

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 475**

51 Int. Cl.:

H04J 3/06 (2006.01)

H03L 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2012 E 12186574 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014 EP 2575258**

54 Título: **Dispositivo de oscilador, sistema de comunicación y procedimientos de control asociados**

30 Prioridad:

28.09.2011 FR 1158687

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

26.11.2014

73 Titular/es:

**SAGEMCOM BROADBAND SAS (100.0%)
250 Route de l'Empereur
92500 Rueil Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

DONNENWIRTH, FREDDY

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 523 475 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

Dispositivo de oscilador, sistema de comunicación y procedimientos de control asociados.

5 **Campo técnico general**

La invención se refiere a un dispositivo de oscilador y a un sistema de comunicación que comprende un dispositivo de este tipo. La invención también se refiere a unos procedimientos de control de un oscilador y de un sistema de comunicación.

10

Estado de la técnica

Los osciladores, en particular de cuarzo, son unos osciladores eléctricos que presentan como propiedad útil oscilar a una frecuencia estable cuando son estimulados eléctricamente.

15

Se conocen por ejemplo unos osciladores controlados en tensión ("*Voltage controlled oscillator*", VCO), que generan una señal cuya frecuencia varía proporcionalmente a la tensión de entrada aplicada al oscilador.

20

Estos osciladores se utilizan en numerosos sistemas electrónicos de comunicación, para obtener unas frecuencias de oscilación precisas.

25

En particular, estos osciladores se utilizan en los sistemas de comunicación denominados "*femtocells*" o "*femtocell*" (se trata de la expresión anglosajona consagrada y utilizada por el experto en la materia, contracción de los términos "femto" y "células"), que constituyen un elemento de base del sistema celular de sistema de telefonía móvil de baja potencia, previsto para ofrecer una cobertura de radio limitada y a menudo dedicada para un uso residencial o empresarial. El término *femtocell* se utiliza debido al pequeño tamaño de las células de comunicación.

30

Las *femtocells* se conectan a la red del operador de telefonía móvil mediante una conexión de Internet de alta velocidad (mediante un encaminador por cable, ADSL, etc.). Por lo tanto, desempeñan la función de pasarela entre el teléfono móvil del abonado del operador de telefonía móvil y la red de telefonía móvil.

35

Ahora bien, las *femtocells* deben respetar unas limitaciones muy precisas en términos de frecuencia de emisión.

40

Para ello, las *femtocells* incorporan unos osciladores, controlados en tensión, encargados de proporcionar una frecuencia de reloj lo más estable posible.

45

Ahora bien, los osciladores experimentan a su vez una deriva en su estabilidad. Esta deriva resulta de tres factores: la variación de la temperatura ambiental, las variaciones de la alimentación eléctrica, y el envejecimiento del oscilador.

50

La variación de la temperatura es el factor de deriva más importante.

Existen unos dispositivos de oscilador que permiten reducir estas derivas.

55

No obstante, éstos adolecen de un determinado número de inconvenientes.

Algunos de ellos incluyen unos osciladores que presentan una estabilidad aumentada, pero cuyos costes de fabricación, y por lo tanto de venta, son elevados.

60

Algunos incluyen unos sistemas de compensación de la temperatura de grandes prestaciones, pero que son costosos y que la mayoría de las veces están limitados a unos intervalos de temperatura ambiental existente en el interior (viviendas, empresas), y no en el exterior.

65

Otros incluyen unos sistemas de regulación de temperatura que consumen una cantidad elevada de electricidad, lo cual resulta prohibitivo para determinadas aplicaciones, como las aplicaciones para el público en general.

Por consiguiente, ninguna de las soluciones conocidas en la técnica anterior es completamente satisfactoria.

70

La publicación de solicitud de patente US 2003/0152177 A1 describe un procedimiento y un sistema de corrección de la deriva de frecuencia de referencia que utiliza unos datos de fecha y hora recibidos de un reloj de referencia de una red de comunicación para regular un oscilador local de cristal de un dispositivo de comunicación.

Presentación de la invención

65 En un modo de realización, se propone un dispositivo de oscilador que comprende:

- un oscilador, para la generación de una frecuencia de reloj,
- unos medios de calentamiento del oscilador,
- un procesador,

5 estando dicho dispositivo caracterizado por que el procesador está adaptado para controlar los medios de calentamiento de manera que los medios de calentamiento impongan una temperatura de regulación al oscilador, siendo dicha temperatura de regulación función de la temperatura ambiental.

10 En un modo de realización, el procesador hace variar la temperatura de regulación en función de la temperatura ambiental, variando la temperatura de regulación de manera que se reduzca la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación, permitiendo así reducir el consumo de energía del dispositivo de oscilador.

15 En un modo de realización, el procesador está programado para almacenar una pluralidad de intervalos de valores de temperatura ambiental, estando asociado a cada intervalo de valor un valor de temperatura de regulación.

En un modo de realización, el procesador:

- 20 - determina un intervalo de temperatura ambiental inicial, que es función de la temperatura ambiental medida inicialmente,
- desplaza los dos extremos de este intervalo de temperatura para reducir la diferencia entre la temperatura ambiental (medida actualmente) y el centro de este intervalo, siendo la temperatura de regulación función de este intervalo de temperatura, y
- 25 - vuelve a calcular este intervalo cuando la temperatura ambiental alcanza un extremo de este intervalo de temperatura.

30 En un modo de realización, la frecuencia de reloj del oscilador presenta una deriva superior a 200 ppb para una temperatura ambiental comprendida entre 0 y 70°C, y una deriva inferior a 200 ppb para una variación de 2°C de la temperatura de regulación.

35 Según un modo de realización, se describe un sistema de comunicación que comprende un dispositivo de oscilador de este tipo, un módulo de comunicación por radio, del cual se genera una señal de reloj de referencia basándose en la frecuencia de reloj generada por el oscilador, y unos medios de sincronización, para sincronizar la frecuencia de reloj del oscilador con por lo menos una fuente de referencia remota, a través de una red de comunicación, proporcionando dicha fuente una frecuencia de referencia.

40 El sistema de comunicación también puede comprender unos medios de conexión a una red de Internet, para realizar una *femtocell*.

45 En un modo de realización, los medios de sincronización sincronizan la frecuencia de reloj del oscilador con una frecuencia de referencia proporcionada por lo menos por una fuente de referencia remota, a través de una red de comunicación, realizándose dicha sincronización con una frecuencia de sincronización, siendo dicha frecuencia de sincronización variable función de las variaciones de la temperatura de regulación.

50 En un modo de realización, los medios de sincronización sincronizan la frecuencia de reloj del oscilador con por lo menos una fuente de referencia remota, cuando la temperatura de regulación está modificada por el procesador, o en cuanto reciben una información que indica que el procesador está listo para modificar la temperatura de regulación, realizándose esta sincronización con una frecuencia de sincronización que es función de la deriva entre la frecuencia de reloj del oscilador y la frecuencia de referencia de la fuente de referencia remota.

55 La solución propuesta es poco costosa. En particular, permite disponer de un sistema de comunicación que presenta buenas prestaciones en cuanto a estabilidad, utilizando al mismo tiempo un oscilador poco costoso. Estos osciladores presentan una menor estabilidad de frecuencia que unos osciladores más costosos disponibles en el mercado, pero a pesar de todo se pueden utilizar gracias a la solución propuesta, lo cual permite reducir el coste de fabricación del sistema de comunicación.

60 Además, la solución descrita permite reducir el consumo eléctrico necesario para la regulación de temperatura del oscilador, y esto en particular a temperatura ambiental baja o media.

También es posible una reducción del tamaño y de la potencia de los medios eléctricos que alimentan un sistema de comunicación equipado con un oscilador.

65 Por último, se conservan buenas prestaciones en cuanto a la estabilidad y precisión de la frecuencia de reloj del oscilador, a pesar de la reducción del consumo eléctrico.

Presentación de las figuras

Otras características, objetivos y ventajas de la invención se desprenderán de la siguiente descripción, que es meramente ilustrativa y no limitativa, y que se debe leer haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 - la figura 1 es una representación esquemática de un modo de realización de un dispositivo de oscilador;
- la figura 2 es una representación de etapas de un modo de realización de un procedimiento de control de temperatura en un dispositivo de oscilador;
- 10 - la figura 3 es un ejemplo de valores de temperaturas de regulación que depende de la temperatura ambiental;
- la figura 4 es una representación de etapas de otro modo de realización de un procedimiento de control de temperatura en un dispositivo de oscilador;
- 15 - la figura 5 es una representación esquemática de un modo de realización de un sistema de comunicación que comprende un dispositivo de oscilador;
- la figura 6 es una representación de etapas de un modo de realización de un procedimiento de control de un oscilador en un sistema de comunicación;
- 20 - la figura 7 es una representación de etapas de otro modo de realización de un procedimiento de control de un oscilador en un sistema de comunicación.

25 Descripción detallada

En la figura 1 se ha representado un dispositivo 2 de oscilador según un modo de realización de la invención. Tal como se explica a continuación, este dispositivo 2 se puede utilizar en particular en un sistema de comunicación, por ejemplo, aunque no de manera limitativa, de tipo *femtocell*.

El dispositivo 2 comprende un oscilador 1, para la generación de una frecuencia de reloj.

El oscilador es por ejemplo un oscilador de cuarzo, que es un componente que presenta como propiedad útil oscilar a una frecuencia estable cuando es estimulado eléctricamente, por medio de sus propiedades piezoeléctricas. Se habla en general de oscilador electrónico.

Tal como conoce el experto en la materia, el cristal de cuarzo presenta la forma de un prisma. Tallando las caras del cristal es como se define su frecuencia de oscilación. El cristal está montado entre dos electrodos metálicos en una caja cerrada herméticamente.

Los osciladores de cerámica pueden sustituir a los osciladores de cuarzo.

En general, la estimulación eléctrica del oscilador es una estimulación en tensión. Se habla entonces de oscilador controlado en tensión (*VCO* o *VCXO*, por "*Voltage Controlled Oscillator*").

El *VCO* es un oscilador que cambia de frecuencia proporcionalmente a una tensión que se le aplica. Otro término dado a este fenómeno es Modulación de Frecuencia, o *FM* ("*Frequency Modulation*"). La modulación de frecuencia se realiza imponiendo una tensión a un modulador que hace que se altere o se desvíe la frecuencia de su frecuencia nominal. Este mando, o modulación de frecuencia, puede ser una corriente continua, una onda sinusoidal, una onda cuadrada o una onda más compleja.

Tal como se entiende, las condiciones reales de temperatura, de humedad, de presión y de vibración influirán sobre la frecuencia de resonancia de los osciladores, y por consiguiente, la estabilidad de su generación de frecuencia.

La temperatura es el factor más crítico en cuanto a la estabilidad del oscilador.

El dispositivo 2 comprende además unos medios 3 de calentamiento del oscilador 1. En un modo de realización, no limitativo, estos medios 3 comprenden una o varias resistencias calefactoras, alimentadas eléctricamente por una corriente eléctrica de calentamiento 13. En otro modo de realización, estos medios comprenden unas resistencias calefactoras y por lo menos un transistor, por ejemplo de tipo *MOSFET* ("*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*"), que controla estas resistencias. El transistor desempeña en particular la función de resistencia variable. No obstante, el transistor también puede, en funcionamiento, participar en el calentamiento.

El dispositivo 2 comprende un procesador 4. Se debe entender el término procesador en su sentido amplio, e incluye cualquier unidad de tratamiento adaptada para la ejecución de etapas de un programa de mando. En general, el procesador 4 comprende una memoria para almacenar uno o varios programas, que comprenden a su vez unas

instrucciones destinadas a mandar el procesador 4.

Con el fin de mejorar la estabilidad y la precisión de la frecuencia de oscilación del oscilador, el procesador 4 está adaptado para controlar los medios 3 de calentamiento de manera que los medios 3 de calentamiento impongan una temperatura de regulación al oscilador 1. En este modo de realización, la temperatura de regulación es función de la temperatura ambiental.

El procesador se comunica con los medios de calentamiento mediante cualquier medio adaptado, como por ejemplo a través de una comunicación por cable, o inalámbrica, u otro.

Por temperatura ambiental se entiende la temperatura exterior, es decir la temperatura de la sala o de la zona en la que se encuentra el oscilador, y por lo tanto el dispositivo de oscilador.

Por eso, en lugar de utilizar una temperatura de regulación constante, ésta depende de las condiciones exteriores en las que se encuentra el oscilador, es decir de la temperatura ambiental.

El hecho de subordinar la temperatura de regulación a la temperatura ambiental permite reducir la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación. En particular, se reduce entonces la diferencia máxima entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación. Las variaciones de la temperatura de regulación van, gracias al procesador, en el sentido de las variaciones de la temperatura ambiental, con el fin de reducir la diferencia entre la temperatura de regulación y la temperatura ambiental. Por lo tanto, la temperatura de regulación varía en el sentido de una reducción de la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación, lo cual permite reducir el consumo de energía del dispositivo de oscilador.

Por consiguiente, los medios de calentamiento están menos solicitados, lo cual reduce el consumo de energía del dispositivo de oscilador, sin perjudicar la estabilidad de generación en frecuencia.

El hecho de utilizar una temperatura de regulación constante de valor superior a todos los valores habituales de temperatura ambiental, tiene como consecuencia, por el contrario, provocar un consumo importante, en particular a bajas temperaturas.

En la figura 2 se ilustran las etapas de un modo de realización de un procedimiento de control de un oscilador. El procedimiento comprende la etapa que consiste en controlar, a través del procesador 4, los medios 3 de calentamiento, de manera que los medios 3 de calentamiento impongan una temperatura de regulación al oscilador 1. La temperatura de regulación es función de la temperatura ambiental.

En un modo de realización, el procesador 4 está programado para almacenar, en una memoria, una pluralidad de intervalos (PL_i) de valores de temperatura ambiental, estando un valor de temperatura de regulación asociado a cada intervalo de valor.

En la figura 3 se proporcionan unos ejemplos de valores no limitativos.

Por lo tanto, cuando la temperatura ambiental está situada entre -5°C y $+12^{\circ}\text{C}$, el procesador fija la temperatura de regulación en 40°C

Los valores proporcionados en la figura 2 son convenientes por ejemplo para el caso de una *femtocell* que comprende el dispositivo de oscilador, y situada en casa de particulares.

Cuando la temperatura ambiental está en el límite superior de un intervalo PL_i , el procesador 4 aumenta la temperatura de regulación, el dispositivo funciona entonces en un intervalo de temperatura superior PL_{i+1} .

Cuando la temperatura ambiental está en el límite inferior de un intervalo de temperatura PL_i , el procesador 4 disminuye la temperatura de regulación, el dispositivo funciona entonces en un intervalo de temperatura inferior PL_{i-1} .

Por lo tanto, el procesador hace variar la temperatura de regulación en función de la temperatura ambiental, en el sentido de una reducción de la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación, con el fin de reducir el consumo de energía del dispositivo de oscilador (en particular de los medios de calentamiento y del procesador).

En un modo de realización, el control de la temperatura de regulación se realiza de la siguiente manera.

Se define una amplitud de intervalo de temperatura ambiental LP (por ejemplo 17°C).

Además, se define una diferencia de temperatura EP entre el límite superior del intervalo de temperatura ambiental y la temperatura de regulación (por ejemplo 28°C).

En el momento del encendido del dispositivo 2, se mide la temperatura ambiental (T_a).

El procesador 4 calcula el intervalo de temperatura ambiental para establecer la temperatura ambiental en el centro de este intervalo. Por lo tanto, se fija el límite superior del intervalo de temperatura como igual a $T_a + (LP/2)$, mientras que se fija el límite inferior como igual a $T_a - (LP/2)$.

El procesador 4 calcula entonces la temperatura de regulación T_r para establecer una diferencia EP con el límite superior del intervalo de temperatura. Por lo tanto, se obtiene la temperatura de regulación T_r igual a "Límite superior del intervalo de temperatura + EP", es decir, $T_a + (LP/2) + EP$.

Cuando la temperatura ambiental está en el intervalo de temperatura ambiental, el procesador desplaza los dos extremos del intervalo de temperatura ambiental y la temperatura de regulación T_r con vistas a reducir la diferencia entre la temperatura ambiental medida y el centro del intervalo de temperatura. Este desplazamiento de la temperatura de regulación T_r se debe realizar a una velocidad lenta (por ejemplo de 0,5°C/hora), para obtener unas variaciones de la frecuencia de reloj muy bajas, y minimizar así unos accesos a una fuente 10 de referencia remota, configurada para proporcionar una frecuencia de referencia a través de una red de comunicación, tal como se explica a continuación.

Este procedimiento permite reducir los cambios de temperatura de regulación rápidos cuando la temperatura ambiental llega al límite del intervalo de temperatura. Por consiguiente, en el modo de realización, descrito más adelante, de un sistema de comunicación que comprende el dispositivo 2 de oscilador y unos medios de sincronización, este procedimiento permite reducir la frecuencia con la que los medios de sincronización sincronizan la frecuencia de reloj del oscilador con una frecuencia de referencia proporcionada por lo menos por una fuente de referencia remota, a través de una red de comunicación,

Cuando la temperatura ambiental T_a llega al límite del intervalo de temperatura, cambia el intervalo de temperatura:

- se vuelve a calcular el nuevo intervalo de temperatura, siendo el límite superior del nuevo intervalo igual a $T_a + LP/2$ con una amplitud de intervalo LP (el nuevo intervalo de temperatura también se puede tomar, por ejemplo, de una lista de tablas de temperatura almacenadas en una memoria del procesador), y
- se modifica la temperatura de regulación ($T_r = \text{Límite superior del nuevo intervalo de temperatura} + EP$).

En caso de cambio del intervalo de temperatura, el cambio de la temperatura de regulación se realiza con una velocidad superior a la velocidad de la variación máxima de la temperatura ambiental (por ejemplo 0,5°C/min).

En resumen, el procesador 4:

- determina un intervalo de temperatura ambiental inicial, que es función de la temperatura ambiental medida inicialmente,
- desplaza los dos extremos de este intervalo de temperatura para reducir la diferencia entre la temperatura ambiental y el centro de este intervalo, siendo la temperatura de regulación función de este intervalo de temperatura, y
- vuelve a calcular este intervalo cuando la temperatura ambiental alcanza un extremo de este intervalo de temperatura.

Este modo de realización permite reducir asimismo la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación, para reducir el consumo de energía del dispositivo de oscilador.

Este modo de realización es aplicable en el caso del sistema 16 de comunicación descrito más adelante, en particular en el caso de la sincronización de la frecuencia del oscilador con una fuente de referencia remota.

En la figura 4 se ilustra un modo de realización de un algoritmo de control de la temperatura de regulación por el procesador. Este algoritmo se puede implementar en forma de un programa informático almacenado en una memoria del procesador 4.

Inicialmente, se inicia el procedimiento de control. Esto puede resultar del encendido del dispositivo 2 de oscilador, o del sistema electrónico que comprende este dispositivo 2, o de una orden de encendido por parte de un usuario.

El procesador 4 determina la temperatura ambiental. Esto se puede realizar por ejemplo mediante medición a través de un sensor 15 de temperatura del dispositivo 2, que mide la temperatura de la zona o la sala en la que se encuentra el dispositivo 2. Alternativamente, se trata de un sensor de temperatura externo, adecuado para comunicarse con el dispositivo 2 para transmitirle la medición de la temperatura ambiental.

No obstante, el sensor 15 de temperatura es opcional. La medición de la temperatura ambiental al inicio se puede realizar con ayuda de un sensor de temperatura 5 que sirve para la regulación de la temperatura del oscilador. Este sensor 5 de temperatura está dispuesto cerca de los medios 3 de calentamiento o del oscilador 1.

5 En efecto, al inicio, los diferentes componentes no están calentados y su temperatura corresponde a la temperatura ambiental externa del sistema electrónico que comprende este oscilador.

10 El procesador envía entonces una orden a los medios de calentamiento, para que establezcan una temperatura de regulación Tr_i , que corresponde al intervalo de temperatura PL_i en el que se encuentra la temperatura ambiental medida.

15 El procesador verifica que la temperatura de regulación impuesta por los medios de calentamiento ha alcanzado la temperatura de regulación deseada. Esto se puede realizar por ejemplo mediante medición a través de un segundo sensor 5 de temperatura, dispuesto cerca de los medios 3 de calentamiento o del oscilador 1.

Si no es el caso, el procesador vuelve a la etapa anterior.

20 Si es el caso, el procesador verifica que la temperatura ambiental medida sigue estando situada en el intervalo de temperatura PL_i .

La verificación del procesador se realiza periódicamente, con una frecuencia que depende de las aplicaciones y de las prestaciones deseadas.

25 En ausencia del sensor de temperatura 15, la temperatura ambiental, cuando el oscilador está regulado en temperatura, se puede obtener a partir de una magnitud eléctrica correlacionada con una corriente 13 de alimentación que atraviesa los medios 3 de calentamiento. Se trata por ejemplo de una tensión de control de los medios 3 de calentamiento, que es proporcional a la corriente eléctrica de calentamiento, que a su vez es proporcional a la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación medida por el sensor 5. Por lo tanto, la temperatura ambiental se deduce, por ejemplo, a partir de la tensión de control de los medios de calentamiento.

30 La relación entre la tensión de control de los medios de calentamiento y la corriente eléctrica de calentamiento es generalmente constante de una *femto*cell a la otra del mismo tipo. La relación entre la corriente de calentamiento y la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación también varía poco de una *femto*cell a otra.

35 Si la temperatura ambiental medida ya no está situada en el intervalo de temperatura PL_i , sino en un intervalo de temperatura superior PL_{i+1} o inferior PL_{i-1} , la temperatura de regulación Tr_i fijada por el procesador cambia a Tr_{i+1} o Tr_{i-1} según el caso.

40 Entonces se reanuda el procedimiento, con verificación periódica de la temperatura ambiental y cambio, dado el caso, de la temperatura de regulación.

Se pueden efectuar diversas variaciones de las etapas que se acaban de describir.

45 Los intervalos de temperatura PL_i se fijan de manera que el control por el procesador presente una histéresis, lo cual permite mejorar la estabilidad del control. Esto explica por qué los intervalos de temperatura PL_i de la figura 3 se solapan entre sí.

50 Los intervalos de temperatura ambiental PL_i se deben elegir suficientemente amplios como para que en un funcionamiento nominal, los cambios de intervalo no sean demasiado frecuentes. No obstante, cuanto más amplios son estos intervalos, más aumenta el consumo de energía del dispositivo.

55 Los intervalos de temperatura también se pueden afinar en función de la localización del dispositivo de oscilador, en particular del país y/o del clima, con el fin de minimizar la frecuencia de los cambios de intervalos de temperatura.

En un modo de realización, un oscilador poco costoso está integrado en el dispositivo de oscilador.

60 Existen diferentes osciladores disponibles en el mercado, cuya precisión y estabilidad de frecuencia son diferentes. Estos parámetros condicionan el coste del oscilador. Estos parámetros dependen en particular de la calidad del cristal utilizado, de los diferentes componentes y/o de los sistemas de regulación y/o de los sistemas de compensación de temperatura.

65 Un oscilador poco costoso presenta una deriva máxima en frecuencia superior a 200 ppb para una temperatura ambiental experimentada por el oscilador comprendida entre 0 y 70°C. Se trata por ejemplo de una deriva comprendida entre 500 y 2000 ppb.

Un oscilador más costoso presenta una deriva máxima de la frecuencia inferior a 200 ppb para una temperatura ambiental experimentada por el oscilador comprendida entre 0 y 70°C.

5 En un modo de realización, la frecuencia de reloj del oscilador presenta una deriva superior a 200 ppb para una temperatura ambiental comprendida entre 0 y 70°C.

No obstante, gracias a la regulación realizada por el dispositivo de oscilador y los medios de calentamiento, el oscilador proporciona una frecuencia de reloj con una deriva inferior a 200 ppb para una variación de 2°C de la temperatura de regulación.

10 En determinados casos, el dispositivo de oscilador está integrado en un sistema de comunicación dispuesto en interior (domicilio, empresa). Por lo tanto, la temperatura de regulación no varía mucho a lo largo del día, lo cual implica que las prestaciones del oscilador son parecidas a las de un oscilador más costoso, gracias al procedimiento de regulación de la temperatura realizado por el dispositivo de oscilador.

15 Si la temperatura varía bruscamente, algunos sistemas de comunicación prevén unos medios de sincronización con una fuente de referencia a distancia, tal como se explica a continuación, lo cual permite limitar la deriva del oscilador en el momento de cambios de temperatura de regulación.

20 El dispositivo 2 de oscilador se puede utilizar en diversos sistemas electrónicos.

En un modo de realización, el dispositivo 2 está integrado en un sistema 16 de comunicación.

25 El sistema 16 de comunicación comprende un dispositivo 2 de oscilador tal como se ha descrito anteriormente, comprendiendo por lo tanto dicho dispositivo un oscilador. En este caso se aplican los diferentes modos de realización del dispositivo 2 de oscilador y de los procedimientos de control de temperatura.

En la figura 5 se ilustra un modo de realización de un sistema 16.

30 En un modo de realización, el dispositivo 2 de oscilador está realizado directamente en la tarjeta electrónica del sistema 16 de oscilador. Se trata por ejemplo de una tarjeta electrónica de tipo PCB ("*printed circuit board*"). Esto permite simplificar la construcción del sistema 16 de comunicación y reducir su coste, limitando el número de componentes.

35 El sistema 16 de comunicación comprende asimismo un procesador 20 que gestiona las diferentes funciones y tareas del sistema 16 de comunicación. Se debe observar que el procesador 4 del dispositivo 2 de oscilador puede estar integrado directamente en el procesador 20 del sistema de comunicación, o constituir una unidad de procesamiento separada.

40 El procesador 20 puede comprender una memoria y es apto para almacenar programas y ejecutar su contenido.

El sistema 16 de comunicación comprende además un módulo 7 de comunicación por radio, del cual una señal de reloj de referencia está generada en base a la frecuencia de reloj generada por el oscilador 1.

45 Por lo tanto, el módulo 7 se puede comunicar por ondas de radio con unos dispositivos electrónicos tales como unos teléfonos portátiles.

50 En un modo de realización, el sistema de comunicación es una *femtocell*, que comprende además unos medios 19 de conexión a una red de Internet, tal como por ejemplo una *femtocell* con interfaz Ethernet según la norma internacional IEEE 802.1. En un modo de realización, la *femtocell* está asociada a una pasarela que permite la conexión a Internet ("*Residential Gateway*"), tal como por ejemplo un módem ADSL.

55 En el caso de una *femtocell*, el módulo 7 de comunicación por radio está configurado para comunicarse con unos teléfonos móviles celulares.

Por otro lado, los medios 19 de conexión a una red de Internet permiten encaminar los datos (voz, imágenes, etc.) hacia una red de telefonía móvil, pasando por una red de Internet (tal como por ejemplo una red de IP, "*Internet Protocol*" en inglés).

60 El módulo 7 de comunicación por radio necesita una señal de reloj de referencia, que a continuación se multiplica para obtener la frecuencia de radio. Tal como se ha mencionado anteriormente, la señal de reloj de referencia está generada por el oscilador 1 del dispositivo 2 de oscilador.

65 Por ejemplo, en el caso de una *femtocell*, la señal de reloj de referencia presenta una frecuencia del orden de 20 MHz. Este reloj debe ser muy preciso. Las derivas tolerables son en este caso muy bajas. Por ejemplo, las *femtocells* que funcionan según la norma de tercera generación HSPA ("*High Speed Packet Access*" en inglés)

funcionan a una frecuencia de radio del orden de 2 GHz y deben respetar una deriva inferior a 250 ppb ("*Part Per Billion*" en inglés).

5 Para garantizar una estabilidad de este tipo, la estabilidad de la frecuencia de reloj del oscilador 1 también debe respetar estas limitaciones. Para ello, el sistema de comunicación comprende unos medios 8 de sincronización, para sincronizar la frecuencia de reloj del oscilador 1 con una frecuencia de referencia proporcionada por lo menos por una fuente 10 de referencia remota, a través de una red de comunicación.

10 Los medios 8 de sincronización pueden, por ejemplo, utilizar una conexión a unos relojes de referencia disponibles a través de la red de Internet con ayuda del protocolo NTP ("*Network Time Protocol*" en inglés, definido por la norma RFC 1305) o incluso el protocolo PTP ("*Precision Time Protocol*" en inglés) normalizado por el IEEE con la referencia IEEE 1588 y estandarizado con la referencia IEC 61588.

15 Los medios 8 de sincronización comparan, eventualmente por medio de por orden de un procesador 4, 20 del sistema de comunicación, la frecuencia de reloj del oscilador 1 con la frecuencia de referencia proporcionada por la fuente 10 y corrigen, dado el caso, la deriva del oscilador 1.

20 Estos medios 8 de sincronización se pueden presentar en forma de un procesador apto para comunicarse con el exterior.

En la figura 6 se ha representado un procedimiento de control en un sistema 16 de comunicación, que permite garantizar el control de temperatura del oscilador así como una sincronización de su frecuencia de reloj.

25 La sincronización de la frecuencia de reloj y el control de temperatura del oscilador están directamente relacionados, en la medida en que la variación de la temperatura del oscilador tiene un impacto crítico sobre la estabilidad y la precisión de su frecuencia de reloj.

30 El procesador 4 (o el procesador 20, en el caso en el que el procesador 4 y el procesador 20 constituyen una misma unidad de tratamiento) controla los medios 3 de calentamiento de manera que los medios 3 de calentamiento imponen una temperatura de regulación al oscilador 1, siendo dicha temperatura de regulación función de la temperatura ambiental, y estando destinada a garantizar una estabilización de la generación de frecuencia por el oscilador 1.

35 Además, los medios 8 de sincronización sincronizan la frecuencia de reloj del oscilador con una frecuencia de referencia proporcionada por lo menos por una fuente 10 de referencia remota, a través de una red de comunicación, realizándose dicha sincronización con una frecuencia de sincronización, siendo dicha frecuencia de sincronización variable función de las variaciones de la temperatura de regulación.

40 En un modo de realización, los medios de sincronización reciben una información por parte del procesador que indica que se debe cambiar la temperatura de regulación, lo cual permite que los medios de sincronización se anticipen a las necesidades de sincronización del oscilador, y reduce los riesgos de deriva.

45 En efecto, cuanto más hace variar el procesador 4 la temperatura de regulación, más propensa a ser modificada es la frecuencia de reloj del oscilador, ya que el oscilador es sensible a las variaciones de la temperatura. En este caso, la frecuencia de sincronización es más elevada.

50 Por el contrario, cuando la temperatura de regulación es estable, lo cual resulta por ejemplo del hecho de que la temperatura ambiental permanece estable en un intervalo de temperatura PL_i , menos necesidad tienen los medios de sincronización de sincronizar la frecuencia de reloj del oscilador con una fuente de referencia.

Más particularmente, la frecuencia de sincronización es función de la deriva entre la frecuencia de reloj y la frecuencia de la fuente de referencia remota.

55 Tal como ya se ha descrito para el dispositivo 2, en un modo de realización, el procesador 4 selecciona una temperatura de regulación de entre una pluralidad de temperaturas constantes predeterminadas, estando cada una de estas temperaturas constantes asociada a un intervalo (PL_i) de valores de temperatura ambiental predeterminado.

60 Por ejemplo, los intervalos de valores de temperatura son los descritos en la figura 3.

Con estos valores, la diferencia máxima entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación se reduce a 45°C.

65 Esto es ventajoso, en particular con respecto a determinados sistemas existentes de tipo *femtocell* en los que la temperatura de regulación está fijada en 65°C, para todo el intervalo de temperatura ambiental de -5°C a 45°C, siendo entonces la diferencia máxima de temperatura igual a 70°C.

5 A modo de ejemplo no limitativo, en el caso de una *femtozell* "residencial" (es decir, utilizada en un contexto privado) que comprende un dispositivo de oscilador que funciona con una única temperatura de regulación, el consumo máximo de los medios de calentamiento con una entrada de 220 V es de aproximadamente 1,6 W. Con los valores de la figura 3, el consumo máximo con una entrada de 220 V se reduce a aproximadamente 0,5 W (ganancia de 1,1 W).

10 Por lo tanto, para una temperatura ambiental de 25°C, se puede estimar que el consumo típico de los medios 3 de calentamiento con los intervalos de temperatura de la figura 3 es de 0,25 W con una entrada de 220 V.

A título de comparación, la potencia máxima total consumida por una *femtozell* residencial es de 9 W con una entrada de 220 V y el consumo típico total es de 5,5 W a 25°C de temperatura ambiental.

15 En la figura 7 se representa un modo de realización de un procedimiento de control en un sistema 16 de comunicación, por ejemplo de tipo *femtozell*, que permite controlar la temperatura del oscilador y la sincronización de la frecuencia de reloj del oscilador.

20 Al inicio, el procesador 4 (o el procesador 20 si los dos procesadores forman una misma unidad de tratamiento) determina la temperatura ambiental.

25 La temperatura ambiental se determina por ejemplo mediante la medición por el sensor 15 de temperatura. La medición de la temperatura ambiental al inicio también se puede realizar con ayuda del sensor de temperatura 5 que sirve para la regulación de la temperatura del oscilador. En efecto, al inicio, los diferentes componentes no están calentados y su temperatura corresponde a la temperatura ambiental externa del sistema electrónico que comprende este oscilador.

30 A continuación, una vez que ha comenzado el procedimiento de regulación de la temperatura del oscilador (en un modo de realización, aproximadamente 2 minutos tras el inicio), se puede determinar la temperatura ambiental a partir de una magnitud eléctrica correlacionada con una corriente 13 de alimentación que atraviesa los medios 3 de calentamiento. Se trata por ejemplo de la tensión de control de los medios 3 de calentamiento, que es proporcional a la corriente eléctrica de calentamiento, que a su vez es proporcional a la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación medida por el sensor 5. Por lo tanto, la temperatura ambiental se deduce, por ejemplo, a partir de la tensión de control de los medios de calentamiento.

35 La relación entre la tensión de control de los medios de calentamiento y la corriente eléctrica de calentamiento es generalmente constante en unos sistemas de comunicación del mismo tipo. La relación entre la corriente de calentamiento y la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación también varía poco de una *femtozell* a otra.

40 Tal como ya se ha expuesto, el procesador 4 fija entonces una temperatura de regulación Tr_i función de la temperatura ambiental. Por ejemplo, se trata de la ley de escalones descrita en la figura 3, es decir que existe una temperatura de regulación Tr_i para cada intervalo de temperatura ambiental PL_i .

45 Alternativamente, tal como ya se ha descrito, se trata de un intervalo de temperatura cuyos dos extremos se desplazan para reducir la diferencia entre la temperatura ambiental medida y el centro de este intervalo, siendo la temperatura de regulación función de este intervalo de temperatura.

50 En los instantes en los que el oscilador 1 experimenta una variación de la temperatura de regulación, su frecuencia de reloj experimenta unas variaciones más elevadas que cuando la temperatura de regulación es fija.

55 A título de ejemplo, una variación de 1°C de la temperatura de regulación puede provocar una variación de la frecuencia de los osciladores utilizados generalmente de 100 ppb. Cuando la temperatura de regulación es fija, la variación de la frecuencia del oscilador está relacionada con otros factores, y en particular el envejecimiento ("*aging*") del oscilador, que es normalmente inferior a 20 ppb al día.

60 Por consiguiente, los medios 8 de sincronización deben acceder a la fuente 10 de referencia remota con una frecuencia de sincronización más elevada, con el fin de compensar las variaciones de temperatura experimentadas por el oscilador. A título de ejemplo no limitativo, se trata de un acceso cada 15 segundos con un intercambio de 200 octetos por acceso. Por lo tanto, los medios 8 de sincronización sincronizan la frecuencia de reloj del oscilador con la frecuencia de referencia proporcionada por la fuente 10 de referencia remota.

65 En general, los medios 8 de sincronización sincronizan la frecuencia de reloj del oscilador con la fuente 10 de referencia remota, cuando la temperatura de regulación es modificada por el procesador 4, o en cuanto reciben una información que indica que el procesador 4 está listo para modificar la temperatura de regulación. El envío de esta información permite anticipar las variaciones de la temperatura de regulación.

El procesador 20 (o procesador 4) compara entonces la frecuencia de reloj del oscilador con la frecuencia de referencia proporcionada por la fuente 10 de referencia remota, hasta que la diferencia entre estas frecuencias alcance la precisión deseada (por ejemplo ± 250 ppb, o ± 100 ppb). En general, la precisión prevista en esta etapa es inferior a la precisión final máxima deseada, debido a posibles derivas entre dos sincronizaciones. A título de ejemplo, para una precisión final máxima de ± 250 ppb, se prevé en el momento de la sincronización una precisión de ± 100 ppb o ± 50 ppb, con el fin de absorber las derivas entre dos sincronizaciones.

Si el procesador 20 constata que la temperatura de regulación no ha sido modificada por el dispositivo de oscilador, por ejemplo, en el caso en el que la temperatura ambiental es estable en una constante de temperatura PL_i , se mandan los medios 8 de sincronización para acceder a la fuente 10 de referencia remota con una frecuencia de sincronización más baja, incluso nula. En un modo de realización, se trata de un acceso cada dos minutos, con un intercambio de 200 octetos por acceso.

Tras cada sincronización, el procesador 20 (o procesador 4) compara la frecuencia de reloj del oscilador 1 con la frecuencia de referencia proporcionada por la fuente 10 de referencia remota, hasta que la diferencia entre estas frecuencias alcance la precisión deseada (por ejemplo ± 250 ppb). Tal como se ha mencionado anteriormente, la precisión prevista en esta etapa se elige más baja que la precisión final deseada, para compensar posibles derivas entre dos sincronizaciones.

Excepto al inicio del procedimiento, cuando la temperatura de regulación Tr_i es modificada por el procesador 4, los medios de sincronización acceden a la fuente 10 de referencia remota con una frecuencia de sincronización media (por ejemplo un acceso cada 15 segundos, con un intercambio de 200 octetos por acceso), con el fin de compensar las variaciones de la temperatura experimentadas por el oscilador. Por lo tanto, los medios 8 de sincronización sincronizan la frecuencia de reloj del oscilador con la frecuencia de referencia proporcionada por la fuente 10 de referencia remota.

Como en cada sincronización, el procesador 20 compara la frecuencia de reloj del oscilador con la frecuencia de referencia proporcionada por la fuente 10 de referencia remota, hasta que la diferencia entre estas frecuencias alcance la precisión deseada (por ejemplo ± 250 ppb). Tal como se ha mencionado anteriormente, la precisión prevista en esta etapa se elige más baja que la precisión final deseada, para compensar posibles derivas entre dos sincronizaciones.

Se debe observar que el cambio de la temperatura de regulación es más brusco al inicio que durante el funcionamiento del dispositivo de oscilador, lo cual explica que la frecuencia de sincronización sea más elevada al inicio que durante el funcionamiento del dispositivo de oscilador.

Por lo tanto, la variación de la frecuencia del oscilador al inicio puede alcanzar varios cientos de ppb/min, lo cual requiere una frecuencia de sincronización, para el acceso a la fuente 10 de referencia, elevada. En un modo de realización, se trata de un acceso cada segundo con un intercambio de 200 octetos por acceso.

Con los intervalos, no limitativos, de temperatura ambiental de la figura 3, los cambios de intervalo son en general poco frecuentes (aproximadamente una vez al día) con una duración de aproximadamente 15 min.

En un modo de realización, un oscilador poco costoso está integrado en el sistema de comunicación, tal como por ejemplo un sistema de comunicación de tipo *femtocell*.

La frecuencia de reloj del oscilador presenta una deriva superior a 200 ppb para una temperatura ambiental comprendida entre 0 y 70°C.

No obstante, gracias a la regulación realizada por el dispositivo de oscilador y los medios de calentamiento, el oscilador proporciona una frecuencia de reloj con una deriva inferior a 200 ppb para una variación de 2°C de la temperatura de regulación.

Teniendo en cuenta que para determinados sistemas de comunicación (como las *femtocells* de interior), los cambios de intervalo son poco frecuentes, se obtienen unas prestaciones parecidas a los sistemas de comunicación que comprenden unos osciladores más costosos.

La solución propuesta no provoca ningún aumento significativo de la frecuencia media de sincronización con respecto a unos sistemas existentes.

En un ejemplo de realización, la temperatura ambiental varía con una tasa inferior a 0,5°C/min, siendo entonces la velocidad máxima de la variación de la frecuencia de reloj inferior a 50 ppb/min. En este caso, la frecuencia de sincronización, para el acceso a la fuente 10 de referencia, es media (por ejemplo un acceso cada 15 segundos con un intercambio de 200 octetos por acceso).

En un modo de realización, los medios 8 de sincronización reciben una información por parte del procesador que

indica que se debe cambiar la temperatura de regulación, lo cual permite que los medios de sincronización se anticipen a las necesidades de sincronización del oscilador, y reduce los riesgos de deriva.

5 En este caso, el procesador ordena a los medios de sincronización que se conecten al servidor remoto con una frecuencia de sincronización media (por ejemplo un acceso cada 15 segundos con un intercambio de 200 octetos por acceso).

10 En un ejemplo de realización, cuando la temperatura ambiental permanece en un intervalo PL_i amplio de 17°C , la temperatura del oscilador se puede regular con una precisión mejor que $0,6^{\circ}\text{C}$ y la variación máxima de la frecuencia de reloj del oscilador en temperatura puede ser inferior a 90 ppb, no requiriendo por lo tanto ningún acceso a la fuente 10 de referencia remota.

15 En este caso, los accesos a la fuente 10 de referencia remota están provocados por el envejecimiento de los componentes (normalmente 20 ppb al día) o por un cambio del intervalo de temperatura ambiental.

Tal como se puede comprender, la solución propuesta presenta numerosas ventajas.

20 Por un lado, el dispositivo de oscilador es poco costoso. En particular, el dispositivo de oscilador puede estar integrado en un sistema de comunicación, y garantizar buenas prestaciones en cuanto a la estabilidad y precisión de la frecuencia de reloj del oscilador, incluso con un oscilador que presenta, por sí solo, una estabilidad de frecuencia más baja que determinados osciladores disponibles en el mercado. Estos osciladores son menos costosos que otros osciladores disponibles en el mercado, en particular debido a la calidad inferior del cristal utilizado.

25 El dispositivo de oscilador, a través del control innovador en temperatura de la estabilidad de frecuencia, garantiza a pesar de todo buenas prestaciones, comparables a unos osciladores más costosos. Además, el dispositivo de oscilador puede estar directamente integrado en el circuito impreso del sistema de comunicación, lo cual reduce el número de componentes y los costes asociados.

30 Por otro lado, este dispositivo presenta la ventaja de reducir el consumo eléctrico necesario para la regulación de temperatura del oscilador, y esto en particular a temperatura ambiental baja o media. La regulación de temperatura del oscilador depende de la temperatura ambiental, lo cual permite una regulación más fina y mejor adaptada, y por consiguiente una reducción del consumo eléctrico.

35 Por lo tanto, el dispositivo permite una reducción del tamaño y de la potencia de los medios eléctricos que alimentan un sistema de comunicación equipado con un oscilador, tal como por ejemplo una *femtocell*. Por lo tanto, un sistema de comunicación de este tipo es más económico.

40 Otra ventaja es conservar buenas prestaciones en cuanto a estabilidad y precisión de la frecuencia de reloj del oscilador, a pesar de la reducción del consumo eléctrico. En particular, la frecuencia de sincronización, que corresponde a la frecuencia con la que los medios de sincronización deben acceder a la fuente de referencia para sincronizar la frecuencia de reloj del oscilador, no necesita ser aumentada a pesar de estas ganancias de energía y de consumo.

45 La solución propuesta se aplica a diversos sistemas de comunicación que integran un oscilador. Por ejemplo, pero de manera no limitativa, se aplica a un VCTCXO ("*Voltage Controlled, Temperature Compensated Crystal Oscillators*").

REIVINDICACIONES

1. Sistema (16) de comunicación, que comprende:
 - 5 - un oscilador (1), para la generación de una frecuencia de reloj,
 - unos medios (3) de calentamiento del oscilador (1),
 - 10 - un procesador (4), adaptado para controlar los medios (3) de calentamiento de manera que los medios (3) de calentamiento impongan una temperatura de regulación al oscilador (1), siendo dicha temperatura de regulación función de la temperatura ambiental,
 - un módulo (7) de comunicación por radio, del cual se genera una señal de reloj de referencia basándose en la frecuencia de reloj generada por el oscilador (1), y
 - 15 - unos medios (8) de sincronización, configurados para sincronizar la frecuencia de reloj del oscilador (1) con una frecuencia de referencia proporcionada por lo menos por una fuente (10) de referencia remota, a través de una red de comunicación, realizándose dicha sincronización con una frecuencia de sincronización variable en función de las variaciones de la temperatura de regulación.
- 20 2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el oscilador (1) es apto para generar una frecuencia de reloj que es función de una tensión aplicada a dicho oscilador (1).
- 25 3. Sistema según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el procesador (4) está programado para almacenar una pluralidad de intervalos (PL_i) de valores de temperatura ambiental, estando un valor de temperatura (Tri) de regulación asociado a cada intervalo de valor.
- 30 4. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la frecuencia de reloj del oscilador presenta una deriva superior a 200 ppb para una temperatura ambiental comprendida entre 0 y 70°C, y una deriva inferior a 200 ppb para una variación de 2°C de la temperatura ambiental.
- 35 5. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además unos medios (19) de conexión a una red de Internet.
- 40 6. Procedimiento de control de un sistema de comunicación según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que comprende las etapas según las cuales:
 - el procesador (4) controla los medios (3) de calentamiento de manera que los medios (3) de calentamiento imponen una temperatura de regulación al oscilador (1), siendo dicha temperatura de regulación función de la temperatura ambiental,
 - 45 - los medios (8) de sincronización sincronizan la frecuencia de reloj del oscilador con una frecuencia de referencia proporcionada por lo menos por una fuente (10) de referencia remota, a través de una red de comunicación, realizándose dicha sincronización con una frecuencia de sincronización, siendo dicha frecuencia de sincronización variable función de las variaciones de la temperatura de regulación.
- 50 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que el procesador (4) hace variar la temperatura de regulación en función de la temperatura ambiental, variando la temperatura de regulación en el sentido de una reducción de la diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura de regulación, permitiendo así reducir el consumo de energía del dispositivo de oscilador.
- 55 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 o 7, en el que el procesador (4) selecciona una temperatura de regulación (Tr) de entre una pluralidad de temperaturas constantes predeterminadas, estando cada una de estas temperaturas constantes asociada a un intervalo (PL_i) de valores de temperatura ambiental predeterminado.
- 60 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el procesador (4):
 - determina un intervalo de temperatura ambiental inicial, en función de la temperatura ambiental medida inicialmente,
 - 65 - desplaza los dos extremos de este intervalo de temperatura para reducir la diferencia entre la temperatura ambiental medida y el centro de este intervalo, siendo la temperatura de regulación función de este intervalo de temperatura, y
 - vuelve a calcular este intervalo cuando la temperatura ambiental alcanza un extremo de este intervalo de temperatura.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 9, en el que los medios de sincronización sincronizan la frecuencia de reloj del oscilador con por lo menos una fuente (10) de referencia remota,

- 5
- cuando la temperatura de regulación es modificada por el procesador (4), o
 - en cuanto reciben una información que indica que el procesador (4) está listo para modificar la temperatura de regulación,

10 realizándose esta sincronización con una frecuencia de sincronización en función de la deriva entre la frecuencia de reloj del oscilador (1) y la frecuencia de referencia de la fuente (10) de referencia remota.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 10, en el que la temperatura ambiental:

- 15
- se mide, al inicio del procedimiento de control, por medio de un sensor (5) de temperatura del dispositivo (2) de oscilador, y después,
 - se deduce de la medición de una magnitud eléctrica correlacionada con una corriente (13) de alimentación que atraviesa los medios (3) de calentamiento.
- 20

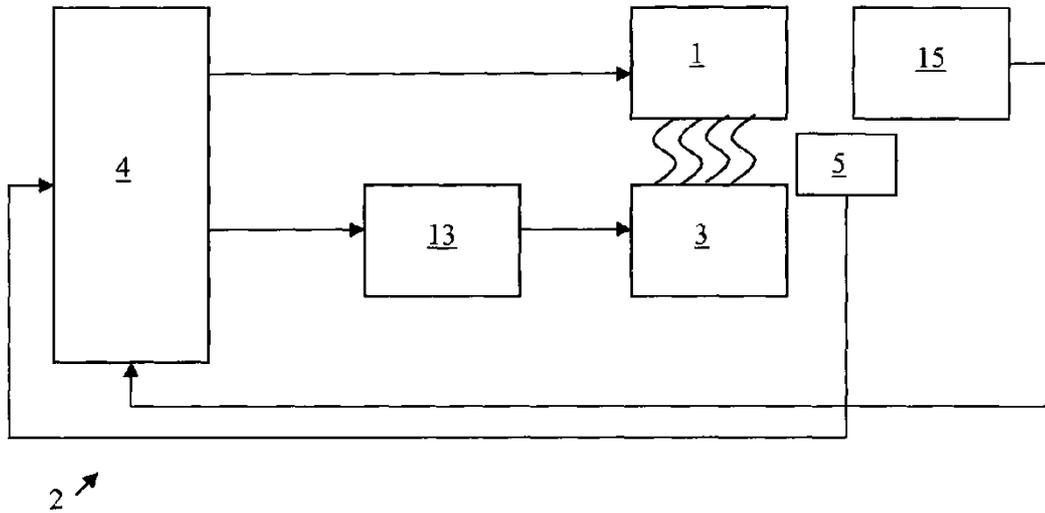


Figura 1

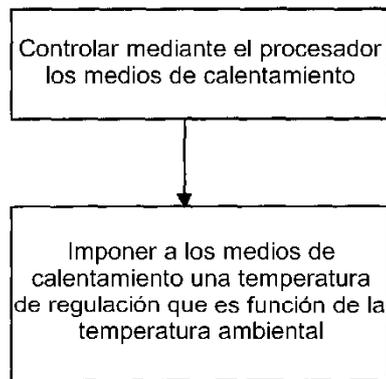


Figura 2

Intervalos de temperatura ambiental (PL _i , en °C)	Temperatura de regulación (Tr _i en °C)
-5 a +12	40
+1 a +18	46
+7 a +24	52
+13 a +30	56
+19 a +36	62
+25 a +45	65

Figura 3

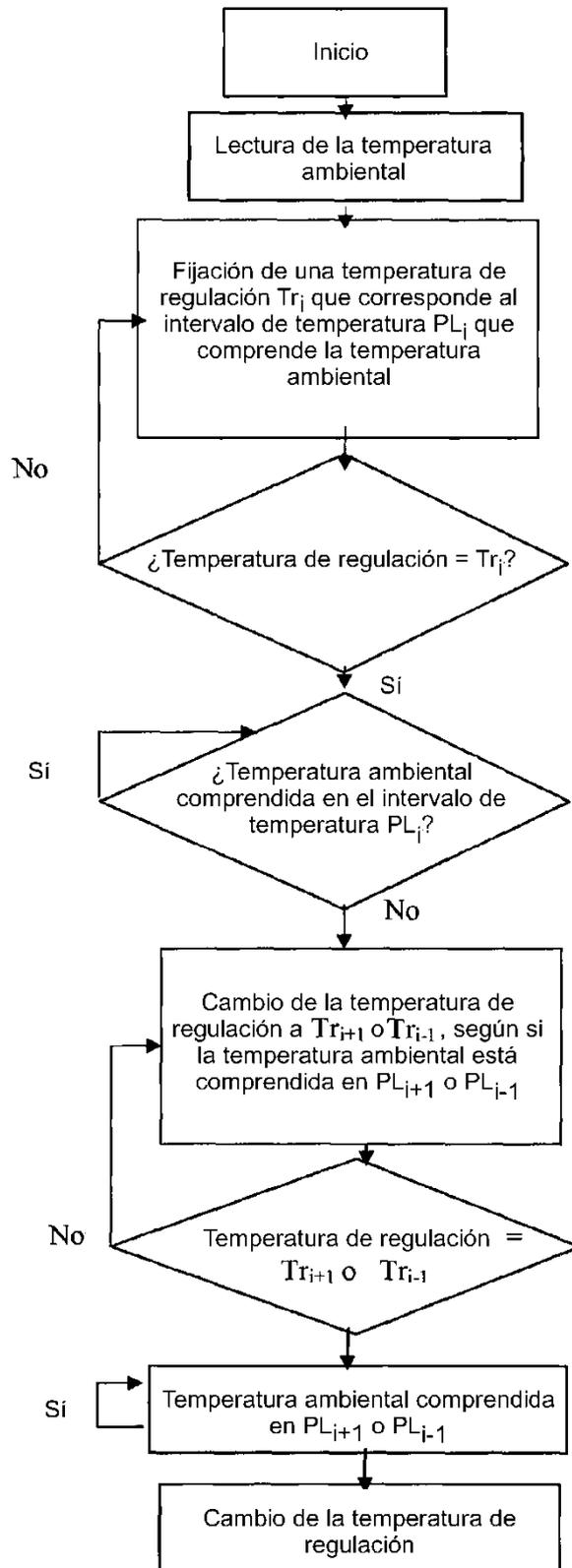


Figura 4

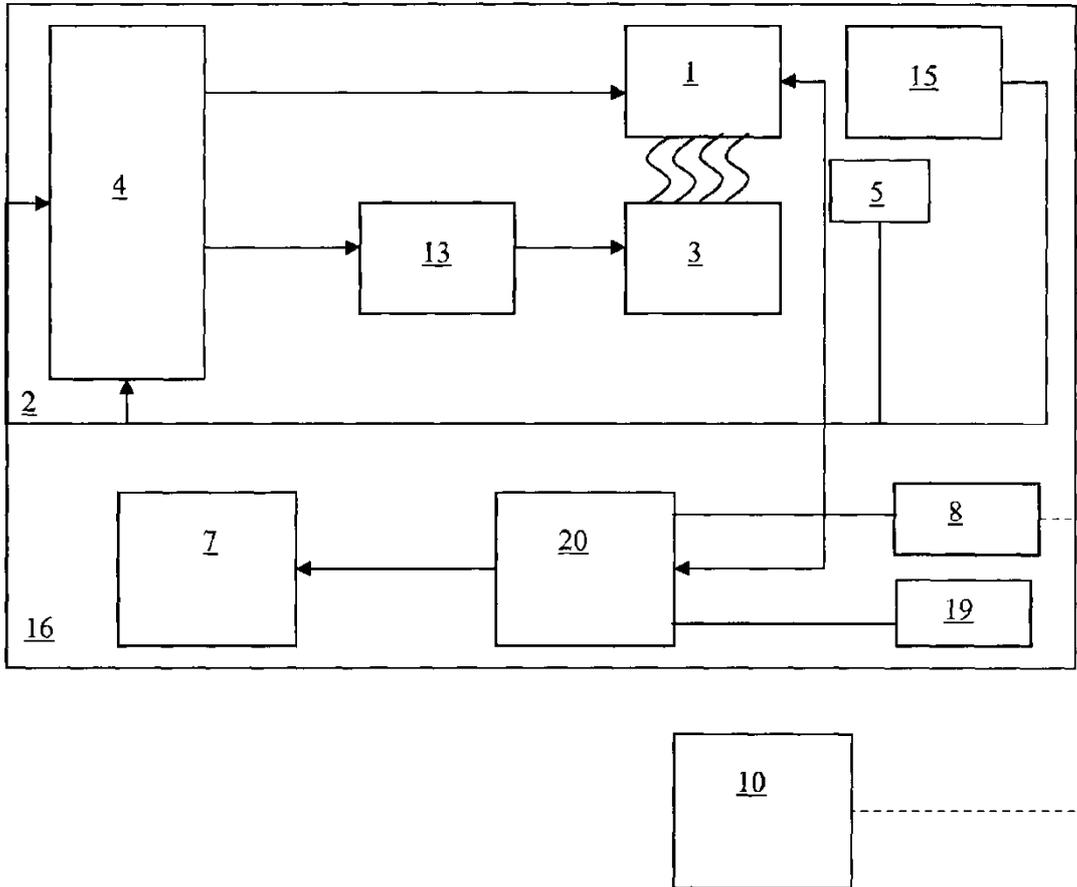


Figura 5

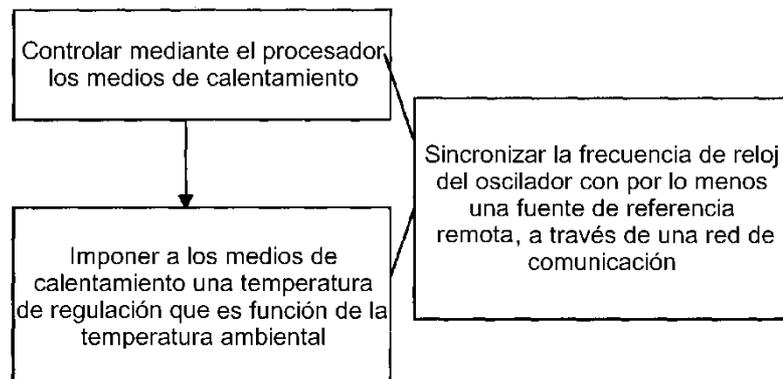


Figura 6

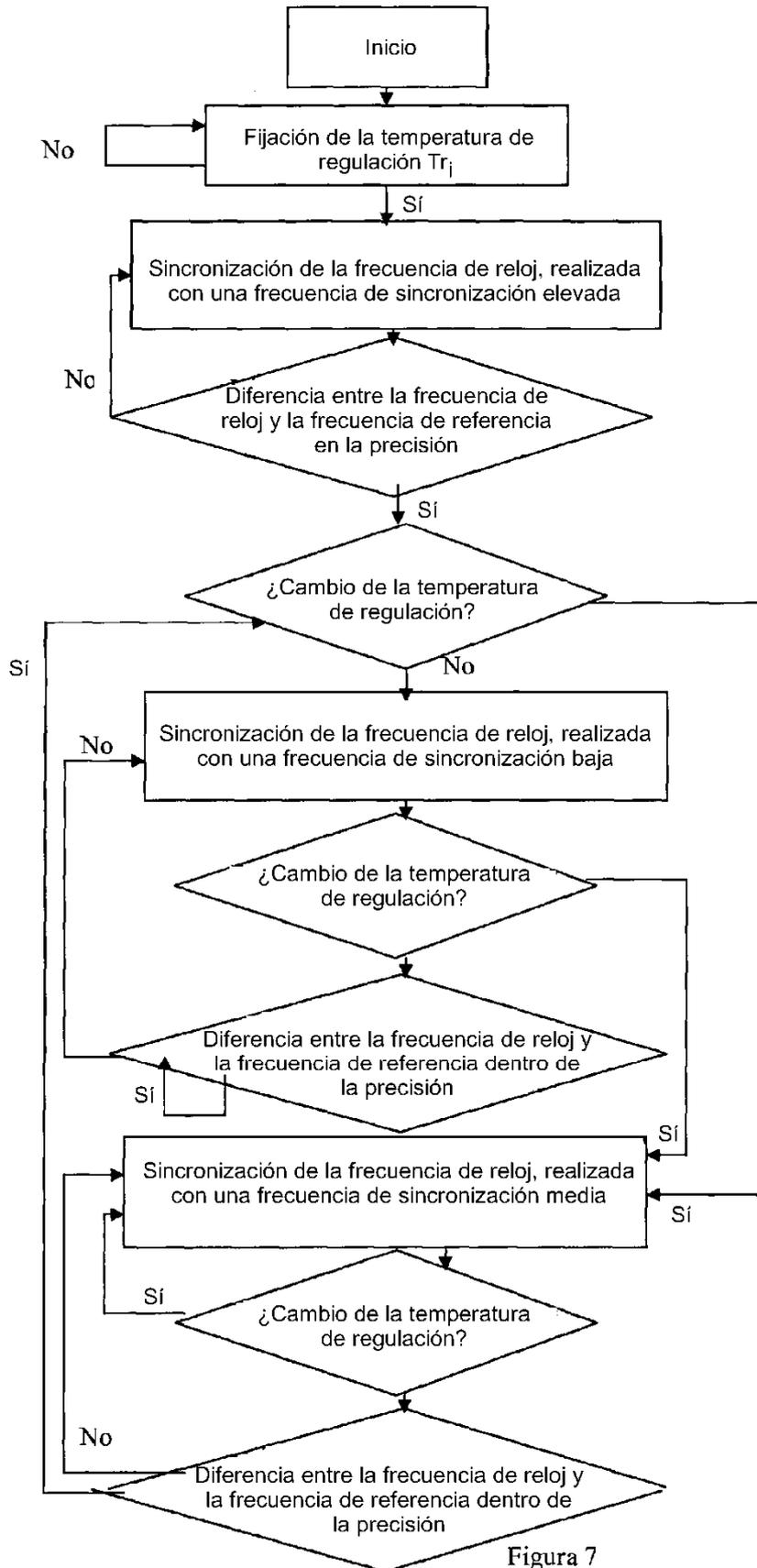


Figura 7