

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 539**

51 Int. Cl.:

H03L 1/02 (2006.01)

H03K 3/011 (2006.01)

H03L 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2012 E 12715170 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.01.2015 EP 2689533**

54 Título: **Método y sistema para controlar y estabilizar la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable**

30 Prioridad:

24.03.2011 IT TO20110254

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

23.04.2015

73 Titular/es:

**ONETASTIC S.R.L. (100.0%)
Via Ghislandi 47
25125 Brescia , IT**

72 Inventor/es:

DE PADOVA, IGNAZIO

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 534 539 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para controlar y estabilizar la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable.

5 La presente invención se refiere a un método y a un sistema para controlar y estabilizar la frecuencia de una señal generada por un oscilador.

Más en particular, la presente invención se refiere a un método y a un sistema para controlar y estabilizar la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable cuando cambia la temperatura, de modo que la frecuencia de oscilación permanezca extremadamente estable.

Se sabe que muchas aplicaciones electrónicas requieren el uso de un oscilador que debe ser extremadamente estable en frecuencia.

15 Por ejemplo, una aplicación que requiere el uso de osciladores que sean extremadamente estables en frecuencia es la radiodifusión de la señal de televisión digital terrestre DVB-T en modo "SFN", es decir, en una Red de Frecuencia Única, con el fin de sincronizar en frecuencia los transmisores que pertenecen a la misma red.

Este requisito se cumple típicamente de tres maneras diferentes:

- 20 1) utilizando unos osciladores de grado metrológico, por ejemplo unas unidades de cesio, rubidio y similares;
- 2) utilizando unos osciladores controlables a través de una referencia externa, aun cuando la referencia externa esté a una frecuencia diferente a la que debe ser generada por el oscilador: por ejemplo, esta categoría incluye unos osciladores que utilizan, como señal de referencia, la señal "1PPS" ("Un Impulso Por Segundo) de GPS ("Sistema de Posicionamiento Global");
- 25 3) unos osciladores controlados comerciales, por ejemplo de los tipos "VCXO" ("Oscilador de Cristal de Control de Voltaje") u "OCXO" ("Oscilador de Cristal Controlado por Horno").

Cada una de las tipologías de oscilador mencionadas anteriormente adolece de sus propios inconvenientes:

- 35 1) los osciladores de grado metrológico ofrecen una excelente precisión, pero son muy caros y, por tanto, no son adecuados para aplicaciones comerciales;
- 2) los osciladores controlables a través de una referencia externa adolecen por lo menos de tres inconvenientes. En primer lugar, la señal de referencia externa requiere la instalación de dispositivos externos, en particular receptores GPS, de tecnología dishomogénea con respecto a la tecnología utilizada en los osciladores, de modo que pueden surgir problemas de fiabilidad; en segundo lugar, el funcionamiento apropiado del oscilador depende de la disponibilidad de la referencia externa: si se pierde esta última, por ejemplo debido a fallos o a condiciones meteorológicas adversas, el oscilador puede llegar a ser completamente inútil; en tercer lugar, si la fuente de la referencia absoluta es un sistema de satélite gestionado por terceras partes, tales como el sistema GPS, el funcionamiento apropiado del oscilador depende de parámetros fuera del control del usuario. En efecto, se sabe que el uso del sistema GPS, o de sistemas de satélite similares, es libre; sin embargo, no es posible establecer contratos de servicio para asegurar la continuidad del servicio o los niveles de prestaciones adecuados. En otras palabras, el sistema GPS se ofrece "tal como es" y puede llegar repentinamente a no estar disponible o ser inadecuado o técnicamente insuficiente en algún momento, sin que se le permita al usuario hacer algo o formular alguna objeción;
- 40 45 50 3) los osciladores controlados comerciales tienen una precisión insuficiente para la mayoría de las aplicaciones comerciales debido a que, en ausencia de una referencia de frecuencia externa, tienen típicamente una deriva de frecuencia diaria de unos pocos Hz, es decir, unos pocos cientos de Hz o más por año.

Por ejemplo, en el caso mencionado anteriormente referente a la sincronización de transmisores de una red DVB-T que funciona en modo SFN, la precisión requerida es de 10^{-9} , es decir, la deriva de frecuencia tolerable es de unos pocos Hz por GHz.

Una de las causas que contribuyen a la deriva de frecuencia de la señal generada por un oscilador es la temperatura de funcionamiento del mismo.

60 Por ejemplo, el documento US nº 7.619.486 describe un circuito integrado fabricado en un proceso de óxido múltiple que se puede utilizar para proporcionar un circuito insensible a la temperatura. El circuito insensible a la temperatura puede ser un oscilador en anillo que se puede utilizar como una frecuencia de referencia integrada de bajo coste para vigilar y modificar el comportamiento del circuito integrado con el fin de producir los resultados deseados. En algunas formas de realización, la salida del oscilador de referencia se puede comparar con la salida de un segundo oscilador, en donde las prestaciones del segundo oscilador son sensibles a la temperatura. El resultado de

comparación se puede vigilar y procesar para rebajar la potencia del circuito integrado.

Se conoce en la técnica, por ejemplo a partir de las patentes US nº 3.617.955 y US nº 4.293.830, el uso de líneas de retardo para compensar derivas causadas por la temperatura. Sin embargo, dichas patentes no enseñan cómo corregir con precisión extremadamente alta cualquier deriva de frecuencia debida a la temperatura.

Por tanto, es un objetivo de la presente invención proporcionar un método y un sistema para controlar y estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable, con el fin de corregir con muy alta precisión cualquier deriva de frecuencia causada por la temperatura.

Es otro objetivo de la presente invención proporcionar un método y un sistema para controlar y estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable para generar una señal que sea muy estable en frecuencia.

Es un objetivo adicional de la presente invención proporcionar un método y un sistema para controlar y estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable para no requerir señales de referencia externas.

Es todavía otro objetivo de la presente invención proporcionar un método y un sistema para controlar y estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable de bajo coste.

Éstos y otros objetivos de la invención se consiguen a través de un método y un sistema para controlar y estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable según las reivindicaciones adjuntas, que están destinadas a ser parte integrante de la presente descripción.

En resumen, el método para controlar y estabilizar la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable prevé generar un impulso a través de un generador de impulsos y tener el tránsito del impulso a través de una línea de retardo que comprende por lo menos unas primera y segunda porciones de línea de retardo dispuestas en serie.

La frecuencia de la señal generada por el oscilador controlable se mide utilizando una señal cuya duración es proporcional a la longitud de la línea de retardo.

Se aplica una corrección de frecuencia a la señal generada por el oscilador controlable si la diferencia en frecuencia entre dicha señal y el valor de frecuencia deseado excede un umbral predeterminado.

Se proporciona la primera porción de línea de retardo acoplado un material conductor a un primer material dieléctrico que tiene un primer gradiente negativo de su constante eléctrica en función de la temperatura, mientras que la segunda porción de línea de retardo se proporciona acoplado el mismo material o un material conductor diferente a un segundo material dieléctrico que tiene un segundo gradiente negativo de su constante dieléctrica en función de la temperatura, en donde el valor absoluto del segundo gradiente es superior al del primer gradiente.

La longitud de la segunda porción de línea de retardo se selecciona de tal manera que la relación $L_2 = (L_1 \cdot \Delta R_1) / \text{abs}(\Delta R_2)$ sea verdadera, en la que L_1 y L_2 son respectivamente la longitud de las primera y segunda porciones de línea de retardo, y ΔR_1 y ΔR_2 representan respectivamente unas primera y segunda variaciones de retardo introducidas por las primera y segunda porciones de línea de retardo para cada variación de 1K en la temperatura a la que funcionan ambas líneas de retardo.

De esta manera, se cancela sustancialmente cualquier efecto sobre la precisión de la medición de la deriva de frecuencia causada por cambios en la temperatura, con lo que resulta más fácil corregir con alta precisión cualquier deriva de frecuencia del oscilador.

Mediante una selección apropiada del material conductor y de los materiales dieléctricos utilizados para fabricar las por lo menos dos porciones de línea de retardo, es posible conseguir una precisión del orden de 10^{-9} , haciendo así el sistema y el método de la presente invención susceptibles de implementación en aplicaciones que requieren un oscilador extremadamente preciso, tal como, por ejemplo, unos sistemas para transmitir una señal de televisión digital terrestre en una red de frecuencia única.

Otras características de la invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas, que están destinadas a ser parte integrante de la presente descripción.

Los objetivos anteriores serán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de un método y de un sistema para controlar y estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador, con particular referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es un diagrama de un sistema para controlar y estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable según la presente invención; y

- la figura 2 muestra en detalle una línea de retardo del sistema de la figura 1.

5 Con referencia a la figura 1, se muestra un sistema 1 para controlar y estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable 3, comprendiendo dicho sistema 1 un generador de impulsos 21, un generador de puerta 6, unos medios 29 para determinar la frecuencia de una señal, en particular un contador de impulsos, y un módulo de corrección de frecuencia 13.

10 El generador de impulsos 21 genera un impulso que se transmite simultáneamente al generador de puerta 6 a través una primera línea 23 y una línea de retardo 5.

15 La primera línea 23 tiene idealmente una longitud nula, es decir, un impulso generado por el generador de impulsos 21 se pone inmediatamente a disposición del generador de puerta 6, mientras que el mismo impulso sigue una trayectoria intencionalmente más larga a través de la línea de retardo 5.

Por tanto, la salida del generador de puerta 6 es típicamente una señal en forma de puerta 27, es decir, una señal similar a una onda cuadrada cuyo periodo tiene, en la hipótesis anterior, una duración que es proporcional al tiempo tomado por el impulso generado por el generador de impulsos 21 para recorrer la línea de retardo 5.

20 En el contador de impulsos 29, una señal de oscilador 25 generada por el oscilador 3 se superpone sobre la señal de puerta 27. A continuación, se cuenta el número de impulsos de la señal de oscilador 25 que están presentes en la señal de puerta 27 para obtener la frecuencia de la señal de oscilador 25.

25 Si la diferencia entre la frecuencia de la señal de oscilador 25, medida dentro del contador 28, y el valor de frecuencia deseado excede un umbral predeterminado que representa la precisión deseada de la frecuencia de oscilación para una cierta aplicación, entonces la información apropiada es transmitida por el contador 29, a través de una segunda línea 31, al módulo de corrección 13. Este último controla entonces el oscilador 3 por medio de una señal de corrección 33 para compensar la deriva de frecuencia de la señal de oscilación 25 detectada en el contador 29.

30 Se sigue que el subsistema que incluye el generador de impulsos 21, el generador de puerta 26 y el contador 29 constituyen una referencia independiente para medir la frecuencia de la señal generada por el oscilador 3.

35 Para que dicha referencia permanezca estable a lo largo del tiempo cuando cambia la temperatura, es esencial que el periodo de la señal de puerta 27 permanezca estable a lo largo del tiempo cuando cambia la temperatura de funcionamiento y, como consecuencia, que el comportamiento de la línea de retardo 5 permanezca estable a lo largo del tiempo cuando cambia la temperatura de funcionamiento.

40 Con referencia a la figura 2, se muestra en detalle la línea de retardo 5 que comprende por lo menos una primera porción 7, que tiene una primera longitud L1, y por lo menos una segunda porción 9, que tiene una segunda longitud L2, realizadas en diferentes materiales y dispuestas en serie, como se explicará con más detalle a continuación.

45 Para poder obtener una medición muy precisa de la señal generada por el oscilador 3, es necesario asegurar que la duración real y detectada de la señal de puerta 27 sea idealmente constante y repetible a lo largo del tiempo.

La constancia de la duración detectada por la puerta 6 se ve principalmente afectada por la duración del retardo introducido por la línea de retardo 5 y, por tanto, por su constancia a lo largo del tiempo cuando cambia la temperatura.

50 La línea de retardo más simple es una línea cableada, en donde un cable o una pista de circuito impreso de longitud conocida introducen un retardo que es proporcional a su longitud. Sin embargo, la línea de retardo está realizada en un material físico que tiene su propio coeficiente de expansión térmica λ .

55 Por ejemplo, el cobre tiene un coeficiente de expansión térmico λ igual a aproximadamente 18 ppm/K, es decir, 18 partes por millón por grado Kelvin, y, por tanto, una línea de cobre podría asegurar una precisión máxima del orden de $10^{-5}/K$, que no es suficiente para aquellas aplicaciones en las que se requiere que la señal generada por el oscilador 3 tenga una precisión extremadamente alta, por ejemplo de 10^{-9} .

60 Cuando cambia la temperatura de funcionamiento, la longitud de la línea de retardo 5 cambia también, alterando así la medición de la frecuencia de la señal de oscilador 25 en el contador 29.

El retardo de tiempo introducido por la línea de retardo 5 se ve afectado no sólo por la longitud de la propia línea, sino también por la constante dieléctrica ϵ_r , que es también variable con la temperatura de acuerdo con una ley conocida, dependiendo del material empleado.

65 El método de la presente invención prevé seleccionar un primer material dieléctrico A que tiene un gradiente

negativo de su constante dieléctrica ϵ_{rA} en función de la temperatura.

Se crea así una primera porción 7 de la línea de retardo 5 acoplado un material conductor M al primer material dieléctrico A.

A modo de ejemplo no limitativo, dicho acoplamiento se puede realizar utilizando un cable coaxial de material conductor M con por lo menos una funda aislante realizada en el primer material dieléctrico A, o depositando por lo menos una pista realizada en material conductor M, por ejemplo cobre, sobre un primer sustrato, por ejemplo una tira realizada en el primer material dieléctrico A.

El primer material dieléctrico A se selecciona de tal manera que, cuando se une al material conductor M, la variación total $\Delta R1$ por unidad de longitud y por grado Kelvin del retardo introducido por la primera porción 7 de la línea de retardo 5 sea positiva, pero todavía inferior a la variación de retardo ΔR_M que se obtendría utilizando solamente el material conductor M (e igual al coeficiente de expansión térmica λ del material conductor M por cada grado Kelvin).

El método de la presente invención prevé entonces seleccionar un segundo material dieléctrico B que tiene un gradiente negativo de su constante dieléctrica ϵ_{rB} en función de la temperatura, cuyo valor absoluto es, sin embargo, superior a la variación de la constante dieléctrica ϵ_{rA} en función de la temperatura del primer material dieléctrico A.

El segundo material dieléctrico B se selecciona de tal manera que, cuando se une al material conductor M o a otro material conductor, la variación total $\Delta R2$ por unidad de longitud y por grado Kelvin del retardo introducido por la segunda porción 9 de la línea de retardo 5 sea negativa.

Se crea así una segunda porción 9 de la línea de retardo 5 acoplado el material conductor M al segundo material dieléctrico B.

A modo de ejemplo no limitativo, dicho acoplamiento se puede realizar utilizando un cable coaxial de material conductor M con por lo menos una funda aislante realizada en el segundo material dieléctrico A, o depositando por lo menos una pista realizada en material conductor M, por ejemplo cobre, sobre un segundo sustrato, por ejemplo una tira realizada en el segundo material dieléctrico A.

La línea de retardo completa 5, compuesta por lo menos por una primera porción 7 y por una segunda porción 9, se mantiene dentro de un único ambiente y, por tanto, se supone que funciona a la misma temperatura. Sobre la base de la descripción anterior, la variación por grado Kelvin del retardo total introducido por la primera porción 7 de la línea de retardo 5 es igual a $L1 \cdot \Delta R1$, mientras que la variación por grado Kelvin del retardo total introducido por la segunda porción 9 de la línea de retardo 5 es igual a $L2 \cdot \Delta R2$. Para mantener constante el retardo en la línea de retardo 5, es suficiente obtener que $L1 \cdot \Delta R1 + L2 \cdot \Delta R2 = 0$.

Puesto que $0 < \Delta R1 < \Delta R_M$ y $\Delta R2 < 0$, donde ΔR_M es la variación del retardo por unidad de longitud y por grado Kelvin de una primera porción ideal de la línea de retardo 5 realizada solamente en material conductor, la segunda porción 9 de la línea de retardo 5 se materializa de tal manera que la segunda longitud $L2$ es igual a:

$$L2 = L1 \cdot \Delta R1 / \text{abs}(\Delta R2)$$

en donde "abs" es el operador de valor absoluto.

Disponiendo la primera porción 7 en serie con la segunda porción 9 (que, como se ha expuesto anteriormente, funcionan a la misma temperatura ambiente) para formar la línea de retardo 5, se obtiene ventajosamente una estabilidad del retardo introducido por la línea de retardo 5 en función de la temperatura, porque la variación dependiente de la temperatura del retardo introducido por la primera porción 7 de la línea de retardo 5 se compensa por la variación dependiente de la temperatura del retardo introducido por la segunda porción 9 de la línea de retardo 5.

En una variante del sistema según la invención, es posible estabilizar la temperatura del oscilador 3, la línea de retardo 5, el generador de puerta 6 y el contador 29 por medio de un termostato (no mostrado).

Si, por ejemplo, dicho termostato asegura una precisión de 0,1 K, entonces la precisión del método descrito anteriormente mejorará a su vez en un factor de 10.

Las características de la presente invención y las ventajas de la misma son evidentes a partir de la descripción anterior.

Una primera ventaja del presente método para estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable, y del sistema del mismo, es que, gracias a la construcción particular de la línea de retardo, no se cancela virtualmente ninguna imprecisión en la medición de la frecuencia de señal provocada por la temperatura, de modo que es posible asegurar una precisión extremadamente alta de la frecuencia de la señal generada por el

oscilador.

Una segunda ventaja del método y el sistema según la presente invención es que el oscilador no requiere ninguna señal de referencia externa y no depende de ninguna tecnología de terceros.

5 Una ventaja adicional del método y el sistema según la presente invención es que el coste de implementación del sistema es extremadamente bajo.

10 El método para estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable y el sistema del mismo descritos en la presente memoria a modo de ejemplo pueden ser objeto de muchas posibles variaciones sin apartarse del espíritu novedoso de la idea inventiva; es obvio también que, en la puesta en práctica de la invención, los detalles ilustrados pueden tener diferentes formas o ser sustituidos por otros elementos técnicamente equivalentes.

15 Por ejemplo, el sistema y el método para controlar y estabilizar en tiempo una señal generada por un oscilador controlable cuando cambia la temperatura se pueden emplear con el fin de estabilizar la frecuencia de un oscilador de un transmisor de una red de frecuencia única que comprende una pluralidad de transmisores, tal como, por ejemplo, una red de transmisores utilizados para la radiodifusión de una señal de televisión digital terrestre.

20 Por tanto, se puede entender fácilmente que la presente invención no se limita a un método para estabilizar en tiempo la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable, y un sistema del mismo, sino que puede ser objeto de muchas modificaciones, mejoras o sustituciones de partes y elementos equivalentes sin apartarse por ello de la idea inventiva que se especifica claramente en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para controlar y estabilizar en tiempo, cuando cambia la temperatura, la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable (3), comprendiendo dicho método las etapas siguientes:
- 5
- medir la frecuencia de dicha señal generada por dicho oscilador controlable (3) utilizando una primera señal, cuya duración es proporcional a la longitud de una línea de retardo (5) que comprende por lo menos unas primera (7) y segunda (9) porciones de línea de retardo dispuestas en serie y que tienen unas primera (L1) y segunda (L2) longitudes, respectivamente;
- 10
- aplicar una corrección de frecuencia a dicha señal generada por dicho oscilador controlable (3) si la diferencia en frecuencia entre dicha señal y el valor de frecuencia deseado excede un umbral predeterminado, estando dicho método caracterizado por que:
- 15
- se proporciona dicha primera porción de dicha línea de retardo (5) acoplado un material conductor a un primer material dieléctrico que tiene un primer gradiente negativo de su constante dieléctrica en función de la temperatura;
- 20
- se proporciona dicha segunda porción (9) de dicha línea de retardo (5) acoplado dicho u otro material conductor a un segundo material dieléctrico que tiene un segundo gradiente negativo de su constante dieléctrica en función de la temperatura, siendo el valor absoluto de dicho segundo gradiente superior al de dicho primer gradiente;
- 25
- se selecciona dicha segunda longitud (L2) de dicha segunda porción (9) de línea de retardo de tal manera que la relación $L_2 = (L_1 \cdot \Delta R_1) / \text{abs}(\Delta R_2)$ sea verdadera, en la que ΔR_1 y ΔR_2 representan, respectivamente, unas primera y segunda variaciones de retardo por grado Kelvin introducidas por dichas primera (7) y segunda (9) porciones de línea, y en la que dicha primera variación de retardo (ΔR_1) es inferior, por cada grado Kelvin, al coeficiente de expansión térmica de dicho u otro material conductor.
- 30
2. Método según la reivindicación 1, en el que dicha primera porción (7) de dicha línea de retardo (5) es proporcionada por un cable coaxial realizado en dicho material conductor y que tiene por lo menos una funda aislante realizada en dicho primer material dieléctrico.
- 35
3. Método según la reivindicación 1, en el que dicha segunda porción (9) de dicha línea de retardo (5) es proporcionada por un cable coaxial realizado en dicho material conductor y que tiene por lo menos una funda aislante realizada en dicho segundo material dieléctrico.
- 40
4. Método según la reivindicación 1, en el que dicha primera porción (7) de dicha línea de retardo (5) se obtiene depositando por lo menos una pista realizada en dicho material conductor, en particular cobre, sobre un primer sustrato, en particular una primera tira, realizado en dicho primer material dieléctrico.
- 45
5. Método según la reivindicación 1, en el que dicha segunda porción (9) de dicha línea de retardo (5) se obtiene depositando por lo menos una pista realizada dicho material conductor, en particular cobre, sobre un segundo sustrato, en particular una segunda tira, realizado en dicho segundo material dieléctrico.
- 50
6. Método según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha primera señal es generada por un generador de puerta (6), comprende por lo menos un impulso generado por un generador de impulsos (21) y se la hace transitar por dicha línea de retardo (5).
- 55
7. Sistema para controlar y estabilizar en el tiempo, cuando cambia la temperatura, la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable (3), comprendiendo dicho sistema:
- unos medios (29) para medir la frecuencia de dicha señal generada por dicho oscilador controlable (3) utilizando una primera señal, cuya duración es proporcional a la longitud de dicha línea de retardo (5) que comprende por lo menos unas primera (7) y segunda (9) porciones de línea de retardo dispuestas en serie y que tienen unas primera (L1) y segunda (L2) longitudes, respectivamente;
- 60
- unos medios (13) para aplicar una corrección de frecuencia a dicha señal generada por dicho oscilador controlable (3) si la diferencia en frecuencia entre dicha señal y el valor de frecuencia deseado excede un umbral predeterminado, en donde:
- 65
- dicha primera porción de dicha línea de retardo (5) comprende un material conductor acoplado a un primer material dieléctrico que tiene un primer gradiente negativo de su constante dieléctrica en función de la temperatura;
 - dicha segunda porción (9) de dicha línea de retardo (5) comprende un material conductor acoplado a un

segundo material dieléctrico que tiene un segundo gradiente negativo de su constante dieléctrica en función de la temperatura, siendo el valor absoluto de dicho segundo gradiente superior al de dicho primer gradiente;

- 5 - dicha segunda longitud (L_2) de dicha segunda porción (9) de la línea de retardo se proporciona de tal manera que la relación $L_2 = (L_1 \cdot \Delta R_1) / \text{abs}(\Delta R_2)$ sea verdadera, en la que ΔR_1 y ΔR_2 representan, respectivamente, unas primera y segunda variaciones de retardo por grado Kelvin introducidas por dichas primera (7) y segunda (9) porciones de línea, y en donde dicha primera variación de retardo (ΔR_1) es inferior, por cada grado Kelvin, al coeficiente de expansión térmica de dicho u otro material conductor.
- 10 8. Sistema según la reivindicación 7, en el que dicha primera porción (7) de dicha línea de retardo (5) comprende un cable coaxial realizado en dicho material conductor y que tiene por lo menos una funda aislante realizada en dicho primer material dieléctrico.
- 15 9. Sistema según la reivindicación 7, en el que dicha segunda porción (9) de dicha línea de retardo (5) comprende un cable coaxial realizado en dicho material conductor y que tiene por lo menos una funda aislante realizada en dicho segundo material dieléctrico.
- 20 10. Sistema según la reivindicación 7, en el que dicha primera porción (7) de dicha línea de retardo (5) comprende un primer sustrato, en particular una primera tira, realizado en dicho primer material dieléctrico y por lo menos una pista realizada en dicho material conductor, en particular cobre.
- 25 11. Sistema según la reivindicación 7, en el que dicha segunda porción (9) de dicha línea de retardo (5) comprende un segundo sustrato, en particular una segunda tira, realizado en dicho primer material dieléctrico y por lo menos una pista realizada en dicho material conductor, en particular cobre.
- 30 12. Sistema según la reivindicación 7, en el que dichas primera (7) y segunda (9) porciones de dicha línea de retardo (5) están dispuestas en el mismo ambiente y funcionan a la misma temperatura.
- 35 13. Sistema según una o más de las reivindicaciones 7 a 12, en el que dicha primera señal es generada por un generador de puerta (6), comprende por lo menos un impulso generado por un generador de impulsos (21) y se la hace transitar por dicha línea de retardo (5).
- 40 14. Sistema según la reivindicación 13, en el que dicho oscilador controlable (3), dicha línea de retardo (5), dicho generador de puerta (6) y dichos medios (29) para medir la frecuencia de dicha señal generada por dicho oscilador controlable (3) se estabilizan en temperatura por medio de un termostato.
- 15. Red de frecuencia única que comprende una pluralidad de transmisores, en donde por lo menos uno de dichos transmisores comprende un oscilador (3) respectivo y en donde dicha red comprende un sistema para controlar y estabilizar en tiempo, cuando cambia la temperatura, la frecuencia de una señal generada por un oscilador controlable según una o más de las reivindicaciones 7 a 14.

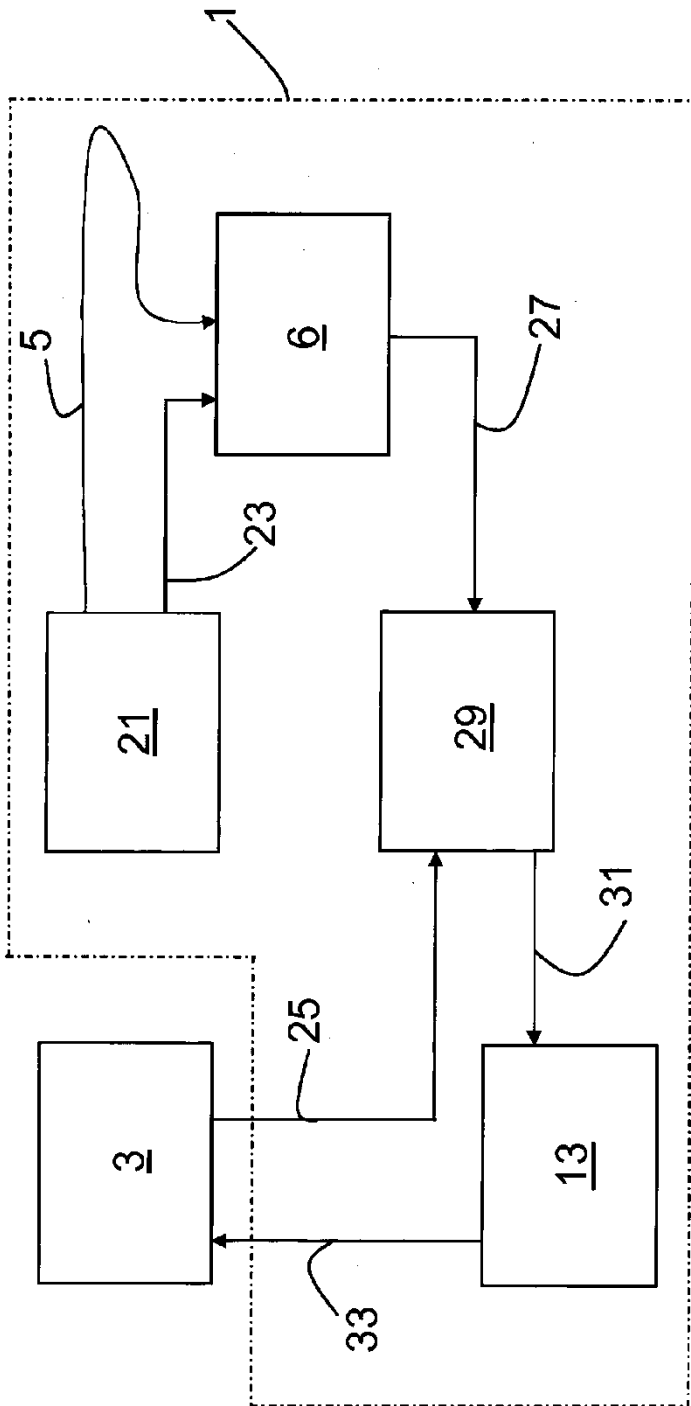


Fig.1

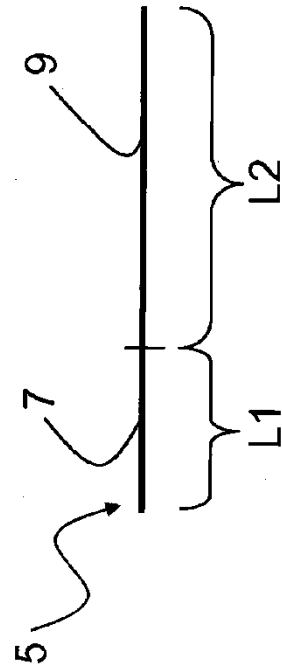


Fig.2