

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 553**

51 Int. Cl.:

H04J 3/06 (2006.01)

H04R 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2008** **E 08717663 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2013** **EP 2253087**

54 Título: **Método y sistema de transferencia de datos para altavoces en un sistema de reproducción de sonido digital**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2013

73 Titular/es:

GENELEC OY (100.0%)

Olvitie 5

74100 Iisalmi, FI

72 Inventor/es:

HAATAINEN, NIKO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 435 553 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

Método y sistema de transferencia de datos para altavoces en un sistema de reproducción de sonido digital

La presente invención se refiere a un método de transferencia de datos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

5 La invención se refiere también a un sistema de transferencia de datos.

De acuerdo con la técnica anterior, existen varios sistemas comerciales para la reproducción de audio digital en redes digitales. Por ejemplo, están disponibles actualmente los siguientes productos. La red Cobra Net™ de Gibson MaGIC™, EtherSound™, Livewire™, MADI™ y otros describen sistemas mediante los cuales se pueden dirigir flujos o corrientes de datos de audio a altavoces digitales o sistemas de reproducción de sonido. Básicamente, la calidad de la reproducción en estos sistemas es bastante buena para uso doméstico, pero la tecnología de transferencia digital causa algunos problemas en uso profesional.

10

De acuerdo con la técnica anterior, los anteriores problemas han sido resueltos almacenando temporalmente la información en receptores y controlando la descarga de información desde los receptores.

15 Con más detalle, para sincronizar relojes sobre conexiones de Ethernet se debe medir el tiempo exacto de recorrido de paquetes de red. Esto es difícil por dos razones. En primer lugar, el conector de red estándar APT introducirá latencia aleatoria entre llamar la función-enviar de modo-usuario y la salida real del paquete con dependencia del estado del sistema operativo. Lo mismo se aplica también a la recepción de paquetes, no pudiendo ser exactamente determinado el tiempo entre la recepción del paquete desde la red y su indicación al proceso de modo-usuario que escucha al conector de UDP.

20 En segundo lugar, cuando un paquete se desplaza a través de la red pasará por uno o más concentradores, conmutadores y encaminadores (routers). Cada dispositivo puede retrasar aleatoriamente los paquetes, dependiendo de la carga de la red y del estado del dispositivo. Esto introduce latencia de aleatoriedad en el tiempo de recorrido que no puede ser predicha. Cuando se mide, se encuentra que la latencia es casi constante para la mayoría de los paquetes, pero algunos paquetes pueden ser retrasados en varias centenas de microsegundos o incluso más.

25

Algunas soluciones para la sincronización de redes se presentan en los siguientes documentos:

30 BLUM P ET AL: "Evaluación basada en trazas de algoritmos de sincronización de reloj para altavoces inalámbricos", EMBEDDED SYSTEMS FOR REAL-TIME MULTIMEDIA, 2004. ESTIMEDIA 2004. 2ND W ORKSHOP ON STOCKHOLM, SWEDEN SEPT. 6-7, 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 6 de septiembre de 2004, páginas 7-12, XP010742643, ISBN: 978-0-7803-8631-0.

MILLS D L: "INTERNET TIME SYNCHRONIZATION: THE NETWORK TIME PROTOCOL", IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, VOL. 39, no. 10, 1 de octubre de 1991, páginas 1482-1493, XP000275311, ISSN: 0090-6778.

US 200410005902 (BELCEA) publicado el 8 de enero de 2004.

35 US 200810031 283 (CURRAN-GRAY ET AL): 7 de febrero de 2008.

La invención está destinada a eliminar algunos defectos del estado de la técnica descrito anteriormente y, para esta finalidad, crear un tipo totalmente nuevo de método y aparato para la transferencia de datos en un sistema de reproducción de sonido.

40 La invención está basada en ejecutar marcación de tiempo en paquetes de red en pila de protocolo de red de manera que se determine el tiempo exacto para enviar y recibir paquetes. En una realización preferida, el software del receptor ejecuta la marcación de tiempo directamente en el activador de Ethernet (para el cual se dispone de código de fuente) para la operación más exacta posible.

45 El segundo problema es resuelto de preferencia simplemente ejecutando la sincronización de reloj, que incluye la determinación de tiempo de ida y vuelta entre el ordenador principal y el receptor, y realizar la sincronización sólo si la latencia está dentro de un intervalo aceptable a partir de la latencia mínima medida.

Más concretamente, el método de acuerdo con la invención está caracterizado por lo que se ha indicado en la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

El sistema de la invención está, a su vez, caracterizado por lo que se ha expuesto en la parte caracterizadora de la reivindicación 6.

50 Se obtienen considerables ventajas con la ayuda de la invención.

La presente invención es especialmente apropiada para sistemas de reproducción de sonido de canales múltiples, en los que a lo largo de la misma trayectoria de transferencia se envía un flujo de datos que incluye información de audio de múltiples canales de audio que se ha de reproducir simultáneamente en varios altavoces.

5 Con la ayuda del método de acuerdo con la invención, se puede definir un tiempo de latencia estadístico en un procedimiento de arranque y utilizar este valor como un tiempo de latencia de referencia para medición adicional, continua, de latencia.

Mediante estos dos métodos, el sistema de reproducción de audio puede adaptarse a la carga de la red y efectuar ajustes adecuados con el fin de mantener elevada calidad y reproducción sincronizada de audio en canales múltiples en la mayoría de los casos de variación de carga.

10 En lo que sigue se examina la invención con ayuda de ejemplos y con referencia a los dibujos que se acompañan.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de audio digital, que puede ser utilizado en relación con la presente invención.

La figura 2 muestra, como un diagrama de bloques, un sistema de ordenador principal de gestión de red de acuerdo con la invención.

15 La figura 3 muestra, como un diagrama de bloques, un sistema de gestión de receptor de acuerdo con la invención.

La figura 4 muestra, como un diagrama de temporización, un método de acuerdo con la invención.

La figura 6 muestra, como un diagrama de flujo, un protocolo de sincronización en el receptor de acuerdo con la invención.

20 La figura 7 muestra, como un diagrama de flujo, un protocolo de sincronización en el ordenador principal de acuerdo con la invención.

En la invención, la terminología que sigue se utiliza en relación con los números de referencia. Sin embargo, la lista no es exhaustiva, especialmente en relación con los diagramas de bloques y de flujo de la figura 7:

- | | | |
|----|----------------|---|
| | 1 | ordenador principal o fuente de datos del ordenador principal |
| | 2 | receptor, altavoz digital, |
| 25 | 2 ^a | receptor inalámbrico |
| | 3 | conmutador, red |
| | 4 | grupo de receptores |
| | 10 | disco duro |
| | 12 | adaptador de audio de software virtual (activador) |
| 30 | 13 | gestor de datos de audio |
| | 14 | gestor de sincronización |
| | 15 | interfaz de red |
| | 16 | marcación de tiempos de red |
| | 17 | reloj del sistema |
| 35 | 20 | interfaz de red |
| | 22 | hardware de temporizador |
| | 23 | oscilador ajustable |
| | 24 | comunicaciones de redes de altavoces |
| | 25 | controlador de sincronización |
| 40 | 26 | conversión de digital en analógico |
| | 27 | controlador de flujo de audio |

- 28 controlador de salida de datos
- 29 convertidor de régimen o tasa de muestreo
- 60 señal de sincronización/REQ ECO
- 61 Mensaje de retorno/RESP ECO
- 5 62 Mando de control/FIJAR RELOJ
- 150 Punto de acceso a Red de Area Local Inalámbrica (WLAN)

En el siguiente texto se usan también los siguientes acrónimos y abreviaturas:

DHCP Protocolo Dinámico de Configuración de Ordenador principal

FEC Corrección de Error de Avance

- 10 GLM Gestor de Altavoz Genelec

Dirección LSNW Global: Dirección multi-lanzamiento: puerto al que se envía todo el tráfico de LSNW global. Todos los receptores que atienden a esta dirección para recibir mensajes DISCOVERY, ANOUNCE, GROUP y otros mensajes globales.

- 15 Dirección LSNW de grupo: Dirección multi-lanzamiento: puerto al que son enviados todos los datos dirigidos al conjunto de receptores LSNW agrupados. Todos los receptores que están asignados al mismo grupo atienden a la misma dirección. Dirección de grupo recibirá mensajes de sincronización de reloj, mensajes de audio en flujo y control de glm.

Ordenador principal Aplicación que gestiona la red de altavoces, permite flujos de audio y envía mensajes de control de glm.

- 20 IP Protocolo de Internet

LSNW Red de altavoces

Dirección multi-lanzamiento: Una dirección especial de IP que será encaminada a miembros de un grupo multi-lanzamiento.

Receptor Procesador, interfaz de red y software que conecta un altavoz a una red IP.

- 25 UDP Protocolo de unidad básica de información o paquete de usuario

Además, en esta aplicación latencia significa el retraso de red entre dos elementos de red para una muestra de datos.

- 30 De acuerdo con la figura 1, el sistema de acuerdo con la invención comprende al menos un ordenador principal 1 o fuente de datos de ordenador principal para controlar el sistema y varios receptores 2 conectados a los ordenadores principales 1 a través de una red digital 3 que comprende la trayectoria 3 de señal formada por cables, conectadores, adaptadores y conmutadores de red, etc.

- 35 En otras palabras, el sistema de LSNW (Red de altavoces) consiste en uno o más ordenadores principales 1, cada uno de los cuales gestiona conjuntos de dispositivos receptores 2. Los ordenadores principales 1 actúan como fuente de gestión, control y datos de audio para los receptores 2. Los ordenadores principales 1 son responsables de descubrir receptores 2 conectados a la red de IP, gestionar grupos 4 de receptores y proporcionarles audio. Los receptores 2 responden a mandos y a datos de reproducción de audio desde los ordenadores principales 1.

- 40 De acuerdo con la figura 2, el sistema de ordenadores principales comprende típicamente el disco duro 10 mediante el cual se pueden almacenar datos de audio Digitales. También se puede utilizar algún otro medio no volátil como memoria flash. Los datos de audio digitales pueden ser adquiridos del adaptador (activador) 12 de audio de software virtual que redirige audio a altavoces en la red. El gestor 13 de datos de audio adquiere datos de audio digitales y los hace apropiados para fluir. El gestor 14 de formación de flujo y sincronización controla la sincronización de reloj de dispositivos (receptores) de altavoz actualmente controlados por el ordenador principal. La interfaz de red 15 conecta el ordenador principal a la red de comunicaciones del ordenador. El módulo de marcación de tiempo 16 de la red gestiona la temporización exacta del tráfico de red relacionado con la sincronización. Esto se requiere para reducir efectos de latencias de aleatoriedad introducidos por el sistema que opera no en tiempo real (tal como Windows, Linux, etc.) ejecutado por el ordenador principal. El reloj 17 del sistema proporciona información exacta de tiempo utilizada por el gestor de sincronización y una red estándar 3 de Ethernet permite comunicaciones basadas en IP entre el ordenador principal y los receptores.
- 45

La aplicación de ordenador principal gestiona la red de altavoces, encamina información de gestión desde GLM y audio desde software de audio a los receptores. La aplicación de ordenador principal se ejecutará como un proceso de demonio de fondo en el ordenador principal. Sobre plataforma de ventanas, se hace referencia usualmente a estos procesos de fondo como servicios o servicios del sistema.

- 5 El ordenador principal proporciona interfaz para software del GLM para enviar y recibir mensajes del GLM a receptores como si el Software de GLM estuviera usando la red del GLM.

El software de ordenador principal proporcionará interfaz de audio estándar para que el software de audio envíe audio a los receptores de LSNW. Tales interfaces son por ejemplo ASIO y audio de Windows. El software de audio verá receptores de LSNW como canales en la interfaz de audio virtual proporcionada por el ordenador principal.

- 10 El ordenador principal incluirá software activador de modo de núcleo propietario para proporcionar la necesaria interfaz de audio virtual e interfaz 20 de Red de UDP conecta el receptor a la red de comunicaciones 3. Hardware 22 de temporizador proporciona información de tiempo para el reloj del sistema y controlador de sincronización. El oscilador ajustable 23 proporciona señal de reloj para hardware de temporizador y controlador 28 de salida de datos de audio. El módulo 24 de comunicaciones de redes de altavoz gestiona el tráfico de la red hacia y desde el
15 ordenador principal. Receptores del sincronizador de controlador 25 de sincronización se cronometran con el ordenador principal. Ajusta oscilador de reloj con el fin de minimizar el desplazamiento del reloj entre el receptor y los relojes del ordenador principal. El tratamiento de la señal digital, conversión de digital en analógica, tiene lugar en el bloque 26. El controlador 27 de flujo de audio gestiona los datos de audio recibidos desde el ordenador principal y los alimenta al controlador 28 de salida de datos de audio. El controlador 28 de salida de datos de audio da salida a
20 datos de audio a un régimen especificado por el oscilador ajustable 23. Esto garantiza que se dará salida a las muestras al mismo régimen al que las emite el ordenador principal. El convertidor 29 de régimen de muestras convierte el audio digital en régimen interno de muestras utilizado por el tratamiento de señal digital y la conversión de digital en analógica.

- 25 La sincronización exacta de relojes es esencial para corregir el trabajo de la LSNW. El protocolo de LSNW tiene un mecanismo para sincronización de reloj que permite la sincronización del reloj de ordenador principal y receptor dentro de una exactitud de 10-20 microsegundos, aproximadamente.

- La solución a la medición de tiempo de desplazamiento (latencia) es realizar marcación de tiempo de paquetes de red en la pila de protocolo de red de manera que se pueda determinar el tiempo exacto para enviar y recibir paquetes. En software del ordenador principal de Windows la marcación de tiempos es realizada como un Filtro de Paquetes de IP que examina paquetes de UDP entrantes y salientes y registra marcas de tiempo si el paquete está
30 destinado a, o se origina de, un receptor de LSNW. Esta situación no es óptima para la marcación de tiempo, ya que las marcas de tiempo han de ser recogidas tan próximas como sea posible al hardware de la red, pero la experiencia muestra que la marcación de tiempos en la palanca de Filtro de Paquetes de IP da buena exactitud.

- 35 El software del receptor de acuerdo con la invención realiza la marcación de tiempos directamente en el conductor de Ethernet para la operación más exacta posible. Para esta finalidad, se ha desarrollado un código de fuente en relación con la invención.

- 40 El problema de variación aleatoria de latencia de red se puede resolver simplemente ejecutando la sincronización de reloj, que incluye la determinación del tiempo de ida y vuelta entre el ordenador principal y el receptor, y realizando la sincronización sólo si la latencia está dentro de un intervalo aceptable desde la latencia mínima medida.

- 45 La sincronización de reloj es iniciada por el ordenador principal de acuerdo con la figura 4. El ordenador principal 1 sincronizará los relojes con cada miembro del grupo de una manera rotativa para garantizar que todos los receptores tienen el tiempo exacto. Un receptor puede enviar el mensaje REQUERIR SINCRO al ordenador principal si siente la necesidad de sincronizar su reloj. Esto puede suceder, por ejemplo, si el receptor debe interrumpir el flujo de audio debido a la pérdida de paquetes y lo continúa cuando se reciben los paquetes de audio.

- 50 Cuando un receptor 2 está asignado a un grupo, el ordenador principal enviará varios paquetes REQ ECO 60 al receptor para probar la latencia de ida y vuelta. El receptor 2 replicará con RESP ECO 61 y el ordenador principal 1 determinará entonces la latencia de ida y vuelta $T_{t1} - T_{t2}$ para cada transacción. Una vez que se ha determinado la latencia de ida y vuelta $T_{t1} - T_{t2}$ con la exactitud adecuada, el ordenador principal 1 fijará la mínima ida y vuelta aceptable para que la sincronización tenga éxito. La latencia cambiará también como la función de tamaño del paquete, de manera que se verifica la latencia para paquetes de diferentes tamaños.

La latencia real de ida y vuelta se mide como sigue:

- 55
1. Enviar REQ ECO al receptor 2 (añadir carga útil para aumentar el tamaño del paquete si es necesario; el receptor no procesará la carga útil adicional, ya que se usa solamente para cambiar el tamaño real del paquete de UDP para determinar la latencia para diferentes tamaños de paquetes).
 2. Obtener marca de tiempo TEnviar (Th_1) para el paquete que contiene REQ ECO 60 desde el activador de

marcación de tiempo.

3. Recibir RESP ECO 61 del receptor; esta contendrá LatenciaTratamiento del receptor, que es muy superior a los microsegundos consumidos por el receptor entre la recepción del REQ ECO 60 y el envío de RESP ECO 61.
- 5 4. Obtener marca de tiempo TSrecep (T_{h2}) para el paquete RESP ECO 61. La marca de tiempo es formada por el Ordenador principal 1.
5. La latencia de ida y vuelta es $TSrecep - Tsenvío - LatenciaTratamiento$.

La sincronización real del reloj comienza como la transacción petición – respuesta en la fase de inicialización. Ordenador principal Envía un REQ ECO 60 y el receptor contesta con RESP ECO 61.

- 10 El paquete RESP ECO 61 contiene dos valores, reloj de receptores en el tiempo T_{t1} de recepción del paquete REQ ECO 60 y LatenciaTratamiento, el tiempo consumido por el receptor entre la recepción de REQ ECO 60 y el envío de RESP ECO 61.

15 El ordenador principal 1 calculará la latencia de ida y vuelta como su fase de inicialización y si la latencia está por debajo del valor máximo aceptable determinado en la inicialización, el ordenador principal envía el mensaje FIJAR RELOJ 62 al receptor 2 que contiene una estimación de reloj de los ordenadores principales en el tiempo en que el receptor recibió el paquete REQ ECO 60. El tiempo estimado se calcula añadiendo la mitad del tiempo medido de ida y vuelta al tiempo de emisión del paquete REQ ECO 60.

20 El protocolo supone que la latencia de red desde el ordenador principal al receptor es igual a la latencia desde el receptor al ordenador principal. Esto es lo que sucede usualmente, pero la ida y vuelta resultará asimétrica cuando REQ ECO está unido a datos de audio como paquete que contiene REQ ECO y datos de audio es mucho mayor que el paquete de respuesta que contiene sólo RESP ECO. Esta asimetría puede ser compensada añadiendo datos adicionales a RESP ECO para hacer el paquete de respuesta del mismo tamaño que la petición. En aplicaciones reales, la asimetría de los tamaños de paquetes de red no tiene un efecto muy grande sobre el resultado real de la sincronización. El efecto de latencia asimétrica de la red a desviaciones entre relojes del ordenador principal y del receptor se pueden calcular como sigue (para simplificar, el cálculo no se incluye latencia de tratamiento):

1. El tiempo del ordenador principal después de la sincronización será $T_{h1} + L_{th} + L_{ht} + L_{ht}$ (= tiempo de ordenador principal al inicio + latencia de REQ ECO + latencia de REPLICA ECO + latencia de FIJAR RELOJ).
- 30 2. El tiempo del receptor al final de la sincronización será $T_{h1} + (L_{th} + L_{ht})/2 + L_{th} + L_{ht}$ (tiempo de FIJAR RELOJ + latencia de REPLICA ECO + latencia de FIJAR RELOJ).

La diferencia de tiempo será $T_{h1} + L_{th} + L_{ht} + L_{ht} - (T_{h1} + (L_{th} + L_{ht})/2 + L_{th} + L_{ht}) = (L_{th} - L_{ht})/2$.

35 Con más detalle, de acuerdo con la figura 5, los relojes del ordenador principal y el receptor tienen una desviación de 2 segundos en el tiempo del ordenador principal de 10,000000 s (T_{h1}). Las latencias de paquetes del protocolo de sincronización son de 0,000160 s desde el ordenador principal al receptor ($T_{h1} - T_{t1}$) 60, 0,000180 s desde el receptor al ordenador principal 61 ($T_{t2} - T_{h2}$). Esto dará lugar a una desviación de reloj al final de la sintonización, suponiendo que el reloj de los receptores no se desplaza significativamente del reloj del ordenador principal entre el tiempo objetivo de 12,000160 y 12,000710. El receptor 2 corrige también la frecuencia de su reloj sobre la base de las desviaciones medidas y reduce el promedio de errores entre los relojes de objetivo y de ordenador principal.

40 Puesto que las latencias de red (0,000160 s y 0,000180 s) no fueron iguales, los relojes del ordenador principal y el objetivo tendrán una desviación de $(0,000180 - 0,000160)/2 = 0,000010$ al final de la sincronización (T_{t3}).

45 De acuerdo con la figura 6, al comienzo 90 el receptor inicializa el hardware, adquiere posiblemente la dirección de IP a través de DHCP y entre en estado Inactivo. En el bloque 91 el receptor recibe el orden FIJAR GRUPO del ordenador principal. El mensaje contiene la dirección de IP del grupo de multi-lanzamiento al cual se envía todo el tráfico relacionado con el grupo de altavoces. El mensaje contiene también información sobre qué canal de multi-canales de audio del receptor se ha de dar salida para la conversión de digital en analógico. El receptor comienza a escuchar a la dirección de multi-lanzamiento. Aquel envía también el mensaje al ordenador principal y acusa recibo de que el receptor ha entrado en el grupo. El receptor entra en el estado 92, EJECUCION. En el estado de ejecución 92 el receptor recibirá el mensaje dirigido a la dirección de IP de multi-lanzamiento del grupo de altavoces. Los datos de audio se introducen en la cola de interpretación (play) y finalmente a la salida hacia la conversión de digital en analógico. Si el receptor recibe el mensaje REQUERIR MARCA DE TIEMPO, entra en el estado 97, ENVIAR TIMESTAMP TO ORDENADOR PRINCIPAL. Si el receptor recibe el mensaje FIJAR RELOJ, entra en el estado 93. En el bloque 93 se determina la validez del nuevo valor de reloj basándose en el tiempo actual, estimación del desplazamiento del reloj entre el ordenador principal y el receptor y el intervalo de tiempo desde el último mensaje FIJAR RELOJ. Si el nuevo valor resulta no válido (debido a la gran latencia de tratamiento en el ordenador principal o por alguna otra razón), el reloj del receptor no se fija y el control vuelve al estado 92,

EJECUCION. Si el nuevo valor de reloj resulta válido, estado 94, se introduce ADJUSTAR OSCILADOR. En el bloque 94 se fija el voltaje de control al oscilador ajustable basándose en el desplazamiento medido entre los relojes del ordenador principal y del receptor y el voltaje de control actual. En el bloque 95, si la desviación medida de relojes entre el receptor y el ordenador principal es menor que la duración de número especificado de muestras, se introduce el estado 92, EJECUCION. En el bloque 96, si la desviación medida de relojes entre el receptor y el ordenador principal es mayor que el número especificado de duraciones de muestras, se ajusta el valor de reloj mediante la multiplicación de duraciones de muestras. Al mismo tiempo, se añaden o retiran muestra al/del flujo de audio para compensar el ajuste de relojes. Después del ajuste, se vuelve al estado 92, EJECUCION. Además, en el bloque 97 es enviado el mensaje MARCA DE TIEMPO que contiene el valor actual del reloj del receptor y la latencia de tratamiento al ordenador principal.

De acuerdo con la figura 7, en el bloque 100 se inicia la aplicación del ordenador principal. Esta pregunta a la red por altavoces disponibles del receptor y entra en el estado INACTIVO. En el bloque 101 la aplicación del Ordenador principal recibe de la interfaz de usuario la orden de disponer un grupo de altavoces de receptor. Aquella comienza a analizar la latencia de red para cada altavoz. En el bloque 102, si no tuvo éxito el análisis, se informa del error al usuario y se vuelve al estado INACTIVO. El análisis puede no tener éxito, por ejemplo si la pérdida de paquetes en la red es demasiado grande. Si el análisis de latencias de red para cada receptor tiene éxito, se almacena la latencia de red de sincronización máxima aceptable para cada receptor y se entra en el estado 103, EJECUCION.

En el estado de ejecución 103 el sistema sincroniza periódicamente los relojes de altavoces de los receptores. En el bloque 104 se envía al receptor la petición de marca de tiempo. Si no se recibe respuesta dentro del periodo dado, el sistema vuelve al estado de ejecución y vuelve a intentar la sincronización. Si falla la sincronización varias veces consecutivamente, el sistema marca el altavoz del receptor como inactivo y lo suprime del grupo de receptores activos. Si MARCA DE TIEMPO es recibido desde el receptor, el sistema entra en el estado 105. En el bloque 105 el sistema determina la latencia de red para la transacción de sincronización. Si está por encima de la latencia de red de sincronización máxima aceptable determinada en 101, el sistema entra en el estado 108. Si la latencia está por debajo del máximo aceptable, el sistema entra en el estado 106. En el estado 106 el sistema envía el mensaje FIJAR RELOJ al receptor. En el bloque 107, si el tiempo desde el último análisis de latencia está por debajo de un valor de umbral dado, el sistema entra en el estado 102, EJECUCION. Si el tiempo transcurrido desde el último análisis es demasiado grande, el sistema analiza la latencia de red al receptor para detectar si la latencia de red ha sido permanentemente reducida al entrar en el estado 101. En el bloque 108, si más de un número dado de transacciones de sincronización consecutivas tienen latencia de red mayor que el máximo aceptable, el sistema realiza el análisis de latencia con el fin de determinar el crecimiento permanente de latencia de la red.

De acuerdo con una realización de la invención, el método de sincronización propuesto puede ser utilizado principalmente también en aplicaciones de audio inalámbricas, por ejemplo en sistema de altavoces inalámbricos.

Debido a la inferior tasa de transferencia y a los retrasos introducidos por el control de acceso del medio de las redes inalámbricas estándar, tales como 802,11 a/b/g, las latencias de red son considerablemente mayores que en redes cableadas de Ethernet de 100Mbps ó 1000Mbps. El protocolo de sincronización puede adaptarse a esta latencia incrementada, ya que analiza el comportamiento de redes durante la fase de establecimiento.

Las redes estándar inalámbricas introducen también latencia aleatoria con el fin de impedir colisiones durante las transmisiones de paquetes. Estos retrasos aleatorios hacen la sincronización en redes inalámbricas más difícil que en redes cableadas basadas en Ethernet. Los efectos de dichos retrasos aleatorios se pueden reducir seleccionando la latencia de red máxima aceptable que usa un valor de porcentaje más estricto que cuando se opera en redes cableadas. Si se usa el porcentaje de 30% en lugar de 90%, sólo se utilizarán para sincronización de relojes transacciones con menos retraso aleatorio. Esta modificación significa que cada sincronización de reloj requiere en promedio 3 transacciones REQUERIR ECO/ REPLICAR ECO antes de que sean adquiridos valores aceptables para la orden FIJAR RELOJ.

Las redes inalámbricas tienen también normalmente pérdida de paquetes mucho mayor que las redes cableadas basadas en Ethernet debido a interferencia de radio y colisiones durante las transmisiones de paquetes. Para reducir los efectos de la pérdida de paquetes, se puede usar una codificación de Corrección de Errores de Avance (FEC) para añadir redundancia en los datos de audio transmitidos. Esta redundancia puede ser utilizada por el receptor para reconstruir los paquetes de audio perdidos por la red.

REIVINDICACIONES

1. Un método de transferencia de datos en un sistema digital de reproducción de sonido, comprendiendo el método pasos para
- 5 - generar un flujo de audio digital para canales múltiples en una fuente de datos de ordenador principal, por ejemplo un ordenador (1), estando el flujo de audio formado por múltiples muestras consecutivas,
 - recibir el flujo de audio digital enviado por la fuente (1) de datos de ordenador principal a través de una red de transmisión de datos digital por medio de varios receptores digitales (2), cada uno de los cuales incluye un microcontrolador con un reloj, incluyendo además los receptores (2) medios para generar una señal de audio fuera del flujo de audio digital,
 - 10 caracterizado porque
 - la fuente (1) de datos de ordenador principal inicia la sincronización de los receptores (2) enviando repetidamente una muestra de sincronización (60) a cada uno de los receptores (2),
 - cada receptor (2) contesta a la muestra de sincronización (60) mediante una muestra de retorno (61),
 - 15 - la fuente (1) de datos de ordenador principal calcula la latencia (T) para cada receptor (2) basándose en el tiempo de envío (T_{h1}) de la muestra de sincronización (60) y el tiempo de recepción (T_{h2}) de la muestra de retorno (61) y un tiempo de tratamiento ($T_{t2}-T_{t1}$) del receptor (2), cuyo tiempo de tratamiento ($T_{t2}-T_{t1}$) es el tiempo que consume el receptor (2) entre la recepción de la muestra de sincronización (60) y el envío de la muestra de retorno (61),
 - la fuente (1) de datos de ordenador principal envía a cada receptor (2) información sobre una estimación del reloj de la fuente (1) de datos de ordenador principal en el tiempo en que el receptor (2) recibió la muestra de sincronización (60),
 - 20 - basándose en esta información, cada receptor (2) ajusta la función de su reloj, y
 - se repiten continuamente los anteriores pasos de sincronización.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el flujo de audio digital es transmitido de manera inalámbrica al receptor (2).
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o la 2, caracterizado porque el receptor (2) compensa la diferencia de relojes estableciendo el régimen de reloj local con el fin de obtener la sincronización del microcontrolador del receptor (2).
4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque la fuente (1) de datos de ordenador principal compara la latencia calculada (T) con una latencia de referencia y si la latencia calculada (T) es mayor que la latencia de referencia, no es enviada información de ajuste al receptor (2) y la fuente de datos de ordenador principal comienza una rutina para redefinir la latencia de referencia.
5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque la diferencia de relojes es compensada añadiendo o suprimiendo muestras al/del flujo de datos de audio y ajustando el valor de reloj correspondientemente.
6. Un sistema de transferencia de datos para un sistema digital de reproducción de sonido, que comprende
- una fuente de datos de ordenador principal, por ejemplo un ordenador (1) para generar un flujo de audio digital para múltiples canales, estando el flujo de audio formado por múltiples muestras consecutivas,
 - una trayectoria de transmisión (3) para la fuente (1) de datos de ordenador principal,
 - 40 - múltiples receptores digitales (2) capaces de comunicar por la trayectoria de transmisión (3) con la fuente (1) de datos de ordenador principal, incluyendo los receptores (2)
 - medios para recibir el flujo de audio digital enviado por la fuente (1) de datos de ordenador principal
 - un microcontrolador con un reloj, y
 - medios para generar una señal de audio fuera del flujo de audio digital,
 - 45 caracterizado porque
 - la fuente (1) de datos de ordenador principal tiene medios para iniciar la sincronización de los receptores (2) enviando repetidamente una muestra de sincronización (60) a cada uno de los receptores (2),

- cada receptor (2) tiene medios para contestar a la muestra de sincronización (60) mediante una muestra de retorno (61),
 - la fuente (1) de datos de ordenador principal incluye además medios para
 - calcular una latencia (T) para cada receptor (2) basándose en el tiempo de envío (T_{H1}) de la muestra de sincronización (60) y en el tiempo de recepción (T_{H2}) de la muestra de retorno (61) y en un tiempo de tratamiento ($T_{T2}-T_{T1}$) del receptor (2), cuyo tiempo de tratamiento ($T_{T2}-T_{T1}$) es el tiempo que consume el receptor (2) entre la recepción de la muestra de sincronización (60) y el envío de la muestra de retorno (61),
 - enviar a cada receptor (2) información sobre una estimación del reloj de la fuente (1) de datos ordenador principal en el tiempo en que el receptor (2) recibió la muestra de sincronización (60),
 - por lo que, basándose en esta información, cada receptor (2) incluye medios para ajustar la función de su reloj, y
 - el sistema incluye medios para repetir continuamente los anteriores pasos de sincronización.
7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque incluye medios para transmitir de manera inalámbrica el flujo de audio digital al receptor (2).
- 15 8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6 o la 7, caracterizado porque el receptor (2) incluye medios para compensar la diferencia de los relojes fijando la frecuencia de relojes del microcontrolador del receptor (2).
9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, 7 u 8, caracterizado porque la fuente (1) de datos de ordenador principal incluye medios para comparar la latencia calculada (T) con una latencia de referencia y si la latencia calculada (T) es mayor que la latencia de referencia, no es enviada información de ajuste al receptor (2) y la fuente de datos de ordenador principal inicia una rutina para redefinir la latencia de referencia.
- 20 10. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas del sistema, caracterizado porque el sistema incluye medios para compensar la diferencia de relojes añadiendo o retirando muestras al/del flujo de datos de audio.
- 25 11. Un método de sincronización en un sistema de reproducción de sonido digital, que comprende los paso de método para
- generar un flujo de audio digital en una fuente de datos de ordenador principal, por ejemplo un ordenador (1), estando el flujo de audio formado por múltiples muestras consecutivas,
 - recibir el flujo de audio digital enviado por la fuente (1) de datos de ordenador principal a través de una red de transmisión de datos digital por varios receptores digitales (2), cada uno de los cuales incluye un microcontrolador con un reloj, incluyendo además los receptores (2) medios para generar una señal de audio fuera del flujo de audio digital, por lo que los receptores (2) están agrupados (4) de una manera predeterminada, caracterizado porque
 - la fuente (1) de datos de ordenador principal inicia la sincronización de los receptores (2) enviando repetidamente una muestra de sincronización (60) a todos los receptores (2) de un grupo (4),
 - los receptores (2) contestan a las muestras de sincronización (60) mediante muestras de retorno (61),
 - la fuente (1) de datos de ordenador principal calcula un tiempo de latencia (T) para cada muestra y cada receptor (2) sobre la base del tiempo de envío (T_{H1}) de la muestra de sincronización (60) y del tiempo de recepción (T_{H2}) de la muestra de retorno (61) y un tiempo de tratamiento ($T_{T2}-T_{T1}$) del receptor (2), cuyo tiempo de tratamiento ($T_{T2}-T_{T1}$) es el tiempo consumido por el receptor (2) entre la recepción de la muestra de sincronización (60) y el envío de la muestra de retorno (61), y
 - basándose en los tiempos de latencia calculados (T), la fuente (1) de datos de ordenador principal forma estadísticamente un valor de latencia de referencia.
- 40 12. Método de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque el flujo de audio digital es transmitido de manera inalámbrica al receptor (2).
- 45 13. Método de acuerdo con la reivindicación 11 o la 12, caracterizado porque la latencia de referencia es fijada de tal manera que al menos 80% de los valores de latencia medida y calculada están por debajo de la latencia de referencia.
14. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11-13, caracterizado porque la latencia de referencia se fija de tal manera que al menos 50% de los valores de latencia medida y calculada están por

debajo de la latencia de referencia.

15. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11-14, caracterizado porque incluye los siguientes pasos:

1. Enviar REQ ECO (60) al receptor (2),
- 5 2. Obtener marca de tiempo TSenvío para el paquete que contiene REQ ECO (60) desde el activador de marcación de tiempo,
3. Recibir RESP ECO (61), en el que se contiene la Latencia de Tratamiento del receptor, que es superior a la cantidad de microsegundos consumidos por el receptor entre la recepción del REQ ECO (60) y el envío de RESP ECO (61),
- 10 4. Obtener marca de tiempo TSrecib para el paquete RESP ECO (61),
5. Calcular la latencia de Ida y Vuelta, que es $TSrecib - TSend - \text{Latencia de Tratamiento}$.

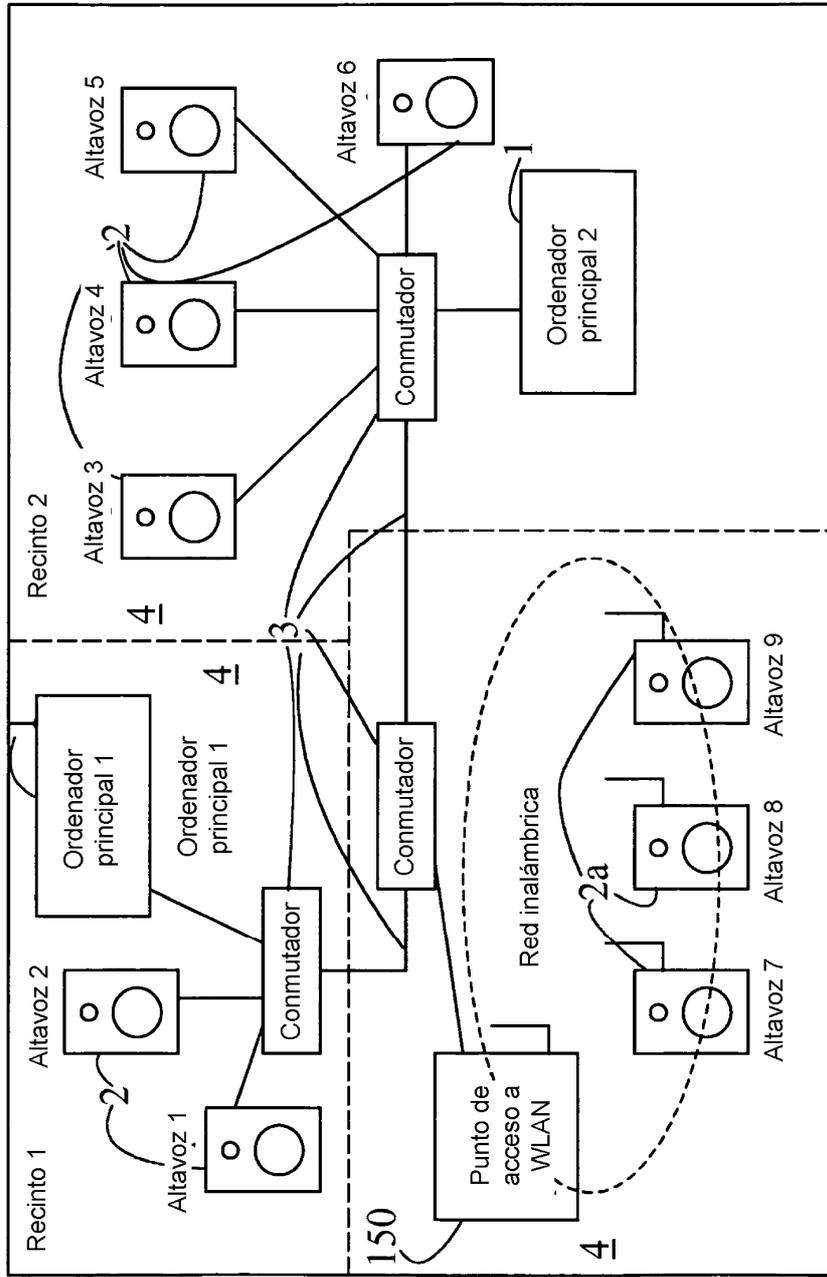


Fig. 1

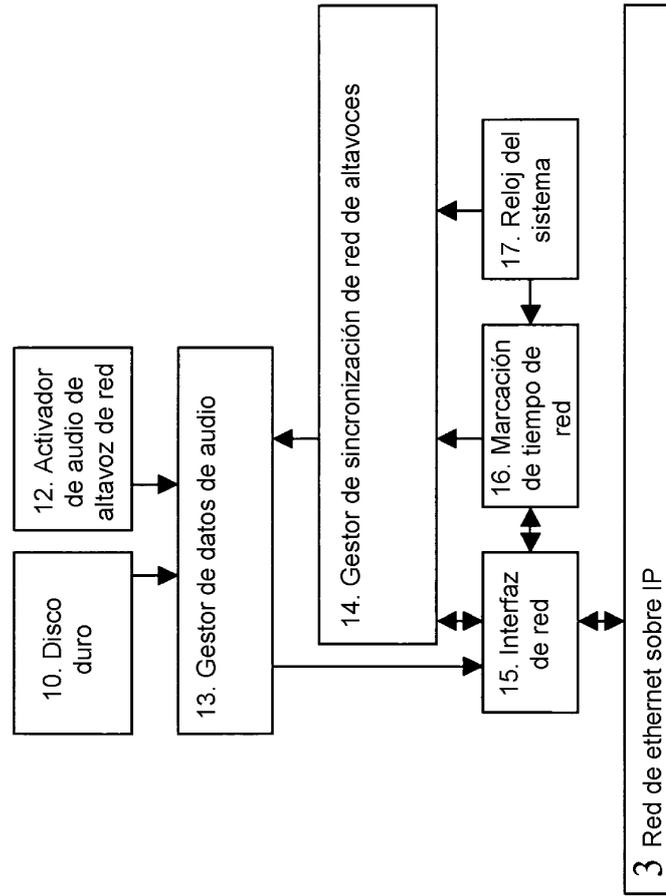


Fig. 2

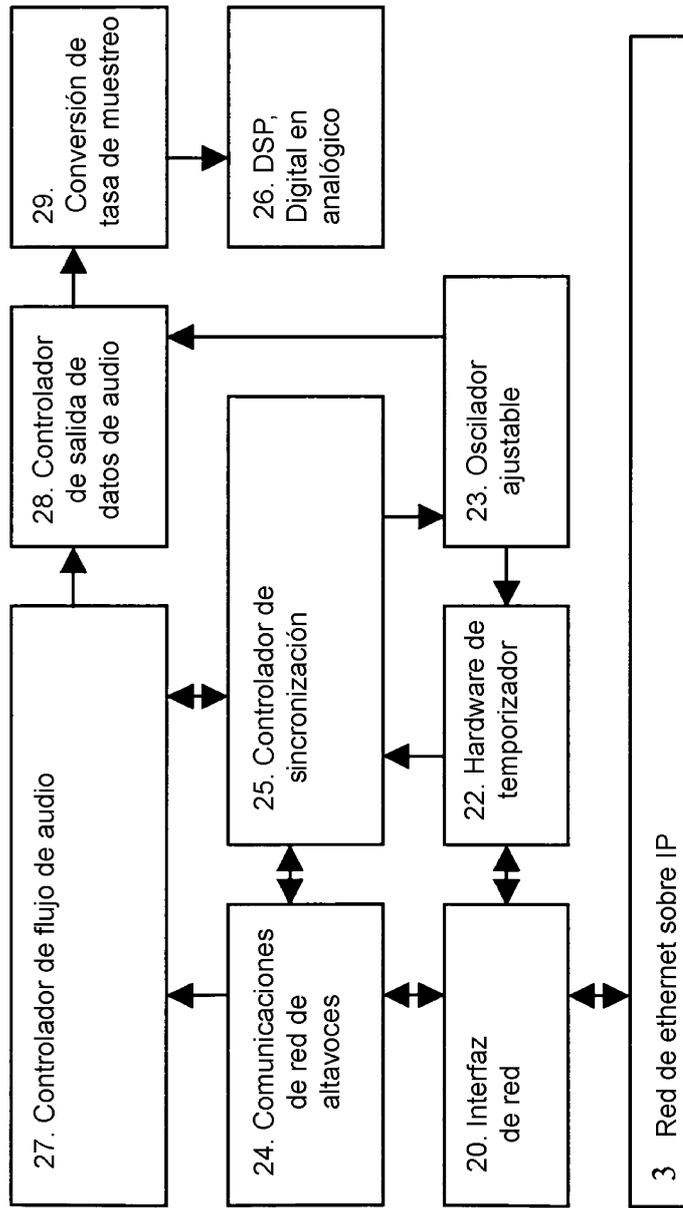


Fig. 3

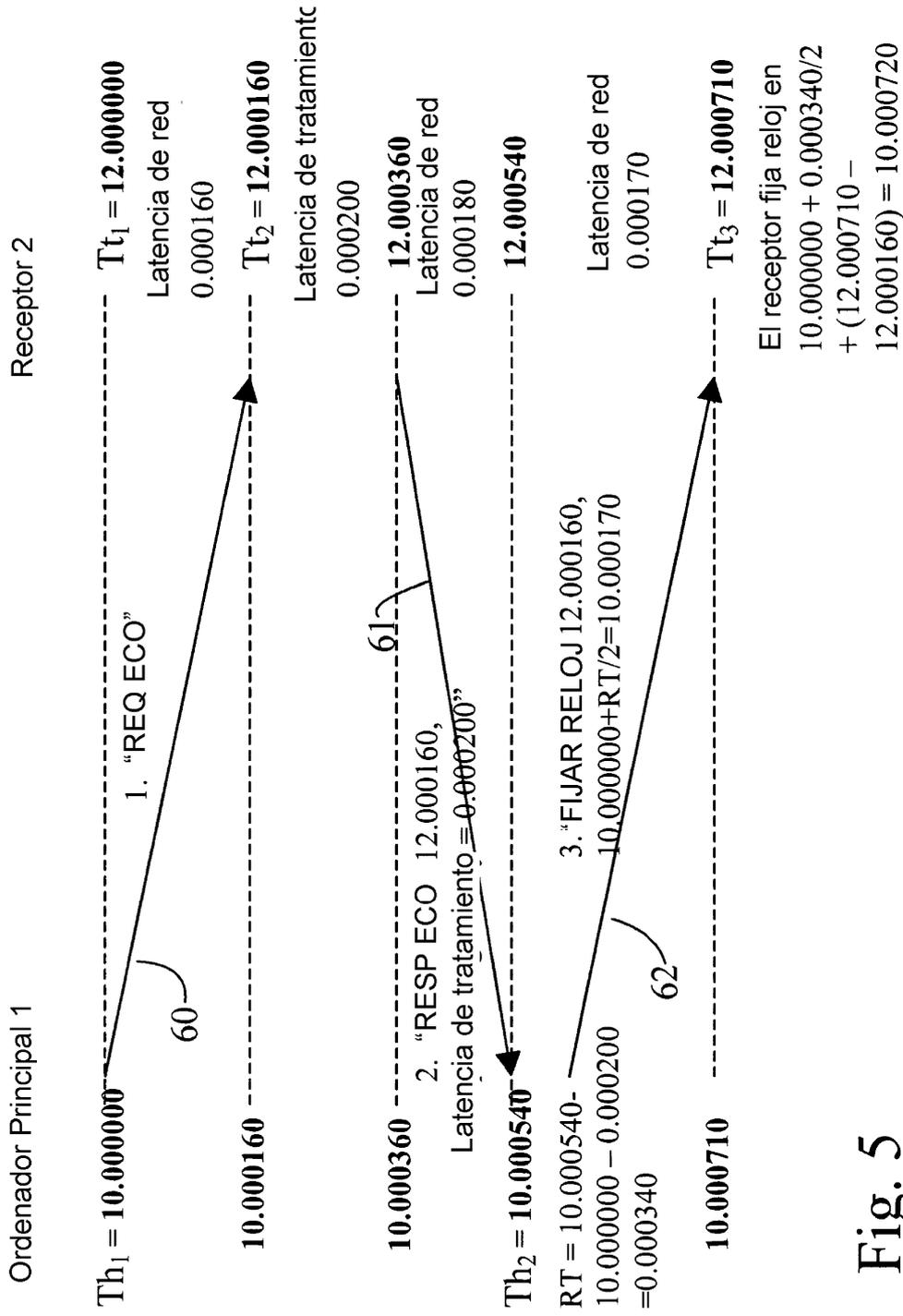


Fig. 5

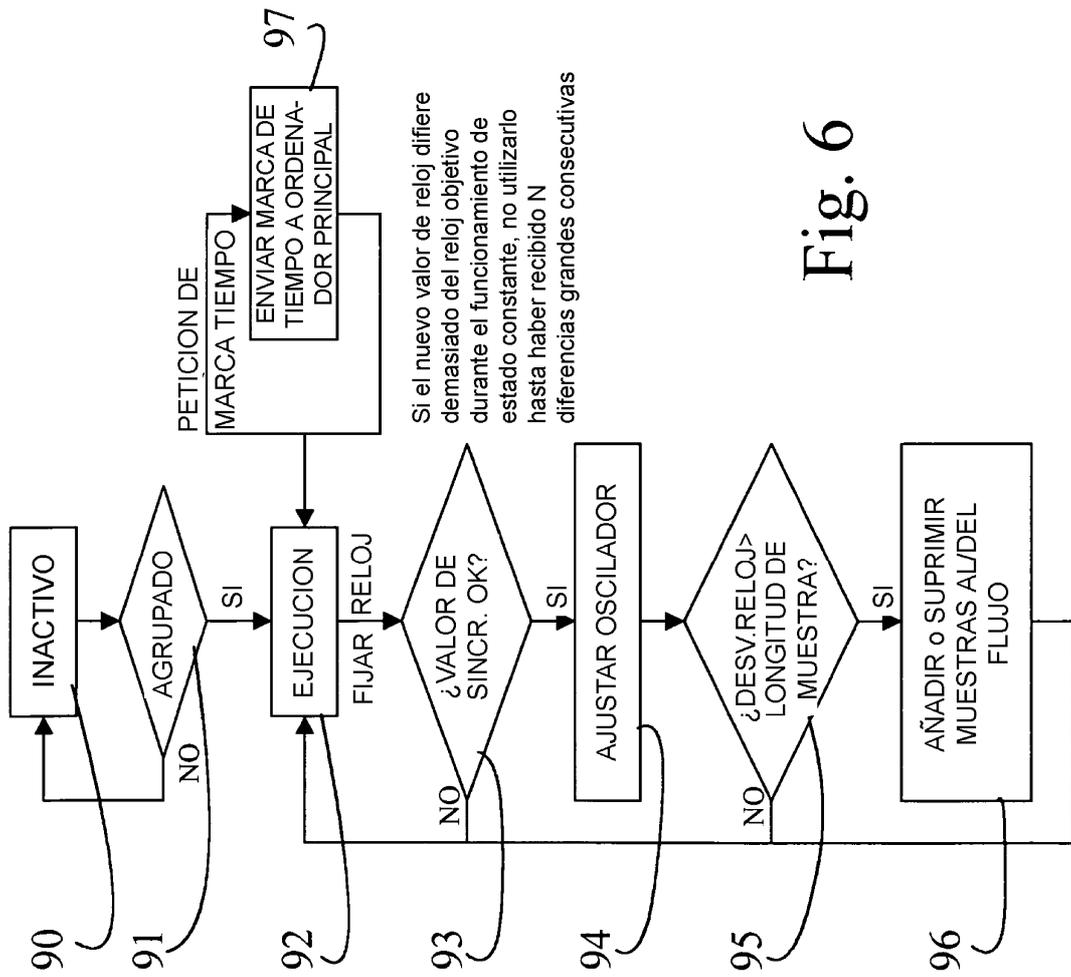


Fig. 6

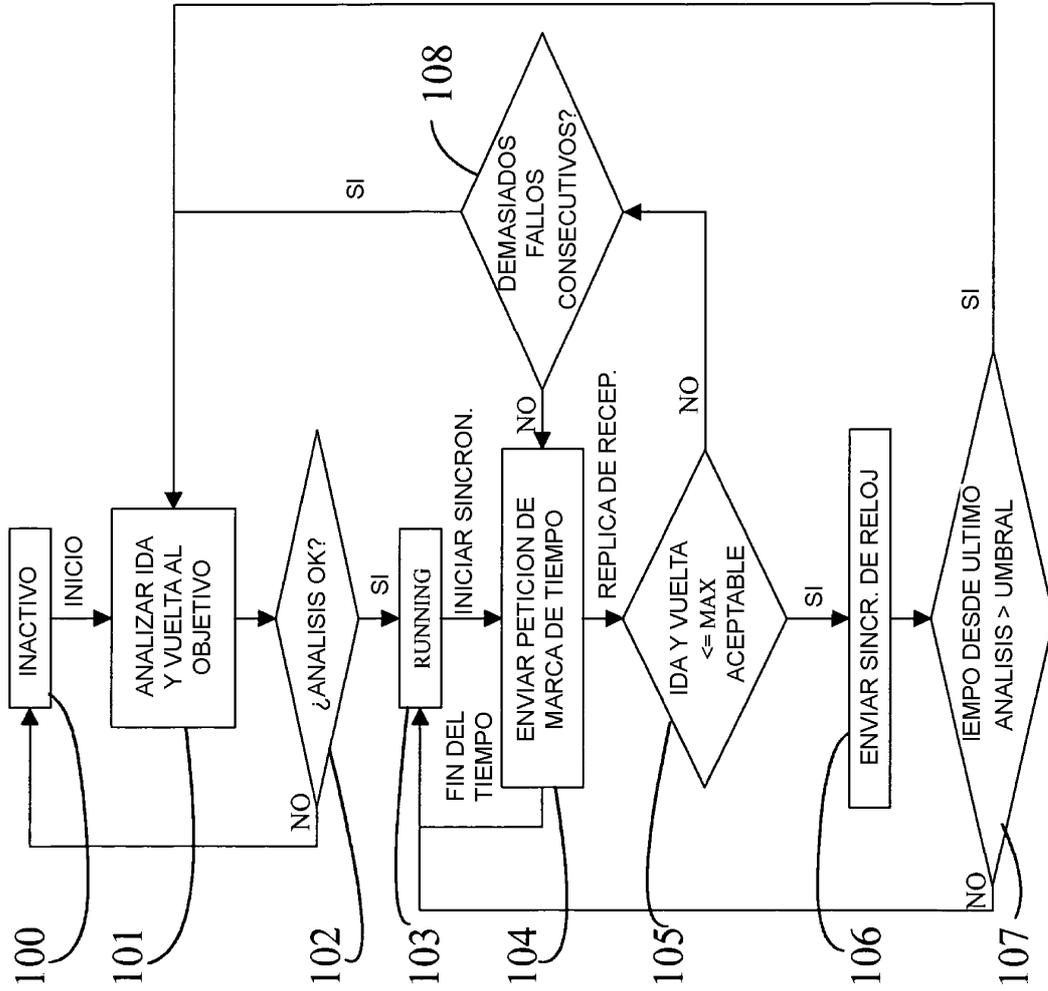


Fig. 7