



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 877**

51 Int. Cl.:  
**H04B 1/16** (2006.01)  
**H04Q 7/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04025922 .8**  
86 Fecha de presentación : **07.12.2000**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1507333**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2005**

54 Título: **Procedimiento y aparato para compensar la deriva de frecuencia en una señal de reloj de espera.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.09.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.09.2007**

73 Titular/es: **QUALCOMM INCORPORATED**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, California 92121-1714, US**

72 Inventor/es: **Challa, Raghu y**  
**Barghouti, Ihab**

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 280 877 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento y aparato para compensar la deriva de frecuencia en una señal de reloj de espera.

**5 Antecedentes de la invención****I. Campo de la invención**

10 La invención se relaciona generalmente con sistemas de comunicación móviles y en particular con técnicas para compensar el desvío de la frecuencia en un reloj de baja frecuencia empleado durante un periodo de espera entre ranuras de aviso en una estación móvil de un sistema de comunicación móvil.

**II. Descripción de la técnica relacionada**

15 Cierta estado de los sistemas de comunicación inalámbricos de la técnica, tales como los Sistemas de Acceso Múltiple por División de Códigos (CDMA), emplean aviso ranurado para permitir a las estaciones móviles que conserven la potencia de la batería. En un sistema de aviso ranurado, las señales de aviso se transmiten desde la estación base a estaciones móviles particulares solamente dentro de ranuras de aviso asignadas separadas por intervalos de tiempo predeterminados. En consecuencia, cada estación móvil individual puede permanecer en un modo de espera durante  
20 el periodo de tiempo entre ranuras de aviso consecutivas sin riesgo de que se pierdan señales de aviso. El que cualquier estación móvil particular pueda cambiar de un modo activo a un modo de espera depende, no obstante, de si la estación móvil está ocupada en cualquier actividad del usuario tal como el procesado de comandos de entrada introducidos por el usuario o el procesado de una comunicación telefónica en beneficio del usuario. Aunque se asuma que la estación móvil normalmente no está ocupada en ningún procesado en beneficio del usuario, la estación móvil apaga automáticamente los componentes internos seleccionados durante cada periodo de tiempo entre ranuras consecutivas.  
25 Un ejemplo de un sistema de aviso ranurado se describe en la Patente de EE.UU. N° 5,392,287, titulada "Apparatus and Method for Reducing Power Consumption in a Mobile Receiver", expedida el 21 de Febrero de 1995, transferida al cesionario de la presente invención incorporado aquí por referencia.

30 Por lo tanto, en un sistema de aviso ranurado, una estación móvil reduce el consumo de potencia desconectando la potencia de componentes internos seleccionados durante un periodo de espera entre ranuras consecutivas. No obstante, incluso durante el periodo de espera, la estación móvil debe rastrear fidedignamente la cantidad de tiempo transcurrido para determinar cuando tiene lugar la siguiente ranura para permitir a los componentes receptores de la estación móvil encenderse a tiempo para recibir cualesquiera señales de aviso transmitidas dentro de la ranura. Una solución  
35 a este problema es accionar un reloj de alta frecuencia durante el periodo de espera y rastrear la cantidad de tiempo transcurrido usando el reloj de alta frecuencia. Esta solución permite que el tiempo de espera se rastreado con mucha precisión usando el reloj de alta frecuencia. Sin embargo, el accionamiento del reloj de alta frecuencia consume una potencia considerable y por lo tanto no se consiguen ahorros de potencia óptimos durante el periodo de espera.

40 Por consiguiente, sería deseable emplear en su lugar una frecuencia alternativa baja, un reloj de baja potencia durante el periodo de espera para reducir más el consumo de potencia. Sin embargo, las señales de reloj de baja frecuencia y baja potencia sufren típicamente desvíos de frecuencia tales que la cantidad de tiempo transcurrido durante el periodo de espera no se puede determinar con precisión. El desvío de frecuencia en una estación móvil puede ser particularmente significativo como resultado de variaciones de temperatura en la estación móvil así como resultado  
45 de cambios en el funcionamiento de los componentes de la estación móvil o como resultado de las condiciones ambientales de la estación móvil. Por ejemplo, durante una llamada telefónica extensa, los componentes de la estación móvil pueden calentarse hasta los 87 grados Celsius. Durante un periodo extenso de inactividad, la temperatura de los componentes se puede enfriar hasta una temperatura ambiente o, quizá, 25 grados Celsius. Además, si el usuario coloca el teléfono móvil tanto en un lugar muy cálido como muy frío, el cambio de temperatura puede ser incluso  
50 más significativo. Los generadores de señal de reloj de baja potencia y baja frecuencia típicos se ven afectados significativamente incluso por cambios de temperatura relativamente menores y se ven más fuertemente afectados incluso por tales cambios amplios de temperatura. De hecho, la cantidad de desvío en una señal de reloj de baja potencia y baja frecuencia típica es suficientemente grande que si se usa en sí misma para calcular el tiempo transcurrido, hay un riesgo significativo de que la estación móvil no se reactive a tiempo de accionar los componentes para detectar una  
55 señal de aviso transmitida dentro de la siguiente ranura de aviso. En consecuencia, se pueden perder señales de aviso importantes desembocando posiblemente en llamadas telefónicas perdidas y similares.

Por consiguiente, al usar una señal de reloj de baja frecuencia para rastrear el tiempo durante un periodo de espera, la estación móvil se configura típicamente para volver a un modo activo activando una señal de reloj de alta frecuencia  
60 con bastante antelación a una próxima ranura de aviso para de este modo evitar posibles errores de cronometraje. Así, por ejemplo, si las ranuras de aviso tienen lugar cada 26,67 milisegundos, la estación móvil se puede programar para activar la señal de reloj de alta frecuencia y para accionar componentes receptores después de solamente, por ejemplo, 26 milisegundos de espera para asegurar que no se pierde la siguiente ranura de aviso. Por consiguiente, no se consiguen ahorros óptimos de potencia.

65 Una técnica que se ha propuesto para compensar los errores de cronometraje inherentes a generadores de señal de reloj de baja frecuencia y baja potencia es adaptar una duración de un periodo de espera normal en base a la precisión de cronometraje de un periodo de espera previo. Más específicamente, si se determinó que un periodo de espera previo

fue demasiado largo debido a errores de cronometraje en el generador de reloj de baja potencia y baja frecuencia, la estación móvil se programa para activarse antes en el periodo de espera normal. Para determinar si un periodo de espera es demasiado largo o demasiado corto, la estación móvil trata de detectar una sola palabra en una señal de aviso recibida, tal como un preámbulo de mensaje que signifique el comienzo de una ranura asignada. Si no se detecta la palabra única, la estación móvil concluye que se activó demasiado tarde y por tanto la duración de la espera se reduce para los periodos de espera subsiguientes. Si la palabra única se recibió correctamente, la estación móvil se activa a tiempo o se activa demasiado pronto y la duración de la espera aumenta ligeramente para el siguiente periodo de espera. Un problema con la técnica antes mencionada es que asume que cualquier fallo para detectar la palabra única es resultado de un error de cronometraje. No obstante, puede haber otras razones además de que la duración del periodo de espera de que no se recibió y desmoduló correctamente la palabra única, tales como condiciones pobres de calidad del canal de comunicación. Además, incluso si el fallo en la detección de la palabra única fue resultado de un error de cronometraje antes que otros errores de comunicación, aún así el sistema no corrige con precisión errores en la señal de reloj de baja potencia y baja frecuencia, y por lo tanto no proporciona ahorros óptimos de potencia.

Una mejora significativa se proporciona en la Solicitud de la Patente de EE.UU. N° de Serie 09/134,808, titulada "Synchronization of a Low Power Oscillator with a Referent Oscillator in a Wireless Communication Device Utilizing Slotted Paging", expedida el 14 de Agosto de 1998 y transferida al cesionario de la presente invención. En la solicitud de patente antes mencionada, los errores de cronometraje se corrigen sin depender del fallo al recibir porciones de señales transmitidas. En su lugar, el sistema incluye una unidad de estimación del error de frecuencia para estimar directamente la frecuencia del reloj de baja potencia y baja frecuencia. En un ejemplo descrito en la solicitud de patente, el error de frecuencia en un reloj de baja frecuencia se determina temporizando el reloj de baja frecuencia usando un reloj de alta frecuencia durante periodos de tiempo en los que se activa el reloj de alta frecuencia. Por ejemplo, durante cada ranura de aviso en la que se activa la señal de reloj de alta frecuencia de la estación móvil, el error de frecuencia en el reloj de baja frecuencia se calcula en base al reloj de alta frecuencia. Adicionalmente, el sistema funciona para sincronizar la activación del reloj de alta frecuencia con mucha precisión a transiciones en la señal del reloj de baja frecuencia para reducir errores.

Aunque el sistema de la solicitud de patente anteriormente mencionada proporciona una mejora significativa sobre sistemas que dependen de la detección de palabras únicas de señales transmitidas a la estación móvil, queda espacio considerable para la mejora. Para permitir que la estación móvil responda inmediatamente a cualesquiera teclas que hayan sido pulsadas por un usuario durante un periodo de espera, a menudo es deseable subdividir el periodo de espera en una secuencia de sub-periodos, también referidos aquí como "siestas". Después de cada siesta, se accionan componentes seleccionados de la estación móvil suficientemente para detectar si se ha pulsado una tecla del teclado numérico y, de ser así, se suspende el periodo de espera y se accionan otros componentes de la estación móvil según se necesiten para responder a la tecla pulsada. La duración de las siestas típicamente es de un número no entero de bucles del reloj en modo de espera de baja frecuencia. En consecuencia, pueden ocurrir errores de redondeo considerables si el reloj de baja frecuencia, por sí mismo, se emplea para cronometrar las siestas. Por consiguiente, sería deseable proporcionar un sistema para cronometrar periodos de espera que use un reloj de baja frecuencia de tal manera que elimine errores de redondeo sustanciales, y para este fin se dirigen aspectos de la invención. Además, como el error de frecuencia se calcula solamente mientras la estación móvil está en modo activo, puede que no detecte inmediatamente errores de frecuencia que ocurran durante periodos de espera extensos durante cuyo tiempo la temperatura del generador de señal del reloj de baja frecuencia disminuye significativamente. En consecuencia, incluso con el sistema mejorado de la solicitud de patente, la señal del reloj de alta frecuencia puede activarse habitualmente con algo de antelación sobre la próxima ranura de aviso esperada para explicar errores de cronometraje. Por consiguiente, no se consiguen ahorros de potencia óptimos. También sería preferible proporcionar un sistema en el que el desvío de frecuencia se estime eficazmente para permitir que el reloj de alta frecuencia en modo activo conecte lo más próximo posible con la siguiente ranura de aviso para permitir ahorros máximos de potencia durante el periodo de espera y para permitir la fácil readquisición de una señal de aviso y es a estos fines donde se dirigen otros aspectos de la presente invención.

Se llama además la atención del documento de EE.UU. A-6 016312, que se relaciona con un radioteléfono en un sistema de radio teléfono que entra en un modo de espera de baja potencia y cronometra la duración del modo de espera usando un generador de reloj de espera que tiene una basta resolución. El radioteléfono sincroniza el cronometraje del radioteléfono con el cronometraje del sistema usando un oscilador que tiene una fina resolución. Después el radioteléfono sale del modo de espera de baja potencia sincronizado con el cronometraje del sistema.

## Resumen de la invención

De acuerdo con la presente invención se proporciona un procedimiento y dispositivo para compensar el desvío de frecuencia dentro de una señal de reloj en espera usada durante un modo de funcionamiento de aviso ranurado de una estación móvil inalámbrica, como se establece en las reivindicaciones 1 a 12. En las reivindicaciones dependientes se reivindican formas de realización de la presente invención.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para rastrear la duración de un periodo de espera en una estación móvil usando un reloj de espera. El procedimiento funciona para calibrar con precisión porciones del periodo de espera. De acuerdo con este procedimiento, se inicia un periodo de espera con el periodo de espera subdividido en una secuencia de sub-periodos cada uno de duración conocida pero en los que las duraciones de los sub-periodos no son necesariamente múltiplos de números enteros de bucles del reloj de espera. Se rastrea el tiempo transcurrido dentro de cada sub-periodo individual del periodo de espera usando un contador

de espera de números enteros que rastrea bucles enteros del reloj de espera. Cualesquiera porciones fraccionarias remanentes de los bucles del reloj en modo de espera que no sean explicadas por el contador de espera de números enteros se rastrean usando un contador de espera fraccionario, contador de espera fraccionario que acumula porciones fraccionarias remanentes de bucles del reloj de espera de un sub-periodo al siguiente.

5 En una forma de realización ejemplar del primer aspecto de la invención, los sub-periodos del periodo de espera son “siestas”. Dentro de cada siesta, el contador de espera entero aumenta hacia abajo en cada bucle del reloj de espera. Cuando el contador de espera entero llega a 0, la siesta se considera culminada. Cuando la siesta ha culminado, se evalúa un teclado numérico de la estación móvil para determinar si se ha pulsado una tecla y, de ser así, el termina  
10 periodo de espera. Siempre que el contador fraccionario se desborda, un valor en curso del contador de espera entero aumenta por una porción de desbordamiento entera del contador de espera entero tal que el contador de números enteros explica el desbordamiento. Se recompone un valor en curso del contador de espera fraccionario para que solamente sea igual a la porción fraccionaria remanente, si queda alguna, del valor previo del contador de espera fraccionario tal que el contador de espera fraccionario sigue rastreando porciones fraccionarias remanentes de bucles  
15 del reloj en modo de espera.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para compensar el desvío de frecuencia en una señal de reloj de espera usada para cronometrar periodos de espera durante un modo de funcionamiento ranurado de una estación móvil inalámbrica donde la estación móvil inalámbrica recibe señales de una estación base que tiene una elevada precisión de cronometraje. El procedimiento funciona para ajustar de manera iterativa una  
20 estima del desvío de frecuencia durante un modo de espera para posibilitar la compensación eficaz del desvío de frecuencia. De acuerdo con este procedimiento, se determina una frecuencia inicial de la señal de reloj de espera después de accionar la estación móvil. Después se determina por conveniencia computacional un factor fijo de compensación del desvío de frecuencia representativo de una diferencia entre la frecuencia inicial de la señal del reloj de espera y una  
25 frecuencia nominal predeterminada (que elimina el error de redondeo). Se estima un factor dinámico de compensación del error de frecuencia representativo de una diferencia entre la frecuencia inicial y una frecuencia dinámica habitual de la señal del reloj de espera (que puede variar debido a la temperatura o el envejecimiento). Después, durante el modo de funcionamiento ranurado, se realizan de forma iterativa los siguientes pasos. El factor dinámico de compensación del error de frecuencia se actualiza determinando una cantidad de variación de señal de cronometraje entre la estación  
30 móvil y la estación base, y determinando después valores nuevos para el factor dinámico de compensación de frecuencia aplicando un valor representativo de la cantidad de variación de señal a un bucle de retroalimentación configurado para proporcionar un nuevo factor dinámico de compensación del error de frecuencia que tiene un valor seleccionado para conseguir una subsiguiente reducción de la variación de señal.

35 En una implantación ejemplar, la duración del periodo de espera se transforma en el número de relojes de espera que usan la frecuencia dinámica como estima inicial. Después de cada aviso de un periodo de espera, la estación móvil busca una señal entrante desde la estación base. Como el cronometraje se mantiene en la estación base con una precisión muy elevada, cualquier error cometido en la estima inicial de la frecuencia dinámica (que aparece debido a los efectos de redondeo o a desvíos de frecuencia inducidos por la temperatura o el envejecimiento) se mostrará como  
40 un “variación de señal” en el cronometraje de la señal entrante. La cantidad “variación de señal” indica la diferencia de cronometraje o compensación que percibe el móvil después de salir de la espera. Entonces se determina un nuevo valor para el factor dinámico de compensación de la frecuencia aplicando un valor representativo de la cantidad de la variación de señal a un filtro del bucle. En una implantación preferida, la estación móvil se configura para implantar el procedimiento de calibración mejorada y el procedimiento de estimación mejorada del desvío de frecuencia. También  
45 se proporcionan formas de realización de dispositivos de la invención.

### Breve descripción de los dibujos

50 Las características, objetos y ventajas de la invención serán más patentes a partir de la descripción detallada expuesta en lo que sigue al tomarla en conjunción con los dibujos en los que los caracteres a modo de referencia se identifican de la misma manera desde el principio hasta el fin y en los que:

55 La Fig. 1 es un diagrama de cronometraje que ilustra un par de periodos de espera consecutivos, cada uno incluyendo uno o más periodos de siesta, rastreados de acuerdo con un procedimiento ejemplar de la invención.

La Fig. 2 es un gráfico de flujo que ilustra el procedimiento ejemplar de la invención.

60 La Fig. 3 es un diagrama de cronometraje que ilustra varias señales de reloj utilizadas por el procedimiento ejemplar de la Fig. 2.

La Fig. 4 es un diagrama vectorial que ilustra ciertos valores de cronometraje procesados mediante el procedimiento de la Fig. 2.

65 La Fig. 5 es un diagrama de bloques que ilustra un bucle de retroalimentación empleado mediante el procedimiento ejemplar de la invención para estimar el desvío de frecuencia.

### Descripción detallada de las formas de realización preferidas

En relación a las figuras, ahora se describirá una forma de realización ejemplar de la invención. Inicialmente, se describirá un procedimiento mediante el cual funciona la forma de realización ejemplar para temporizar un periodo de espera usando un reloj en modo de espera y para calibrar el final del periodo de espera con precisión con una próxima ranura de aviso con referencia a las Figs. 1-3. El procedimiento funciona para calibrar con precisión la duración del periodo de espera a pesar del desvío de frecuencia que puede tener lugar durante el periodo de espera: Después, se describirá un procedimiento mediante el cual funciona la forma de realización ejemplar para estimar el desvío de frecuencia con referencia a las figuras que quedan.

La Fig. 1 es un diagrama de cronometraje que ilustra un par de periodos de espera consecutivos 100 y 102 cada uno subdividido en un conjunto de sub-periodos o "siestas" señaladas generalmente mediante la referencia numérica 104. Durante un periodo de tiempo entre cada siesta, la estación móvil activa solamente aquellos componentes necesarios para determinar si se ha pulsado una tecla en el teclado numérico. En el ejemplo de la Fig. 1, cada periodo de espera incluye solamente dos siestas. En otras implantaciones se puede emplear un número distinto de siestas. Cada periodo de espera se temporiza fundamentalmente usando solo un reloj en modo de espera que tiene una frecuencia relativamente lenta, tal como un reloj de 32 kilohercios. Como se describirá, se emplea un reloj en modo de transición que tiene una frecuencia sustancialmente mayor que el reloj en modo de espera al principio y al final del periodo de espera para ayudar a calibrar la duración del periodo de espera. La duración del periodo de espera no es necesariamente un número entero de bucles del reloj en espera. Asimismo, las duraciones de siestas individuales no son necesariamente múltiplos de número enteros del reloj en espera. Para explicar las porciones fraccionarias reloj en modo de espera, se emplea un contador fraccionario. Además, todo el conjunto de siestas del periodo de espera no explica todo el periodo de tiempo del periodo de espera. Más bien, tiene lugar un periodo de tiempo inicial  $T_a$  antes del comienzo de la primera siesta y un periodo de tiempo  $T_c$  ocurre entre el final de la última siesta y el final del periodo de espera. El periodo inicial  $T_a$  ocurre porque la primera siesta no tiene lugar hasta que se detecta un primer tono del reloj en modo de espera y el primer tono que puede deducirse del comienzo del periodo de espera. El periodo de tiempo final  $T_c$  se proporciona para permitir que el sistema calibre con precisión la finalización del periodo de espera con una próxima ranura de aviso teniendo en cuenta las porciones fraccionarias de los bucles de espera contados usando el contador fraccionario.

En relación a la Fig. 2, ahora se describirá el procedimiento mediante el cual la estación móvil determina las duraciones de varias siestas y determina la cantidad de tiempo  $T_c$  necesario para poner fin con precisión al final del periodo de espera con la siguiente ranura de aviso. La estación móvil inicia el periodo de espera en el paso 110. En el paso 112, el contador de números enteros (I\_COUNTER) y el contador fraccionario (F\_COUNT) se sitúan a 0. Después, en el paso 114, se inicia la primera de una serie de siestas. La primera siesta comienza con un tono fallido que sigue al primer tono emergente detectado del reloj en modo de espera que, como se indicaba anteriormente, puede deducirse del tiempo de inicio del periodo de espera mediante un tiempo de compensación inicial  $T_a$ .

En el paso 116, la estación móvil determina el número de bucles del reloj en espera dentro de la siesta en curso dependiente de la duración de la siesta. La duración de la siesta está predeterminada, y se pueden almacenar valores representativos de la duración en registros de memoria apropiados. Después, en el paso 118, el contador de números enteros se reposiciona hasta igualar el valor previo del contador de números enteros más el número entero de bucles en la siesta habitual. Antes de la primera ejecución del paso 118, se vuelve a poner el contador de números enteros a 0. Por consiguiente, después del paso 118, el contador de números enteros simplemente se sitúa en el número de bucles totales del reloj en espera que tienen lugar durante la primera siesta. En el paso 120, el contador fraccionario se sitúa hasta igualar el valor previo del contador fraccionario más cualquier resto fraccionario de los bucles del reloj en modo de espera de la siesta. De nuevo, antes de la primera ejecución del paso 120, el contador fraccionario se sitúa inicialmente a 0 y por lo tanto, después del paso 120, el contador de números enteros simplemente se sitúa en el número de bucles fraccionarios del reloj en espera que quedan en la primera siesta no explicados por el número entero de bucles almacenados en el contador de números enteros.

En el paso 122, si la siesta en curso es la primera siesta, entonces se determina el tiempo de compensación  $T_a$  entre el inicio del periodo de espera y el inicio de la primera siesta. En la implantación preferida, la duración del tiempo de compensación se determina activando un reloj en modo de transición de alta frecuencia antes del comienzo del periodo de espera, contando después el número de bucles del reloj en modo de transición que tienen lugar entre el inicio del periodo de espera y el inicio de la primera siesta. Se proporcionan más detalles concernientes al reloj en modo de transición en una Solicitud de Patente de EE.UU. en trámite titulada "Method and Apparatus for Activating a High Frequency Clock Following a Sleep Mode within a Mobile Station Operating in a Slotted Paging Mode", presentada al mismo tiempo que la presente, transferida al cesionario de la presente solicitud, e incorporada aquí por referencia.

En el paso 124, la estación móvil determina entonces si la siesta normal es la segunda siesta y de ser así funciona para sustraer el tiempo de compensación inicial  $T_a$  del valor en curso del contador fraccionario en el paso 126. Por consiguiente, durante una segunda siesta, la estación móvil reposiciona el contador fraccionario para compensar el tiempo de compensación inicial. Siguiendo, no obstante, con el procesado que tiene lugar durante la primera siesta, la ejecución procede directamente del paso 14 al paso 126 en el que la estación móvil determina el desvío de frecuencia en la primera siesta. El modo mediante el cual se estima el desvío de frecuencia se describirá en lo que sigue.

La estima del desvío de frecuencia incluye una porción entera (I\_DRIFT) y una porción fraccionaria remanente (F\_DRIFT). La porción entera representa la cantidad de desvío de frecuencia que tiene lugar en la siesta en bucles

## ES 2 280 877 T3

completos del reloj en modo de espera. La cantidad de desvío de frecuencia probablemente no será con precisión igual a un número entero de los bucles del reloj en modo de espera. Cualquier resto fraccionario se representa mediante F\_DRIFT. En el paso 118, la estación móvil añade I\_DRIFT a I\_COUNT y también añade F\_DRIFT a F\_COUNT para explicar de este modo ambas porciones entera y fraccionaria del desvío de frecuencia. Después del paso 128, es posible que el contador fraccionario sea mayor de 1. Tal puede ocurrir, por ejemplo, si toda la porción fraccionaria del desvío de frecuencia determinada en el paso 126 y la porción fraccionaria de la duración de la siesta determinada en el paso 120 si conjuntamente superan un bucle completo del reloj en modo de espera. Para asegurar que el contador fraccionario permanece entre 0 y 1,0, la estación móvil determina, en el paso 130, si el F\_COUNT es mayor de 1 y, de ser así, se realiza el paso 132 en el que el contador de números enteros aumenta en 1 y el contador fraccionario disminuye en 1. Después del paso 132, la ejecución vuelve al paso 130, en el que la estación móvil determina de nuevo si el contador fraccionario es mayor de 1,0 y, de ser así, se repite el paso 132. De esta manera, los pasos 130 y 132 se repiten en un bucle hasta que el contador fraccionario se reposiciona hasta un valor entre 0 y 1,0.

Por otra parte, después del paso 128, es posible que el contador fraccionario sea menor de 0. Tal puede ocurrir si el valor de desvío de frecuencia es un valor negativo y es mayor en magnitud que el resto fraccionario determinado en el paso 120. Para asegurar que el contador fraccionario permanece entre 0 y 1,0, la estación móvil determina en el paso 134 si el F\_COUNT es de menos de 0 y, de ser así, se realiza el paso 136 en el que el contador de números enteros disminuye en 1 y el contador fraccionario aumenta en 1. Después del paso 136, la ejecución vuelve al paso 134, en el que la estación móvil determina si el contador fraccionario es aún negativo y, de ser así, se repite el paso 136. De esta manera, los pasos 134 y 136 se repiten en un bucle hasta que el contador fraccionario se reposiciona hasta un valor entre 0 y 1,0.

En el paso 138, la estación móvil explica cualquier tiempo de aviso necesario (o intervalo de precalentamiento) requerido al final de cada siesta para permitir que los componentes de la estación móvil se accionen para detectar si se han pulsado teclas cualesquiera en el teclado numérico. En consecuencia, en el paso 138, la estación móvil determina la duración del periodo de aviso en bucles del reloj en modo de espera, luego sustrae el periodo de aviso del valor mantenido normalmente con un contador de números enteros. La duración del periodo de aviso está predeterminada y se pueden almacenar valores representativos en registros de memoria apropiados. Advertir que cualquier porción fraccionaria del periodo de aviso no se explica por separado. En otras implantaciones, el periodo de aviso se puede dividir en una porción entera y una porción fraccionaria con la porción fraccionaria sustraída también del contador fraccionario.

Por tanto, después del paso 138, el contador de números enteros contiene un valor que indica el número de bucles del reloj en modo de espera que tienen lugar entre el comienzo de la siesta habitual y el comienzo del periodo de aviso al final de la siesta, ajustado, por ejemplo, para explicar el desvío de frecuencia. Comenzando en el paso 140, la estación móvil cronometra la siesta sustrayendo 1 del valor de I\_COUNT con cada tic del reloj en modo de espera comprobando después, en el paso 142, para determinar si el I\_COUNT ha llegado a 0. Una vez que el I\_COUNT ha llegado a 0, se ha alcanzado el punto y momento en que los componentes de la estación móvil necesitan activarse para facilitar cualquier proceso requerido al final de la siesta. Ya el paso 144, la estación móvil comienza a activar aquellos componentes y, tras completar el periodo de activación, realiza cualesquiera funciones necesarias tales como determinar si se ha pulsado cualquiera de las teclas del teclado numérico. Si se ha pulsado alguna tecla, o si la estación móvil determina que se requiere cualquier otro procesado, entonces la estación móvil se activa en el paso 146. Dependiendo de la implantación, esto puede implicar accionar todos los componentes que quedan de la estación móvil o quizá accionar solamente aquellos componentes requeridos para realizar las funciones particulares requeridas. En cualquier caso, el reloj de alta frecuencia se activa en el paso 146 y concluye el procesado adicional de modo de espera.

Si, no obstante, en el paso 144 la estación móvil determina que no se han pulsado teclas y que no se requiere otra acción, la ejecución avanza hasta el paso 148 donde la estación móvil determina si la siesta recién terminada era la última siesta del periodo de espera. Si no, después en el paso 150, la estación móvil comienza la siguiente siesta provocando que la ejecución vuelva al paso 116 en el que la estación móvil determina el número de bucles del reloj en espera dentro de la nueva siesta y avanza como se describe anteriormente.

De esta manera, hasta que se haya pulsado una tecla o hasta que se termine la última siesta, la estación móvil ejecuta los pasos 116 - 150 en un bucle continuo. Advertir que, aunque el I\_COUNT del contador de números enteros siempre será igual a 0 al inicio de cada bucle de siesta (es decir, en el paso 116), el F\_COUNT del contador fraccionario típicamente no será igual a 0 al comienzo de ninguna siesta distinta de la primera. Más bien, el contador fraccionario conservará cualquier recuento fraccionario previo que se mantuviera ahí. A este respecto, el contador fraccionario acumula porciones fraccionarias de bucles de espera desde una siesta hasta la siguiente. Finalmente el contador fraccionario probablemente se desbordará, es decir, el contador fraccionario en algún momento se posicionará en un valor mayor de 1,0. De ser así, después durante una primera ejecución subsiguiente del paso 130, el desbordamiento se explica aumentando el I\_COUNT en 1 y disminuyendo el F\_COUNT en 1. De esta manera, tras la conclusión de cada siesta, el contador fraccionario será de nuevo igual a algún valor entre 0 y 1,0. Por lo tanto, sólo los restos fraccionarios de bucles de espera se llevan desde una siesta hasta la siguiente y todas las porciones enteras se explican dentro de cada siesta individual. En otras palabras, la duración de cada siesta se calibra para estar dentro de al menos un bucle de espera de la duración de siesta deseada.

Finalmente, en el paso 148, la estación móvil detectará que la siesta recién terminada es la última siesta y, de ser así, la ejecución avanza hasta el paso 152 o en la estación móvil comienza a explicar el periodo de tiempo remanente T,

## ES 2 280 877 T3

necesario para activar los componentes receptores de la estación móvil a tiempo para la siguiente ranura de aviso. En algunas circunstancias, solamente tendrá lugar una siesta sencilla dentro del periodo de aviso, por tanto la última siesta es también la primera siesta. Tal puede ocurrir, p.ej., cuando la estación móvil se activa debido a un acontecimiento en el teclado numérico que ocurre durante la primera siesta. Antes se advirtió que durante una segunda siesta, en los pasos 5 124 y 126, el contador fraccionario se reposiciona para explicar el tiempo de compensación inicial  $T_a$ . Sin embargo, si solamente hay una única siesta, no se habrá ejecutado el paso 126. En consecuencia, la estación móvil determina en el paso 152 si la siesta recién terminada era la única siesta y, de ser así, el paso 154 se realiza para sustraer el tiempo de compensación inicial del valor habitual del contador fraccionario. En cualquier caso, la ejecución avanza hasta el paso 126 en el que la estación móvil reactiva después el reloj en modo de transición para cronometrar la cantidad remanente 10 de tiempo especificado por el contador fraccionario y, cuando ha transcurrido ese periodo, entonces la estación móvil se activa en el paso 146.

Por tanto, la Fig. 2 ilustra un procedimiento mediante el que la estación móvil calibra con precisión la duración de todo el periodo de espera para activar los componentes receptores de la estación móvil justo a tiempo para recibir 15 una señal de aviso, si existiese, proporcionada en la siguiente ranura de aviso. Por consiguiente, los componentes receptores permanecen desactivados durante la máxima duración posible para así ganar la máxima cantidad de ahorros de potencia durante el periodo de espera. El calibrado preciso se consigue, en parte, usando el contador de espera fraccionario anteriormente mencionado que acumula porciones fraccionarias de bucles completos del reloj en espera desde una siesta hasta la siguiente para permitir que finalmente se puedan explicar aquellas porciones fraccionarias 20 antes de la activación de los componentes receptores.

En lo que sigue, se describe un ejemplo específico para uso en una estación móvil configurada de acuerdo con la norma IS-95A. De acuerdo con la norma IS-95A, una estación móvil CDMA o “estación suscriptor” que funciona en un modo ranurado maximiza el tiempo de alerta pasando a espera, dependiendo de un parámetro, el Índice de Bucle de Ranura (SCI). La estación suscriptor se activa cada  $(1,28 * 2^{SCI})$  segundos para controlar que su ranura asignada de 80 ms reciba avisos. Por ejemplo, con un SCI = 0, la estación suscriptor permanece activa idealmente durante 80 ms y en espera durante 1,2 segundos. Como se indica anteriormente, la estación debe activar una cantidad suficiente de tiempo antes del límite de la siguiente ranura para tener cuidado con acontecimientos tales como calentamiento de componentes de la frecuencia de radio (RF), estabilización del sintetizador, settling del reloj, búsqueda y adquisición de muestra CDMA, reasignación digital y calentamiento del decodificador. 30

Como se muestra en la Fig. 3, en cada bucle de espera la unidad entra en espera en siestas para permitir un buen tiempo de respuesta si el usuario pulsa una tecla mientras está en espera. La duración del bucle de espera y duración de la siesta se eligen para que sean múltiples de entre un periodo numérico pseudoaleatorio  $T_{PN}$  (también conocido como bucle PN) para que después de la activación, la muestra pueda ser encontrada fácilmente. El  $T_{PN}$  puede ser, por ejemplo, 26,67 milisegundos. Cada siesta se divide además en: (1) “tiempo de espera”, en el que toda la unidad se pone en espera y (2) “tiempo de activación”, en el que la frecuencia de radio y unidades análogas se encienden para el calentamiento. Cuando la estación suscriptor está en espera, el tiempo del sistema se mantiene aproximadamente cronometrando los contadores que mantienen la pista de la duración de la espera con una combinación del reloj en espera para una cronometraje basta (resolución máxima de  $1/60K = 16,7$  microsegundos) y el reloj en modo de transición (SLPCHIPX8) para el cronometraje fina (resolución de  $1/(8*1,2288e6) = 0,102$  microsegundos). 40

Un ejemplo de los acontecimientos que constituyen un bucle de espera se muestra en la Fig. 3 la onda E de la figura señala cada acontecimiento en el bucle de espera como sigue: 45

- Antes de t1: cuando es tiempo de espera, el software apaga todas las funciones del reloj innecesarias excepto el desmodulador del CDMA y una función decodificadora del reloj, RXCHIPX8 (Forma de onda B).
- Una siesta (que es un múltiplo de 26,67 ms) se divide en tiempo de espera y tiempo de calentamiento y se programa como la duración del primer intervalo de siesta mediante los registros SLEEP\_INTERVAL y WU\_TIME.
- El software escribe un bit ASIC\_SLEEP\_ARM de un registro SLEEP\_CTL, que indica que la estación suscriptor debe pasar a espera en el siguiente bucle PN (indicado por t1).
- Siempre, el reloj en espera (Forma de onda D) avanza asincrónico a una función del reloj CDMA de alta frecuencia CHIPX8, mientras el SLPCHIPX8 (Forma de onda C) está en sincronización con el RXCHIPX8, habiendo sido derivados de la misma fuente, CHIPX8.
- En el tiempo t1: cuando tiene lugar un bucle PN, la función del reloj RXCHIPX8 se deshabilita poniendo la estación suscriptor en espera. Es desde este punto en adelante que es deseable que el periodo de espera sea muy próximo a múltiplos de 26,67 ms usando los contadores SLEEP\_INTERVAL y WU\_TIME que funcionan con el reloj en espera. Para explicar el reloj en espera asincrónico un contador en modo de transición llamado CHIPX8\_SLEEP\_TIME comienza a contar los SLPCHIPX8 que han transcurrido desde t1 hasta el siguiente pico ascendente del reloj en espera.
- En el tiempo t2: el pico ascendente del reloj en espera tiene lugar en el tiempo en el que la función del reloj SLPCHIPX8 se deshabilita, congelando el CHIPX8\_SLEEP\_TIME, proporcionando de este modo una estima de la duración temporal (t2-t1) en unidades chipx8. 65

## ES 2 280 877 T3

• En el tiempo t3: después de media duración del reloj en espera una señal SLEEP\_N (Forma de onda A) desciende en el pico descendente del reloj en espera provocando que los otros componentes digitales, analógicos y de RF en el teléfono hagan una transición a un modo de baja potencia. Si hay chipx8's  $N_{SC}$  en un bucle del reloj en espera, el tiempo total transcurrido en este punto se da mediante:  $T_A = (t2-t1) + (t3-t2) = \{CHIPX8\_SLEEP\_TIME + \_N_{SC}\}$  chipx8. Se puede advertir que a partir de esta definición,  $T_A$  estará en el intervalo de bucles de reloj atrasado de  $\_1\_$ . Las siestas subsiguientes se ajustan para explicar este tiempo extra de espera que pertenece al cristal de espera asincrónico. Además, un contador SLEEP\_INTERVAL que funciona con el reloj en espera comienza la cuenta atrás.

• En el tiempo t4: el contador SLEEP\_INTERVAL impone una interrupción de la activación cuando alcanza el recuento cero. El microprocesador se activa suficientemente para determinar si el hardware necesita estar activo en la siguiente ranura o para revisar un acontecimiento de pulsado de tecla.

• Si ninguna de estas condiciones se cumple, el software asegura que el hardware puede permanecer en espera manteniendo la señal SLEEP\_N activa durante la cuenta atrás del calentamiento (vía contador WU\_TIME). En este momento, el software estima el número de relojes en espera necesarios para entrar en espera en la siguiente siesta, dependiendo de diversos factores tales como la duración de la siguiente siesta, el desfase asincrónico en los errores en el reloj atrasado, de desvío y de redondeo que surgen a partir del uso del reloj en espera para aproximar un bucle múltiple de PN. El procedimiento exacto de calibrado se resumió anteriormente y se detalla más a fondo a continuación.

• En el tiempo t5: cuando el contador WU\_TIME expira, se carga un nuevo valor obtenido en el paso previo en el contador SLEEP\_INTERVAL. El contador WU\_TIME es una constante precalculada especificada por los requisitos de calentamiento de un hardware RF. El microprocesador vuelve a espera aguardando la interrupción de la activación de la siguiente siesta.

• En el tiempo t6: si no obstante quedan interruptos pendientes de revisar o si esta es la última siesta permitida en este bucle de espera, se activa el hardware para que esté listo para la siguiente ranura provocando que la clavija SLEEP\_N se vuelva inactiva en la interrupción de activación. Mientras el contador WU\_TIME hace la cuenta atrás, los componentes analógicos y de RF se calientan.

• En el tiempo t7: el contador WU\_TIME expira, indicando el final de la última siesta y la función SLPCHIPX8 se encienden en el tiempo t8. Como nota aparte, el tiempo total transcurrido durante todas las siestas, señalado por  $T_B = t7-t3$ , estará próximo a múltiplos de número enteros de relojes de espera. Debido a los diversos factores mencionados previamente que se usan en el calibrado de la espera, normalmente habrá una cantidad de tiempo residual (una fracción de reloj en espera) para la que la estación suscriptor todavía necesita permanecer en espera. Este reloj en espera fraccionario (señalado por  $T_C$ ) se transforma en unidades chipx8 y se programa en el CHIPX8\_SLEEP\_TIME que comienza la cuenta atrás cronometrada por el SLPCHIPX8.

• En el tiempo t9: el CHIPX8\_SLEEP\_TIME expira, y el hardware enciende el RXCHIPX8 en el tiempo t10. La última duración temporal de interés es  $T_C = t9-t7$ .

Por tanto, una de las principales metas del proceso de calibrado es asegurar que la duración del bucle de espera  $T_{SLEEP} = T_A + T_B + T_C$  sea un múltiplo de 26,67 ms.

Como se menciona anteriormente, el cristal de espera es un oscilador de baja frecuencia económico, y por lo tanto puede tener errores de alta frecuencia (del orden de  $\pm 200$  ppm) debido a factores tales como la temperatura, el envejecimiento y tolerancia parcial. Para alcanzar una fecha límite real estricta que se estipula en el mecanismo de espera de la norma IS-95A, es importante tener una buena estima actualizada de la frecuencia del reloj en espera antes de poner la estación suscriptor en espera. Se usa un "bucle de Estimación del Error de Frecuencia" (FEE) para proporcionar estimas seguidas de la frecuencia del reloj atrasado. El FEE se usa en el calibrado de las dos maneras siguientes, distintas pero relacionadas.

La frecuencia eficaz del reloj atrasado  $F_{sc}$  cae en el intervalo de 30-60 KHz, el valor exacto de la cual se especifica mediante el fabricante de la estación suscriptor. Es conveniente efectuar el calibrado de forma independiente del reloj en espera exacto, por lo tanto la FEE se usa inicialmente para estimar la frecuencia del reloj en espera cada vez que la estación suscriptor se activa.

El principio básico subyacente a la FEE es contar el número de chipx8 (que es un reloj muy estable a la hora de rastrear el cronometraje del sistema) que han transcurrido en un periodo de reloj atrasado. Como ejemplo, suponer que el fabricante ha elegido un oscilador cuya frecuencia real es  $F_{SC}^A = 32,76$  KHz. Entonces, cada reloj en espera tendrá  $N_{SC}^A = 300,073$  chipx8/reloj en espera. Para acomodar los chipx8 fraccionarios de significancia en el proceso de recuento, la FEE realmente cuenta el número de chipx8 en  $L^{FEE} = 255$  relojes en espera. La FEE proporciona continuamente el recuento de chipx8 una vez cada reloj en espera  $L^{FEE}$  mientras que la estación suscriptor está activa.

Como la precisión de la FEE está limitada a solamente un chipx8 en relojes atrasados  $L^{FEE}$ , el error de cuantificación máximo resultante es  $= 1,44$  Hz (24 ppm) a  $F_{SC}^A = 60$  kHz. Para suavizar el error de cuantificación, se usan muestras FEE de filtros de ventana medios en movimiento (MAW) de duración  $L^{MAW} = 256$  que proporciona estimas de  $F_{SC}^A$  con un error de cuantificación próximo a cero.

## ES 2 280 877 T3

La duración del filtro es un compromiso entre el error de cuantificación y el tiempo de respuesta. La ventaja de usar un filtro MAW en lugar del tipo incorporar-y-volcar de promediar es que el filtro MAW tiene una respuesta más rápida para cambios en la frecuencia de entrada ya que se actualiza con cada muestra FEE. Específicamente, el MAW proporciona una entrada cada salida FEE, mientras que el filtro de incorporar-y-depositar proporciona una salida cada  $L^{MAW}$  muestras FEE. Si  $N_{FEE}^{MAW}$  es la salida del filtro MAW que funciona en las salidas FEE, entonces la estima inicial de la frecuencia del reloj en espera en activación se puede calcular como:

$$F_{SC}^A = F_{C8} \times L^{FEE} \times L^{MAW} / N_{FEE}^{MAW} \text{ Hz.} \quad \text{Eq. 1}$$

Es conveniente realizar todos los cálculos en base a una frecuencia de reloj en espera nominal constante, antes que la variable  $F_{SC}^A$ . Por tanto una frecuencia nominal deriva de la  $F_{SC}^A$  real, tal como:

$$F_{SC}^N = \lfloor F_{SC}^A / 75 \rfloor \times 75 \text{ Hz} \quad \text{Eq. 2}$$

es un múltiplo de 75.  $\lfloor X \rfloor$  y  $\lceil X \rceil$  indican respectivamente las porciones entera y fraccionaria de X. Debido a esta elección, la frecuencia específica del fabricante se puede desviar de la frecuencia nominal tanto como  $(F_{SC}^A - F_{SC}^N) < \pm 75/2 \text{ Hz}$  ( $\pm 600 \text{ ppm}$ ) y aún trazarse a la misma frecuencia nominal.

La frecuencia dinámica de cristal de espera se indica aquí mediante  $F_{SC}^D$ .

Después del uso inicial de la FEE para estimar  $F_{SC}^A$ ,  $F_{SC}^D$  también se usa durante el funcionamiento ranurado para estimar la diferencia  $(F_{SC}^D - F_{SC}^A)$  usando el MAW. Los cálculos realizados al usar la frecuencia de reloj en espera nominal  $F_{SC}^N$  se ajustan para explicar los errores (1) debidos a diferencias en las frecuencias de reloj en espera nominales y reales  $(F_{SC}^A - F_{SC}^N)$  y (2) debidos a variaciones de temperatura  $(F_{SC}^D - F_{SC}^A)$ , vía dos “compensaciones de desvío” definidas como sigue:

- “Compensación Fija de Desvío (FDC)” que ajusta el error fijo conocido  $(F_{SC}^A - F_{SC}^N)$  en el que se incurre al usar  $F_{SC}^N$  en lugar de  $F_{SC}^A$ . La FDC necesaria por cada bucle PN puede mostrarse igual a:

$$N_{FDC} = (1 - F_{SC}^N / F_{SC}^A) \times F_{C8} \times T_{PN} \text{ chipx8s/PN roll} \quad \text{Eq. 3}$$

- “Compensación Dinámica de Desvío (DDC)” que explica la desviación de frecuencia que varía dinámicamente de  $(F_{SC}^D - F_{SC}^A)$  se da igualmente mediante:

$$N_{DDC} = (1 - F_{SC}^N / F_{SC}^D) \times F_{C8} \times T_{PN} - N_{FDC} \text{ chipx8s/PN roll} \quad \text{Eq. 4}$$

Bajo la suposición de que el cristal de espera está funcionando a su frecuencia nominal de  $F_{SC}^N \text{ Hz}$ , habrá  $F_{C8} / F_{SC}^N \text{ chipx8's/nom\_sleep clock}$ .

Entonces, la cantidad de error en el que se incurre en chipx8 para cada reloj en espera nominal cuando el cristal de espera en realidad está funcionando a  $F_{SC}^A \text{ Hz}$  es de  $(\frac{1}{F_{SC}^A} - \frac{1}{F_{SC}^N}) \times F_{C8} \text{ chipx8's/nom\_SC}$ . El error de chipx8 por bucle PN o FDC de la ecuación 3 se obtiene multiplicando la anterior expresión por:

$$F_{SC}^N \text{ nom\_SC/sec} \times T_{PN} \text{ sec/PN roll.}$$

La relación entre las dos compensaciones de desvío se muestra en la Fig. 4. La suma de DDC y FDC constituye la compensación de desvío total necesaria para ajustar los cálculos basados en  $F_{SC}^N$ . Advertir que en lugar de estos dos desvíos distintos, se puede definir un único “desvío total” basado directamente en la diferencia de las frecuencias dinámica y nominal  $(F_{SC}^D - F_{SC}^N)$ . Sin embargo, la ventaja de dividir la compensación de desvío es que el desvío dinámico tiende a tener una magnitud pequeña que puede filtrarse (si así se desea) sin problemas de saturación ni desbordamiento.

Al comienzo de cada siesta, la duración de la siesta está dividida en (1) un número entero máximo posible de reloj en espera nominal que se cargará en los registros SLEEP\_INTERVAL y WU\_TIME y (2) un reloj en espera

## ES 2 280 877 T3

fraccionario que se almacena y acumula en las siestas subsiguientes en una variable llamada “contador de tic residual”,  $R_{TCK}$ . Siempre que  $R_{TCK}$  “se desborda” en un reloj atrasado entero se reduce de nuevo a un reloj en espera fraccionaria, mientras el reloj en espera entero se explica en el registro SLEEP\_INTERVAL. Durante el bucle de espera, la estación suscriptora está en espera solamente para relojes atrasados ( $SLEEP\_INTERVAL + WU\_TIME$ ) en cada siesta que se representa mediante la duración  $T_B$  en la Fig. 1. Cuando es hora de activar al final de la última siesta, los contenidos finales de  $R_{TCK}$  representan la duración del reloj en espera fraccionario que la estación suscriptora necesita para entrar en espera para convertir el bucle de espera en un múltiplo del bucle PN. Esto se consigue programando el contador CHIPX8\_SLEEP\_TIME con el valor de  $R_{TCK}$  que se recupera para el tiempo  $T_C$ . El contador CHIPX8\_SLEEP\_TIME puede acomodar un máximo de 3 relojes de espera cuando la frecuencia es la menor (= 32 KHz), que justifica nuestro esfuerzo para mantener el  $R_{TCK}$  bajo un reloj en espera. Como por definición  $R_{TCK}$  representa el tiempo extra que la estación suscriptora necesita para entrar en espera, es importante asegurarse de que es positivo.

Los cálculos de espera se hacen a la frecuencia de reloj atrasado nominal constante, por tanto, existe la necesidad de explicar la diferencia en las frecuencias de reloj atrasado nominal y dinámica (la real) vía cálculo de desvío total, FDC + DDC de la sección previa. En la práctica la DDC como se calcula en la ecuación 5 al final de un intento/llamada de acceso se usa para iniciar un bucle de retroalimentación de segundo orden que se diseña para minimizar el error de calibrado. Para bucles de espera subsiguientes la DDC se deriva del bucle de retroalimentación como se explicará en lo que sigue.

1) Antes de cada bucle de espera ( $t_1$ ):

- a) Si hay suficiente tiempo para estar en espera antes del siguiente bucle PN combinatorio, dividir la duración de la espera en múltiples siestas de duraciones  $C_1, C_2, \dots, C_M$  (es decir, hay M siestas), tales como  $T_{SLEEP} = C_1 + C_2 + \dots + C_M$ .

2) Antes de cada bucle de espera ( $t_1$ ): las últimas estimas de desvío de frecuencia se obtienen:

- a) Si (primer bucle de espera después del final del acceso/llamada/analógico), iniciar el bucle de retroalimentación con la DDC de la ecuación 4.

- b) Si (no primera espera), actualizar el bucle de retroalimentación con variación de señal determinado en una búsqueda previa de readquisición de la espera. En resumen, después de cada activación, la estación móvil busca señales transmitidas desde una estación base. El cronometraje de señales proporcionada por la estación base tiene una precisión muy elevada. En consecuencia, cualquier error cometido en una estima previa de la frecuencia dinámica (que quizás surge debido a efectos de redondeo o desvíos de frecuencia inducidos por temperatura o envejecimiento) aparece como una variación de señal en el cronometraje de la señal entrante. La variación de señal, aquí, indica la diferencia de cronometraje o compensación entre el cronometraje de señales recibidas desde la estación base y el cronometraje interna dentro de la estación móvil tras la activación desde un periodo de espera.

- c) Cálculo de DDC del bucle de retroalimentación.

3) Antes de cada siesta ( $t_1, t_4$ ): antes de cada siesta ( $t_1$ ) o tras la activación de cada siesta subsiguiente ( $t_4$ ), si se permite a la estación suscriptora entrar en espera para la siguiente siesta, se lleva a cabo el siguiente proceso de calibrado:

- a) Si (primera siesta): iniciar SLEEP\_COUNTER y  $R_{TCK}$ :

$$SLEEP\_COUNTER \leftarrow 0$$

$$R_{TCK} \leftarrow 0$$

- b) Si (segunda siesta): por ahora, como la estación suscriptora ha entrado en espera durante un tiempo extra  $T_A$  (que generalmente no es un reloj en espera entero), eliminar esa cantidad del contador de tic residual:  $R_{TCK} \leftarrow R_{TCK} - T_A$ .

- c) Dividir la duración de siesta  $C_m$  en las de los relojes de espera nominales entero y fraccionario  $[X]_{SC}^N, (X)_{SC}^N$  que indican respectivamente el número entero y fraccionario de las duraciones de reloj en espera nominal en X:

$$SLEEP\_COUNTER \leftarrow [C_m]_{SC}^N + SLEEP\_COUNTER$$

$$R_{TCK} \leftarrow (C_m)_{SC}^N + R_{TCK}$$

d) Compensar el desvío:

$$\text{SLEEP\_COUNTER} \leftarrow \lfloor N_{\text{FDC}} + N_{\text{DOC}} \rfloor_{\text{SC}}^M + \text{SLEEP\_COUNTER}$$

$$R_{\text{TCK}} \leftarrow (N_{\text{FDC}} + N_{\text{DOC}})_{\text{SC}}^N + R_{\text{TCK}}$$

e) Si ( $R_{\text{TCK}}$  “se desborda”) en un reloj en espera entero, reducirlo a un reloj en espera fraccionario y explicar la porción entera en el registro SLEEP\_COUNTER:

$$\text{SLEEP\_COUNTER} \leftarrow \lfloor R_{\text{TCK}} \rfloor_{\text{SC}}^M + \text{SLEEP\_COUNTER}$$

$$R_{\text{TCK}} \leftarrow (R_{\text{TCK}})_{\text{SC}}^N$$

f) Si ( $R_{\text{TCK}}$  de los tics residuales es negativo): debido principalmente al paso 3.b, volverlo positivo para que si la estación suscriptora tiene que activarse en la siguiente siesta, programe un  $R_{\text{TCK}}$  positivo en el contador CHIPX8\_SLEEP\_TIME:

$$\text{SLEEP\_COUNTER} \leftarrow -1 + \text{SLEEP\_COUNTER}$$

$$R_{\text{TCK}} \leftarrow 1 + R_{\text{TCK}}$$

g) Si (primera siesta): antes de programar la primera siesta (en el tiempo  $t_1$  de la Fig. 3), el valor del tiempo extra  $T_A$  (=  $-1$  del reloj en espera) que la estación suscriptora entra en espera no es aún conocida para uso en calibrado del reloj en espera asincrónico. Si la estación suscriptora tiene que activarse por sí misma en la primera siesta, los tics residuales tienen que ser positivos. Para asegurarnos, ajustar SLEEP\_COUNTER y  $R_{\text{TCK}}$  para entrar en espera para dos de los relojes en espera menos en la primera siesta:

$$\text{SLEEP\_COUNTER} \leftarrow -2 + \text{SLEEP\_COUNTER}$$

$$R_{\text{TCK}} \leftarrow 2 + R_{\text{TCK}}$$

h) Dividir la duración de la siesta resultante en SLEEP\_COUNTER y WU\_TIME (una constante precalculada en base al tiempo de calentamiento de FR). En una estación suscriptora lógica específica, los contadores recuentan relojes extra elevados además de los valores programados, que tienen que ser explicados. Entre las siestas existe también un reloj extra de incremento requerido por la maquina oficial para cambiar el estado y que entre en espera de nuevo:

$$\text{SSLEEP\_COUNTER} \leftarrow \text{SLEEP\_COUNTER} - \text{WARMUP\_TIME}$$

$$\text{SSLEEP\_COUNTER} \leftarrow \text{SLEEP\_COUNTER} - \text{OVERHEAD} - 1$$

4) Tiempo de activación ( $t_7$ ): en la última siesta, según el WU\_TIME está haciendo la cuenta atrás, se hacen los siguientes cálculos:

- a) Si (primera siesta): Si se requiere activar la estación suscriptora después de la primera siesta (ver 3.g) el control no llega a 3.b en el que se hace un ajuste para  $T_A$ . De modo que el tiempo  $T_A$  es explicado en los tics residuales como:  $R_{\text{TCK}} \leftarrow R_{\text{TCK}} - T_A$ . La operación 3.g asegura que  $R_{\text{TCK}}$  es positivo.
- b) El CHIPX8\_SLEEP\_TIME se carga con  $R_{\text{TCK}}$  (en chipx8) y se hace la cuenta atrás en chipx8, para finalmente activar la estación suscriptora.

5) Readquisición tras la activación ( $t_{10}$ ):

- a) El proceso de calibrado precedente asegura que la estación suscriptora entre en espera durante un número entero de bucles PN con precisión muy elevada (depende de la estimación de desvío). En consecuencia, el

## ES 2 280 877 T3

investigador debería encontrar la muestra con compensación mínima en relación a su posición antes de la espera. Cualquier error en la compensación de desvío se muestra como “variación de señal de readquisición”.

- 5           b) La variación de señal de readquisición se almacena para ser usado más tarde en el siguiente bucle de espera para desarrollar el bucle de retroalimentación para modificar o corregir la DDC como se mostrará en la siguiente sección.

10           Como se indicaba anteriormente, la FEE se usa inicialmente para estimar la frecuencia del cristal de espera específico del fabricante  $F_{SC}^A$  de la que deriva la frecuencia nominal  $F_{SC}^N$ . Después de la estimación de frecuencia inicial, si la estación suscriptora va al sistema de acceso/canales de tráfico/AMPS, su temperatura interna podría aumentar considerablemente provocando que la frecuencia dinámica  $F_{SC}^D$  difiera de su estima inicial. Para manejar esta situación la FEE se usa para estimar el desvío de frecuencia dinámico cada vez que la unidad vuelve al modo de aviso ranurado.

15           Sin embargo, esta estimación de “única vez” del desvío dinámico en el comienzo del modo ranurado típicamente no es suficiente ya que el cambio de frecuencia puede ocurrir sobre varios bucles de espera puesto que la unidad se enfría hasta su temperatura ambiente. Además los cambios en la temperatura ambiente también se producen.

20           Se puede demostrar que un error dado cometido en la compensación de desvío del calibrado causa un desvío de la muestra proporcional (o activación de la variación de señal de readquisición). Por ejemplo, si la estación suscriptora tuviera que entrar en espera por  $\tau$  chipx8 y un error de calibrado provocara solamente una espera por valor de  $(\tau - \delta)$  chipx8, el investigador vería el desvío de la muestra por  $\delta$  chipx8 tras la activación. Este hecho se utiliza para establecer un bucle de retroalimentación que modifica adaptativamente la compensación dinámica de desvío (UDC) para minimizar cualquier error.

25           La Fig. 5 es un diagrama de bloques funcional del bucle de retroalimentación. El proceso de calibrado descrito anteriormente se realiza mediante una unidad de calibrado de espera 200, que acepta las siguientes cuatro entradas externas:

- 30           1. Frecuencia dinámica de cristal atrasado  $F_{SC}^D$ , que tiene que rastrear,se,  
2. Frecuencia de reloj atrasado nominal  $F_{SC}^N$ , una constante después de la estimación de la activación,  
35           3. Compensación fija de desvío  $N_{FCD}$ , una constante después de la estimación de la activación, y  
4. Compensación dinámica de desvío  $N_{DDC}$ , que es la variable de rastreo.

40           La unidad de calibrado de espera emplea estos valores en las ecuaciones de cálculo de espera anteriormente descritas para determinar cuando activar otros componentes de la estación móvil para recibir señales de aviso o para manejar otras tareas requeridas. Como parte de los cálculos de espera la unidad de calibrado de espera cuenta bucles del reloj en espera atrasado durante periodos de espera. La unidad de calibrado de espera finalmente produce una señal de activación que es usada por otros componentes de la estación móvil.

45           La unidad de calibrado de espera se emplea con un bucle de retroalimentación proporcionado para compensar el desvío de la frecuencia de cristal de reloj atrasado para que la señal de activación se emita en sincronización con señales de aviso emitidas por la estación base para minimizar el tiempo de readquisición piloto. Por consiguiente el propósito del mecanismo de retroalimentación es usar  $F_{SC}^N$ ,  $N_{FCD}$ ,  $N_{DDC}$  para derivar un valor ajustado para  $N_{DDC}$  (usado en los cálculos de espera descritos anteriormente) para compensar cambios en la frecuencia del cristal atrasado  $F_{SC}^D$ .

50           La Fig. 5 también muestra un interruptor retráctil (FS) conceptual 202 que determina la fuente de  $N_{DDC}$ . Cada vez que la estación suscriptora deja el modo de aviso ranurado (debido a razones detalladas anteriormente) el interruptor se pone en la posición “A”.

55           Consecuentemente, la FEE aporta la estima inicial del desvío dinámico una vez que la estación retorna al modo de aviso ranurado. Después de tal iniciación del bucle, el interruptor se pasa a la posición “B” y permanece allí mientras la estación está en modo de aviso ranurado. Estando en la posición B un filtro de bucle 204 aporta una estima correcta del  $N_{DDC}$ .

60           En cada ranura de aviso, la estación móvil realiza un proceso de readquisición piloto para recuperar la señal piloto desde la estación base más cercana. Una vez que el piloto se ha recuperado, se recibe un valor representativo de cronometraje preciso de la estación base del tiempo verdadero. Como se indicaba anteriormente, cualquier compensación entre los valores de cronometraje proporcionados por la estación base y los valores de cronometraje determinados en la estación móvil es variación de señal: la cantidad de variación de señal se determina en base a una comparación de las respectivas señales de cronometraje de la estación móvil y de la estación base. La variación de señal se evalúa como una variación de señal por bucle PN. Una señal representativa de la variación de señal por bucle PN se aplica al filtro del bucle de retroalimentación cada bucle de espera. El filtro del bucle calcula un valor ajustado para el  $N_{DDC}$  en base al valor en curso de la variación de señal/bucle PN y a partir de valores predeterminados del bucle descritos anteriormente. Entonces se aplica el valor ajustado de  $N_{DDC}$  al SLEEP\_COUNTER como se describe anteriormente

## ES 2 280 877 T3

en la sección 3.d para compensar cualquier desvío en el reloj en modo de espera. Advertir que el valor para  $N_{DDC}$  no se aplica directamente al filtro del bucle. Más bien, solamente se aplica el valor en curso de la variación de señal. Sin embargo, con la selección adecuada de los valores predeterminados usados en el filtro del bucle, el filtro produce un valor ajustado de  $N_{DDC}$ . El valor ajustado se determina mediante el filtro del bucle para que la cantidad de variación de señal en el siguiente bucle de readquisición piloto debería ser menor que antes. Con iteraciones repetidas, el  $N_{DDC}$  converge en un valor numérico sustancialmente fijo que tiene un valor medido para asegurar que la variación de señal está próxima a cero. La reducción iterativa de la variación de señal hasta cerca de cero tiene lugar típicamente muy deprisa después de la reentrada de la estación móvil en el modo de aviso ranurado. De ahí en adelante, el bucle de retroalimentación proporciona cualquier ligero ajuste al  $N_{DDC}$  para mantener la variación de señal próximo a cero. De esta manera, la producción de señal de activación por la unidad de calibrado de espera permanece sustancialmente en sincronía con ranuras de aviso de la estación base para que se minimice el tiempo de readquisición piloto.

Los valores apropiados para uso en el bucle de retroalimentación para reducir la variación de señal cerca de cero y para mantenerlo cerca de cero dependen de las características particulares de la estación móvil, del reloj en espera y de todo el sistema inalámbrico y se determinan, para cada forma de realización particular, vía experimentos rutinarios u otras técnicas convencionales. Además, la elección del orden del filtro del bucle es dependiente del tipo de tránsito de frecuencia de entrada que se necesita rastrear. Si el cristal atrasado solamente tiene una incertidumbre de frecuencia constante, un bucle de primer orden es suficiente para rastrear la compensación de frecuencia constante. Sin embargo en la práctica el tránsito de frecuencia tiene una forma parabólica que vuelve a un filtro de segundo o tercer orden más deseable. Para los índices de bucle de ranura pequeños usados más a menudo en la práctica ( $SCI = 0,1,2$ ), el tránsito de frecuencia se aproxima muy bien mediante una única función en rampa, que se rastrea con un error de estado estable mínimo mediante un bucle de segundo orden.

Si el bucle se repite cada periodo de espera con la variación de señal  $S \leftrightarrow T_{SLEEP}$  visto en esa duración de la espera, las ganancias del bucle muestreadas ( $\hat{a}_1, \hat{a}_2$ ) se pueden expresar en términos del ancho de banda del ruido del bucle  $B_L$  y de relación de reducción  $\zeta$  de un bucle de retroalimentación de tiempo continuo equivalente dado por:

$$\begin{aligned} \hat{a}_1 &= 2\zeta \sqrt{\hat{a}_2 + \hat{a}_2/2} \quad \text{donde,} & \text{Ec. 5} \\ \hat{a}_2 &= (4B_L - 1) \times (T_{SLEEP})^2 \end{aligned}$$

donde  $B_L$  y  $\zeta$  se pueden elegir de acuerdo con la señal de entrada y las características del ruido. El "ruido" en el bucle aparece debido a las fluctuaciones en la posición del piloto en un entorno que se atenúa y de muchas vías.

La expresiones para las ganancias del bucle muestreadas dadas en la ecuación 5 son válidas bajo la suposición de que el bucle se ha muestreado uniformemente, es decir, si y solo si el intervalo de repetición del bucle  $T_{SLEEP}$  permanece constante. Para un SCI dado la duración de la espera se puede expresar como:  $T_{SLEEP} = 2^{SCI} \times 1,28 - T_{ACTIVE}$ , donde  $T_{ACTIVE}$  es el tiempo invertido por una estación suscriptora que desmodula el canal de aviso cuando está activo. Como  $T_{ACTIVE}$  depende de la duración de los mensajes del canal de aviso, no existe garantía para algunas implantaciones de que el  $T_{SLEEP}$  sea una constante. En consecuencia, para aquellas implantaciones, como el bucle no se actualiza uniformemente a tiempo, la aproximación al bucle de retroalimentación en tiempo continuo a un bucle muestreado que dio origen a la ecuación 9 puede requerir ajuste.

Aunque la duración del bucle de espera varía aleatoriamente, al menos se garantiza substancialmente que es un múltiplo del bucle PN. Este hecho se explota para formular una configuración de bucle con un error de frecuencia definido como variación de señal/bucle PN ( $S \leftrightarrow T_{NP}$ ) en lugar de variación de señal/bucle de espera ( $S \leftrightarrow T_{SLEEP}$ ) y actualizar el filtro del bucle a la duración del bucle de espera  $T_{SLEEP}$ . Para implantaciones en las que el bucle de espera es solamente un bucle PN de duración, las ganancias del bucle pueden expresarse como:

$$\begin{aligned} \hat{a}_1 &= 2\zeta \sqrt{\hat{a}_2 + \hat{a}_2/2} \quad \text{donde,} & \text{Ec. 6} \\ \hat{a}_2 &= (4B_L - 1) \times (T_{PN})^2 \end{aligned}$$

Las ganancias del bucle calculadas así para bucles de espera de un único bucle PN se pueden usar para otras duraciones de la espera  $T_{SLEEP}$  manteniendo a la vez en mente que el ancho de banda del ruido del bucle eficaz ya no será más  $B_L$  y es dependiente del SCI.

La Tabla I proporciona un resumen de las diversas variables empleadas en conexión con las descripciones anteriores.

ES 2 280 877 T3

Variable	Definición	Comentarios	Valor
F <sub>SC</sub>	Intervalo de frecuencia del cristal atrasado (reloj en espera)		30-60 kHz ó de 1,92 a 3,84 MHz
F <sub>CXB</sub>	Frecuencia del reloj CHIPX8	8*1,2288 MHz	9,8304 MHz
T <sub>PN</sub>	Duración de un bucle PN		26,67 ms
T <sub>A</sub>	Tiempo necesario para calibrar el reloj atrasado asincrónico		Reloj en espera _-1_
T <sub>B</sub>	Tiempo en espera durante siestas		Bucles PN enteros
T <sub>C</sub>	Tiempo residual necesario para convertir la duración de la espera en un múltiplo del bucle PN		Reloj en espera fraccionario
T <sub>SLEEP</sub>	Duración del bucle de espera	T <sub>A</sub> +T <sub>B</sub> +T <sub>C</sub>	Bucles PN enteros

ES 2 280 877 T3

5	$F_{SC}^A$	Frecuencia en curso del reloj en espera	Específica del fabricante del teléfono	P.ej. 32,76 kHz
	$F_{SC}^N$	Frecuencia nominal del reloj en espera	Conveniencia de cálculo (Ec. 2)	32,7 kHz
10	$F_{SC}^D$	Frecuencia dinámica del reloj en espera	Dependiente de temperatura	P.ej. 32,0 kHz
15	$F_{SC}^{D-E}$	Frecuencia dinámica estimada del reloj en espera	Estimada mediante bucle de retroalimentación	
20	$N_{SC}^A$	Nº de chipx8 en el reloj en espera real	$F_{CXB} / F_{SC}^A$	P.ej. 300,073 chipx8/reloj en espera
25	$L^{FEE}$	Nº de relojes de espera contados por FEE		255 relojes de espera
30	$L^{MAW}$	Duración del filtro MAW	Elección de diseño	256 FEE
35	$N_{FEE}^{MAW}$	Salida del filtro MAW que funciona en las salidas de FEE del $L^{FEE}$		
40	$F_{TC}$	Frecuencia real de TC	$F_{CXB}/2$	4,1952 MHz
45	$F_{TC}^N$	Frecuencia nominal de TC	Definida para realizar cálculos de elevada precisión con un reloj de baja frecuencia	P.ej. 4,905 MHz
50	$N_{FDC}$	Compensación Fija de Desvío	Para compensar la diferencia fija ( $F_{SC}^A - F_{SC}^N$ )	
55	$N_{DDC}$	Compensación Dinámica de Desvío	Para compensar la diferencia dinámica ( $F_{SC}^D - F_{SC}^A$ )	
60	$R_{TCK}$	Contador de tic residual	Acumula los tics del reloj en espera fraccionario de todas	Positivo y menos que un reloj en espera

65

		las siestas	
5	$C_m$	Duración de la enésima siesta	Bucles PN enteros
10	$\Delta F_{sc}^D$	Error en la estima del bucle de retroalimentación	$F_{sc}^D - F_{sc}^{D-E}$
15	S	Variación de señal de readquisición/seg visto al final de un bucle de espera	Proporcional al error $\Delta F_{sc}^D$
20	( $\hat{a}_1, \hat{a}_2$ )	Ganancias del filtro del bucle del bucle digital	
25	( $B_L \zeta$ )	Ancho de banda de ruido del bucle y relación de amortiguación de un bucle continuo equivalente	
30			
35			
40	SCI	Índice de Bucle de Ranura	Norma IS-95 A De 0 a 7

Las formas de realización ejemplares se han descrito fundamentalmente con referencia a diagramas de bloque y gráficos de flujo que ilustran características que guardan relación con las formas de realización. Según los gráficos de flujo, cada paso representa un paso de un procedimiento y un elemento de dispositivo para implantar el paso del procedimiento. El elemento de dispositivo puede representar un medio para implantar el paso del procedimiento, un dispositivo para implantar el paso del procedimiento u otro elemento estructural para implantar el paso del procedimiento. Debería apreciarse que no todos los componentes de una implantación total de un sistema práctico se ilustran o describen en detalle necesariamente. Más bien, solamente se han ilustrado y descrito aquellos componentes necesarios para un conocimiento riguroso de la invención. Las implantaciones reales pueden contener más componentes o, dependiendo de la implantación, pocos componentes. La descripción de las formas de realización ejemplares se proporciona para capacitar a cualquier persona experta en la técnica para hacer o usar la presente invención. Diversas modificaciones de estas formas de realización resultarán patentes para aquellos expertos en la técnica y los principios generales aquí definidos pueden aplicarse a otras formas de realización sin el uso de la facultad inventiva. Por tanto, la invención no trata de limitarse a las formas de realización aquí mostradas sino que se le confiere el alcance más amplio consistente con los principios y características nuevas descritas aquí.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para compensar el desvío de frecuencia dentro de una señal de reloj de espera usada durante un modo de funcionamiento de aviso ranurado de una estación móvil inalámbrica, dicha estación móvil en comunicación periódica con una estación base que proporciona señales de cronometraje, comprendiendo dicho procedimiento los pasos de:

determinar una frecuencia inicial  $F_{SC}^A$  de la señal del reloj en espera que sigue a la activación de la estación móvil;

determinar un factor fijo de compensación del desvío de frecuencia  $N_{FDC}$  representativo de una diferencia entre la frecuencia inicial  $F_{SC}^A$  de la señal del reloj en espera y una frecuencia nominal predeterminada  $F_{SC}^N$ .

estimar un factor dinámico de compensación del desvío de frecuencia  $N_{DDC}$  representativo de una diferencia entre la frecuencia inicial  $F_{SC}^A$  y una frecuencia  $F_{SC}^D$  en curso de la señal del reloj en espera; y

actualizar iterativamente el factor dinámico de compensación del error de frecuencia  $N_{DDC}$  durante el modo de funcionamiento ranurado determinando una cantidad de variación de señal de cronometraje entre la estación móvil y la estación base, y determinando después valores nuevos para el factor dinámico de compensación de frecuencia  $N_{DDC}$  aplicando un valor representativo de la cantidad de la variación de señal a un bucle de retroalimentación configurado para proporcionar un nuevo factor dinámico de compensación del error de frecuencia  $N_{DDC}$  que tiene un valor seleccionado para conseguir una subsiguiente reducción de la variación de señal.

2. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el paso de determinar la frecuencia nominal de la señal de reloj de espera se realiza una vez después de cada activación de la estación móvil.

3. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el paso de estimar el factor dinámico de compensación de frecuencia se realiza una vez para cada entrada en el modo de funcionamiento ranurado.

4. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el paso de determinar un valor nuevo para el factor dinámico de compensación de frecuencia se realiza una vez cada bucle de señal de reloj de espera.

5. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el bucle de retroalimentación incluye un filtro de bucle representado por:

$$\dot{a}_1 = 2 \zeta \sqrt{\dot{a}_2 + \dot{a}_2/2} \quad \text{donde,}$$

$$\dot{a}_2 = \frac{-4 \cdot B_L}{2\zeta + \frac{1}{(2\zeta)^2}} \sqrt{\leftrightarrow T_{SLEEP}^2}$$

donde  $B_L$  es un valor predeterminado del ancho de banda del ruido del bucle,  $\zeta$  es una relación de reducción predeterminada y  $T_{SLEEP}$  es la duración de un periodo de espera.

6. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el bucle de retroalimentación incluye un filtro de bucle representado por:

$$\dot{a}_1 = 2 \zeta \sqrt{\dot{a}_2 + \dot{a}_2/2} \quad \text{donde,}$$

$$\dot{a}_2 = \frac{-4 \cdot B_L}{\left(2\zeta + \frac{1}{2\zeta}\right)^2} \sqrt{\leftrightarrow (T_{PN})^2}$$

donde  $B_L$  es un valor predeterminado del ancho de banda del ruido del bucle,  $\zeta$  es una relación de reducción predeterminada y en el que una duración del periodo de espera es un múltiplo de  $T_{PN}$  que es un periodo de tiempo predeterminado.

7. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el orden del filtro del bucle se selecciona en base a un grado de incertidumbre en la frecuencia de la señal del reloj en espera.

8. El procedimiento de la reivindicación 7 en el que la frecuencia de la señal del reloj en espera es constante y en el que se emplea un bucle de primer orden.

## ES 2 280 877 T3

9. El procedimiento de la reivindicación 7 en el que se representa una incertidumbre en la señal del reloj en espera mediante una función parabólica y en el que el bucle es al menos un bucle de segundo orden.

5 10. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la estación móvil inalámbrica se configura para funcionar en el modo de aviso ranurado y dentro de un modo AMPS y en el que se emplea un circuito de estimación del error de frecuencia para estimar un valor nuevo para el factor dinámico de compensación del error de frecuencia siguiente a cada transición desde el modo AMPS al modo de aviso ranurado.

10 11. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la variación de señal se determina recibiendo periódicamente señales de cronometraje de la estación base y comparando la señal de cronometraje de la estación base con la señal de cronometraje generada en la estación móvil.

15 12. Un dispositivo para compensar el desvío de frecuencia dentro de una señal de reloj en espera usada durante un modo de funcionamiento de aviso ranurado de una estación móvil inalámbrica, estando dicha estación móvil en comunicación periódica con una estación base que proporciona señales de cronometraje, comprendiendo dicho dispositivo:

20 medios para determinar una frecuencia inicial  $F_{SC}^A$  de la señal del reloj en espera que sigue a la activación de la estación móvil;

medios para determinar un factor fijo de compensación del desvío de frecuencia  $N_{FDC}$  representativo de una diferencia entre la frecuencia inicial  $F_{SC}^A$  de la señal del reloj en espera y una frecuencia nominal predeterminada  $F_{SC}^N$ ;

25 medios para estimar un factor dinámico de compensación del desvío de frecuencia  $N_{DDC}$  representativo de una diferencia entre la frecuencia inicial  $F_{SC}^A$  y una frecuencia en curso  $F_{SC}^D$  de la señal del reloj en espera; y

30 medios, operativos durante el modo de operación de aviso ranurado, para actualizar iterativamente el factor dinámico de compensación del error de frecuencia  $N_{DDC}$  determinando una cantidad de variación de señal de cronometraje entre la estación móvil y la estación base, y determinando después valores nuevos para el factor dinámico de compensación de frecuencia  $N_{DDC}$  aplicando un valor representativo de la cantidad de la variación de señal a un bucle de retroalimentación configurado para proporcionar un nuevo factor dinámico de compensación del error de frecuencia  $N_{DDC}$  que tiene un valor seleccionado para conseguir una subsiguiente reducción de la variación de señal.

35 13. El dispositivo de la reivindicación 12 en el que los medios para determinar la frecuencia nominal de la señal de reloj en espera funcionan una vez después de cada activación de la estación móvil.

40 14. El dispositivo de la reivindicación 12 en el que los medios para estimar el factor dinámico de compensación de frecuencia funcionan una vez para cada entrada en el modo de funcionamiento ranurado.

45 15. El dispositivo de la reivindicación 12 en el que los medios para determinar una cantidad de variación de señal en la señal de reloj en espera y para determinar después un valor nuevo para el factor dinámico de compensación de frecuencia funcionan una vez cada bucle de la señal de reloj en espera.

16. El dispositivo de la reivindicación 12 en el que el filtro del bucle se representa mediante:

$$\begin{aligned} \dot{a}_1 &= 2 \zeta \sqrt{\dot{a}_2} + \dot{a}_2/2 \quad \text{donde,} \\ \dot{a}_2 &= (4B_L - 1) \longleftrightarrow (T_{SLEEP})^2 \end{aligned}$$

55 donde  $B_L$  es un valor predeterminado del ancho de banda del ruido del bucle,  $\zeta$  es una relación de reducción predeterminada y  $T_{SLEEP}$  es la duración de un periodo de espera.

17. El dispositivo de la reivindicación 12 en el que el filtro del bucle se representa mediante:

$$\begin{aligned} \dot{a}_1 &= 2 \zeta \sqrt{\dot{a}_2} + \dot{a}_2/2 \quad \text{donde,} \\ \dot{a}_2 &= (4B_L - 1) \longleftrightarrow (T_{PN})^2 \end{aligned}$$

65 donde  $B_L$  es un valor predeterminado del ancho de banda del ruido del bucle,  $\zeta$  es una relación de reducción predeterminada y en el que una duración del periodo de espera es un múltiplo de  $T_{PN}$  que es un periodo de tiempo predeterminado.

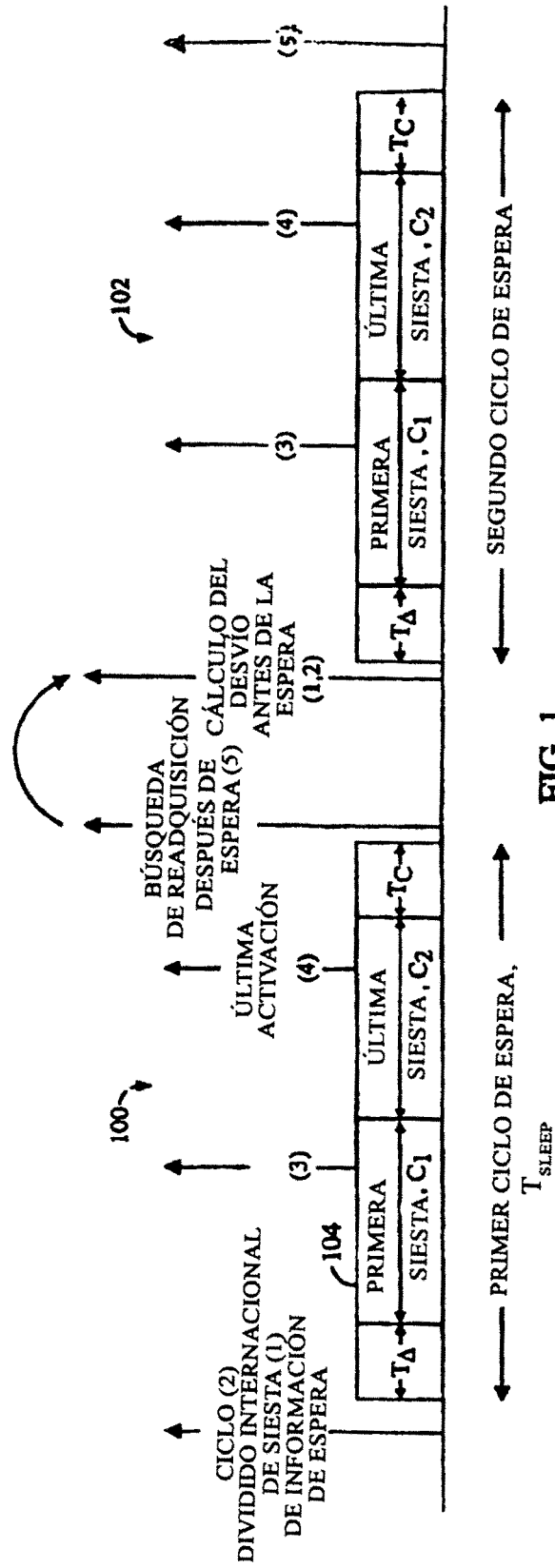


FIG. 1

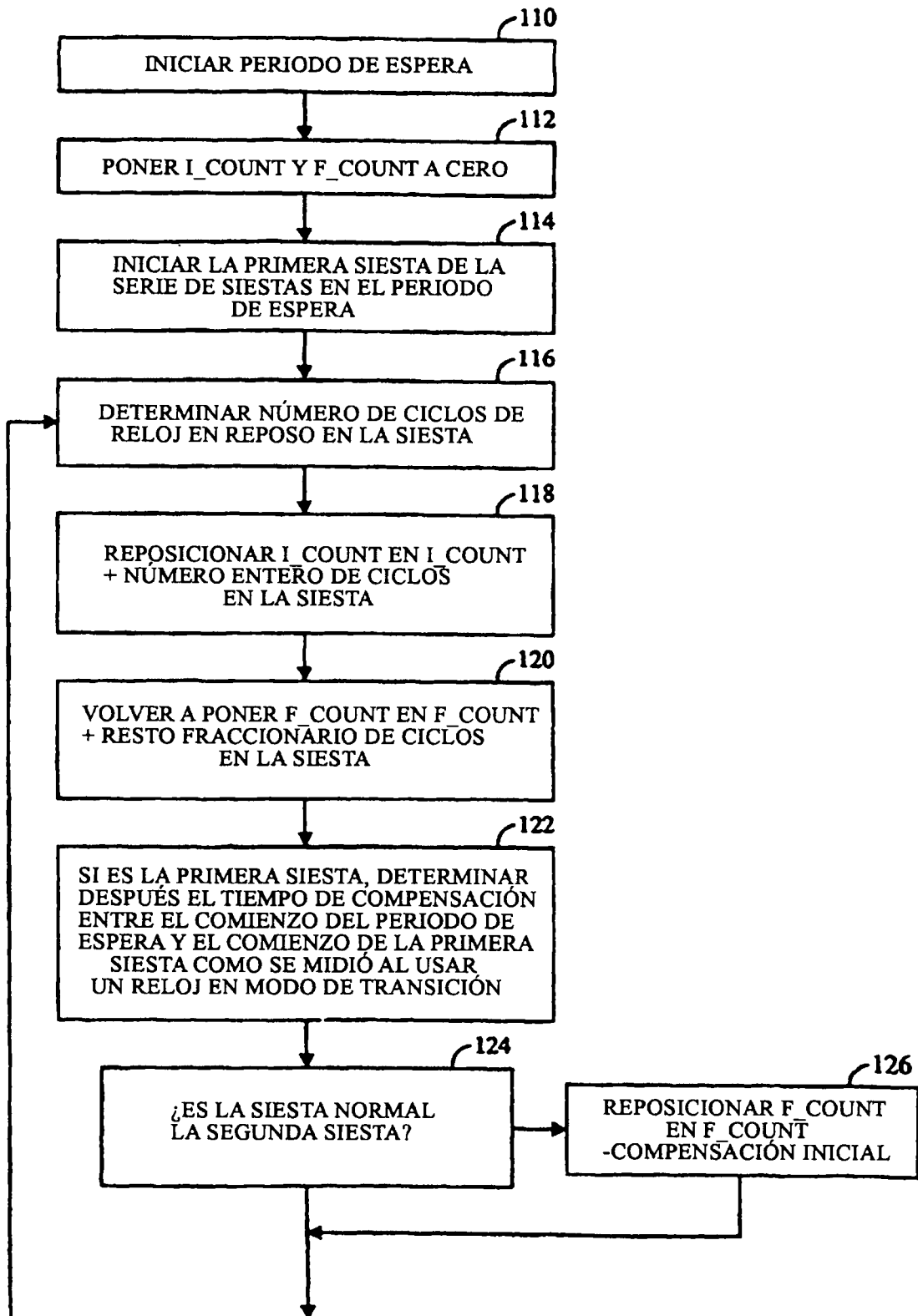
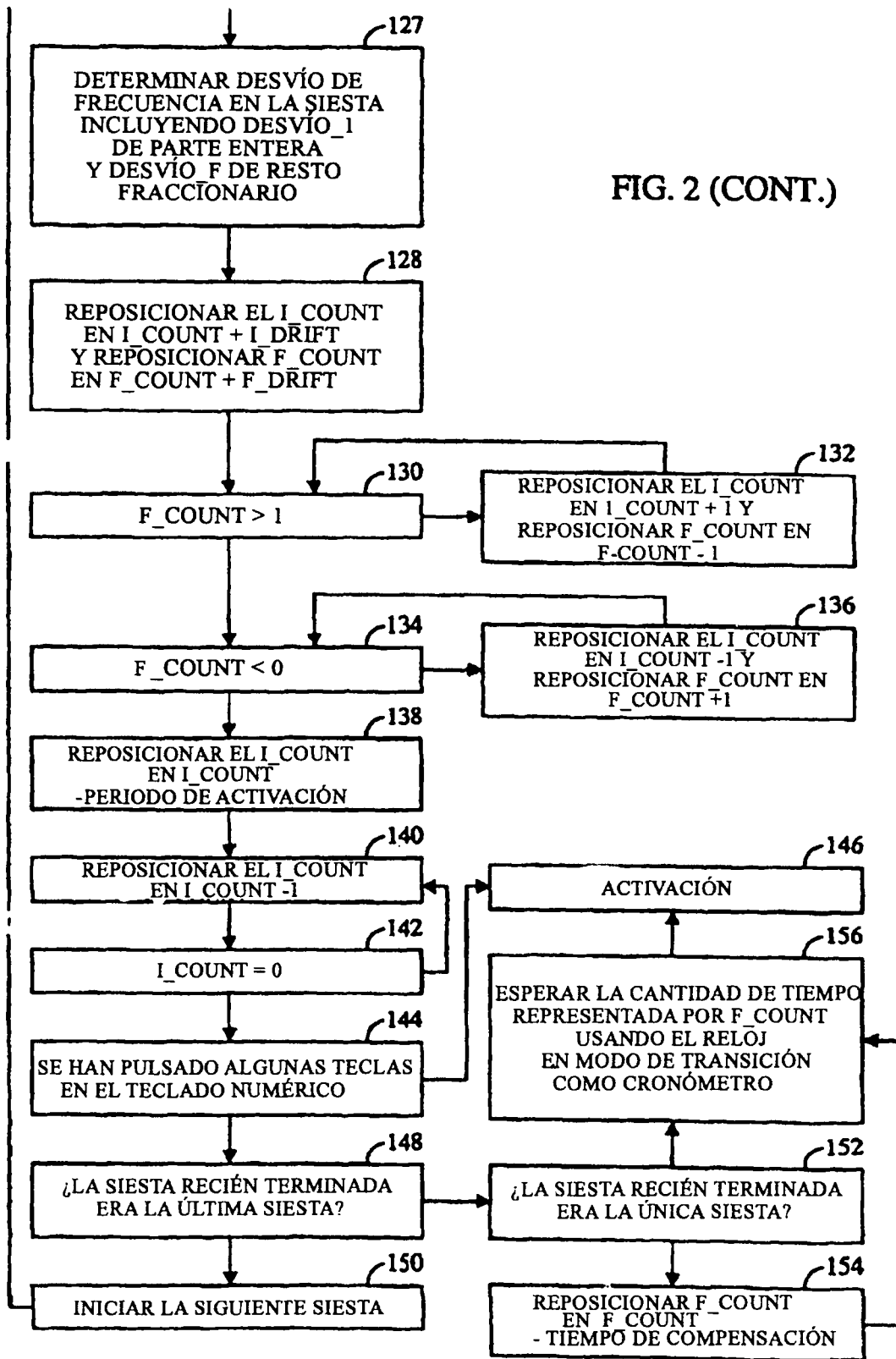


FIG. 2

FIG. 2 (CONT.)



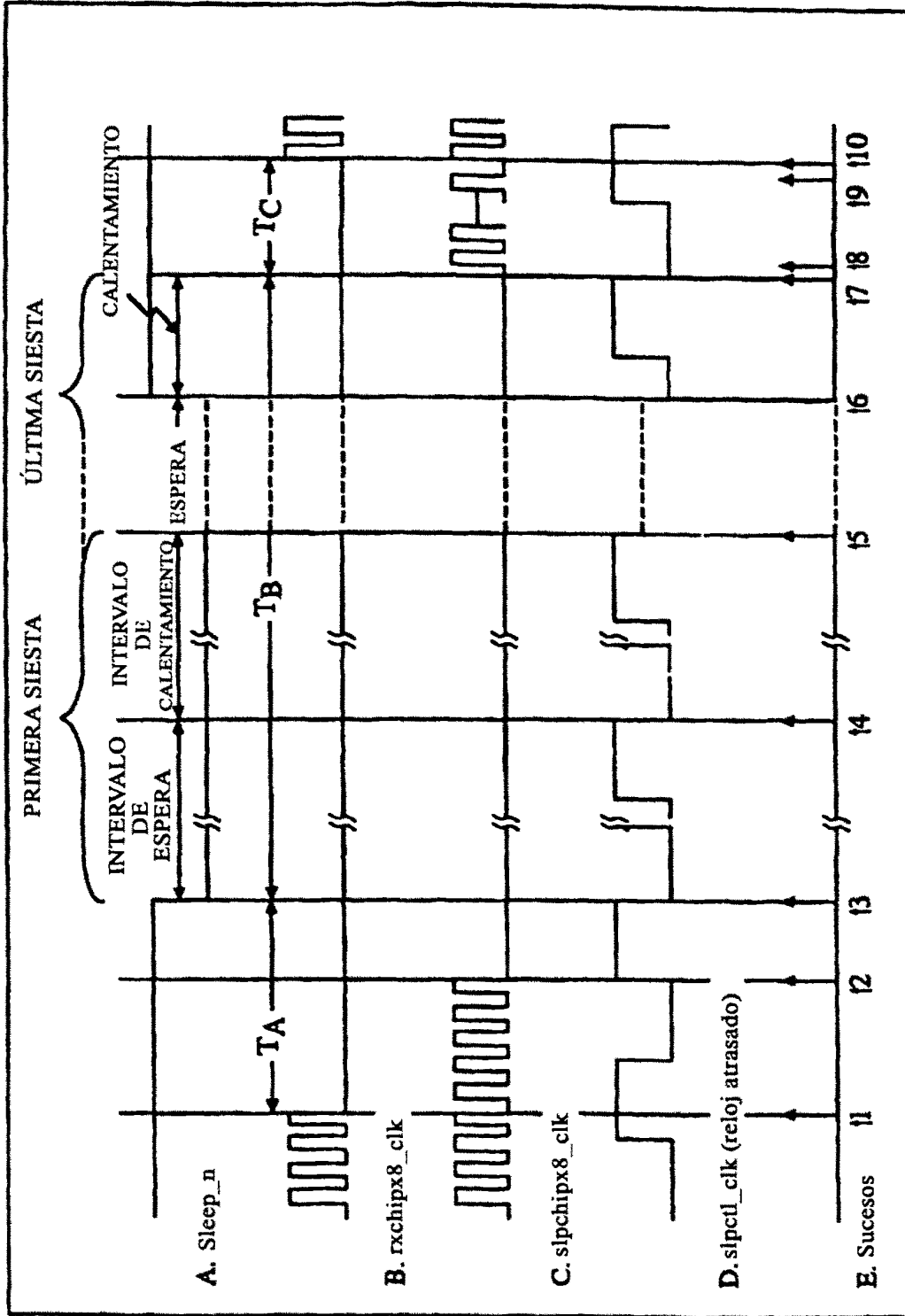


FIG. 3

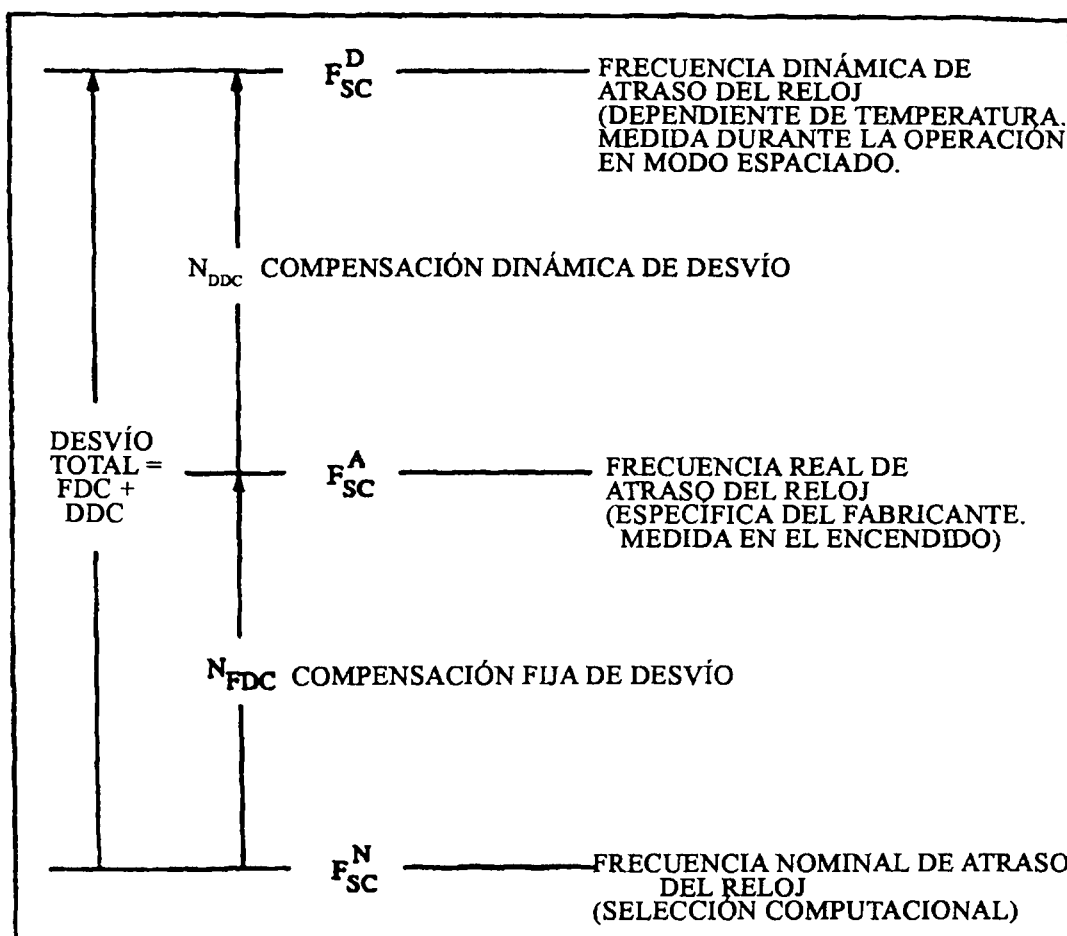


FIG. 4

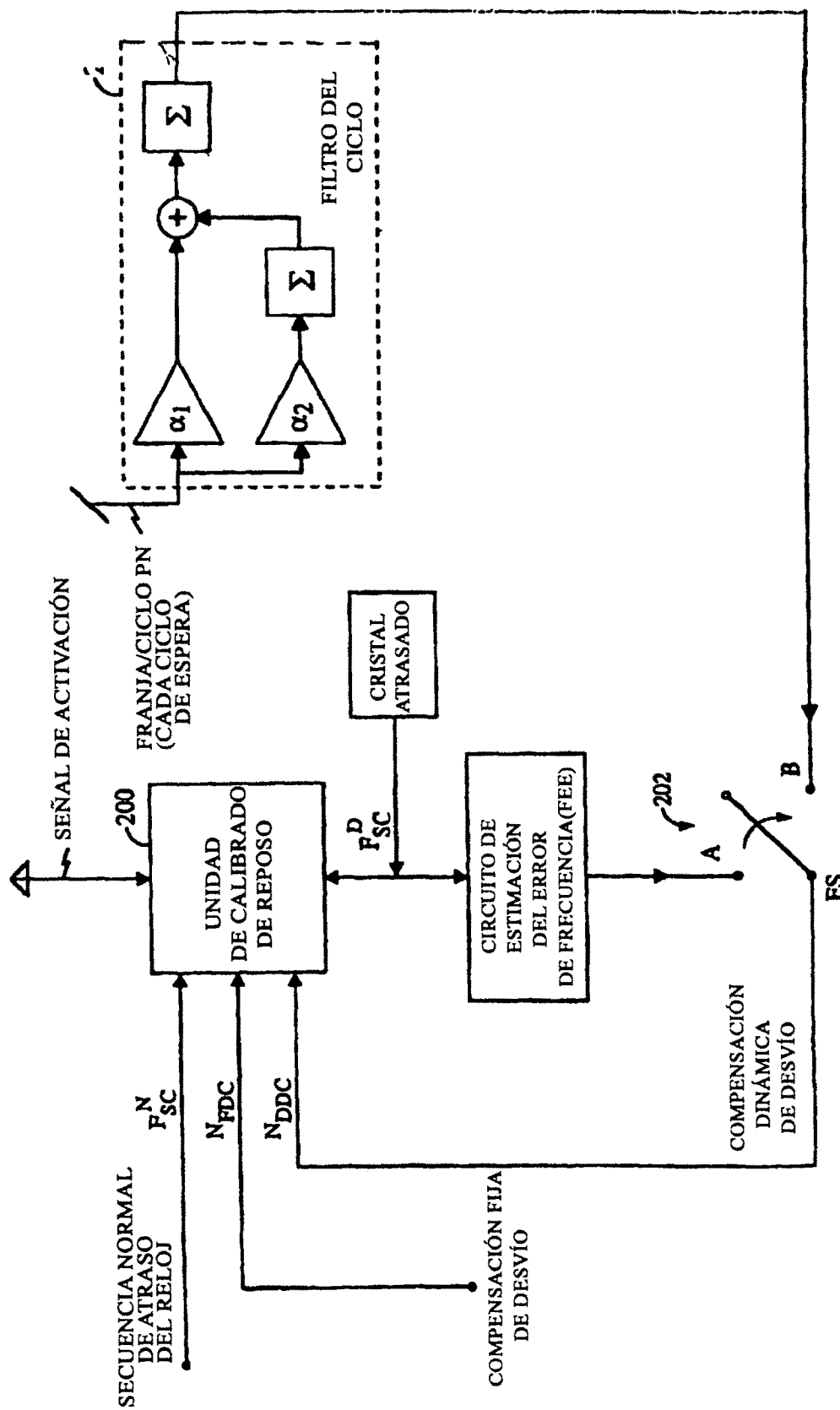


FIG. 5