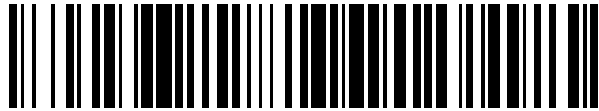


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 901**

51 Int. Cl.:

**G10L 19/005** (2013.01)

**G10L 21/0208** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.04.2014 PCT/FR2014/050945**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.10.2014 WO14170617**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2014 E 14722289 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 2987165**

54 Título: **Corrección de pérdida de trama por inyección de ruido ponderado**

30 Prioridad:

**18.04.2013 FR 1353551**

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

**20.03.2019**

73 Titular/es:

**ORANGE (100.0%)  
78, rue Olivier de Serres  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**DANIEL, JÉRÔME y  
FAURE, JULIEN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 704 901 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

Corrección de pérdida de trama por inyección de ruido ponderado

5 La presente invención se refiere a una corrección de señal, principalmente a partir de un decodificador en caso de pérdida de trama en la recepción de la señal por este decodificador.

10 La señal se presenta en la forma de una sucesión de muestras, dividida en tramas sucesivas y se entiende entonces por "trama" un segmento de señal compuesto por al menos una muestra (correspondiendo entonces la realización de una trama que incluye una muestra única simplemente a una señal en la forma de una sucesión de muestras).

15 La invención se sitúa en el campo del tratamiento digital de señales, principalmente pero no exclusivamente en el campo de la codificación/decodificación de una señal de audio. Las pérdidas de trama suceden cuando una comunicación (sea por transmisión en tiempo real, ya sea por almacenamiento con el fin de una transmisión posterior) que utiliza un codificador y un decodificador, es perturbada por las condiciones del canal (a causa de problemas de radio, de congestión de la red de acceso, etc.).

20 En este caso, el decodificador utiliza unos mecanismos de corrección (o "enmascarado") de pérdida de trama para intentar sustituir la señal faltante por una señal reconstituida, utilizando las informaciones disponibles en el seno del decodificador (por ejemplo la señal ya decodificada o los parámetros recibidos en unas tramas precedentes). Esta técnica permite mantener una buena calidad de servicio a pesar de los rendimientos degradados del canal.

25 Las técnicas de corrección de pérdida de trama son muy frecuentemente dependientes del tipo de codificación utilizado.

30 En el caso de la codificación de una señal de voz basada en técnicas de tipo CELP (por "Code Excited Linear Prediction"), la corrección de pérdida de trama aprovecha en particular el modelo CELP. Por ejemplo, en una codificación según la recomendación G722.2, la solución para sustituir una trama perdida (o un "paquete") consiste en prolongar la utilización de una ganancia de previsión a largo plazo atenuándola, así como en prolongar la utilización de cada parámetro ISF (por "Imittance Spectral Frequency") haciéndoles tender hacia sus medias respectivas. El periodo de la altura tonal de la señal de voz (o "tono", parámetro designado "LPT-lag") también se repite. Por otro lado, se suministran al decodificador unos valores aleatorios de parámetros que caracterizan "la innovación" (la excitación en la codificación CELP).

35 Conviene observar ya que la aplicación de este tipo de método, para codificaciones mediante transformada o para unas codificaciones de tipo "PCM" (por "Pulse Code Modulation"), necesita una codificación de tipo CELP en el codificador lo que introduce una complejidad suplementaria.

40 En la recomendación UIT-T G711 que se dirige a un codificador de formas de onda, un tratamiento de corrección de pérdida de trama (dado como ejemplo en la parte Apéndice I del texto de esta recomendación) consiste en encontrar un período de tono en la señal de voz ya decodificada y en repetir el último período de tono por recubrimiento-adición (o "overlap-add" en inglés) entre la señal ya decodificada y la señal repetida. Este tratamiento permite "borrar" las artificiosidades de audio pero necesita un retardo suplementario en el decodificador (retardo correspondiente a la duración del recubrimiento).

45 La técnica más empleada para corregir la pérdida de trama en el caso de una codificación por transformada consiste en repetir el espectro decodificado en la última trama recibida. Por ejemplo, en el caso de la codificación según la recomendación G.722.1, la transformada MLT (por "modulated lapped transform"), equivalente a una transformada en coseno discreto modificado (o MDCT por "modified discrete cosine transform") con un recubrimiento del 50 % y unas ventanas de forma sinusoidal, permiten asegurar una transición (entre la última trama perdida y la trama repetida) que es suficientemente lenta para eliminar las artificiosidades vinculadas a la simple repetición de la trama.

50 Ventajosamente, esta tecnología no necesita retardo suplementario puesto que aprovecha el repliegue temporal de la transformada MLT para realizar un recubrimiento-adición con la señal reconstituida. Se trata de una técnica muy poco costosa en términos de recursos.

55 Sin embargo, presenta un defecto vinculado a la incoherencia temporal entre la señal justo antes de la pérdida de trama y la señal repetida. De donde resulta una discontinuidad de fase audible que puede producir artificiosidades de audio importantes si la duración del recubrimiento entre las dos tramas se reduce (como es el caso en particular cuando se utilizan unas ventanas MDCT llamadas "de reducido retardo"). Se ha ilustrado esta situación de corta duración de recubrimiento en la figura 1B en el caso de una transformada MLT de reducido retardo, en comparación con la situación habitual de la figura 1A en la que se utilizan unas largas ventanas en seno según la recomendación G.722.1 (ofreciendo entonces una gran duración de recubrimiento ZRA, con una modulación muy progresiva). De donde surge que una modulación mediante una ventana de reducido retardo produce un desfase que es audible debido a una zona de recubrimiento corta ZRB, como se representa en la figura 1B.

En este caso, aun cuando se implementara una solución que combina una búsqueda de tono (caso de la codificación según la recomendación G711 – Apéndice I) y un recubrimiento-adición producido por la ventana de una transformada MDCT, no sería suficiente para suprimir las artificiosidades de audio vinculadas principalmente al desfase.

Otra técnica de corrección de pérdida de trama consiste en generar una señal de síntesis a partir de una estructura de señal extraída de un periodo de tono, se entiende por periodo de tono, un periodo fundamental principalmente en el caso de una señal de voz sonora (inversa de la frecuencia fundamental de la señal). Sin embargo, la señal puede ser resultado también de una señal de música, por ejemplo, que presenta una tonalidad global a la que se asocia la frecuencia fundamental, así como un periodo fundamental que podría corresponder al período de repetición antes citado.

Sin embargo, las propiedades físicas de la señal de síntesis no corresponden a la de la señal de origen (de la que se han perdido ciertas tramas) y son el origen de imperfecciones auditivas desagradables. Esto tiene como consecuencia introducir errores suplementarios con relación a la señal original. Además, la energía de la señal correctamente recibida y la de la señal reconstruida a partir de la estructura descrita anteriormente pueden ser sustancialmente diferentes. Estas diferencias pueden estar en el origen de una sensación auditiva de “salto de ruido”, en la que el nivel de ruido cambia de manera intermitente. Por ejemplo, para una señal en la que se asimilaría la señal de ruido a un “ruido de fondo”, el oyente debería soportar cambios repentinos de este ruido de fondo.

Se mantendrá de manera más general que en el estado de la técnica actual, la generación de la señal de síntesis para compensar las tramas sustituyendo unas tramas perdidas introduce una periodicidad que, en las señales complejas tales como la música, no está de acuerdo con la extensión de todos los componentes de la señal a sustituir.

Por ejemplo, con referencia la figura 1C, una señal  $S_0$  se repite 7 veces en las ventanas  $F_1$  a  $F_7$ . Al ser idénticas las características temporales de las ventanas (instantes de inicio de la ventana  $v_1$  a  $v_7$  y duración temporal de la ventana  $L_0$  a  $L_7$ ), se introduce una periodificación.

Esta periodificación sistemática e inadecuada se traduce por un sonido “metálico” y artificial (por lo tanto, molesto para el oyente) en cada pérdida de trama, conviene entonces mejorar los procedimientos existentes de replicación, principalmente pero no limitativamente en el contexto de la decodificación con adición-recubrimiento. Pueden encontrarse ejemplos y modos de realización de la técnica anterior en “Packet loss concealment for voice transmission over IP networks”, MAHFUZ E; “A Linear Prediction Based Packet Loss Concealment Algorithm for PCM Coded Speech”, EMRE GUNDUZHAN et al.; “Audio Engineering Society Convention Paper Parametric Interpolation of Gaps in Audio Signals”, Alexey Lukin et al.

La presente invención se dirige a mejorar la situación.

Propone con este fin un procedimiento de tratamiento de una señal digital, implementado durante una decodificación de la señal para sustituir una sucesión de muestras perdida en la decodificación,

el procedimiento incluye las etapas:

- generación de una estructura de una señal de sustitución de la sucesión perdida, incluyendo esta estructura unas componentes espectrales determinadas a partir de muestras válidas recibidas en la decodificación y anteriores a la sucesión de muestras perdida,
- generación de un residuo entre una señal digital disponible en el decodificador que incluye unas muestras válidas recibidas y una señal generada a partir de las componentes espectrales,
- extracción de bloques del residuo.

En particular, se inyectan los bloques en la estructura por adiciones con recubrimiento según unas ventanas de ponderación de bloque, recubriéndose los bloques inyectados al menos parcialmente en el tiempo, y en el que, dichos bloques que tienen un instante de inicio del bloque extraído ( $i_k$ ) y una duración de bloque ( $L_k$ ), al menos un parámetro entre: - dicho instante de inicio del bloque extraído, - dicha duración del bloque, - un instante de inicio de escritura del bloque inyectado ( $j_k$ ), y - una tasa de recubrimiento entre dos bloques inyectados sucesivos, es variable entre al menos dos bloques extraídos o inyectados.

De ese modo, la inyección de los bloques hace posible un rellenado de las tramas perdidas sin pérdida de energía perceptible. La inyección de los bloques homogeniza la energía de la señal porque restablece artificialmente la densidad espectral en un nivel constante. El conjunto de los bloques inyectados corresponde por ejemplo a una señal de ruido inyectada en la señal de sustitución. En particular, las adiciones con recubrimiento hacen posible un alisado energético de la señal de ruido en las zonas de transiciones.

Además, la invención propone reinyectar los diferentes bloques extraídos, sin periodicidad marcada y evitando así un efecto “metálico” audible, vinculado a una simple repetición del residuo. En particular, los recubrimientos parciales

de los bloques limitan los efectos de la periodificación porque la transición de la señal de ruido entre dos bloques sucesivos se alisa. En efecto, un recubrimiento de ese tipo hace más difícilmente distinguible el paso de un periodo a otro y, debido a esto, limita los efectos de la periodificación.

5 Se entiende por "estructura de una señal de sustitución", un conjunto de características propias de la señal de sustitución tales como, por ejemplo, las componentes espectrales de esta señal, las amplitudes asociadas a estas componentes espectrales, las fases asociadas a estas componentes, etc.

10 El recubrimiento de los bloques es al menos parcial porque un bloque puede encontrarse por ejemplo completamente recubierto, pero de manera complementaria por sus dos bloques vecinos. En otro ejemplo, el primer bloque está completamente recubierto por el inicio del segundo.

15 La estructura de la señal de sustitución puede incluir, en una realización particular, unas componentes espectrales determinadas a partir de muestras válidas recibidas en la decodificación y anteriores a la sucesión de muestras perdida. De ese modo, puede regenerarse fácilmente una señal de sustitución, principalmente en una duración diferente de aquella parte de la que se han determinado las componentes espectrales.

20 Además, el residuo puede generarse a partir de un residuo entre una parte de la señal digital que incluye unas muestras válidas recibidas y una señal generada a partir de las componentes espectrales descritas anteriormente. De ese modo, los bloques extraídos de este residuo se adaptan a la señal a reconstruir debido a que se inyectan las componentes energéticas faltantes en la señal de sustitución. En efecto, las componentes espectrales de los bloques inyectados corresponden exactamente a las componentes espectrales faltantes en la señal generada a partir de la estructura de la señal de sustitución descrita anteriormente. Desde ese momento, la densidad espectral de la señal en la que los bloques se inyectan corresponde a la densidad espectral de la señal anterior para la que se han recibido correctamente unas tramas. La energía de la señal se encuentra así ventajosamente armonizada (entre las partes de la señal correctamente recibida y las partes reconstruidas).

30 Determinándose los bloques por un instante de inicio del bloque extraído y una duración de bloque, al menos un parámetro entre este instante de inicio del bloque extraído y esta duración del bloque puede ser variable entre al menos dos bloques extraídos.

Los bloques se inyectan con al menos un parámetro variable entre al menos dos bloques inyectados, siendo el parámetro variable uno de entre:

- 35
- un instante de inicio de escritura del bloque inyectado, y
  - una tasa de recubrimiento entre dos bloques inyectados sucesivos.

40 De ese modo, se introducen unas incoherencias en la señal de sustitución de las muestras perdidas. La variabilidad de los parámetros evocados anteriormente "desperiodifica" la señal. En efecto, si varían estos parámetros, la señal no se repite idénticamente después de un intervalo de tiempo constante. De ese modo, se suprimen las impresiones de sonido metálico provocadas por las repeticiones de la señal de ruido. Una determinación pseudoaleatoria, pseudoaleatoria con al menos una condición, según unas reglas predeterminadas puede estar por ejemplo en el origen de la variabilidad estos parámetros.

45 En otra variante al menos un parámetro entre los descritos anteriormente puede ser variable de manera pseudoaleatoria para al menos un bloque inyectado.

50 Se entiende por "pseudoaleatoria", una serie de números que se aproxima a un azar estadísticamente perfecto. Debido a los procedimientos algorítmicos utilizados para generar y las fuentes empleadas, la serie no puede ser completamente considerada como aleatoria. Pueden tenerse en cuenta además unas condiciones paralelamente a la determinación pseudoaleatoria de al menos un parámetro. Por ejemplo, puede fijarse una media del conjunto de los parámetros determinados. En esta situación, por ejemplo, pueden discriminarse los parámetros extraídos de manera pseudoaleatoria y que tienen como efecto hacer salir la media de un intervalo predeterminado. La elección de la variabilidad de los parámetros (pseudoaleatoria, pseudoaleatoria con condición, reglas predeterminadas, etc.) puede responder en sí misma a condiciones tales como por ejemplo el número de muestras perdidas en la decodificación, el grado de calidad de la señal deseado por el usuario, los recursos disponibles para hacer los cálculos de reconstrucción, etc.

60 Así generados, los parámetros evocados anteriormente introducen incoherencias en la señal de ruido que hace imperceptible el carácter artificial del ruido inyectado. La introducción de parámetros generados de manera pseudoaleatoria hace muy poco probable cualquier fenómeno de adicción del oído a un orden de repetición de la señal de ruido. En efecto, no hay presente ninguna lógica entre las diferentes ventanas de ponderaciones. A partir de ello, un oyente no puede ser molestado por una impresión de repetición de la señal de ruido (por ejemplo un ruido de fondo).

65

En otro modo de realización, los parámetros evocados anteriormente para la extracción de los bloques y/o para la inyección de los bloques se fijan por adelantado. De ese modo, se ha recurrido a unos bloques predefinidos lo que simplifica los cálculos y reduce de ese modo el tiempo de tratamiento mientras requiere menos del o de los procesadores utilizados para estos cálculos.

5 En un modo de realización, la suma de las ventanas de ponderación aplicadas a dos bloques sucesivos inyectados es igual a uno sobre el segmento de recubrimiento entre estos dos bloques. De ese modo, la amplitud de la señal de sustitución es constante y no viene a perturbar la señal ninguna artificiosidad de transición entre dos bloques.

10 En otro modo de realización, la suma de los cuadrados de las ventanas de ponderación aplicadas a dos bloques sucesivos inyectados es igual a uno sobre el segmento de recubrimiento entre estos dos bloques. De ese modo, la energía de la señal de sustitución es constante y la energía de la señal es temporalmente constante.

15 En un modo de realización, se puede modificar el signo de al menos un bloque inyectado. La elección del bloque a invertir se determina por ejemplo de manera pseudoaleatoria, pseudoaleatoria con al menos una condición (modificación de un número máximo de ventanas, por ejemplo) o mediante una regla predeterminada (una ventana cada dos, todas las ventanas de una cierta longitud, etc.). De ese modo, se añaden incoherencias suplementarias a la señal de ruido. Además, esta adición de incoherencia se realiza sin aumentar la complejidad de las etapas de generación de la señal de sustitución. En efecto, la inversión de la señal de ruido no requiere importantes recursos de cálculo y esto reduce así el tiempo de procesamiento mientras se requiere menos del o de los procesadores utilizados para estos cálculos.

En una variante, se invierte temporalmente al menos un bloque inyectado.

25 Se entiende por “invierte temporalmente” una aplicación a un bloque b dependiente del tiempo t sobre una ventana de ponderación [DF; FF], de una fórmula de tipo:  $b(t) = b(FF + DF - t)$ . De ese modo, se introducen nuevas incoherencias en la señal de sustitución.

30 En otro modo de realización, los bloques se inyectan inicialmente en una señal de ruido intermedia, siendo a su vez esta señal de ruido intermedia posteriormente inyectada en la estructura cuando todos los bloques se han inyectado en la señal de ruido intermedia. De ese modo, la señal de ruido a inyectar a la señal de sustitución se genera completamente antes de ser inyectada. Esto hace particularmente posible la implementación de mecanismos de verificación de la señal de ruido intermedia antes de ser inyectada en la señal de sustitución.

35 En una variante, los bloques se inyectan en tiempo real sin esperar a que se genere la totalidad de una señal de ruido intermedia. Se entiende entonces por inyección “en tiempo real”, una inyección de los bloques a una velocidad adaptada a la evolución temporal de la señal. En esta situación, la desviación temporal entre la señal recibida por el decodificador y la señal restituida en el oído del oyente es lo más reducida posible. Por ejemplo, una estructura de señal de sustitución se genera al inicio de la sucesión de muestras perdida en la decodificación y posteriormente los bloques se inyectan a medida que se realiza la progresión temporal de la señal, sin que se genere completamente una señal de ruido intermedia y se inyecte posteriormente a su vez en la señal de sustitución.

45 La invención se dirige así a un programa informático que incluye unas instrucciones para la implementación del procedimiento anterior. Por ejemplo, una y/o la otra de las figuras 5 a 8 puede constituir un algoritmo general de un programa informático de ese tipo.

La invención puede implementarse mediante un dispositivo de decodificación de una señal que incluye una sucesión de muestras repartidas en tramas sucesivas, incluyendo el dispositivo unos medios para sustituir al menos una trama de señal perdida, incluyendo unos medios de:

- 50
- generación de una estructura de una señal de sustitución de la sucesión perdida, incluyendo la estructura unas componentes espectrales determinadas a partir de muestras válidas recibidas en la decodificación y anteriores a la sucesión de muestras perdida,
  - generación de un residuo entre una señal digital disponible en el decodificador que incluye unas muestras válidas recibidas y una señal generada a partir de las componentes espectrales,
  - 55 - extracción de bloques del residuo,
  - inyección de los bloques en la estructura,

60 en el que los medios de inyección implementan unas adiciones con recubrimiento según unas ventanas de ponderación de bloques, los bloques inyectados se recubren al menos parcialmente en el tiempo, y en el que, dichos bloques que tienen un instante de inicio del bloque extraído ( $i_k$ ) y una duración de bloque ( $L_k$ ), al menos un parámetro entre: - dicho instante de inicio del bloque extraído, - dicha duración del bloque, - un instante de inicio de escritura del bloque inyectado ( $j_k$ ), y - una tasa de recubrimiento entre dos bloques inyectados sucesivos, es variable entre al menos dos bloques extraídos o inyectados.

65

Un dispositivo de ese tipo puede tomar la forma material por ejemplo de un procesador y eventualmente de una memoria de trabajo, típicamente en un terminal de comunicación.

5 Aparecerán otras ventajas y características de la invención con la lectura de la descripción detallada a continuación de ejemplos de realización de la invención y con el examen de los dibujos en los que:

- la figura 1A ilustra un recubrimiento con unas ventanas clásicas en el marco de una transformada MLT,
- la figura 1B ilustra un recubrimiento con unas ventanas de reducido retardo, en comparación con la representación de la figura 1A,
- 10 - la figura 1C ilustra una replicación periódica de una señal de ruido,
- la figura 2 representa un ejemplo del marco técnico en el que puede implementarse la presente invención,
- la figura 3 representa esquemáticamente un dispositivo que incluye unos medios de implementación del procedimiento en el sentido de la invención,
- la figura 4 representa un ejemplo de tratamiento general en el sentido de la invención,
- 15 - la figura 5 ilustra esquemáticamente las etapas de un procedimiento en el sentido de la invención, en un ejemplo de realización,
- la figura 6 ilustra esquemáticamente las etapas de un procedimiento en el sentido de la invención, en otro ejemplo de realización,
- la figura 7 ilustra esquemáticamente las etapas de un procedimiento en el sentido de la invención, en otro ejemplo de realización,
- 20 - la figura 8 ilustra esquemáticamente las etapas de un procedimiento en el sentido de la invención, en otro ejemplo de realización,
- la figura 9A representa unas ventanas sucesivas de ponderación en el sentido de la invención para una tasa de recubrimiento constante, determinadas según un modo de realización,
- 25 - la figura 9B representa unas ventanas sucesivas de ponderación en el sentido de la invención para una tasa de recubrimiento constante, determinadas según un modo de realización,
- la figura 9C representa unas ventanas sucesivas de ponderación en el sentido de la invención para una tasa de recubrimiento constante, determinadas según un modo de realización,
- la figura 10 representa unas ventanas sucesivas de ponderación en el sentido de la invención para una tasa de recubrimiento pseudoaleatoria, determinadas según un modo de realización,
- 30 - la figura 11 representa unas ventanas sucesivas de ponderación en el sentido de la invención, determinada según un modo de realización.

35 Se hace referencia ahora a la figura 2 para describir un contexto, ventajoso pero opcional, de implementación de la presente invención. Se trata de un tratamiento que se implementa a partir de un decodificador de la señal recibida. El decodificador puede ser de cualquier tipo, siendo el tratamiento globalmente independiente de la naturaleza de la codificación/decodificación. En el ejemplo descrito, el tratamiento se aplica a una señal de audio recibida. Puede aplicarse sin embargo de manera más general a cualquier tipo de señal analizada por el enmarcado en ventanas temporales y transformación, con una armonización a asegurar con una o varias tramas de sustitución durante una síntesis por recubrimiento-adición.

40 Se entiende por "trama" un bloque de al menos una muestra. En la mayor parte de los códecs, estas tramas están constituidas por varias muestras. Sin embargo, en unos códecs principalmente del tipo PCM (por "Pulse Code Modulation"), por ejemplo, según la recomendación G.711, la señal está constituida simplemente por una sucesión de muestras (un "trama" en el sentido de la invención no incluye entonces más que una única muestra). La invención puede aplicarse también a este tipo de códecs.

50 Por ejemplo, la señal válida puede estar constituida por las últimas tramas válidas recibidas antes de la pérdida de la trama. Eventualmente se puede recurrir también a una o varias tramas válidas siguientes, recibidas después de la trama perdida (aunque una realización de ese tipo implica un retardo en la decodificación). Las muestras de la señal válida que se utilizan pueden ser directamente las de las tramas, y eventualmente aquellas que corresponden a la memoria de la transformada y que contienen típicamente un repliegue (o "aliasing") en el caso de una decodificación por transformada con recubrimiento del tipo MLT o MDCT.

55 El curso de una primera etapa S1 del tratamiento de la figura 2, se almacenan sucesivamente N muestras de audio en una memoria tampón o "buffer" (por ejemplo, de tipo FIFO). Estas muestras corresponden a unas muestras ya decodificadas y por ello accesibles en el momento del tratamiento de corrección de la pérdida de trama(s). Si la primera muestra a sintetizar es la muestra de índice temporal N (de una o varias tramas consecutivas perdidas), la memoria intermedia de audio  $b(n)$  corresponde entonces a las N muestras anteriores de índices temporales 0 a N-1.

60 En la etapa de filtrado S2 la memoria intermedia de audio  $b(n)$  se separa a continuación en dos bandas de frecuencias, una banda de bajas frecuencias BB y una banda de altas frecuencias BH con una frecuencia de separación indicada por  $F_c$  en lo que sigue, siendo por ejemplo  $F_c = 4$  kHz.

65 La etapa S3, aplicada sobre la banda de bajas frecuencias, consiste en buscar a continuación un punto de ondulación y un segmento de longitud P correspondiente al período fundamental en el seno de la memoria

intermedia  $b(n)$  remuestreada con la frecuencia  $F_c$ . El periodo fundamental corresponde por ejemplo a un período de tono en el caso de una señal de voz sonora (inversa de la frecuencia fundamental de la señal). No obstante, la señal puede ser también el resultado de una señal de música, por ejemplo, si presenta una tonalidad global a la que se asocia una frecuencia fundamental, así como un período fundamental que pudiera corresponder al período de repetición antes citado.

En lo que sigue, se supone que un único período fundamental de longitud  $P$  sirve para la síntesis de la señal, pero es conveniente observar sin embargo que el principio de tratamiento se aplica asimismo para un segmento que se extiende sobre varios periodos fundamentales. Los resultados llegan a ser incluso mejores con varios periodos fundamentales, en términos de precisión sobre la transformada FFT y de riqueza sobre las componentes espectrales obtenidas.

La etapa siguiente S4 consiste en descomponer el segmento  $p(n)$  en una suma de senos.

En la etapa S5 de la figura 2, se seleccionan las componentes sinusoidales de manera que no se mantengan más que las componentes más grandes.

La etapa siguiente S6 trata de una síntesis sinusoidal. En un ejemplo de realización, consiste en generar un segmento  $s(n)$  de longitud al menos igual al tamaño de la trama perdida ( $T$ ). En un modo de realización particular, se genera una longitud igual a 2 tramas (por ejemplo 40 ms) de manera que pueda efectuarse una mezcla sonora de tipo "fundido encadenado" (como una transición) entre la señal sintetizada (por corrección de pérdida de la trama) y la señal decodificada en la trama válida siguiente cuando se recibe de nuevo correctamente una trama de ese tipo.

Para anticipar el remuestreo de la trama (longitud de muestras indicada por  $LF$ ), el número de muestras a sintetizar puede aumentarse en la mitad del tamaño del filtro de remuestreo ( $LF$ ). La señal de síntesis  $s(n)$  se calcula como una suma de las componentes sinusoidales seleccionadas:

$$s(n) = \sum_{k=0}^{k=K} A(k) \text{sen}(\pi f(k) n + \varphi(k)) \quad n \in \left[0; 2T + \frac{LF}{2}\right]$$

en la que  $k$  es el índice de las  $K$  componentes seleccionadas en la etapa S5. Son posibles varios métodos clásicos para realizar esta síntesis sinusoidal.

La etapa S7 de la figura 2 consiste en inyectar ruido de manera que compense la pérdida de energía vinculada a la omisión de ciertos componentes de frecuencia en la banda de bajas frecuencias.

Un modo de realización simple de la presente invención puede describirse ya con referencia a la figura 5. Consiste en calcular el residuo  $r(n) = p(n) - s(n)$  en la etapa P5 entre el bloque de señal  $p(n)$  correspondiente al tono extraído en la etapa P1 y la señal sintetizada  $s(n)$  generada en la etapa P3 a partir del análisis sinusoidal realizado en la etapa S4, siendo:  $n \in [0; P - 1]$ .

Este residuo se transforma en la etapa P6 de manera que alcance un tamaño  $2T + \frac{LF}{2}$ , para convertirse en la señal  $b(n)$  en la etapa P7.

La señal  $b(n)$  se inyecta a continuación, en la etapa P8, a la señal  $s(n)$  generada en la etapa P2 para una duración  $N$  correspondiente a la duración de la señal sustituir.

Esta señal de sustitución  $f(n)$  se mezcla a continuación a la señal válida en una etapa P9. La mezcla puede comprender por ejemplo una adición con recubrimiento RECUBR sobre un intervalo de recubrimiento RO.

En un modo de realización, esta señal residuo se replica una o varias veces (según la porción temporal a rellenar) con adición-recubrimiento entre réplicas.

En otro modo de realización, pueden realizarse diversas transformaciones sobre los bloques de la señal residual de una manera pseudoaleatoria en cada replicación: se puede invertir así el signo de la señal, y/o realizar una inversión temporal.

Se describe ahora con referencia a la figura 4, un procedimiento de generación de una señal de ruido a inyectar a una estructura de una señal de sustitución, según un modo de realización de la invención.

En la etapa S601, se genera una señal  $s(n)$  a partir de la síntesis sinusoidal de la etapa S6 (igualmente referenciada en la figura 2) sobre una duración correspondiente a la del bloque  $p(n)$  extraído en la etapa S602.

El residuo  $r(n)$  se obtiene mediante la sustracción SUB de la señal  $s(n)$  a la señal  $p(n)$ . De ese modo, se dispone, en la etapa S603, de  $r(n)$  tal que  $r(n) = p(n) - s(n)$ .

5 En la etapa S604, se inicializa a 0 una variable de conteo  $k$  y la señal  $b(n, k)$  se inicializa de tal manera que  $b(n, 0) = 0$ .

10 En la etapa S605, se extrae un bloque  $r(n, k)$  de la señal  $r(n)$ . En un modo de realización, las características temporales (instante de inicio del bloque  $i_k$  y duración temporal del bloque  $L_k$ ) de esta extracción se determinan de manera pseudoaleatoria. En otro modo de realización, pueden imponerse unas condiciones para esta extracción. Por ejemplo, la suma del valor del instante de inicio del bloque y del valor de la duración temporal debe ser inferior al valor de la duración correspondiente a aquel del bloque  $p(n)$  extraído en la etapa S602.

15 En la etapa S606, la duración temporal  $L_k$  del bloque  $r(n, k)$  extraído se transmite para una etapa de configuración de ventana S608.

En la etapa S607, se convierte en disponible un conjunto de ventanas de ponderación para que se configure una ventana de ponderación en la etapa S608. Por ejemplo, las ventanas de ponderación almacenadas en una memoria de almacenamiento se extraen y transfieren en una memoria de trabajo.

20 En la etapa S608, se selecciona una ventana de ponderación y se parametriza para que pueda multiplicarse por el bloque  $r(n, k)$  en la etapa MULT. La ventana tiene principalmente por parámetros la duración temporal  $L_k$  apropiada para el bloque  $r(n, k)$ .

25 El bloque  $w_k \cdot r(n, k)$  se suma a continuación con recubrimiento a la señal  $b(n, k-1)$ , correspondiente a los  $(k-1)$  bloques ya adicionados, tal que  $b(n, k) = w_k \cdot r(n, k) + b(n, k-1)$ . En un modo de realización, la adición con recubrimiento se efectúa con una tasa de recubrimiento fija del 50 %.

30 En el ensayo T609, se verifica si la longitud de la señal  $b(n, k)$  ya generada no es superior al valor  $N$  correspondiente a la duración de la señal a sustituir.

35 Si es sí, la señal  $b(n, k)$  se trunca de tal manera que la longitud temporal de  $b(n, k)$  sea igual al valor  $N$  correspondiente a la duración de la señal a sustituir en la etapa S612, el valor truncado se indica por TQ. En la etapa S613, la señal de ruido  $Y$  a inyectar a la señal de sustitución de tramas perdidas se fija en TQ y se inyecta en la etapa S7 (igualmente referenciada en la figura 2).

Si es no, el valor de  $b(n, k)$  se almacena en una memoria de trabajo MEM (con referencia a la figura 3) para ser añadida posteriormente al bloque siguiente  $r(n, k+1)$ . En la etapa S611, la variable de conteo  $k$  se incrementa y el procedimiento se retoma en la etapa S605.

40 Se describe ahora con referencia a la figura 6, un procedimiento de generación de una señal de ruido a inyectar a una estructura de una señal de sustitución, según otro modo de realización de la invención.

En este modo de realización, la inyección de la señal residual se realiza mediante iteraciones sucesivas (numeradas  $k$ ) de adiciones - recubrimientos de bloques de señal  $r'_k(n)$  obtenidas a partir del residuo  $r(n)$ .

45 En la iteración  $k$ , se determina el bloque leído por un índice de inicio del bloque  $i_k$  y una longitud de bloque  $L_k$ , y se define la manera de inyectar esta porción de residuos del segmento temporal atacado determinando la transformación opcional  $T_k$ , un índice de escritura  $j_k$  (inicio de la copia del bloque en el seno del segmento temporal a rellenar), y una ventana de adición-recubrimiento  $w_k(n)$ .

50 Se indica por  $b(n)$  la señal complementaria, de tamaño  $N$  muestras, a generar a partir del residuo. El procedimiento de generación de la señal de ruido se describe como sigue.

Inicialización:

55 
$$b(n) = 0, 0 \leq n < N$$

$$k = 0$$

60 
$$j_0 = 0$$

Iteraciones, hasta que  $j_k + L_k = N$ :

- 1) elección de  $i_k$  y de  $L_k$  tales que  $i_k + L_k \leq P$  y  $j_k + L_k \leq N$ , y extracción del bloque  $P(k)$ ,



- 2) elección de la transformación  $T_k$  para obtener  $S(k)$  correspondiente a  $r'_k(n) = T_k(r_k(i_k + n))$ . Se describe a continuación esta transformación,
- 3) si  $j_k + L_k < N$ , para reparar la superposición con la iteración siguiente, elección de  $j_{k+1} \leq j_k + L_k$  (y preferentemente  $j_{k+1} \geq j_{k-1} + L_{k-1}$  para limitar la superposición simultánea en dos bloques, por ejemplo  $S(k)$  y  $S(k+1)$ , al máximo), y extracción del bloque  $P(k+1)$ ,
- 4) determinación de la ventana de ponderación  $w_k(n)$  en función de las superposiciones eventuales con unos bloques contiguos,
- 5) unión de  $r'_k(n)$  ponderado por la ventana  $w_k(n)$  :  $b(j_k + n) = b(j_k + n) + r'_k(n) \cdot w_k(n)$ ,  $0 \leq n < L_k$ , y
- 6) incremento  $k = k + 1$ .

En este modo de realización, el procedimiento descrito hace progresar el índice de escritura  $j_k$  de manera creciente. Cualquier otra elección de progresión (decreciente, no monótona, etc.) es igualmente posible.

En otro modo de realización, se elige  $L_k$  relativamente grande con relación a la reserva disponible  $P$ , para poder progresar de manera significativa en la copia, y evitar la distorsión de las componentes de relativamente baja frecuencia. Por ejemplo, con referencia a la figura 11, se elige  $L_0$  relativamente grande de manera que se aplique una única adición con recubrimiento.

En otro modo de realización, el tamaño  $j_k + L_k + j_{k+1}$  de las zonas de recubrimiento se reduce para limitar la cantidad de operaciones de adición y de multiplicación inducidas. La regulación de la tasa de recubrimiento (correspondiente al tamaño  $j_k + L_k + j_{k+1}$  de las zonas de recubrimiento) puede igualmente parametrizarse para que la relación entre calidad (eliminación de las artificiosidades) y el coste del tratamiento esté adaptado a la utilización prevista del decodificador.

En un modo de realización preferido, con referencia a la figura 7, se determinan las ventanas de ponderación para asegurar una transición suave entre las partes recolectadas así como una continuidad en términos de energía de la señal resultante. Típicamente, se prevé un máximo de dos bloques de superposición en todos los puntos. Consideramos así la superposición entre los bloques  $S(k)$  y  $S(k+1)$ . El recuadro ZP representa una ampliación del recuadro ZM de la figura 7.

En la zona de superposición, es decir para  $n \in [0; l_k]$ , siendo  $l_k = j_k + L_k - j_{k+1}$ , la señal resultante es:

$$b(j_{k+1} + n) = r'_k(j_{k+1} - j_k + n) \cdot w_k(j_{k+1} - j_k + n) + r'_{k+1}(n) \cdot w_{k+1}(n)$$

En un modo de realización, se asegura que el final de  $w_k$  y el inicio de  $w_{k+1}$  se combinen según un criterio llamado de "preservación de amplitud":

$$w_k(j_{k+1} - j_k + n) + w_{k+1}(n) = 1$$

De ese modo, es suficiente elegir una función de "fundido-encadenado"  $f_{lk}(n)$ , típicamente creciente y limitada por 0 y 1, y deducir de ahí para  $n \in [0; l_k]$  :

- $w_k(j_{k+1} - j_k + n) = f_{out}(n) = 1 - f_{lk}(n)$ , y
- $w_{k+1}(n) = f_{in}(n) = f_{lk}(n)$ .

Por ejemplo, la función de fundido - encadenado puede afinarse y definirse mediante:  $f_{lk}(n) = \frac{n+0,5}{l_k}$ .

En otro ejemplo, representado por la función  $f_{in}(n)$  en la figura 7, la función de fundido - encadenado puede ser de tipo sinusoidal y definirse mediante:  $f_{lk}(n) = \left( \text{sen} \left( \frac{n+0,5 \pi}{2 l_k} \right) \right)^2$ .

En otro modo de realización, se elige un criterio llamado "de preservación de energía", en el que las señales unidas pueden combinarse sin coherencia de fase, y definido por:

$$(w_k(j_{k+1} - j_k + n))^2 + (w_{k+1}(n))^2 = 1$$

A partir de una función de fundido - encadenado  $f_{lk}(n)$  tal como la propuesta anteriormente, se puede deducir entonces para  $n \in [0; l_k]$  :

- $w_k(j_{k+1} - j_k + n) = f_{out}(n) = \sqrt{1 - f_{lk}(n)}$ , y

$$\bullet \quad w_{k+1}(n) = f_{in}(n) = \sqrt{f_{l_k}(n)}.$$

Cada ventana de ponderación está compuesta típicamente por tres partes, de izquierda a derecha:

- 5
- una parte creciente (complementaria de la parte decreciente de la ventana precedente),
  - una parte constante y conservadora (ganancia de 1), y
  - una parte decreciente.

10 En un modo de realización, una al menos de estas partes es de tamaño nulo para al menos una ventana de ponderación. Por ejemplo, la ventana de ponderación aplicada al primer bloque inyectado está constituida únicamente por una parte decreciente si hay un recubrimiento completo de este primer bloque por el inicio del bloque inyectado siguiente.

15 En otro modo de realización, se gestiona simultáneamente el efecto de fundido-encadenado de dos bloques sobre su zona de superposición. Se trata por ello simplemente de descomponer y de volver a unir de modo diferente las etapas descritas anteriormente.

Cada iteración se compone entonces:

- 20
- de una fase de unión sin superposición y por tanto sin enmarcado de ventana (se evita la multiplicación por  $w_k(n) = 1$ ), y/o
  - de una fase de unión fundido-encadenado del final del antiguo bloque y del inicio del nuevo bloque, utilizando unas funciones de fundido-encadenado  $f_{out}(n)$  y  $f_{in}(n)$  descritas anteriormente.
- 25 Esto se describe más en detalle con el procedimiento posterior, llamado "con fundido-encadenado simultáneo".

Inicialización:

- 30
- $b(n) = 0, 0 \leq n < N$
  - $k = 0$
  - $j_0 = 0$
  - $l_1 = 0$
  - Elección de  $i_0$  y de  $L_0$  tales que  $i_0 + L_0 \leq P$  y  $j_0 + L_0 \leq N$
  - Elección de  $j_1 \geq j_0$  siendo  $j_1 \leq j_0 + L_0$ , por tanto se deduce el tamaño de la superposición  $l_0 = j_0 + L_0 - j_1$
- 35
- Elección de las transformaciones  $T_0$  y  $T_1$
  - Cálculo de  $r'_0 = T_0(r_0(i_0 + n))$

Iteraciones, hasta que  $j_k + L_k = N$ :

- 40 1) Si  $j_{k+1} > j_k + l_{k-1}$ , unión sin superposición ni enmarcado en ventana:

$$b(j_k + n) = r'_k(n), \quad l_{k-1} \leq n < L_k - l_k$$

- 45 2) Unión fundido - encadenado sobre la zona de recubrimiento:

$$b(j_{k+1} + n) = r'_k(L_k - l_k + n) \cdot f_{out}(n) + r'_{k+1}(n) \cdot f_{in}(n), \quad 0 \leq n < l_k$$

- 3) Si se requiere otra iteración (principalmente si  $j_k + L_k < N$ ),

- 50
- a) elección de  $j_{k+1} \leq j_k + L_k$  siendo  $j_{k+1} \geq j_{k-1} + L_{k-1}$  (para limitar la superposición simultánea a dos bloques como máximo)
  - b) elección de  $i_{k+1}$  y  $L_{k+1}$  tales que  $i_{k+1} + L_{k+1} \leq P$  y  $j_{k+1} + L_{k+1} \leq N$
  - c) elección de la transformación  $T_{k+1}$  para obtener  $r'_{k+1}(n) = T_{k+1}(r_{k+1}(i_{k+1} + n))$  (ver detalles más adelante)

55

- 4) Incremento  $k = k + 1$

60 En una variante, se aplica el principio de fundido - encadenado entre el nuevo bloque unido y la señal ya generada sobre la parte superpuesta:  $b(j_{k+1} + n) = b(j_{k+1} + n)f_{out}(n) + r'_{k+1}(n) \cdot f_{in}(n)$ . Este modo de realización tiene la ventaja de gestionar las superposiciones simultáneas de más de dos bloques sin aumentar la complejidad de los cálculos.

Así, al menos uno de los parámetros  $i_k, j_k, L_k$  y  $T_k$  varía de una iteración a otra, esto con el fin de evitar un efecto de periodicidad y de artificiosidades auditivas asociadas (sonido metálico, artificial).

Se pueden deducir de los índices  $i_k, i_{k+1}, j_k$  y  $j_{k+1}$  una información de retardo  $d_{k,k+1}$  de un bloque unido con relación a otro, en el segmento temporal rellenado:  $d_{k,k+1} = (j_{k+1} - i_{k+1}) - (j_k - i_k)$ .

5 De manera preferente pero no limitativa, se fija  $d_{k,k+1}$  de manera que sea diferente de una iteración  $k$  a la siguiente  $k + 1$ .

En un modo de realización, para mejorar la eliminación de artificiosidades, pueden introducirse unas transformaciones (indicadas en lo que sigue como  $T_k$ ) simples o más complejas, de manera variable en el transcurso de las iteraciones, con la ventaja de introducir una forma de descorrelación entre las partes de señal inyectadas.

10 Una transformación  $T_k$  posible y simple consiste en cambiar el signo de la señal  $r'_k(n) = T_k(r_k(i_k + n)) = \sigma_k r_k(i_k + n)$  en la que  $\sigma_k = \pm 1$  según la iteración.

15 Una transformación posible, combinable con la precedente y aplicable de manera pseudoaleatoria, consiste en una inversión temporal, es decir en leer o escribir el residuo de manera retrógrada, tal que:

$$r'_k(n) = T_k(r_k(i_k + n)) = \sigma_k r_k(i_k + L_k - 1 - n), 0 \leq n < L_k$$

20 Pueden concebirse igualmente otras transformaciones, más complejas en coste de cálculo, por ejemplo unos filtros desfasadores. Un filtro desfasador, igualmente llamado filtro "paso todo" o célula correctora de fase, presenta una ganancia idéntica en todo el intervalo de frecuencias utilizado, pero la fase relativa de las frecuencias que componen la señal varía según la frecuencia.

25 Aunque se introduzca aquí una variable intermedia  $r'_k(n)$  para facilitar la descripción, la transformación  $T_k$  en cuestión puede realizarse en tanto que modo de lectura particular de las muestras digitales, sin requerir necesariamente almacenamiento intermedio en una memoria tampón entre la lectura en  $r(n)$  y la escritura en  $b(n)$ .

En otro modo de realización, la  $k^a$  porción de señal inyectada puede obtenerse a partir de la señal complementaria ya generada  $b(n)$ ,  $0 \leq n < j_{k-1} + L_{k-1}$ , y no ya solamente a partir del único residuo  $r(n)$ .

30 Una variante del modo de realización que comprende el procedimiento "con fundido-encadenado simultáneo" descrito anteriormente, integrada en un decodificador de audio digital, se da ahora título de ejemplo, con referencia a la figura 8.

35 Inicialización:

- $j_1 = j_0 = 0$  : el fundido-encadenado de los dos bloques se aplica desde el inicio del rellenado.
- $i_0 = P/2$
- $L_0 = P/2$

40 Con cada iteración

- El índice de lectura  $i_k$  (para  $k > 0$ ) apunta al inicio del segmento de residuo calculado  $r(n)$ :  $i_k = 0$ .
- Las funciones de fundido-encadenado son de tipo sinusoidal:

45

- $f_{out}(n) = 1 - f_{ik}(n)$
- $f_{in}(n) = f_{ik}(n)$  siendo  $f_{ik}(n) = \left( \text{sen} \left( \frac{n+0,5 \pi}{l_k} \right) \right)^2$ .

- Hay un recubrimiento simultáneo de dos bloques, por tanto:  $j_{k+1} = j_k + l_{k-1} = j_{k-1} + L_{k-1}$  para  $k > 0$ .
- El tamaño completo de cada bloque unido corresponde a la acumulación de dos zonas de recubrimiento conjuntas  $L_k = l_{k-1} + l_k$ , y es entonces el tamaño  $l_k$  de la zona de recubrimiento lo que se determina en cada iteración, y por tanto se deduce  $L_k$  así como  $j_{k+1}$ . Este parámetro  $l_k$  se calcula en proporción al semi-tamaño  $P/2$  del residuo disponible, tal que:

55

$$l_k = [\alpha(k') \cdot P/2]$$

- Siendo  $k' = \text{mod}(k + \text{cnt\_bfi})$  en la que  $\text{cnt\_bfi}$  es el contador del número de tramas faltantes y  $\alpha = [1 \ 0,8 \ 0,6 \ 0,9]$ .
- La transformación  $T_k$  se resume en un cambio de signo ocasional (sin inversión temporal), indicado por el coeficiente  $\sigma_k = \begin{cases} 1 & \text{para } k \text{ par} \\ -1 & \text{para } k \text{ impar} \end{cases}$ .

60

Las primeras etapas del procedimiento descrito anteriormente se presentan en la tabla a continuación, con referencia a la figura 8. La etapa INIT corresponde a la inicialización de este procedimiento y las etapas ST(0), ST(1) y ST(2) a los primeros incrementos del procedimiento.

INIT	$j_1=j_0=0; l_0=P/2; L_0=P/2; l_0=P/2;$ cálculo de $r'_0(n)$ por aplicación de $T_0(\sigma_0=1)$
ST(0)	para $k=0$ , se elige: $l_1=0; l_1=0,8xP/2; L_1=l_1+l_0$ cálculo de $r'_1(n)$ por aplicación de $T\sigma_1=-1$ cálculo de $f_{out}(n)$ y $f_{in}(n)$ $b(j_1+n)=r'_0(n)*f_{out}(n)+r'_1(n)*f_{in}(n)$ $j_2=j_1+l_0$
ST(1)	para $k=1$ , se elige: $l_2=0; l_2=0,6xP/2; L_2=l_2+l_1$ cálculo de $r'_2(n)$ por aplicación de $T_2(\sigma_2=1)$ cálculo de $f_{out}(n)$ y $f_{in}(n)$ $b(j_2+n)=r'_1(L_1-l_1+n)*f_{out}(n)+r'_2(n)*f_{in}(n)$ $j_3=j_2+l_1$
ST(2)	para $k=2$ , se elige: $l_3=0; l_3=0,9xP/2; L_3=l_3+l_2$ cálculo de $r'_3(n)$ por aplicación de $T_3(\sigma_3=-1)$ cálculo de $f_{out}(n)$ y $f_{in}(n)$ $b(j_3+n)=r'_2(L_2-l_2+n)*f_{out}(n)+r'_3(n)*f_{in}(n)$ $j_4=j_3+l_2$

5 Una vez generada la señal complementaria  $b(n)$  sobre la porción temporal deseada, se adiciona a la señal generada por síntesis sinusoidal  $s(n)$ ,  $n>0$ .

10 En un modo de realización preferido, al menos uno de los parámetros de los bloques se determina de manera pseudoaleatoria con el fin de introducir incoherencias en la señal de sustitución y limitar de ese modo el fenómeno de periodicidad en el origen de las molestias auditivas. Los parámetros de las ventanas de ponderación son por ejemplo el instante de inicio del bloque extraído, la duración temporal de un bloque (asimilable principalmente al parámetro  $L_k$  descrito anteriormente) y la tasa de recubrimiento de los dos bloques sucesivos.

15 En un ejemplo de realización, con referencia a la figura 9A que representa la señal de ruido inyectada a la señal de sustitución una vez que se han inyectado todos los bloques, se determinan los instantes de inicio de escritura de los bloques inyectados de manera pseudoaleatoria con una tasa de recubrimiento constante. En las figuras 9A a 11, las flechas indican los parámetros determinados de manera pseudoaleatoria. Al ser fijos los dos primeros parámetros (instante de inicio del bloque y tasa de recubrimiento), la duración temporal del bloque se deduce principalmente de estos dos primeros parámetros. Pueden ser tenidas en cuenta también igualmente otras condiciones. Por ejemplo, la suma de las longitudes de cada bloque puede ser fija tal que no exceda una duración  $N$  correspondiente a la duración de la señal a sustituir. Esta condición puede expresarse de modo diferente considerando que la suma del índice de inicio del último bloque con la longitud de este último bloque puede ser fija de tal manera que sea inferior a la duración  $N$ . En la práctica, en un procedimiento de generación de ruido por iteraciones sucesivas, estas condiciones pueden verificarse en cada adición con recubrimiento.

25 Por ejemplo, para 10 tramas de datos perdidos a sustituir, se pondera la señal de ruido mediante 20 ventanas de ponderaciones.

30 Como se ha precisado anteriormente, el término pseudoaleatorio se utiliza en matemáticas y en informática para designar una serie de números que se aproxima a un azar estadísticamente perfecto. Debido a los procedimientos algorítmicos utilizados para generarlos y las fuentes empleadas, la serie no puede ser considerada completamente como aleatoria. Por supuesto, los parámetros pueden generarse de manera pseudoaleatoria pero respetando ciertas condiciones, por ejemplo respetando unas condiciones que mantienen la longitud de la señal a sustituir.

35 En otra variante, con referencia a la figura 9B, se determinan las duraciones temporales de los bloques ( $L_0$  a  $L_5$ ) de manera pseudoaleatoria con una tasa de recubrimiento constante. Al ser fijos los dos primeros parámetros, el índice de inicio de escritura del bloque se deduce principalmente de estos dos primeros parámetros. En este ejemplo, ninguno de los parámetros del último bloque se determina de manera pseudoaleatoria con el fin de que la duración de la señal resultante del recubrimiento de todos los bloques no sea superior a la duración  $N$  correspondiente a la duración de la señal a sustituir.

40 En otra variante, con referencia a la figura 9C, se determinan las duraciones temporales de los bloques y los valores de los índices de inicio de escritura de los bloques inyectados de manera pseudoaleatoria para un índice de ventana par, con una tasa de recubrimiento constante. De ese modo se determinan  $j_0, L_0, j_2, L_2, j_4$  y  $L_4$  de manera pseudoaleatoria y se deducen  $j_1, L_1, j_3, L_3, j_5$  y  $L_5$  de los parámetros determinados de manera pseudoaleatoria y de la tasa de recubrimiento. Pueden fijarse unas condiciones sobre estos parámetros para que la duración de la señal resultante del recubrimiento de todos los  $s$  bloques no exceda la duración  $N$  correspondiente a la duración de la señal a sustituir.

50 En otra variante, con referencia a la figura 10, se determinan todos los parámetros de manera pseudoaleatoria. Pueden fijarse sin embargo unas condiciones para estos parámetros para que la duración de la señal resultante del recubrimiento de los bloques inyectados no exceda la duración  $N$  correspondiente a la duración de la señal a

sustituir. En esta configuración, principalmente, la suma de dos ventanas de ponderaciones sucesivas no es igual a 1 sobre el segmento de recubrimiento entre estas dos ventanas y la suma de los cuadrados de las dos ventanas de ponderaciones sucesivas no es igual a 1 sobre el segmento de recubrimiento entre estas dos ventanas.

5 A continuación, volviendo a la etapa S8 de la figura 2, se puede continuar opcionalmente la construcción de la señal de sustitución tratando la banda de las altas frecuencias que no ha sido afectada por las etapas S3 a S7, simplemente repitiendo la señal en esta banda de altas frecuencias.

10 En una etapa S9, la señal se sintetiza remuestreando la banda de las bajas frecuencias a su frecuencia  $F_c$  de origen en la etapa S70, y sumándola a la señal procedente de la repetición de la etapa S8 en la banda de las altas frecuencias.

15 En la etapa S10, se procede a un recubrimiento-adición que permite asegurar una continuidad entre la señal antes de la pérdida de trama y la señal sintetizada y entre la señal sintetizada y la señal después de la pérdida de trama.

Por supuesto, la presente invención no se limita a la forma de realización anteriormente descrita; se extiende también a otras variantes.

20 Así, por ejemplo, la separación en bandas de frecuencias altas y bajas en la etapa S2 es opcional. En una variante de realización, la señal procedente de la memoria intermedia (etapa S1) no se separa en dos sub-bandas y las etapas S3 a S10 continúan siendo idénticas a las descritas anteriormente. No obstante, el tratamiento de las componentes espectrales en las bajas frecuencias solamente permite ventajosamente limitar la complejidad.

25 La invención puede implementarse en un decodificador conversacional, en el caso de una pérdida de trama. Materialmente, puede implementarse en un circuito para la decodificación, en un terminal de telefonía típicamente. Con este fin, un circuito CIR de ese tipo puede incluir o conectarse a un procesador PROC, como se ilustra en la figura 3, y puede incluir una memoria de trabajo MEM, programada con instrucciones de un programa informático según la invención para ejecutar el procedimiento anterior. Por ejemplo, la invención puede implementarse en un decodificador por transformada en tiempo real.

30 Más particularmente, se ha descrito anteriormente un modo de realización basado en un método de generación del ruido a partir de un residuo entre una señal conocida y una señal de síntesis. Por supuesto, es posible también calcular el residuo en el campo de la frecuencia (suprimiendo las componentes espectrales seleccionadas del espectro original) y obtener un ruido de fondo por transformada inversa.

35 Se ha descrito anteriormente un modo de realización basado en una estructura que incluye unas componentes espectrales determinadas a partir de muestras válidas recibidas en la decodificación y anteriores a esta sucesión de muestras perdidas. Por supuesto, estas componentes espectrales pueden determinarse también a partir de muestras recibidas posteriormente a esta sucesión de muestras perdidas. Estas componentes espectrales pueden determinarse también a partir de muestras recibidas anteriormente y posteriormente a esta sucesión de muestras perdidas. Estas componentes espectrales pueden ser también constantes.

40

**REIVINDICACIONES**

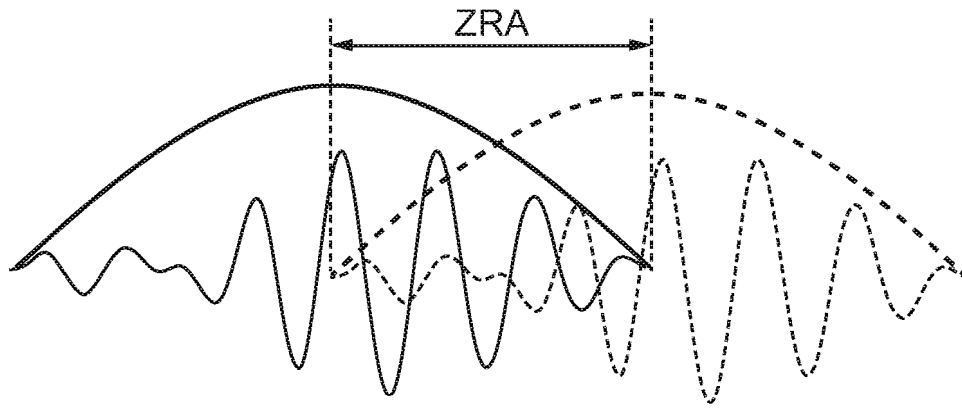
1. Procedimiento de tratamiento de una señal digital, implementado durante una decodificación de la señal para sustituir una sucesión de muestras perdida en la decodificación,  
 5 el procedimiento incluye las etapas:
- generación (S6) de una estructura de una señal de sustitución de la sucesión perdida, incluyendo dicha estructura unas componentes espectrales determinadas a partir de muestras válidas recibidas en la decodificación (S1) y anteriores a dicha sucesión de muestras perdida,
  - 10 - generación de un residuo (S603) entre una señal digital (S602) disponible en el decodificador que incluye unas muestras válidas recibidas y una señal (S601) generada a partir de dichas componentes espectrales,
  - extracción (S605) de bloques de dicho residuo.
- procedimiento en el que se inyectan dichos bloques en dicha estructura por adiciones con recubrimiento (ADD) según unas ventanas de ponderación de bloque (S608), recubriéndose dichos bloques inyectados al menos parcialmente en el tiempo,  
 15 y en el que, dichos bloques que tienen un instante de inicio del bloque extraído ( $i_k$ ) y una duración de bloque ( $L_k$ ), al menos un parámetro entre:
- 20 - dicho instante de inicio del bloque extraído,
  - dicha duración del bloque,
  - un instante de inicio de escritura del bloque inyectado ( $j_k$ ), y
  - una tasa de recubrimiento entre dos bloques inyectados sucesivos,
- 25 es variable entre al menos dos bloques extraídos o inyectados.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, al determinarse los bloques por un instante de inicio del bloque extraído ( $i_k$ ) y una duración de bloque ( $L_k$ ), al menos un parámetro entre dicho instante de inicio del bloque extraído y dicha duración del bloque se determina de manera pseudoaleatoria para al menos un bloque extraído.
- 30 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho parámetro variable es variable de forma pseudoaleatoria para al menos un bloque inyectado.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la suma de las ventanas de ponderación aplicadas a dos bloques sucesivos inyectados es igual a uno sobre el segmento de recubrimiento ( $l_k$ ) entre estos dos bloques.
- 35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la suma de los cuadrados de las ventanas de ponderación aplicadas a dos bloques sucesivos inyectados es igual a uno sobre el segmento de recubrimiento ( $l_k$ ) entre estos dos bloques.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se modifica el signo de al menos un bloque inyectado.
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se invierte temporalmente al menos un bloque inyectado.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos bloques se inyectan inicialmente en una señal de ruido intermedia, siendo dicha señal de ruido intermedia inyectada a su vez posteriormente en dicha estructura.
- 50 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dichos bloques se inyectan en dicha estructura en tiempo real.
- 55 10. Programa informático que incluye unas instrucciones para la implementación del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, cuando estas instrucciones se ejecutan por un procesador.
11. Dispositivo de decodificación de una señal que incluye una sucesión de muestras repartidas en tramas sucesivas, incluyendo el dispositivo unos medios (MEM, PROC) para sustituir al menos una trama de señal perdida,  
 60 incluyendo unos medios de:
- generación (S6) de una estructura de una señal de sustitución de la sucesión perdida, incluyendo dicha estructura unas componentes espectrales determinadas a partir de muestras válidas recibidas en la decodificación (S1) y anteriores a dicha sucesión de muestras perdida,
  - 65 - generación de un residuo (S603) entre una señal digital (S602) disponible en el decodificador que incluye unas muestras válidas recibidas y una señal (S601) generada a partir de dichas componentes espectrales,

- extracción (S605) de bloques de dicho residuo,
- inyección de dichos bloques en dicha estructura,

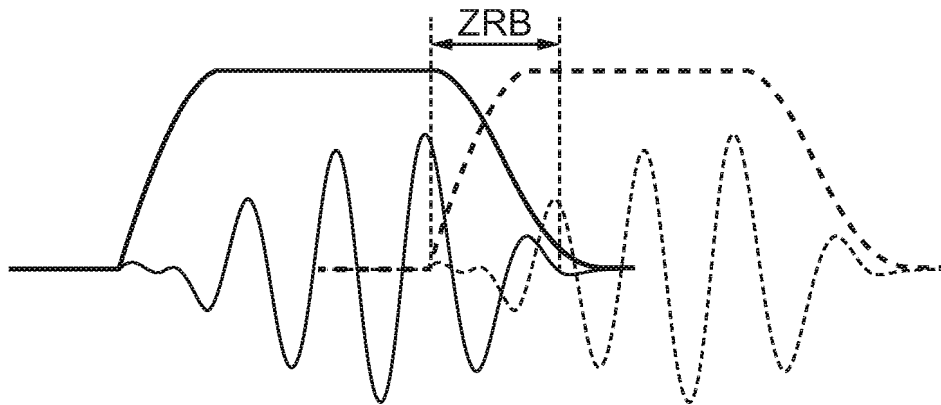
5 en el que los medios de inyección implementan unas adiciones con recubrimiento según unas ventanas de ponderación de bloques, dichos bloques inyectados se recubren al menos parcialmente en el tiempo, y, en el que dichos bloques que tienen un instante de inicio del bloque extraído ( $i_k$ ) y una duración de bloque ( $L_k$ ), al menos un parámetro entre:

- 10 - dicho instante de inicio del bloque extraído,
- dicha duración del bloque,
- un instante de inicio de escritura del bloque inyectado ( $j_k$ ), y
- una tasa de recubrimiento entre dos bloques inyectados sucesivos,

15 es variable entre al menos dos bloques extraídos o inyectados.

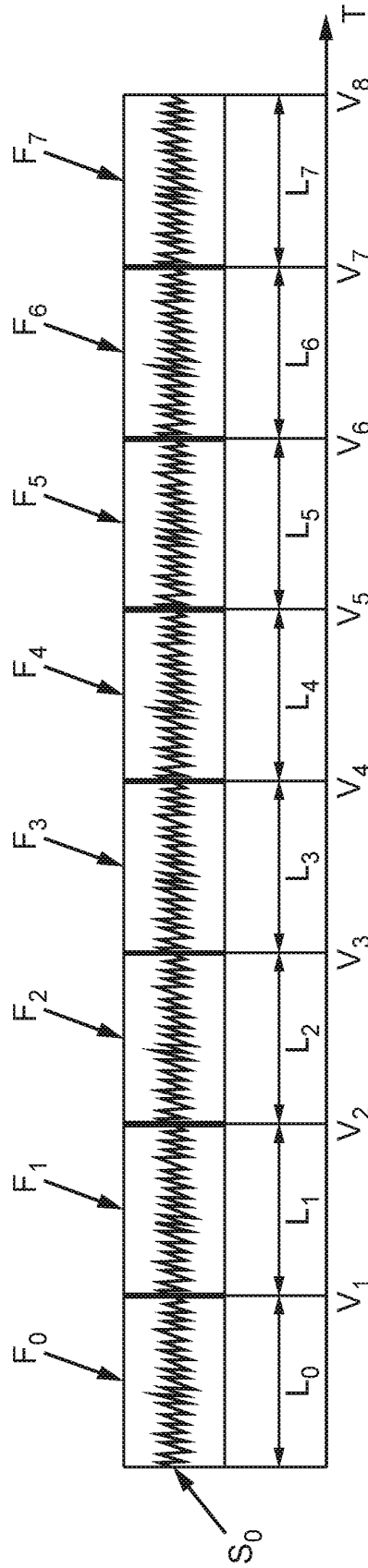


**FIG. 1A**

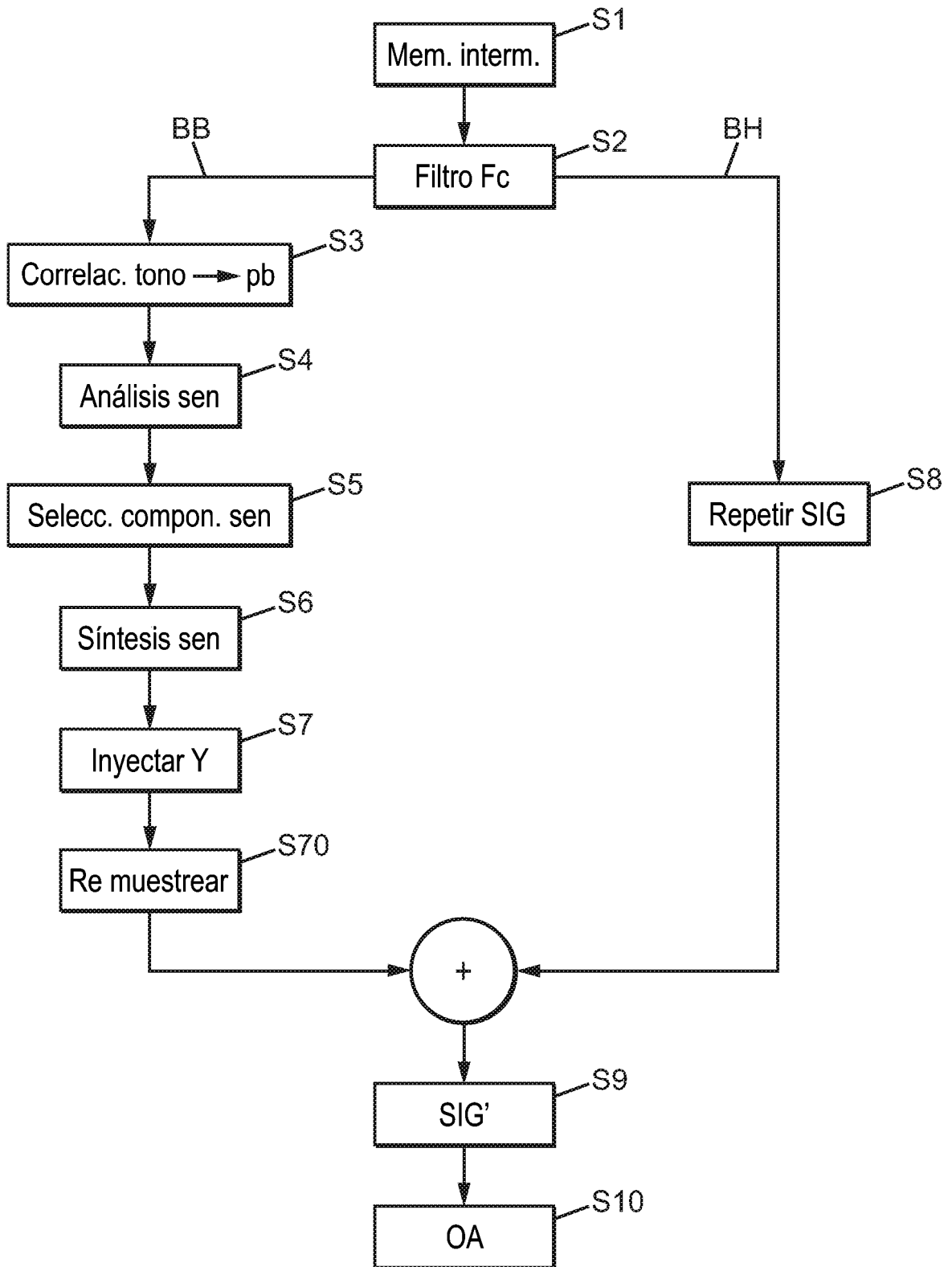


**FIG. 1B**

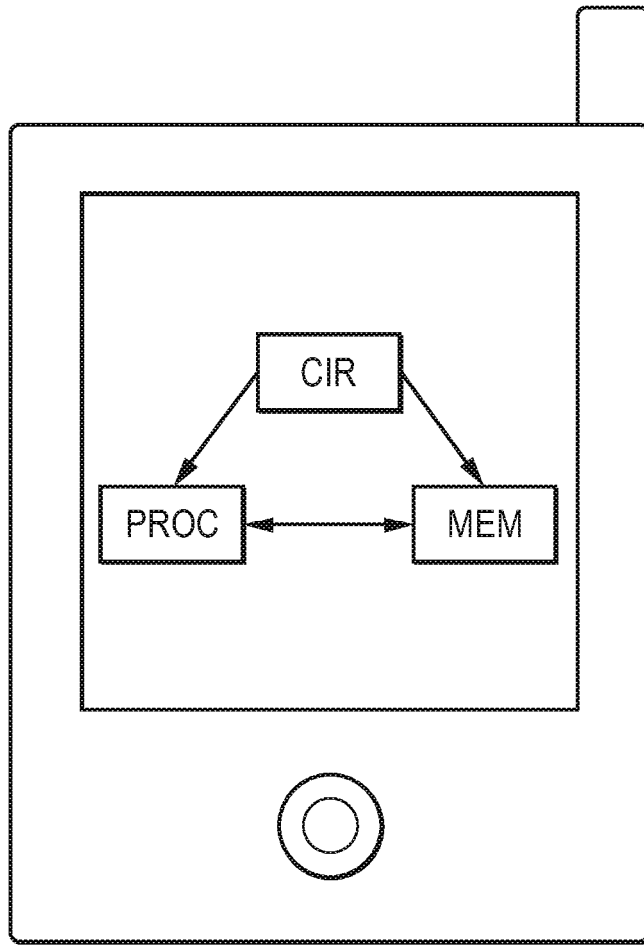




**FIG. 1C**



**FIG. 2**



**FIG. 3**

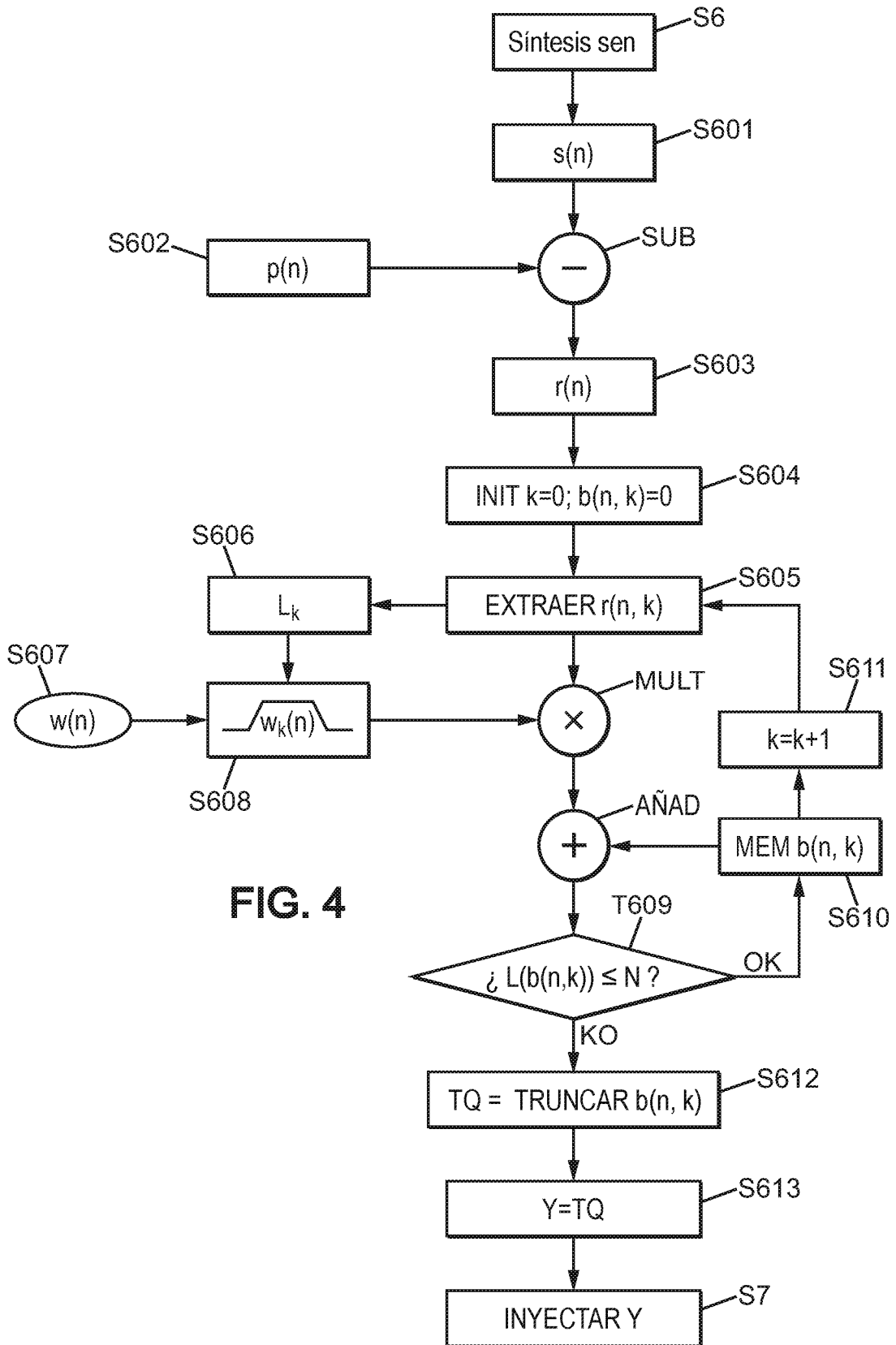


FIG. 4

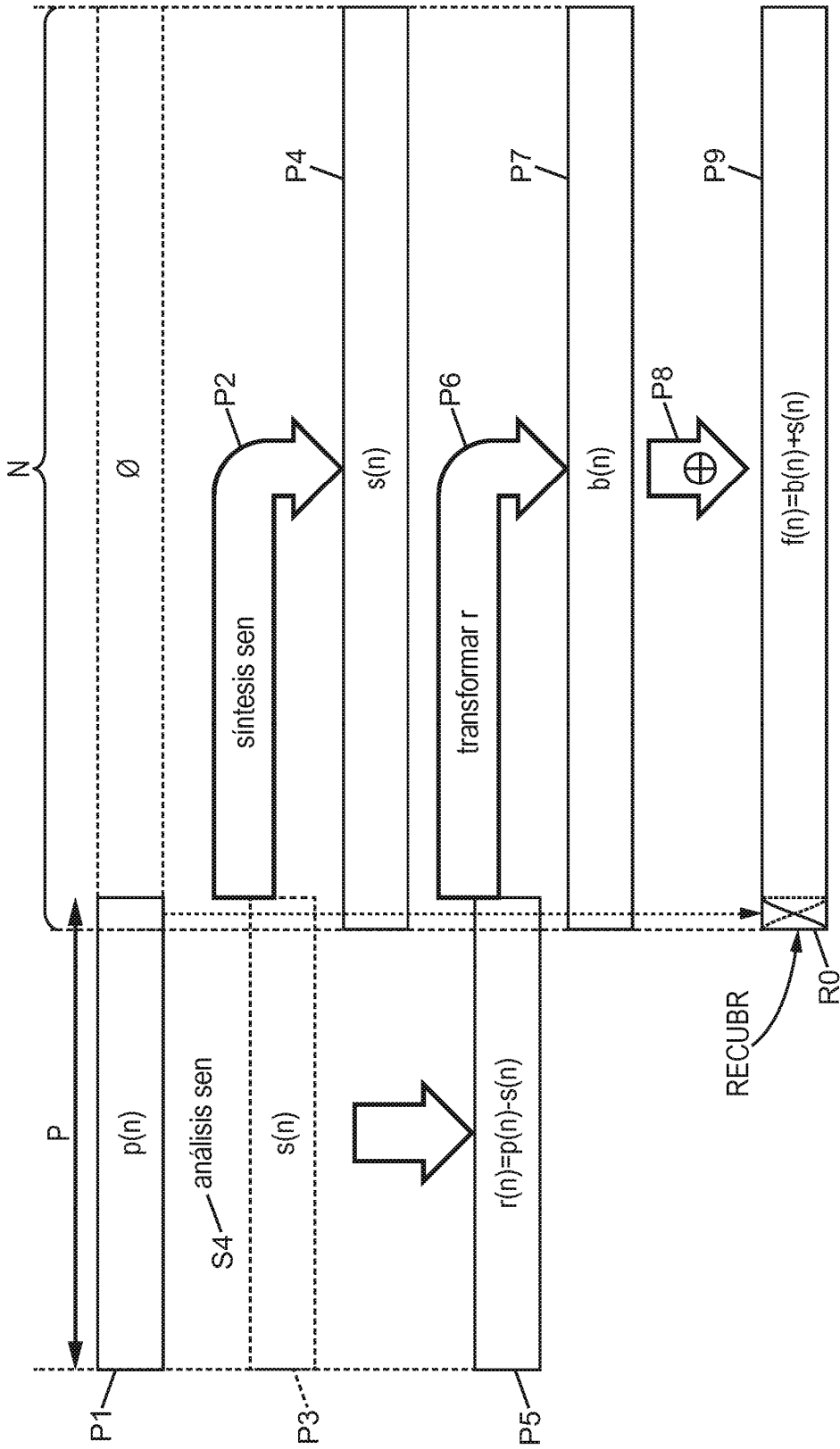
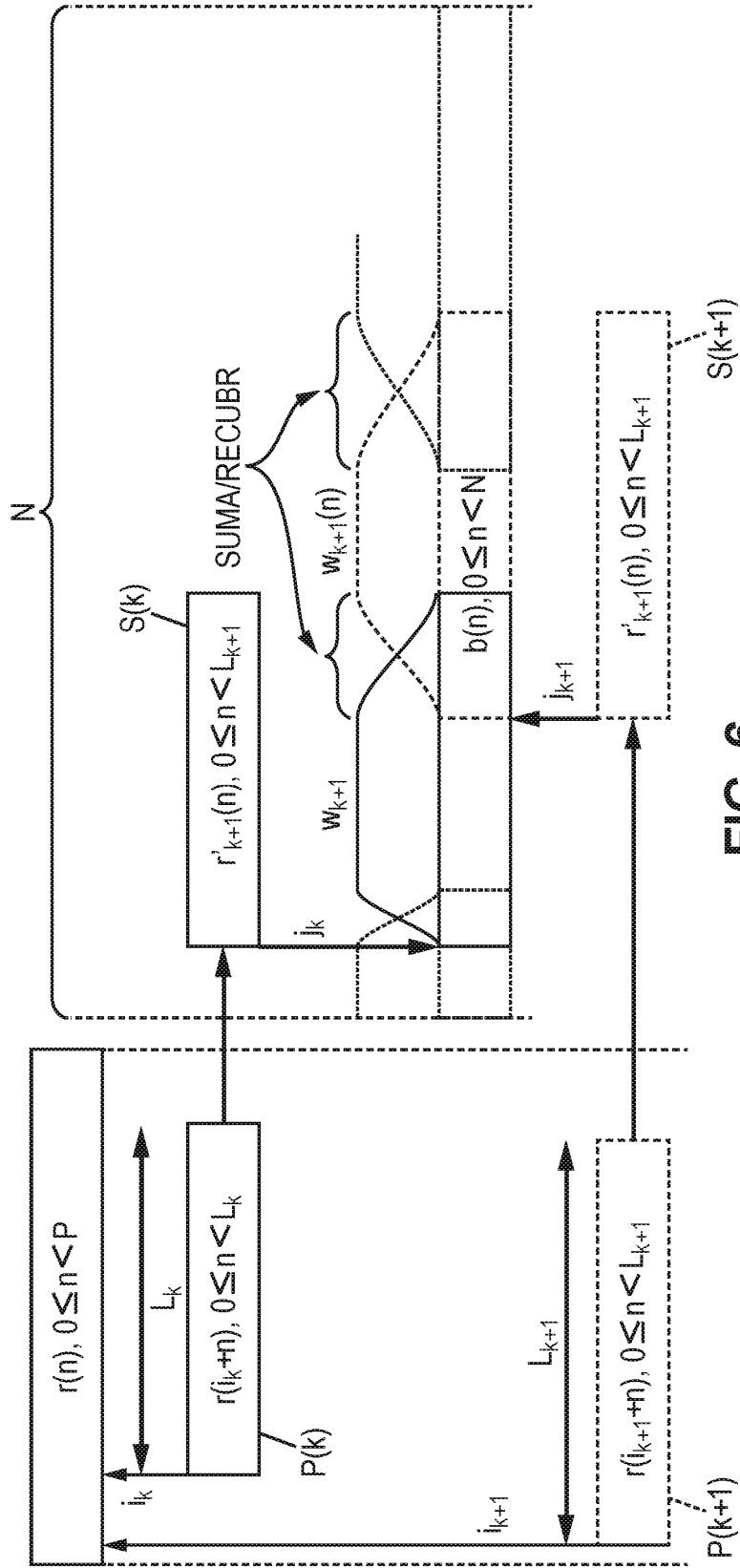
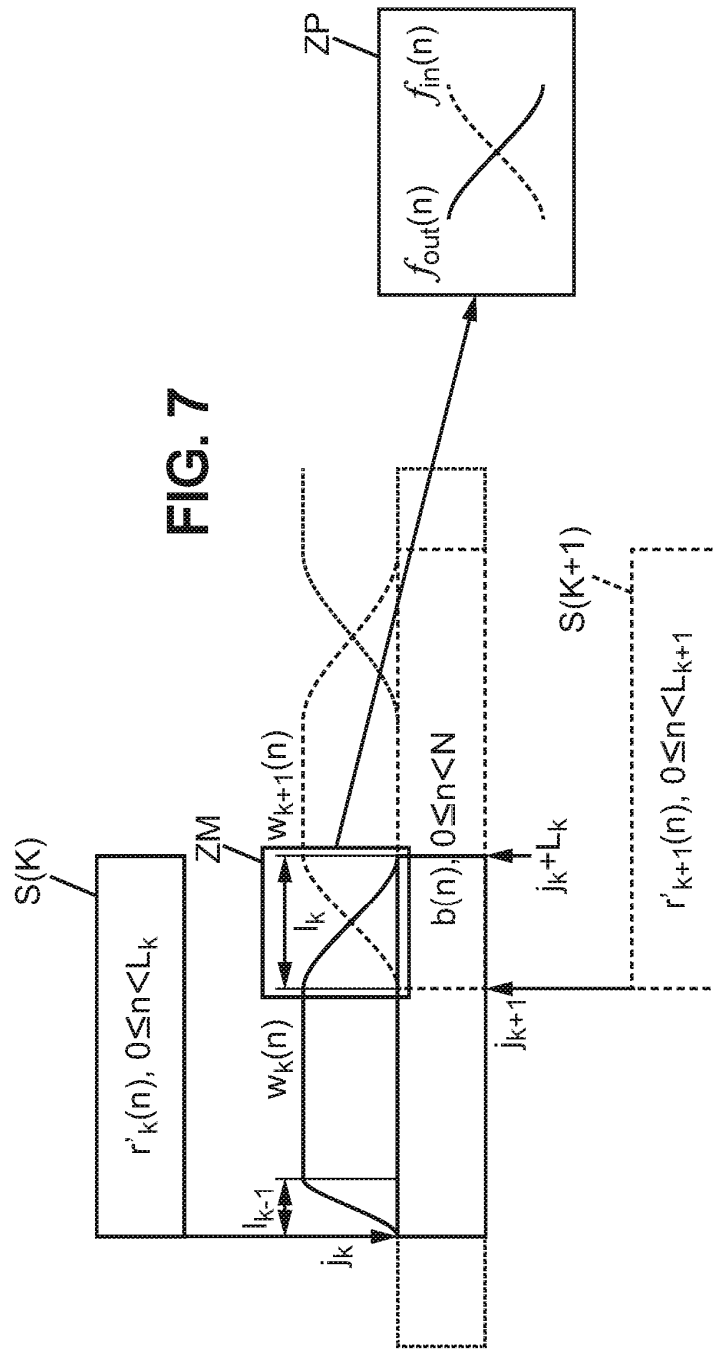


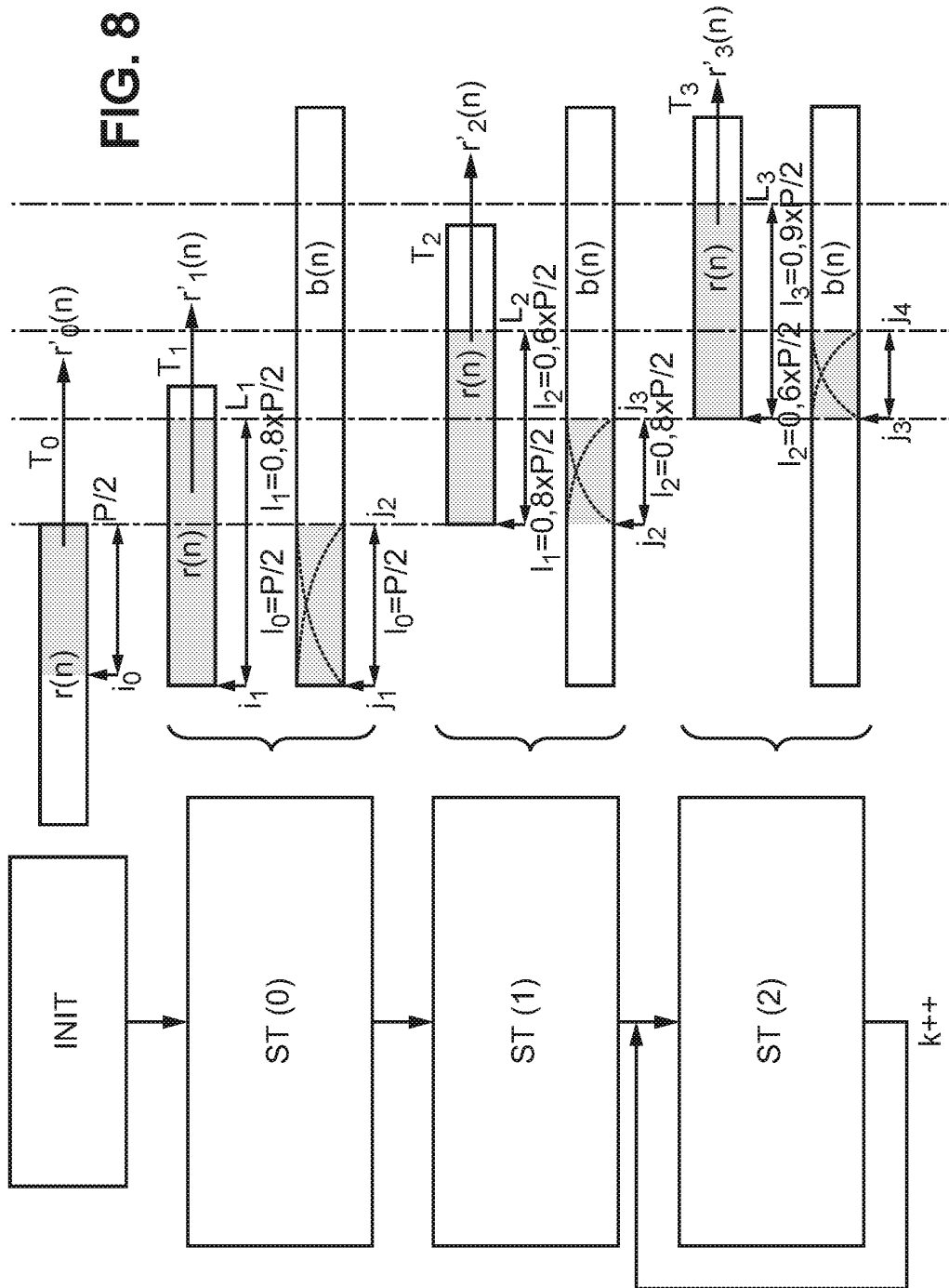
FIG. 5



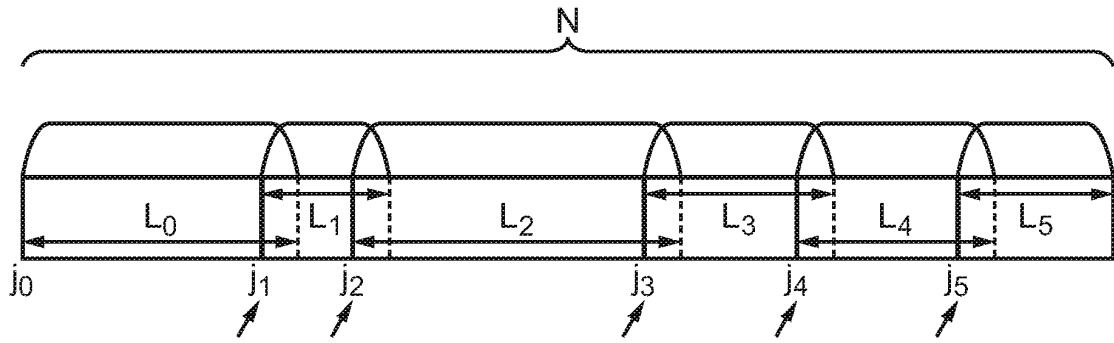
**FIG. 6**

FIG. 7

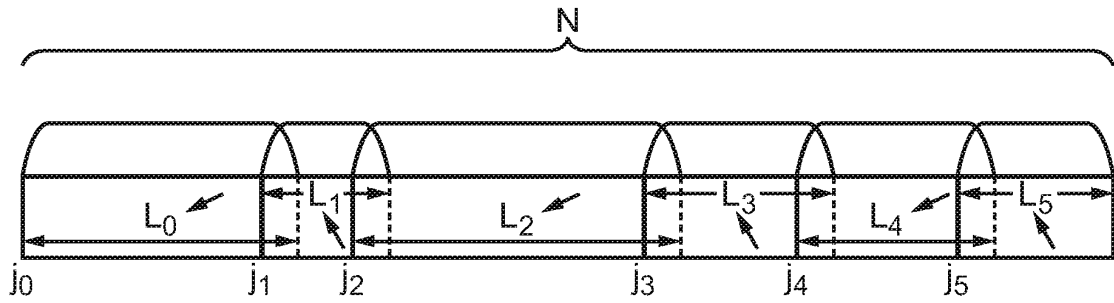




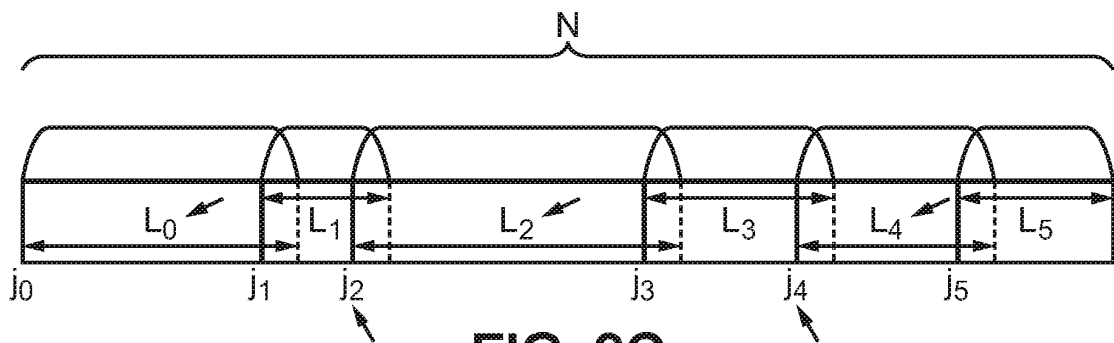




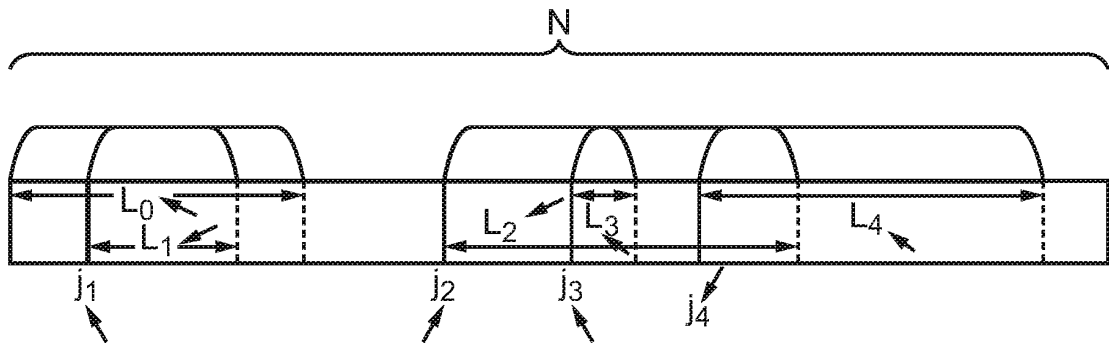
**FIG. 9A**



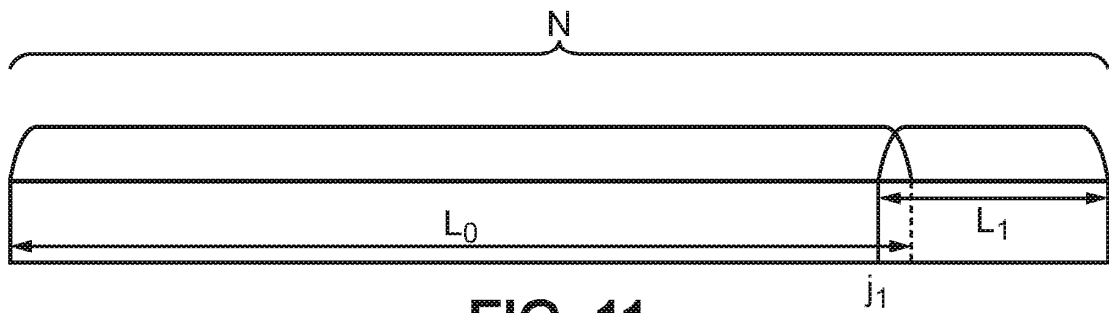
**FIG. 9B**



**FIG. 9C**



**FIG. 10**



**FIG. 11**