

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 603**

51 Int. Cl.:  
**G05D 1/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05425466 .9**

96 Fecha de presentación: **30.06.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1612631**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.01.2006**

54 Título: **SISTEMA DE SEGUIMIENTO PERIMETRAL.**

30 Prioridad:  
**02.07.2004 IT FI20040151**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.01.2012**

73 Titular/es:  
**ZUCCHETTI CENTRO SISTEMI S.P.A.  
VIA LUNGARNO, 305  
52028 TERRANUOVA BRACCIOLINI, IT**

72 Inventor/es:  
**Bernini, Fabrizio**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 372 603 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

Sistema de seguimiento perimetral.

La presente invención se refiere a un sistema de seguimiento perimetral, especialmente del tipo en condiciones de discriminar la posición interna de la externa de un cuerpo con respecto a un perímetro de una determinada área.

5 Aplicaciones típicas de tal sistema conciernen a la automatización de operaciones repetitivas dentro de un área predeterminada, por ejemplo, cortar el césped de un jardín, limpiar el piso u otras tareas similares.

Actualmente se conocen varios sistemas que se emplean para mantener un robot operativo dentro de una determinada área guiándolo apropiadamente de modo que el mismo cubra toda la extensión del área en cuestión.

10 Muchos de los sistemas conocidos explotan peculiares efectos debidos a los fenómenos electromagnéticos provocados por las señales eléctricas que circulan por cables extendidos con anterioridad a lo largo del perímetro del área en cuestión.

15 En particular, ya se conocen dispositivos que utilizan la variación del campo magnético en función de la distancia con respecto al cable perimetral. Tales sistemas, sin embargo, presentan el inconveniente que el robot no está en condiciones de distinguir la parte interna de la parte externa y, por lo tanto, podría seguir alejándose sin ningún control cuando accidentalmente tuviera que quedar fuera del área demarcada por el perímetro.

20 Otro tipo de los sistemas conocidos contempla que el cable eléctrico perimetral sea alimentado con una señal de control predeterminada compuesta por dos o más componentes armónicas. El dispositivo que funciona en el robot está en condiciones, extrayendo las componentes recibidas de la señal de control y procesándolas adecuadamente, de seguir la posición externa o interna del mismo robot en base a las diferencias con respecto a la señal original y, de esta manera, proporcionarle al actuador conductor los mandos que correspondan.

25 En el documento WO 03/065140 se da a conocer un sistema de la técnica conocida que presenta un método de seguimiento en el cual se mide repetidamente la amplitud de las señales transmitidas por el cable limitador y se almacena en memorias independientes, y en el cual un microprocesador debe realizar un análisis numérico para interpretar la cantidad de muestras necesarias para alcanzar un valor umbral, que representa una determinada distancia con respecto al cable limitador.

El documento US 6.300.737 muestra un método de seguimiento en el cual se proporciona un generador de señales para alimentar un cable limitador con una corriente que incluye al menos dos componentes de corriente alternada de diferentes frecuencias y las componentes se hallan en una relación temporal recíproca conocida.

30 Sin embargo, los sistemas de este tipo presentan el inconveniente de ser notablemente complejos, tanto en términos de generación y de suministro de la señal de control como en términos de recepción y elaboración de las componentes de la señal. En efecto, es imperioso observar estrictamente la relación de tiempo y frecuencia de las componentes de la señal para impedir falsos seguimientos, desplazamientos de fase no deseados u otros malfuncionamientos.

35 Además, del lado de recepción, es necesario extraer las diferentes componentes, para efectuar medidas en esas componentes y elaborar los resultados para obtener el efecto deseado.

El objetivo de la presente invención es el de resolver los problemas antes mencionados proporcionando, en primer lugar, un método para el seguimiento de la posición del cuerpo con respecto al perímetro de un área determinada, según lo expuesto en la reivindicación independiente número 1.

40 Otro objetivo de la presente invención es el de proporcionar un dispositivo de seguimiento en condiciones de detectar un campo magnético y generar una correspondiente señal eléctrica periódica, según lo expuesto en la reivindicación independiente número 8.

La presente invención también se refiere a un sistema para el seguimiento de la posición de un cuerpo con respecto a un perímetro de un área determinada, según lo expuesto en la reivindicación independiente número 14.

Las reivindicaciones dependientes definen aspectos adicionales de la presente invención.

45 La ventaja principal de la presente invención está dada por el hecho que el cable eléctrico perimetral utiliza una señal que se compone de una armónica, eliminando así todas las dificultades iniciales concernientes a la generación y la transmisión de distintas componentes relacionadas entre sí por rígidas relaciones temporales.

50 Una segunda ventaja del sistema según la presente invención reside en el hecho que la señal eléctrica individual empleada para alimentar el cable eléctrico perimetral no debe satisfacer apremiantes y rígidos requisitos y, por consiguiente, obviamente también su generación es una operación más sencilla y económica.

Una tercera ventaja es que, del lado de recepción, no es necesario extraer ninguna componente de la señal de

control recibida, puesto que es posible usar directamente toda la señal para la evaluación de la posición del robot con respecto al cable perimetral.

Otras ventajas, características y modalidades de uso de la presente invención se aclararán en la descripción detallada que sigue de una ejecución preferente de la misma invención, dada a título ejemplificador y no limitativo, haciendo referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- la figura 1 es un diagrama ejemplificador de un sistema según la presente invención;
- la figura 2 es un gráfico de una señal de control para un sistema según la presente invención;
- la figura 3 es un diagrama de bloques de la sección de seguimiento de posición de un sistema según la presente invención;
- las figuras 4 y 5 son esquemas eléctricos del dispositivo de seguimiento de posición según la presente invención;
- la figura 6 es un gráfico de una señal de control recibida del dispositivo de la figura 3 cuando el mismo dispositivo está en la parte interna del perímetro del área en cuestión; y
- la figura 7 es un gráfico de una señal de control recibida del dispositivo de la figura 3 cuando el mismo dispositivo está en la parte externa del perímetro del área en cuestión.

Haciendo referencia a la figura 1, esta última muestra un diagrama esquemático de un sistema según la presente invención.

En particular, el área (4) a controlar está delimitada por un cable eléctrico perimetral (2). Dentro de dicha área (4) hay un cuerpo (6), por ejemplo, una herramienta de trabajo, un robot u otro dispositivo, que debe moverse dentro de dicha área (4) sin alejarse yendo a la región externa (5).

En la descripción que sigue se hará referencia a un robot, término mediante el cual se indica un dispositivo motorizado en condiciones de moverse autónomamente dentro del área en cuestión (4).

El cable perimetral (2) está conectado a un generador de señales (1) en condiciones de alimentar el mismo cable perimetral con una señal eléctrica de control (SC), generando así, como se sabe, un campo magnético alrededor del mismo cable, cuyas características dependen de la forma de onda de la señal eléctrica (SC).

El robot (6) comprende un dispositivo de detección (4) en condiciones de detectar el campo magnético y a partir de él sacar conclusiones, como se describirá en detalles, concernientes a la posición del mismo robot con respecto al perímetro del área en cuestión (4).

En la figura 2 está representado un gráfico de una señal de control (SC) producida por el generador (1) y alimentada al cable perimetral (2).

La señal de control (SC) es una señal sinusoidal periódica y substancialmente pura, es decir que consta solamente de una componente armónica con una frecuencia predeterminada.

El generador (1) es un dispositivo electrónico provisto de un microprocesador que hace correr un software para generar la señal sinusoidal.

Ventajosamente, es posible elegir el ciclo de la señal (T) en función de la aplicación específica. Preferentemente, el ciclo (T) para la señal viene elegido igual a aproximadamente 12,8  $\mu$ s que corresponde a una frecuencia de 7,8125 kHz.

La señal generada de esta manera viene alimentada al cable perimetral conectado con el dispositivo. El microprocesador incluye un reloj de cuarzo para establecer la estabilidad del reloj de sistema dentro de determinadas tolerancias y, por consiguiente, la estabilidad de la frecuencia de la señal generada.

Cabe resaltar que tal valor de frecuencia no debe ser considerado limitativo. En efecto, es posible utilizar señales que exhiben valores diferentes, obteniendo igualmente el resultado propuesto.

Esta característica es de notable importancia especialmente en el caso de funcionamiento de más de un dispositivo en áreas adyacentes o cercanas entre sí. En tal caso, en efecto, es posible establecer que las distintas máquinas funcionen a frecuencias diferentes, impidiendo así toda interferencia recíproca.

La única característica esencial, como se pondrá de manifiesto más adelante, es que la señal (SC) sea periódica e incluya sólo una componente armónica.

En la figura 3 está representado un diagrama de bloques de un dispositivo de seguimiento (3) incorporado, por ejemplo, en un robot (6) que se desplaza dentro del área en cuestión (4).

El dispositivo (3), a través de un elemento receptor tal como una antena compuesta por bobinas envueltas sobre un núcleo ferromagnético, detecta el campo magnético que el cable eléctrico perimetral genera cuando por el mismo cable circula una corriente eléctrica.

Los conductores que actúan como antena serán atravesados, como lo establecen las leyes de electromagnetismo, por una corriente eléctrica cuya forma, en efecto, es función de las variaciones del campo magnético.

Sucesivamente, la señal eléctrica (SC) generada de esta manera entra en una etapa de amplificación (12).

Sucesivamente, la señal de salida de dicha etapa de amplificación (12), entra en una etapa de filtro (13). Esta señal filtrada (SF), por un lado, después de pasar por un circuito de cuadratura de onda (14) sale con una forma cuadrada, con lo cual se obtiene la señal denotada SQ mientras que, por otro lado, entra en un circuito detector de amplitud (15) que produce una señal de salida (A) proporcional a la amplitud de la señal de entrada.

Luego dichas señales (SQ y A) entran en una unidad de microprocesador (16) en condiciones de elaborarlas.

En particular, es fácil entender que la señal (SC') generada en función de las variaciones del campo magnético, es substancialmente similar a la señal eléctrica (SC) que provoca el mismo campo magnético.

En el microprocesador (16) del dispositivo de recepción viene ejecutado un software para analizar la señal.

El dispositivo de recepción está instalado en el robot y transmite continuamente, a través de una señal de salida (SR), el resultado del análisis de la señal (señal ausente/presente/dentro/fuera).

Las figuras 4 y 5 son esquemas eléctricos concernientes al dispositivo de recepción.

El microprocesador del receptor está provisto de un cristal de cuarzo para asegurar mediciones de tiempo precisas.

El temporizador del microprocesador tiene una resolución suficiente para que las medidas del ciclo de la señal de entrada (500 kHz = 64 pulsos por ciclo de señal) sean significativas.

A continuación se brinda una descripción detallada del funcionamiento de la presente invención y de cómo se elaboran las señales de modo de discriminar con seguridad la posición del robot (fuera/dentro).

Como se sabe, el campo magnético asume sentidos opuestos en función del hecho que haya sido detectado dentro o fuera del área delimitada por el cable perimetral. Esto lógicamente se repercute sobre la forma de onda de la señal resultante (SC') inducida por el campo magnético sobre el receptor.

La figura 6 es un gráfico que muestra una señal (SC') detectada cuando el dispositivo de seguimiento está dentro del área (4) delimitada por el cable perimetral. La señal (SC') tiene una forma de onda periódica con un ciclo (T) determinado.

El robot debe ser puesto en marcha dentro del perímetro. Después de la etapa de puesta en marcha, el software de recepción mide la duración de una cantidad suficientemente alta de ciclos de señales, por ejemplo 16.000 ciclos, correspondiente a una duración de 2 segundos. Esta duración recibe el nombre de "intervalo básico" y es igual a la cantidad de ciclos medidos multiplicado por la cantidad de pulsos por ciclo (16.000 x 64 = 1.024.000 pulsos). En la práctica, el reloj del transmisor no está perfectamente sincronizado con el del receptor y, por consiguiente, la duración del intervalo no coincide con la duración teórica. Para cada par transmisor/receptor es natural obtener una medida diferente. Esta medición inicial, por ende, es necesaria para "sincronizar" los dos relojes.

De esta manera, el microprocesador (16) genera vía software una señal de referencia interna, por ejemplo una señal impulsiva periódica que tiene un determinado ciclo (T), similar al de la señal (SC') y en fase con ella.

En la figura 6 también está representada la señal Sref, esta figura muestra claramente cómo, en este caso, las dos señales tienen una cadencia de fase similar.

De conformidad con lo expresado con anterioridad, queda claro que mientras el robot siga estando dentro del perímetro, los frentes ascendentes de la señal de entrada (SC') corresponden a los frentes ascendentes de la señal generada internamente (Sref).

Una vez medido el intervalo básico, el robot comienza a moverse y el software del receptor sigue analizando la señal de entrada comparándola con la señal de referencia interna (Sref).

La figura 7 muestra la curva de una señal (SC') que viene detectada cuando el dispositivo de seguimiento está fuera del área (4) delimitada por el cable perimetral.

Como se puede apreciar en el gráfico de la figura 7, cuando el dispositivo de seguimiento se halla fuera del área delimitada por el cable perimetral, la señal (SC'), si bien exhibe una forma de onda periódica de ciclo T, se halla

desfasada de medio ciclo con respecto a la señal de referencia (Sref).

Cuando el robot se halla fuera del perímetro, los frentes ascendentes de la señal interna coinciden con el centro de los ciclos de la señal (SC') que se está detectando.

5 De conformidad con lo anterior, utilizando una señal sinusoidal de control (SC) de frecuencia constante, su comparación con la señal inducida (SC') (o su elaboración (SQ)), puede ser utilizada fácilmente para determinar la posición del dispositivo de seguimiento (3) (y de este modo del robot (6)) con respecto al área a controlar.

El microprocesador (16), por lo tanto, proporciona una señal de salida de seguimiento (SR) cuyas características (forma de onda, valores, etc.) dependen de la diferencia de fase medida entre la señal (SC') detectada y la señal de referencia interna (Sref).

10 La señal de seguimiento (SR) puede ser una señal analógica o, alternativamente, una señal digital de dos o más valores.

Por lo tanto, la señal (SR) podría usarse de manera ventajosa para conducir una posterior etapa de movimiento del robot (6) para mover este último siempre dentro del área (4).

15 Asimismo, el dispositivo de recepción, a través del microprocesador, está en condiciones, además, de estabilizar su distancia con respecto al cable perimetral.

20 Para evaluar la distancia con respecto al cable perimetral se utiliza una señal (A) proveniente del sensor de amplitud (15). Este último, en efecto, incluye un rectificador de picos seguido de un amplificador que adapta el factor de escala para proporcionarle al microprocesador una señal analógica (A) que asume valores comprendidos en el intervalo de 0 a 5 Vcc, en función de la amplitud de la señal de entrada (SC'). Tal valor de la señal (A), que luego el microprocesador convierte en un dato numérico, es proporcional a la distancia con respecto al cable.

El valor obtenido, si bien es meramente indicativo de la distancia, es suficiente para implementar algunas interesantes posibilidades funcionales en el sistema de guía del robot.

25 Lo anterior posibilita programar el robot de modo que pueda operar con figuras excéntricas internas al perímetro y con la misma forma que dicho perímetro, optimizando así los tiempos de corte y reduciendo notablemente los tiempos de trabajo a igualdad de área a cortar.

La presente invención ha sido descrita hasta aquí según una de sus ejecuciones preferidas, dada a título ejemplificador y no limitativo.

**REIVINDICACIONES**

1.- Método de seguimiento de la posición de un cuerpo móvil (6) con respecto al perímetro de un área (4), que comprende las siguientes etapas:

5 - alimentación de un cable eléctrico perimetral (2), dispuesto a lo largo de dicho perímetro, con una señal eléctrica de control (SC) generando así un campo magnético, dicha señal eléctrica de control (SC) siendo una señal sinusoidal substancialmente pura y teniendo un ciclo (T) determinado;

- detección de dicho campo magnético en una posición;

- generación de una señal eléctrica (SC') correspondiente a dicho campo magnético detectado;

- generación de una señal eléctrica de referencia (Sref) inicialmente estando en fase con dicha señal eléctrica (SC'); y

10 - posteriormente medición de la diferencia de fase entre dicha señal eléctrica (SC') y dicha señal eléctrica de referencia (Sref), la relación de fase entre dichas señales dependiendo de la posición del cuerpo (6) con respecto a dicho perímetro,

15 caracterizado por el hecho que dicha etapa de medición de la diferencia de fase entre dicha señal eléctrica (SC') y dicha señal eléctrica de referencia (Sref) viene efectuada por comparación de uno o varios frentes ascendentes de dicha señal eléctrica (SC') con uno o varios frentes ascendentes de dicha señal eléctrica de referencia (Sref).

2.- Método según la reivindicación 1, donde la frecuencia de dicha señal eléctrica sinusoidal de control (SC) es constante y predeterminada.

3.- Método según la reivindicación 2, donde dicha frecuencia es igual a 7,8125 kHz.

20 4.- Método según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones de 1 a 3, donde dicha señal eléctrica de referencia (Sref) es una señal impulsiva periódica, cuyo ciclo (T) es igual al de dicha señal eléctrica de control (SC).

5.- Método según la reivindicación 4, que además comprende la etapa de generación de una señal de seguimiento (SR) en condiciones de asumir diferentes valores en función de dicha diferencia de fase.

25 6.- Método según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, que además comprende la etapa de medición de la amplitud de la señal de entrada (SC'), obteniendo así una señal (A) proporcional a la distancia de dicho cuerpo (6) con respecto al cable perimetral (2).

30 7.- Dispositivo de seguimiento (3) de la posición de un cuerpo móvil (6) con respecto al perímetro de un área (4), el dispositivo de seguimiento comprendiendo un detector de campo magnético (11) para detectar el campo magnético generado por una señal eléctrica de control (SC) alimentada a un cable eléctrico perimetral (2) dispuesto a lo largo de dicho perímetro, dicha señal eléctrica de control (SC) siendo una señal sinusoidal substancialmente pura y con un determinado ciclo (T), un generador de una señal eléctrica (SC') correspondiente al campo magnético que se está detectando, y una unidad de microprocesador (16) en condiciones de recibir en su entrada dicha señal eléctrica (SC'), generando una señal eléctrica de referencia (Sref), la cual inicialmente está en fase con dicha señal eléctrica (SC'), midiendo posteriormente la diferencia de fase entre dicha señal eléctrica (SC') y dicha señal eléctrica de referencia (Sref), la relación de fase entre dichas señales dependiendo de la posición del cuerpo (6) con respecto a dicho perímetro, y proporcionando una señal de seguimiento de salida (SR) capaz de asumir valores diferentes en función de dicha diferencia de fase, caracterizado por el hecho que la medición de la diferencia de fase entre dicha señal eléctrica (SC') y dicha señal eléctrica de referencia (Ref) viene efectuada comparando uno o varios frentes ascendentes de dicha señal eléctrica (SC') con uno o varios frentes ascendentes de dicha señal eléctrica de referencia (Sref).

40 8.- Dispositivo de seguimiento según la reivindicación 7, donde dicha señal eléctrica (SC') es una señal sinusoidal pura de frecuencia constante con un ciclo (T) determinado.

9.- Dispositivo de seguimiento según la reivindicación 8, donde dicha frecuencia es igual a 7,8125 kHz.

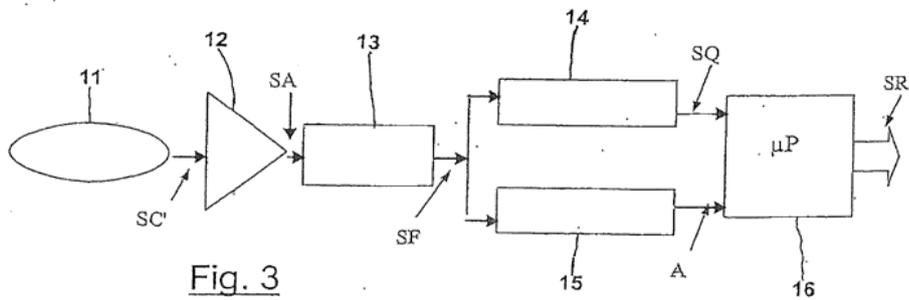
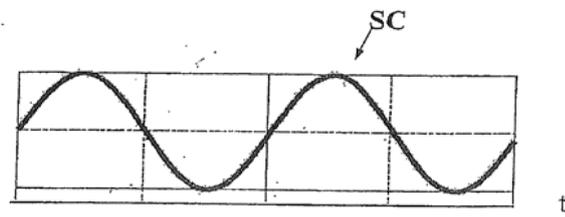
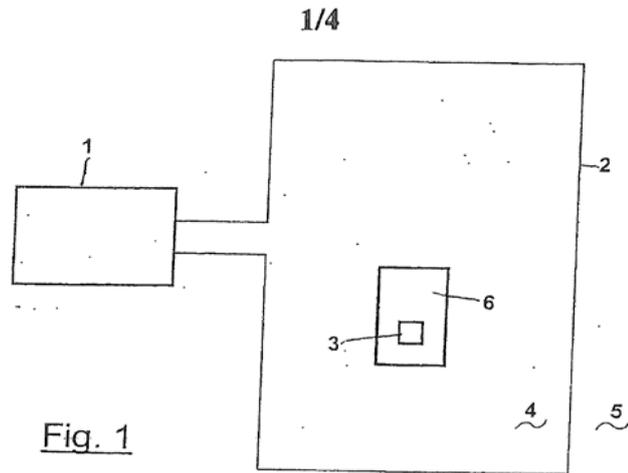
10.- Dispositivo de seguimiento (3) según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones de 7 a 9, donde dicha señal eléctrica de referencia (Sref) es una señal impulsiva periódica que exhibe un ciclo (T) igual al de dicha señal (SC').

45 11.- Dispositivo de seguimiento (3) según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones de 7 a 10, que además comprende un sensor de amplitud (15) en condiciones de medir la amplitud de la señal de entrada (SC'), proporcionando una señal de salida (A) proporcional a la distancia de dicho cuerpo (6) con respecto al cable eléctrico perimetral (2).

50 12.- Sistema para el seguimiento de la posición de un cuerpo (6) que se mueve con respecto al perímetro de un área (4), que comprende:

## ES 2 372 603 T3

- un cable eléctrico perimetral (2) dispuesto a lo largo de dicho perímetro;
- un generador de señales (1) en condiciones de alimentar dicho cable con una señal eléctrica de control (SC) sinusoidal pura, generando así un correspondiente campo magnético; y
- un dispositivo de seguimiento (3) según una cualquiera de las reivindicaciones de 7 a 11 colocado en dicho cuerpo (6).





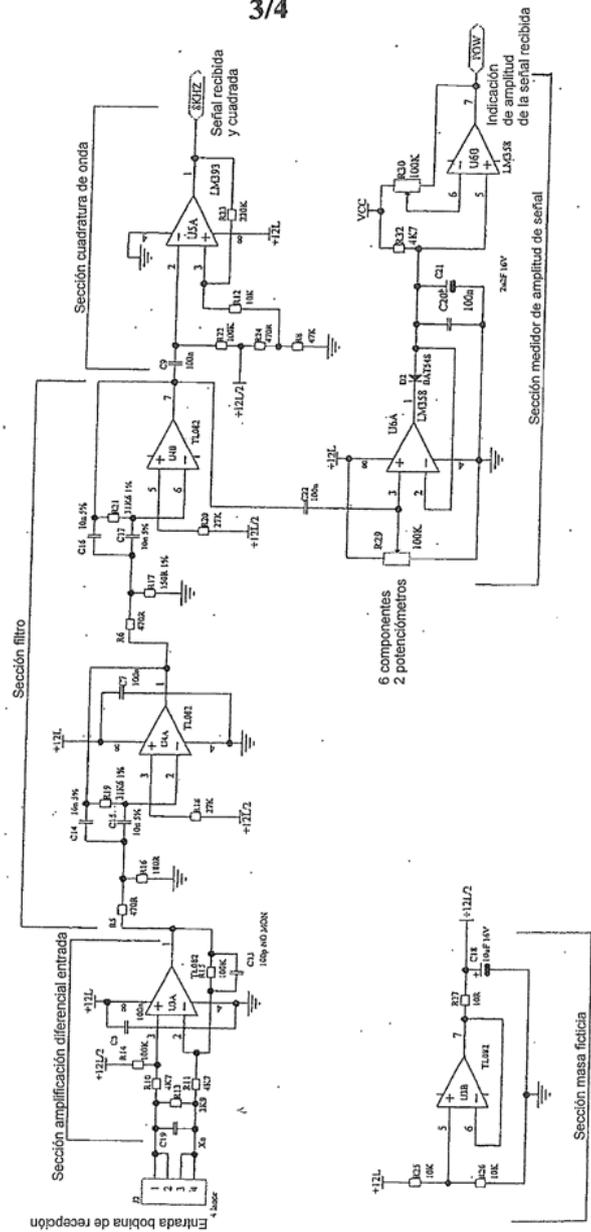


Fig. 5

4/4

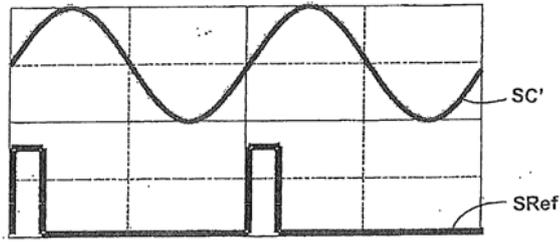


Fig. 6

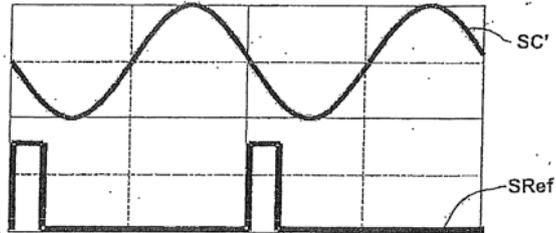


Fig. 7