medio de la regulación de nivel 6 de la presente invención - al nivel que es necesario para la siguiente valoración de calidad 7. Para la valoración de calidad puede ser empleado cualquier procedimiento de comparación; a este efecto, están guardados como referencia en una memoria los valores, que - dentro del marco del desarrollo del sistema - han sido obtenidos, de la misma manera, de la señal de ensayo. La indicación 8 de la valoración de calidad 7 puede reflejar, por ejemplo, en función del tiempo los valores determinados de la calidad. Una vez conocido el lugar, en el cual se encontraba el aparato de ensayo en un momento determinado, se pueden deducir, por ejemplo, unos problemas locales en el trayecto de radiocomunicación.

A continuación, se explican las bases para la regulación de nivel 6 de la presente invención.

En la Figura 2a está indicado, indirectamente, el desarrollo temporal de una señal vocal, que ha de servir como señal de ensayo. Esta señal vocal tiene una longitud previamente determinada TD de, por ejemplo, 3 hasta 10 segundos. Para la señal vocal es característico que la energía no está distribuida de una manera uniforme, sino la misma se concentra en los principios de palabras y de sílabas. Las palabras están separadas entre sí por unos intervalos de silencio. Por experiencia es sabido, que los intervalos de silencio constituyen una parte muy importante (por ejemplo, un 30 hasta 50%) de la longitud TD de la señal vocal.

Dentro de una primera fase se localizan ahora los intervalos de silencio, que separan entre sí los tramos de la señal, los cuales son vocalmente activos. Para esta finalidad, la señal puede ser transformada a la gama de frecuencias correspondientes y puede ser procesada mediante un discriminador, con un valor de umbral previamente determinado (que puede estar, por ejemplo, 10 dB por encima del ruido de cuantificación). El resultado de este análisis es una serie de ventanas objetadas y exentas de intervalos de silencio $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ (Figura 2b).

Seguidamente, son identificadas las ventanas en las cuales, por ejemplo, la densidad de energía espectral de la señal sobrepasa un determinado valor de umbral. La densidad de energía es determinada dentro de la gama de frecuencias (sobre todo en base a la clasificación Bark). Las ventanas son clasificadas, de forma preferente, en función de la magnitud de la densidad de energía. De este modo, puede ser detectado al mismo tiempo cuántas ventanas han sobrepasado el fijado valor de umbral y cuál es la suma de la energía de las ventanas seleccionadas en comparación con la energía total de la señal de ensayo.

Según una forma de realización especialmente preferida es así concretamente, que el valor de umbral es elegido de tal manera, que las ventanas, situadas por encima del valor de umbral, representen por lo menos un 60 hasta un 70% de la energía total (Con este criterio resulta que, por regla general, también quedan eliminadas las ventanas que son muy cortas). No obstante, existe también la posibilidad de emplear para la regulación del nivel todas las ventanas $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$, determinadas en la primera fase.

Según el ejemplo de la Figura 2c, las ventanas están indicadas con V_1, \dots, V_{N-1}, V_N . Para cada una de estas ventanas son memorizados - aparte de los valores espectrales característicos de la señal de ensayo - el tiempo del comienzo así como el final (o la duración). Con ello queda concluida la fase preparatoria. Dentro del contexto de la regulación de nivel de la presente invención, los datos mencionados son empleados conforme a la manera explicada en la Figura 3.

El esquema de bloques, mostrado en la Figura 3, simboliza el contenido del bloque 6, indicado en la Figura 1. La preparada señal de recepción $x(f,t)$ es sometida a la amplificación 9, y la misma es conducida hacia una extracción de ventana 10. Esta última extrae aquellos tramos de la señal de recepción $x(f,t)$, los cuales están en las ventanas previamente definidas V_1, \dots, V_{N-1}, V_N . Conforme a la presente invención, el siguiente análisis de la señal se limita a los tramos mencionados. Esto quiere decir que para cada seleccionado tramo de la señal es efectuada una valoración de calidad 11 selectiva (prácticamente "local"). La valoración de calidad 11 trabaja de la misma manera como la valoración de calidad "global" 7, que tiene lugar al término de la regulación de nivel 6 (Véase la Figura 1). Pueden ser aplicados unos procedimientos conocidos como, por ejemplo, el Método BSD o el Método Cepstral.

La valoración de calidad selectiva 11 se basa en los valores de la señal de ensayo no distorsionada, los cuales están guardados en la memoria de referencia 12. A la salida de la valoración de calidad 11 está disponible - para cada

ventana V1, ..., VN-1, VN previamente definida - por lo menos un valor. Este valor caracteriza la similitud de la señal de recepción x (f,t) con la primitiva señal de ensayo dentro de la ventana correspondiente. Si, por ejemplo, durante la transmisión se ha producido una corta interrupción dentro de una determinada ventana - por ejemplo, en V1 - en esta ventana la similitud será entonces más reducida.

5

Dentro del siguiente circuito de selección 13 es determinada la ventana con el mayor valor de similitud. Como principio, también pueden ser seleccionadas todas aquellas ventanas, cuyo valor de similitud sobrepasa un valor de umbral previamente determinado. Siempre que sea encontrada (por lo menos) una ventana con un tramo de señal de una calidad suficiente ($Q_i > Q_{min}$), en este supuesto será adaptado el factor de amplificación (En el caso de una calidad insuficiente es mantenido el actual factor de amplificación).

10

En la siguiente corrección de nivel 14 es calculado, según una fórmula conocida *per se*, el factor de amplificación; por ejemplo, $L=20 * \log(E_{ref}/E_{sig})$, representando "Eref" el valor de referenciado memorizado, mientras que "Esig" es la energía de señal recibida dentro del respectivo intervalo de tiempo. Al ser evaluada dentro del circuito de selección 13 solamente una ventana, para esta ventana puede el nivel recibido ser comparado con el nivel de referencia 15. Al ser seleccionadas varias ventanas, para cada ventana individual puede ser calculado el factor de amplificación necesario para luego determinar un valor medio.

15

El factor de amplificación, obtenido sobre la base de una sola ventana (o bien de unas pocas ventanas), es empleado, conforme a la presente invención, para la amplificación de toda la señal x(f,t) (Amplificación 9).

20

La valoración de calidad 7 - que, según la presente invención, también es aplicada dentro del marco de la regulación de nivel 6 (aquí, sin embargo, de forma limitada sobre unas ventanas seleccionadas) - puede ser llevada a efecto de una manera ya conocida como tal. A continuación se describe, brevemente y a título de ejemplo, un procedimiento apropiado para ello.

25

El espectro Bark L(i) refleja las transformaciones no lineales de frecuencia y de amplitud del oído humano, en conjunto con unos aspectos importantes del análisis de frecuencia y de las propiedades de integración espectral en unos complejos acontecimientos acústicos. Según la presente forma de realización, queda determinada la distancia euclidiana cuadrada entre dos vectores espectrales Bark. Este valor, conocido como valor BSD (del Inglés Bark Spectral Distortion), puede estar representado por la fórmula siguiente:

30

$$BSD = BSD_u / E_{Bark}$$

35

$$BSD_u = Ave[BSD^{(k)}]$$

40

$$E_{Bark} = Ave \sum_k^N [L_x^{(k)}(i)]^2$$

45

$$BSD^{(k)} = \sum_{i=1}^N [L_x^{(k)}(i) - L_y^{(k)}(i)]^2$$

y

En este caso,

50

$$L_x^{(k)}(i), L_y^{(k)}(i)$$

designa

55

El espectro Bark del segmento k de la señal de ensayo o del segmento correspondiente de la transmitida señal de recepción (Más detalles sobre el Método BSD) pueden ser deducidos del estado de la técnica el cual ha sido mencionado al principio - de Shihua Wang y otros).

60

La presente invención no está limitada a la valoración de la calidad de transmisión de señales vocales. Es más, la invención también puede ser empleada en todos aquellos campos en los que una conocida señal de ensayo es transmitida por un trayecto de transmisión y con unas pronunciadas distorsiones no lineales, para después ser evaluada en cuanto a su calidad. En este contexto también han de ser mencionados, por ejemplo, los sistemas para la transmisión de imágenes.

65

Una característica de la presente invención consiste en la división de la señal de ensayo en un determinado número de ventanas así como en el cálculo de la calidad de transmisión dentro de estas ventanas seleccionadas. La ventana con la mejor calidad de transmisión es empleada para determinar el volumen de toda la señal de recepción. Los tramos de la señal, los cuales son de una potencia más reducida (como, por ejemplo, con intervalos de silencio en las señales

ES 2 296 327 T3

o con zonas de una imagen sin estructura en el caso de señales de imágenes), no son tenidos en consideración para la regulación del nivel (Con el fin de evitar malentendidos, se quisiera hacer constar aquí que en la valoración de calidad 7 es tomada en cuenta, desde luego, la señal completa, y no solamente las ventanas seleccionadas).

- 5 Dentro del marco de la regulación de nivel según la presente invención puede ser efectuada, asimismo, una adaptación de los niveles, la cual es provisional y se refiere a las ventanas seleccionadas. En el supuesto de que el procedimiento de comparación lo permita, dentro de este marco también puede ser prescindido de una adaptación de los niveles.
- 10 Como resumen, puede ser constatado que, a través de la presente invención, queda eliminado un error sistemático en la valoración de calidad, tal como la misma es efectuada hasta ahora.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para efectuar la valoración de transmisión de un trayecto de transmisión de señales (2) con unas distorsiones no lineales; a este efecto, una señal de ensayo, previamente determinada, es transmitida desde un emisor (2) hacia un receptor (3); dentro del receptor (3) es ajustado, antes que nada, el nivel de la señal de recepción y, a continuación, mediante un procedimiento de comparación es efectuada una valoración global de la calidad de transmisión; procedimiento éste que está **caracterizado** porque para el ajuste del nivel

10 a) en un número previamente determinado de distintas ventanas temporales previamente definidas (V1, ..., VN-1, VN) es llevada a efecto una valoración de calidad local (11), que está basada en el procedimiento de comparación previamente determinado, de tal manera que

b) quede determinada por lo menos una ventana con una suficiente calidad de transmisión local, de tal modo que

15 c) sea calculada la proporción del nivel de la señal de ensayo con respecto al nivel de la señal de recepción dentro de por lo menos una de las ventanas determinadas, por lo cual

d) el nivel de la completa señal de recepción será ajustado en base a la mencionada proporción.

20 2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1) y **caracterizado** porque para la regulación del nivel son empleadas solamente aquellas ventanas en las cuales la densidad de energía espectral de la señal de ensayo sobrepasa un valor de umbral previamente establecido.

25 3. Procedimiento conforme a la reivindicación 2) y **caracterizado** porque el valor de umbral es elegido de tal manera que las ventanas seleccionadas contengan, en su conjunto, por lo menos un 50% de toda la energía de la señal de ensayo.

30 4. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1) hasta 3) y **caracterizado** porque como señal vocal; así como **caracterizado** porque las ventanas seleccionadas están exentas de intervalos de silencio.

5. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1) hasta 4) y **caracterizado** porque la calidad de transmisión es determinada conforme al método BSD.

35 6. Dispositivo con un emisor y con un receptor para la realización del procedimiento conforme a la reivindicación 1); a este efecto, una señal de ensayo, previamente determinada, es transmitida desde el emisor a través de un trayecto de transmisión, y la misma es recibida por el receptor como la señal de recepción; en este caso, el receptor comprende una regulación de nivel para el ajuste del nivel de la señal de recepción, como asimismo comprende el receptor una valoración de calidad de transmisión; dispositivo éste que está **caracterizado** porque la regulación del nivel comprende:

40 a) Un circuito para llevar a efecto una valoración de calidad local dentro de un número previamente determinado de distintas ventanas temporales previamente definidas;

45 b) Un circuito para determinar por lo menos una ventana con una suficiente calidad de transmisión local;

c) Un circuito para calcular la proporción entre el nivel de la señal de ensayo y el nivel de la señal de recepción dentro de por lo menos una de las ventanas determinadas;

50 d) Una amplificación (9), que ajusta el nivel de la completa señal de recepción en base a la mencionada proporción.

55

60

65

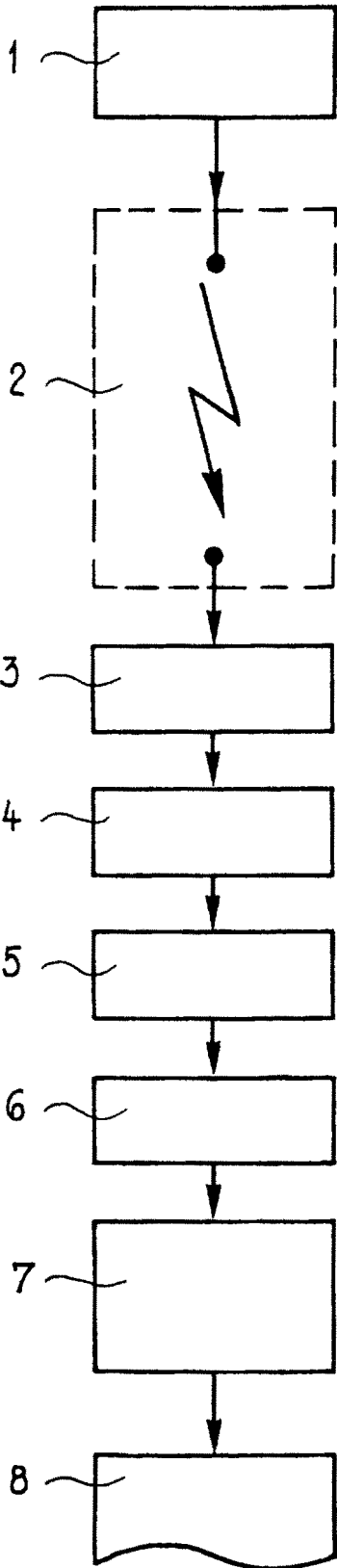


Fig.1

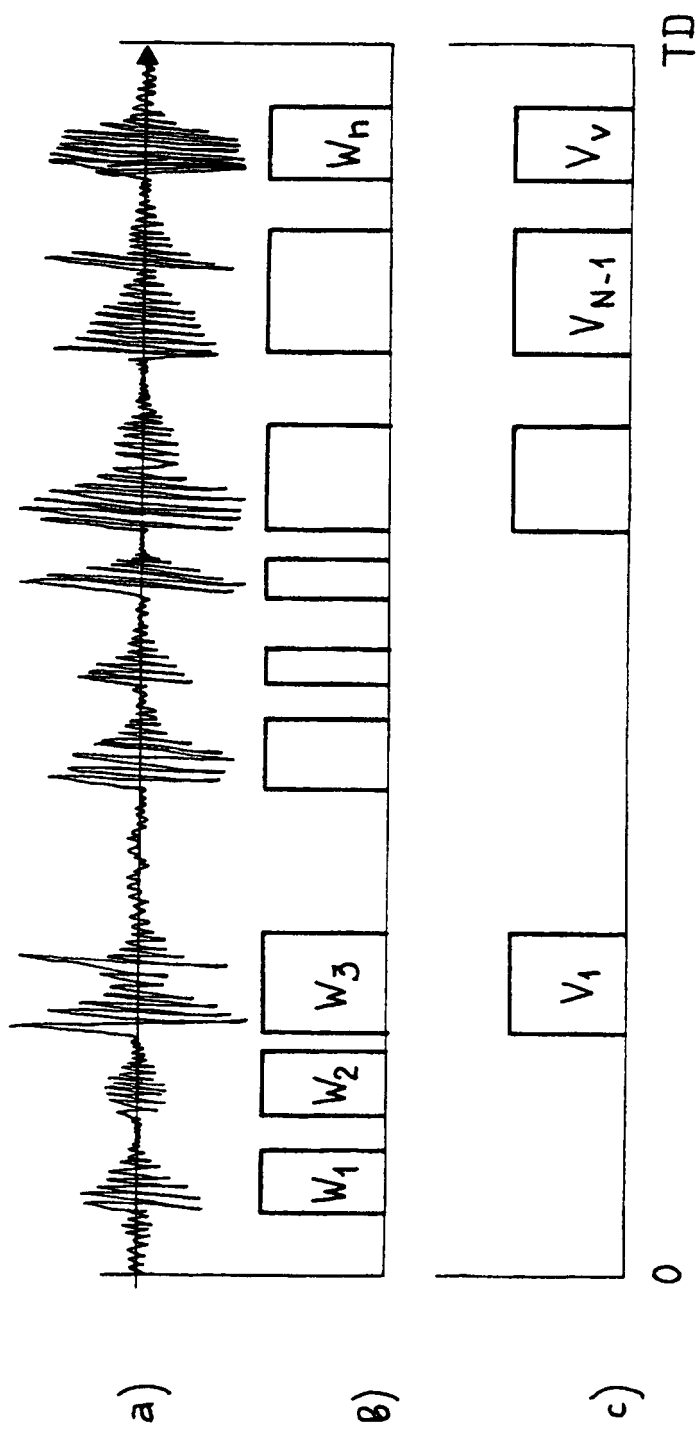


Fig. 2

