



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 744**

51 Int. Cl.:
H04L 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07703926 .1**

96 Fecha de presentación : **16.01.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1982488**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.10.2008**

54 Título: **Medición de la temporización para una sonda de verificación.**

30 Prioridad: **18.01.2006 IT BO06A0031**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.10.2011

73 Titular/es: **MARPOSS Societa' per Azioni**
Via Saliceto 13
40010 Bentivoglio, BO, IT

72 Inventor/es: **Ferrari, Andrea y**
Padovani, Roberto

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

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

Medición de la temporización para una sonda de verificación

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de transmisión para la transmisión de una señal representativa de una observación que ocurre en un instante específico en el tiempo, el sistema de transmisión incluyendo un primer generador, para la generación de una primera señal de referencia periódica, medios de procesamiento y un transmisor adaptado para la transmisión de la señal representativa con un retraso de transmisión a partir de la observación.

La invención también se refiere a un procedimiento para la transmisión de una señal representativa de una observación que ocurre en un instante específico en el tiempo, incluyendo las etapas de la generación de una primera señal de referencia periódica y la generación y la transmisión de la señal representativa de la observación después de un retraso de transmisión que comprende un primer retraso definido por la primera señal de referencia.

El sistema y el procedimiento de la presente invención pueden ser utilizados ventajosamente en sondas de detección por contacto para la verificación de partes mecánicas.

20 Antecedentes técnicos

Son conocidos sistemas para la transmisión sin hilos de señales utilizados, por ejemplo, en máquinas - herramienta de control numérico para la transmisión de señales indicativas de la posición y/o la dimensión de piezas mecánicas, generadas por cabezales de verificación o sondas de detección por contacto montadas en la máquina. Más específicamente, en el transcurso de los ciclos de verificación, las sondas se desplazan con respecto a la pieza que se va a verificar, tocan las superficies de la pieza y responden al contacto mediante la generación de una señal de contacto. La señal de contacto es procesada por dispositivos de procesamiento para permitir que dispositivos de transmisión adecuados transmitan sin hilos señales representativas del contacto a conjuntos receptores. A su vez cada conjunto receptor está conectado, por medio de un dispositivo de interfaz, a su conjunto de control numérico asociado. Mediante el procesamiento de otras señales relativas a la posición espacial mutua entre la sonda y la pieza, el conjunto de control numérico obtiene información sobre la posición de las superficies de la pieza. Las señales transmitidas pueden ser, por ejemplo, señales electromagnéticas del tipo óptico o de radiofrecuencia. Típicamente las sondas están alimentadas con energía por baterías, colocadas justo en el interior de las sondas. A fin de conservar la vida de la batería, evitando por lo tanto posibles defectos de funcionamiento y sustituciones demasiado frecuentes, es necesario limitar en tanto en cuanto sea posible el consumo de energía.

A fin de identificar con precisión el punto de contacto entre la sonda y la pieza, se requiere que los retrasos, necesariamente introducidos cuando se transmite el estado de la sonda, sean suficientemente cortos y, por encima de todo, precisos y repetibles.

Son conocidos en la técnica sistemas y procedimientos que permiten obtener un retraso introducido extremadamente preciso y repetible.

Por ejemplo, es conocido activar un generador de impulsos, o un generador "reloj" en el momento en el que ocurre el contacto entre la sonda y la pieza y mantenerlo activado en el transcurso de la verificación, a fin de generar una señal de referencia con una frecuencia altamente estable, los ciclos de la cual son contados por un contador, mientras los circuitos lógicos de la sonda realizan las operaciones de verificación requeridas. El número total de ciclos de la señal de referencia (o, de un modo equivalente, del reloj) contados por el contador están establecidos previamente de una manera tal que las operaciones que realizan los circuitos lógicos de la sonda en el transcurso de la verificación (por ejemplo, operaciones relativas a la transmisión de una señal de contacto anterior, o señales representativas del estado de la sonda) son siempre completadas antes de que termine la cuenta. Al final de la cuenta, una señal de salida indicativa del contacto es transmitida a los conjuntos receptores.

Las figuras 1 y 2 representan, de una forma simplificada, lo que se ha mencionado antes en este documento en el caso de dos intervalos de tiempo diferentes, Δt_{1CPU} y Δt_{2CPU} , respectivamente, necesarios para permitir que los circuitos lógicos de la sonda completen las operaciones de verificación requeridas. Más específicamente, las figuras representan la tendencia, como una función del tiempo t en el intervalo de tiempo entre un instante t_0 (momento en el que ocurre el contacto) y un instante t_1 (momento de transmisión de la señal de salida), de una señal de referencia RS, de una señal CPUA representativa de las operaciones llevadas a cabo por los circuitos lógicos después del contacto, de una señal de salida OS_{01} y de una señal de contacto TS_{01} . Se puede comprender que la señal de salida OS_{01} de ambas figuras 1 y 2, se genera y transmite en el instante t_1 después de un retraso idéntico Δt_{01} que empieza a partir del instante t_0 sin tener en cuenta el intervalo de tiempo Δt_{1CPU} y Δt_{2CPU} de la señal CPUA, esto es la duración de las operaciones realizadas por los circuitos lógicos de la sonda en el transcurso de la verificación. Según este procedimiento conocido, la precisión del retraso Δt_{01} generado entre el contacto y la transmisión de la señal asociada está estrictamente correlacionada con la estabilidad de la frecuencia de la señal de referencia y el

tiempo de activación corto (o "arranque") del reloj, definido como el tiempo necesario para que el reloj se active además hasta un borde de la señal de contacto, o bien otra señal adecuada. A fin de tener una señal de referencia que sea estable en frecuencia durante un intervalo largo del tiempo respecto al período de la señal, es necesario implantar el reloj por medio de, por ejemplo, un resonador de cristal de cuarzo o dispositivos similares. Sin embargo, estos dispositivos tienen tiempos de arranque variables y largos, del orden de decenas de miles de veces el período de las señales generadas. En la práctica, no existen en la técnica dispositivos, tales como osciladores o resonadores, que actualmente provean frecuencias estables para intervalos de tiempo relativamente largos y tiempos de arranque relativamente cortos. Adicionalmente, es conocido que el consumo de energía de un oscilador aumenta a medida que aumenta su frecuencia de oscilación.

Un procedimiento diferente, sustancialmente igual al procedimiento mencionado al principio de la descripción, contempla la activación del resonador de cristal al inicio de la verificación (antes de que ocurra el contacto), mientras sólo el contador se activa en el borde de la señal de contacto.

En este caso la selección de la frecuencia de la señal de referencia es crítica porque el período de oscilación define la resolución que se obtendría en la cantidad de retraso de tiempo entre el instante del contacto y el inicio de la transmisión de la señal de salida.

De hecho, el contador no se puede activar en cualquier momento, sino que debe esperar a un cambio de estado, en otras palabras un borde, típicamente el borde ascendente de la señal de referencia.

La consecuencia de lo anterior se puede ver fácilmente en la figura 3 en donde se representa un reloj relativamente lento (que genera una señal de referencia RS con un período relativamente largo T_{RS}) y tres señales de contacto TS_A , TS_B , TS_C están representadas en tres momentos diferentes de contacto t_{0A} , t_{0B} , t_{0C} ; para todas las tres señales TS_A , TS_B , TS_C el contador siempre empieza en un momento t_C en el mismo primer borde ascendente de la señal de referencia RS subsiguiente al contacto, de modo que su separación en el tiempo original deja de existir y una señal de salida OS_{ABC} es generada y transmitida para todas las señales en el mismo momento t_{ABC} , exactamente después de un retraso idéntico Δt a partir del instante t_C .

A fin de superar esta clase de problema, la solicitud de patente europea EP - A - 0826201 sugiere alterar ligeramente (aumentar o disminuir) el período de la señal de salida representativa del contacto, de modo que se mantenga constante el retraso entre el contacto y el final de la transmisión de la señal de salida.

Otra manera de superar el problema anteriormente mencionado contempla aumentar la resolución del tiempo de retraso, aumentando la frecuencia de la señal de referencia.

En las aplicaciones anteriormente descritas, una resolución requerida típicamente es del orden de 1 μs , que corresponde a una frecuencia mínima de la señal de referencia de 1 MHz. El funcionamiento a frecuencias similares es bastante problemático en un sistema alimentado por batería, debido al alto y constante consumo de corriente del reloj asociado.

Por lo tanto, en los sistemas de verificación equipados con sondas de detección por contacto alimentadas por batería, sería oportuno utilizar un oscilador/resonador que garantice un corto tiempo de arranque y una señal de referencia con una frecuencia estable en el tiempo, a fin de asegurar la transmisión con unas buenas características de repetitividad. Adicionalmente, existe el requisito de un bajo consumo de energía para alargar la vida de la batería.

Desgraciadamente, como se ha dicho antes en este documento, es prácticamente imposible tener todas estas características en un único oscilador/resonador y es necesario aceptar, a menudo insatisfactoriamente, soluciones de compromiso en los sistemas y los procedimientos conocidos existentes.

La patente americana US - A - 4864294 se refiere a un cabezal de detección con una transmisión de ondas de radio, en donde la aguja de contacto del cabezal funciona como una antena de transmisión. Señales de detección son transmitidas sin hilos a un receptor y reenviadas por el último a un aparato de control numérico por ordenador de una máquina - herramienta con un retraso previamente determinado a fin de compensar los errores de temporización de las diferentes señales recibidas. El retraso se compensa en el control numérico por ordenador por medio de un valor de corrección conocido.

El documento US - A - 4864294 no menciona ningún retraso en la transmisión sin hilos desde el cabezal de detección hasta el receptor, ni los sistemas o procedimientos para obtener tales retrasos en un modo extremadamente preciso y repetible.

La solicitud de patente europea EP - A - 0903655 describe un montaje de comunicación para un sistema de control, en donde se provee información de temporización para las señales de datos del sensor (por ejemplo la salida de un sensor de temperatura o de presión, o un tacómetro). Más específicamente, una marca temporal del sensor se genera en un nodo de sensor de una trayectoria de comunicación de una red sustancialmente de forma simultánea con el muestreo de la señal de datos del sensor y se transmite a través de un control hasta un nodo de

accionamiento de la misma trayectoria, los nodos de sensor y de accionamiento que incluyen circuitos de reloj mutuamente sincronizados.

El montaje según el documento EP - A - 0903655 es bastante complejo y costoso.

Revelación de la invención

Un objeto de la presente invención es proveer un sistema y un procedimiento para la transmisión sin hilos de señales que permitan conseguir altos niveles de funcionamiento en términos de precisión de transmisión y/o repetitividad, más específicamente con respecto al retraso entre el instante en el que ocurre una observación significativa y el inicio de una transmisión de señales indicativas de una observación de este tipo y al mismo tiempo un bajo consumo de energía.

Éste y otros objetos se logran mediante un sistema según la reivindicación 1 y un procedimiento según la reivindicación 12.

Un sistema y un procedimiento según la invención permiten minimizar el consumo de energía eléctrica y por lo tanto utilizar, de un modo ventajoso y a un alto nivel de funcionamiento, sondas de detección por contacto alimentadas por batería para la verificación de partes mecánicas, por ejemplo piezas mecánicas y herramientas.

Una ventaja adicional que ofrece la presente invención es que garantiza sistemas precisos y repetibles incluso utilizando partes componentes y sistemas de equipos de bajo coste.

Éstas y otras ventajas se pondrán de manifiesto en la siguiente descripción.

Un sistema para la transmisión sin hilos de señales según la invención se puede utilizar, por ejemplo, en sondas de detección por contacto para máquinas - herramienta de control numérico e incluye sistemas de circuitos y/o partes componentes para recibir una señal indicativa de una observación, por ejemplo una señal de contacto indicativa de que ocurre un contacto entre la sonda y una pieza que se va a verificar, por lo menos dos generadores de señales de referencia, por lo menos una de las últimas siendo periódica, medios de procesamiento que incluyen por lo menos un contador para contar un número previamente establecido de ciclos de por lo menos una de las señales de referencia y un transmisor de señales de salida indicativas de la observación bajo consideración. Los medios de procesamiento generan dos retrasos distintos que, cuando se combinan, definen un retraso global particularmente preciso y repetible entre la observación bajo consideración y el inicio de la transmisión de la señal de salida asociada. Más específicamente, un primer generador es altamente estable y se utiliza para la generación de la mayor parte del retraso global, mientras un segundo generador es relativamente menos preciso, aunque tiene tiempos de arranque cortos y se utiliza para la generación sólo de un intervalo relativamente corto del retraso global.

En un procedimiento según la invención el primer generador, que genera una señal de referencia periódica, está operativo cuando el sistema está en modo de funcionamiento, mientras el segundo generador, que genera una segunda señal de referencia, se activa cuando ocurre una observación, por ejemplo el contacto entre una sonda de detección por contacto y una pieza, precisamente cuando una señal indica un contacto de este tipo. Los medios de procesamiento verifican el valor de un parámetro de la segunda señal de referencia entre la activación de segundo generador (la cual corresponde con una aproximación precisa al instante en el que ocurre el contacto) y, por ejemplo, el primer borde ascendente subsiguiente de la primera señal de referencia. Se debe comprender que la verificación se lleva a cabo durante un intervalo corto de tiempo, más específicamente más corto que el período de la primera señal de referencia. En el primer borde ascendente subsiguiente de la primera señal de referencia, la verificación del parámetro de la segunda señal de referencia se detiene y se memoriza un valor actual del parámetro. En este punto los medios de procesamiento cuentan, por medio de un contador, un número previamente establecido de ciclos de la primera señal de referencia y otros circuitos y/o dispositivos del sistema, por ejemplo el segundo generador puede estar ventajosamente desconectado.

Al final de la cuenta del número previamente establecido de ciclos de la primera señal de referencia, el segundo generador se activa otra vez y los medios de procesamiento continúan la verificación del parámetro de la segunda señal de referencia empezando a partir del valor previamente detectado hasta un valor previamente establecido. En el momento de alcanzar el valor previamente establecido, una señal de salida indicativa del contacto entre la sonda y la pieza puede ser transmitida sin hilos.

Breve descripción de los dibujos

Otras características de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada y las hojas de dibujos adjuntas, proporcionados a título de ejemplos no limitativos únicamente, en los cuales:

las figuras 1, 2 y 3 son gráficos que representan esquemáticamente la tendencia como una función del tiempo de algunas señales en los sistemas de transmisión conocidos;

la figura 4 es un diagrama de bloques funcional simplificado de un sistema de transmisión según una primera forma de realización preferida de la invención;

5 la figura 5 es un diagrama de bloques lógico que representa un procedimiento según la invención;

la figura 6 es un gráfico que representa los instantes de transmisión de las señales de salida representativas de dos observaciones distintas en el sistema de transmisión de la figura 4 que utiliza el procedimiento de la figura 5;

10 la figura 7 es un diagrama de bloques funcional simplificado de un sistema de transmisión según una segunda forma de realización preferida de la invención;

la figura 8 es un gráfico que representa el instante de la transmisión de la señal de salida representativa de una observación en el sistema de transmisión de la figura 7; y

15 la figura 9 es una vista esquemática de una máquina - herramienta que transporta una sonda de detección por contacto con un sistema de transmisión según la invención.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

20 Con referencia a la figura 4, un sistema de transmisión según la presente invención incluye un primer generador de impulsos de sincronismo, o primer reloj de baja frecuencia 101. El reloj de baja frecuencia 101, que genera una primera señal de referencia periódica a una primera frecuencia baja, puede estar implantado, por ejemplo, por medio de un oscilador de cristal de cuarzo que, como es conocido, tiene características según las cuales cuanto más baja es su frecuencia, menor es el consumo de energía eléctrica. Como un ejemplo, un oscilador de cuarzo que oscila a una frecuencia de 32768 Hz puede funcionar a un consumo de corriente eléctrica promedio del orden de 1 μ A. Una salida del reloj de baja frecuencia 101 está conectada a medios de procesamiento que incluyen un primer contador de baja frecuencia 102, un segundo contador de alta frecuencia 104 y un conjunto lógico 103. Más específicamente, la salida del reloj de baja frecuencia 101 está conectada a entradas adecuadas del primer contador de baja frecuencia 102 y del conjunto lógico 103. En el transcurso del funcionamiento normal, el conjunto lógico 103 y el reloj de baja frecuencia 101 están siempre alimentados con energía. El conjunto lógico 103 también recibe en la entrada una señal representativa de una observación, por ejemplo una señal de contacto TS indicativa del contacto entre una sonda de detección por contacto y una pieza que se va a verificar y una salida del contador de baja frecuencia 102. El conjunto lógico 103 tiene tres salidas: una primera salida hacia el contador de baja frecuencia 102, una segunda salida hacia un segundo generador de impulsos de sincronismo, o un segundo reloj de alta frecuencia 106 y una tercera salida hacia el segundo contador de alta frecuencia 104. El reloj de alta frecuencia 106 genera una segunda señal de referencia periódica a una segunda frecuencia alta e incluye circuitos lógicos de activación. El conjunto lógico 103 establece a cero el contador de alta frecuencia 104, el último también recibe, en una entrada adecuada, una salida del reloj de alta frecuencia 106 y provee una señal para controlar un transmisor de tipo conocido 105 para transmitir una señal de salida OS representativa del contacto. El reloj de alta frecuencia 106 puede estar implantado de muchos modos, por ejemplo por medio de un oscilador de alta frecuencia, con tal de que el último tenga un corto tiempo de arranque. En otras palabras, la característica de estabilidad a largo plazo se puede establecer a parte de la ventaja de un tiempo de arranque más corto.

45 La razón por la cual es posible establecer aparte la estabilidad a largo plazo del reloj de alta frecuencia 106, tolerar ruidos e incluso distorsiones de alta fase, es que el reloj de alta frecuencia 106 tiene la única tarea de la generación de impulsos durante un intervalo de tiempo muy corto, ventajosamente del orden del periodo del reloj de baja frecuencia 101, como se describirá más adelante en este documento. De ese modo, el error del tiempo que el reloj de alta frecuencia 106 puede acumular es en cualquier caso limitado y prácticamente no influye sobre el retraso global. Por ejemplo, mediante la implantación del reloj de baja frecuencia 101 por medio de un oscilador de cristal de cuarzo, que genera impulsos a una frecuencia de aproximadamente 30000 Hz, y que tenga la disponibilidad de un reloj de alta frecuencia 106, que genera impulsos a una frecuencia de 1 MHz con un 3% de precisión, el error causado por el reloj de alta frecuencia 106 en un período completo de la señal generada por el reloj de baja frecuencia 101 es aproximadamente 1 μ s. Además, con un oscilador de baja frecuencia de cristal de cuarzo que funciona a 32768 Hz, una resolución de 1 μ s o 0,5 μ s en el retraso de la transmisión entre la señal de contacto TS y el inicio de la transmisión de la señal de salida OS se puede conseguir mediante la implantación del reloj de alta frecuencia 106 por medio de un oscilador que funcione a 1 o 2 MHz, respectivamente.

60 Los relojes 101 y 106, los contadores 102 y 104 y el conjunto lógico 103 pueden estar apropiadamente integrarlos en una lógica del tipo de bajo consumo estático CMOS (semiconductor complementario de metal óxido) o implantados por medio de otra tecnología de bajo consumo análoga.

65 El sistema de transmisión ilustrado en la figura 4 se puede utilizar de forma ventajosa mediante un procedimiento según la invención, descrito ahora con referencia a la figura 5, para la transmisión de una señal de salida indicativa, por ejemplo, del contacto entre un palpador de una sonda de detección por contacto y una pieza que se va a verificar con un retraso constante y repetible entre el instante en el que ocurre el contacto y el inicio de la transmisión

de la señal de salida.

El procedimiento contempla conectar el sistema de transmisión cuando se inicia la verificación (etapa 110), más específicamente la alimentación de energía al reloj de baja frecuencia 101 para la generación de la primera señal de referencia de baja frecuencia y la alimentación de energía al conjunto lógico 103. Bajo esta condición, el sistema está en el modo de espera, de bajo consumo de energía. El procedimiento adicionalmente incluye las etapas de la verificación de si ha ocurrido el contacto entre la sonda y la pieza (etapa 120) y "despertar" el sistema después del contacto para poner el último en un modo completamente operativo (etapa 130). Más específicamente, cuando ocurre el contacto, el conjunto lógico 103 controla, por medio de los circuitos lógicos de activación, la conexión del reloj de alta frecuencia 106 para la generación de la segunda señal de referencia de alta frecuencia y simultáneamente el ajuste a cero del contador de alta frecuencia 104. Además del contacto, el contador de alta frecuencia 104 inicia una verificación de un parámetro de la segunda señal de referencia, más específicamente una cuenta del número de ciclos de la señal de referencia de alta frecuencia (etapa 140) entre el instante del contacto y un borde ascendente del reloj de baja frecuencia 101, de forma ventajosa el primer borde ascendente subsiguiente. En cada cuenta del contador de alta frecuencia 104, se verifica la presencia, o no, del primer borde ascendente subsiguiente de la señal de referencia de baja frecuencia (etapa 150).

Si está presente un borde ascendente de este tipo, un número P de ciclos de la señal de referencia de alta frecuencia contados hasta aquí se memoriza por medio del conjunto lógico 103 (etapa 160), el reloj de alta frecuencia 106 ventajosamente puede ser desactivado (etapa 170) y el contador de baja frecuencia 102 se establece a cero mientras la cuenta de los ciclos de la señal de referencia de baja frecuencia se activa (etapa 180). Las etapas 160, 170 y 180 sustancialmente tienen lugar en el mismo instante, en el primer borde ascendente de la señal de baja frecuencia subsiguiente al contacto.

Hay que tener en cuenta que el contador de baja frecuencia 102 es accionado por una fuente muy estable (el reloj de baja frecuencia 101) y por lo tanto puede contar con precisión intervalos de tiempo del orden de decenas de milisegundos. También hay que tener en cuenta que, en el transcurso de la cuenta llevada a cabo por el contador de baja frecuencia 102, los otros dispositivos / circuitos ventajosamente pueden estar desconectados, más específicamente (como se indica en la etapa 170) el reloj de alta frecuencia 106, que, como se ha dicho anteriormente, es particularmente costoso en términos de consumo de energía. De este modo el consumo de corriente eléctrica se puede reducir a un mínimo.

La cuenta del número de ciclos de la señal de referencia de baja frecuencia continúa hasta un número previamente establecido Q_{LF} (etapa 190); una vez el último ha sido alcanzado, el conjunto lógico 103 congela el contador de baja frecuencia 102 y conecta otra vez el reloj de alta frecuencia 106 (en el caso en el que el reloj haya sido desconectado anteriormente) por medio de los circuitos lógicos de activación (etapa 200). En el momento en el que se conecta el reloj de alta frecuencia 106, continúa la verificación del parámetro de la segunda señal de referencia, en otras palabras el contador de alta frecuencia 104 continúa la cuenta del número de ciclos de la señal de referencia de alta frecuencia, iniciando a partir del número P anteriormente memorizado (etapa 210).

En el momento de alcanzar un número previamente establecido Q_{HF} de ciclos (etapa 220), el reloj de alta frecuencia 106 puede ser desconectado y el contador de alta frecuencia 104 congelado, y el sistema transmite una señal de salida indicativa del contacto entre la sonda y la pieza (etapa 230).

Hay que tener en cuenta que a partir del momento en el que ocurre el contacto hasta el momento en el que la señal de salida es transmitida transcurre un intervalo de tiempo altamente repetible compuesto de la suma del retraso generado por el contador de baja frecuencia 102 (el número previamente establecido Q_{LF} veces el periodo de la señal de referencia de baja frecuencia), del retraso generado por el contador de alta frecuencia 104 (el número previamente establecido Q_{HF} veces el periodo de la señal de referencia de alta frecuencia) y el tiempo necesario para la activación dos veces del reloj de alta frecuencia 106.

A fin de eliminar cualquier dependencia del retraso generado por el contador de alta frecuencia 104 de la fracción del periodo que transcurre entre el contacto y el primer borde ascendente de la señal de referencia de baja frecuencia, el contador de alta frecuencia 104 debe estar programado para contar hasta un número previamente establecido Q_{HF} de ciclos que satisfaga la siguiente condición:

$$Q_{HF} > (T_{LF} / T_{HF}) + 1 \quad (1)$$

En donde T_{LF} y T_{HF} son los periodos de la señal de referencia de baja frecuencia y de la señal de referencia de alta frecuencia, respectivamente. Entre todos los números enteros que satisfacen la condición (1), Q_{HF} puede adoptar de forma ventajosa el valor mínimo.

La figura 6 representa, de una forma simplificada, la tendencia como una función del tiempo de dos señales de salida OS_1 y OS_2 generadas por el sistema de la figura 4 que utiliza el procedimiento de la figura 5, en el caso de dos señales de contacto TS_1 y TS_2 generadas en dos momentos diferentes t_{01} y t_{02} , respectivamente, pero en cualquier caso dentro de un periodo idéntico T_{LF} de la señal de referencia de baja frecuencia generada por el primer

reloj de baja frecuencia 101 e identificada por la referencia LFS en la figura 6. En ambos casos Q_{LF} y Q_{HF} son constantes y Q_{HF} es, por ejemplo, 12. Se supone que el segundo reloj de alta frecuencia 106 tiene un tiempo de arranque conocido Δt_{HF} . Hay que tener en cuenta que un tiempo de arranque Δt_{HF} de este tipo es extremadamente limitado y en cualquier caso es despreciable (por esta razón no se representa en la figura 6).

En el caso de la primera señal de contacto TS_1 , el conjunto lógico 103 activa, por medio de los circuitos lógicos de activación, el reloj de alta frecuencia 106 que genera una señal HFS_1 después del tiempo de arranque Δt_{HF} . El contador 104 empieza a contar los ciclos de la señal HFS_1 . Cuando se detecta el primer borde ascendente subsiguiente de la señal LFS en el instante t_C , el conjunto lógico 103 detiene la cuenta del contador 104, congela el número P contado hasta ese momento (en el ejemplo de la figura 6 es 8) y activa el contador de baja frecuencia (102) que cuenta un número previamente establecido de ciclos Q_{LF} de la señal LFS (que define un primer retraso ΔTL), hasta un momento t_D . En el transcurso de los Q_{LF} ciclos, el reloj de alta frecuencia 106 puede estar desconectado. Al final de los Q_{LF} ciclos, el conjunto lógico 103 activa otra vez el reloj de alta frecuencia 106 por medio de los circuitos lógicos de activación (el retraso introducido es igual al tiempo de arranque Δt_{HF}) y el contador de alta frecuencia 104 vuelve a empezar la cuenta de ciclos de la señal HFS_1 , desde el número P anteriormente memorizado (8) hasta el valor Q_{HF} (12), esto es en el caso específico, 4. Una señal de salida OS_1 es enviada en el instante t_{11} al final de la cuenta del contador 104, con un retraso total de transmisión Δt_1 entre el instante del contacto t_{01} y el instante t_{11} igual a 12 (es decir $8 + 4$) ciclos de la señal HFS_1 (que todo junto define un segundo retraso ΔTH) y del primer retraso ΔTL definido por los Q_{LF} ciclos de la señal LFS, además de dos veces el tiempo de arranque Δt_{HF} del reloj de alta frecuencia 106 (despreciable, como se ha dicho anteriormente).

Hay que tener en cuenta que, según la condición (1) anteriormente mencionada, la duración en el tiempo del segundo retraso ΔTH (esto es $Q_{HF} \cdot T_{HF}$) es más larga que aquella del período (T_{LF}) de la primera señal de referencia LFS.

En el caso de la segunda señal de contacto TS_2 , que es generada en un instante t_{02} que difiere del instante t_{01} cuando se genera la señal de contacto TS_1 (pero en cualquier caso siempre dentro de un mismo período T_{LF} de la señal LFS), el conjunto lógico 103 activa, por medio de los circuitos lógicos de activación el reloj de alta frecuencia 106, que genera, de forma análoga al caso anterior, una señal HFS_2 , después de un tiempo de arranque Δt_{HF} . Sin embargo, en este segundo caso, la señal HFS_2 realiza sólo dos ciclos ($P = 2$) antes de que encuentre, otra vez en el instante t_C , el primer borde ascendente subsiguiente de la señal LFS generada por el reloj de baja frecuencia 101 (el mismo borde ascendente considerado en el caso anterior). De forma análoga al caso anterior, el reloj de alta frecuencia 106 puede estar desconectado mientras el contador de baja frecuencia 102 cuenta los Q_{LF} ciclos de la señal LFS (el primer retraso ΔTL) hasta el momento t_D , al final de lo cual el reloj de alta frecuencia 106 es activado otra vez (el retraso introducido es siempre igual al tiempo de arranque Δt_{HF}) y el contador de alta frecuencia 104 cuenta $(Q_{HF} - P)$ ciclos de la señal HFS_2 . En el caso específico $(Q_{HF} - P) = 10$. Al final de la cuenta, en el momento t_{12} y después de un retraso Δt_2 desde el instante de contacto t_{02} , se transmite una segunda señal de salida OS_2 . En este caso también, el retraso Δt_2 es igual a 12 (es decir $2 + 10$) ciclos de la señal HFS_2 (el segundo retraso ΔTH) y los Q_{LF} ciclos de la señal LFS (el primer retraso ΔTL), además de dos veces el tiempo de arranque Δt_{HF} del reloj de alta frecuencia 106 (despreciable, como se ha dicho antes). En otras palabras el retraso Δt_2 es sustancialmente igual al retraso Δt_1 .

En una forma de realización preferida se utilizan partes componentes comerciales, como un oscilador de cristal de cuarzo a 32768 Hz (aproximadamente 30,5 μs de período) como el primer reloj de baja frecuencia 101 y un oscilador en anillo RC a 1 MHz (1 μs de período) con 2 μs de tiempo de arranque como segundo reloj de alta frecuencia 106. Eligiendo adecuadamente los valores Q_{LF} y Q_{HF} , es posible generar, por ejemplo, un retraso de transmisión desde el instante del contacto hasta la transmisión de la señal de salida de 5 ms con una precisión de $\pm 2,5 \mu s$ y un consumo de corriente promedio inferior a 25 μA 3,0 V de tensión de alimentación de energía, o inferior a 15 μA en el caso de 2,4 V de tensión de alimentación de energía.

Según una forma de realización alternativa representada en la figura 7, el reloj de alta frecuencia 106 y el contador de alta frecuencia 104 del sistema de transmisión representados en la figura 4 han sido sustituidos por partes componentes analógicas, de modo que se implante un sistema de transmisión según la invención del tipo analógico / digital.

El sistema de transmisión del tipo analógico / digital según la invención y su funcionamiento se describen más adelante en este documento con referencia a las figuras 7 y 8 en las cuales se utilizan referencias iguales a aquellas de las figuras 4 y 6 para indicar partes componentes o señales iguales o similares.

El sistema de transmisión de la figura 7 incluye un primer generador de impulsos de sincronismo, o primer reloj de baja frecuencia 101 que genera una primera señal de referencia de baja frecuencia LFS y está conectado a medios de procesamiento que incluyen un contador de baja frecuencia 102, un conjunto lógico 109, un conmutador selector 107 y un comparador 96. Más específicamente, el reloj de baja frecuencia 101 está conectado a entradas adecuadas del contador de baja frecuencia 102 para contar un número previamente establecido Q_{LF} de ciclos de la señal LFS y a entradas adecuadas del conjunto lógico 109, el cual además recibe en su entrada una salida del contador de baja frecuencia 102, una señal TS_3 representativa de una observación, por ejemplo el contacto entre

una sonda de detección por contacto y una pieza que se va a verificar y una señal representativa de una señal de salida del comparador 96. Cuando la sonda de detección por contacto inicia un ciclo de verificación, el reloj de baja frecuencia 101 es alimentado con energía (así como el conjunto lógico 109) para la generación de la señal de referencia LFS. A su vez el conjunto lógico 109 tiene dos salidas, una primera salida conectada al contador de baja frecuencia 102 y una segunda salida conectada al conmutador selector 107 que definen tres conexiones posibles para un condensador 99 con una primera placa 90 típicamente conectada a tierra. En una primera posición A, el conmutador selector 107 conecta (por ejemplo en serie) el condensador 99 a una resistencia 98. En esta primera posición A, la resistencia 98 y el condensador 99 son alimentados con energía mediante un primer generador de tensión 97. El primer generador de tensión 97, la resistencia 98 y el condensador 99 implantan un circuito RC con una tendencia de carga conocida que define un segundo generador para la generación de una segunda señal de referencia. El circuito RC puede ser sustituido por un circuito reactivo que incluya, por ejemplo, una impedancia. Como se describe más adelante en este documento con más detalle, la señal generada es una señal analógica representativa de una magnitud variable de un modo conocido. Más específicamente, con respecto al circuito RC representado en la figura 7, la señal analógica generada es representativa de una tensión y la tensión es el auténtico parámetro cuyo valor se va a verificar.

Cuando ocurre el contacto en el momento t_{03} , una señal de contacto TS_3 llega al conjunto lógico 109 y el último controla el conmutador selector 107 para conmutar a la primera posición A. El primer generador de tensión 97 empieza a cargar el condensador 99 hasta el momento en el que el conjunto lógico 109 detecta un borde ascendente de la señal LFS, de forma ventajosa el primer borde ascendente subsiguiente en un momento t_c . En el primer borde ascendente subsiguiente, el conjunto de control 109 controla el conmutador selector 107 para conmutar a una segunda posición B en la cual el condensador 99 es aislado eléctricamente, por lo tanto la carga del condensador 99 se interrumpe a un valor específico de la tensión V_1 que dependerá del intervalo de tiempo entre la observación (t_{03}) y el primer borde ascendente subsiguiente de la señal LFS (t_c). En la figura 8 la referencia VS indica la segunda señal de referencia definida por la tendencia del valor de la tensión en los extremos del condensador 99 como una función del tiempo. Como en el caso del sistema de la figura 4, el contador de baja frecuencia 102 cuenta un número previamente establecido Q_{LF} de ciclos de la señal LFS empezando a partir del primer borde ascendente subsiguiente al contacto. En un momento t_D , una vez el contador de baja frecuencia 102 ha terminado la cuenta de los Q_{LF} ciclos de la señal LFS, el conjunto lógico 109 controla el conmutador selector 107 para conmutarlos de vuelta a la primera posición A y el condensador 99 reinicia la carga y la tensión en sus extremos aumenta empezando a partir del valor V_1 anteriormente alcanzado.

Una entrada de no inversión del comparador 96 está conectada a un extremo del condensador 99, mientras una entrada de inversión del mismo comparador 96 está conectada a un segundo generador de tensión 95 a una tensión de referencia V_{ref} . Más específicamente, sin tener en cuenta la posición del conmutador selector 107, cuando la tensión en los extremos del condensador 99 llega a un valor V_2 igual a (o por encima de) la tensión de referencia V_{ref} , el comparador 96 envía una señal de salida no nula. Por el contrario, cuando la tensión en los extremos del condensador 99 es inferior a la tensión de referencia V_{ref} , la salida del comparador 96 es nula.

Una vez se excede la tensión de referencia V_{ref} y por lo tanto el comparador 96 ha emitido una señal de salida no nula, una señal de salida de este tipo puede ser utilizada para controlar, en un momento t_{13} , por medio de un transmisor 105 de un tipo conocido, la transmisión de una señal OS_3 representativa de la observación bajo consideración y para proveer al conjunto lógico 109 la información de que el condensador 99 debe ser descargado para la verificación subsiguiente (en la figura 7, una línea de puntos indica, de un modo extremadamente simplificado y esquemático, la conexión entre el comparador 96 y el conjunto lógico 109). Por lo tanto, el conjunto lógico 109 controla el conmutador selector 107 para conmutar a una tercera posición C en la cual el condensador 99 se descarga, por ejemplo, mediante la conexión a tierra también de una segunda placa 91.

Se debe apreciar que incluso en la forma de realización de la figura 7 el consumo de energía del circuito está particularmente limitada ya que, en el transcurso de la cuenta de los Q_{LF} ciclos de la señal de baja frecuencia LFS, el conmutador selector 107 está en la segunda posición B y en esta posición el consumo de corriente eléctrica es prácticamente nulo.

Con referencia a la figura 8 se pone de manifiesto que un intervalo de tiempo preciso y repetible Δt_3 transcurre entre el momento t_{03} y el momento t_{13} . De hecho, se debe observar que un intervalo Δt_3 de este tipo está formado por Q_{LF} períodos de la señal LFS (que definen, como en el caso representado en las figuras 4 y 6 un primer retraso ΔTL) y por la cantidad de tiempo que le lleva al condensador cargarse desde un valor nulo hasta el valor V_1 (en el primer borde ascendente de la señal LFS) y desde el valor V_1 hasta el valor V_2 (igual a la tensión de referencia V_{ref} del comparador 96). Se debe observar también cómo la cantidad de tiempo necesario para la carga del condensador 99 desde un valor nulo hasta el valor V_2 (tiempo que define un segundo retraso ΔTV) no depende del momento en el que ocurrió la observación con respecto al primer borde ascendente de la señal LFS, sino únicamente de las características del circuito RC.

El valor V_2 (V_{ref}) se escoge y se establece previamente de modo que sea, como ocurre en la forma de realización de la figura 4, el segundo retraso ΔTV es (únicamente en una pequeña cantidad) más largo que el período T_{LF} de la primera señal de referencia LFS.

Como se ha mencionado antes en este documento, un sistema y un procedimiento según la invención se pueden implantar de forma ventajosa en sondas de detección por contacto montadas en máquinas - herramienta para la verificación de piezas mecánicas antes, durante y después del mecanizado.

La figura 9 ilustra esquemáticamente un sistema para la detección de la oposición o las dimensiones de una pieza mecánica 3 montada en una máquina - herramienta 6, con una sonda de verificación, por ejemplo una sonda de detección por contacto 1 con un brazo móvil 5 que transporta un palpador 8. Un dispositivo de detección 2 de un tipo conocido provee una señal de contacto cuando, además de los desplazamientos mutuos entre la sonda 1 y la pieza 3, el palpador 8 entra en contacto con una superficie de la pieza 3. Un sistema de transmisión 4 con las características de los sistemas de transmisión descritos e ilustrados hasta ahora con referencia a las figuras 4 - 6 o 7 - 8 está conectado (de un modo conocido) al dispositivo de detección 2, recibe la señal de contacto y transmite sin hilos señales representativas del contacto a un receptor 7 situado a una distancia de la sonda 1 y conectado, por medio de un dispositivo de interfaz 9, a un conjunto de control numérico 11 de la máquina - herramienta 6. Mediante el procesamiento de otras señales relativas a la posición espacial mutua entre la sonda 1 y la pieza 3, el conjunto de control numérico obtiene información con respecto a la posición de las superficies de la pieza 3. Las señales transmitidas sin hilos pueden ser, por ejemplo, del tipo óptico, o de radiofrecuencia y utilizar la tecnología conocida, como Bluetooth®, Wi-Fi® y UWB ("banda ultra ancha"). Además, se pueden contemplar dispositivos para la transmisión sin hilos de señales desde el receptor 7 hasta la sonda 1, por ejemplo para la activación / desactivación de circuitos de sonda de a bordo o para la programación de determinados parámetros, de un modo conocido y que no contemplen directamente la presente invención.

En términos generales, un sistema de transmisión según la invención puede ser utilizado siempre que exista la necesidad de un sistema preciso, repetible y de bajo consumo de energía para la transmisión de señales representativas de observaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de transmisión para la transmisión de una señal (OS ; OS_1 , OS_2 ; OS_3) representativa de una observación que ocurre en un instante específico en el tiempo, el sistema de transmisión incluyendo un primer generador (101), para la generación de una primera señal de referencia periódica (LFS), medios de procesamiento (102, 103, 104; 96, 107, 109) y un transmisor (105) adaptado para la transmisión de dicha señal representativa (OS ; OS_1 , OS_2 ; OS_3) con un retraso de transmisión (Δt_1 , Δt_2 ; Δt_3) desde la observación, caracterizado por un segundo generador (106; 97 - 99), para la generación de una segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2 ; VS) cuando ocurre dicha observación, los medios de procesamiento (102, 103, 104; 96, 107, 109) estando adaptados para generar un primer retraso (ΔTL) sobre la base de la primera señal de referencia (LFS) y un segundo retraso (ΔTH ; ΔTV) sobre la base de la segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2 ; VS), dicho retraso de transmisión (Δt_1 , Δt_2 ; Δt_3) estando definido por la suma de dicho primer retraso (ΔTL) y dicho segundo retraso (ΔTH ; ΔTV), en donde uno de dichos retrasos primero y segundo es más largo que el otro.
2. El sistema de transmisión según la reivindicación 1 en el que dichos medios de procesamiento incluyen un primer contador (102) y están adaptados para la generación de dicho primer retraso (ΔTL) sobre la base de un número previamente establecido (Q_{LF}) de períodos de la primera señal de referencia (LFS).
3. El sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los medios de procesamiento incluyen un conjunto lógico (103; 109) conectado a dichos generadores primero (101) y segundo (106; 97 - 99).
4. El sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que dicho primer generador (101) es un generador de impulsos de sincronismo.
5. El sistema de transmisión según la reivindicación 4 en el que dicho primer generador (101) es un oscilador de cristal de cuarzo.
6. El sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que dicho segundo generador (106) está adaptado para la generación de una segunda señal de referencia periódica (HFS_1 , HFS_2) los medios de procesamiento incluyendo un segundo contador (104) y estando adaptados para la generación de dicho segundo retraso (ΔTH) sobre la base de un número previamente establecido (Q_{HF}) de períodos de la segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2).
7. El sistema de transmisión según la reivindicación 6 en el que dicho segundo generador (106) es un generador de impulsos de sincronismo.
8. El sistema de transmisión según la reivindicación 7 en el que dicho segundo generador (106) es un oscilador en anillo RC.
9. El sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 en el que por lo menos uno de dichos generadores primero (101) y segundo (106) y dichos contadores primero (102) y segundo (104) están integrados en una lógica del tipo CMOS estático.
10. El sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9 en el que dicha primera señal de referencia periódica (LFS) tiene una primera frecuencia y dicha segunda señal de referencia periódica (HFS_1 , HFS_2) tiene una segunda frecuencia más alta que la primera.
11. El sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que dicho segundo generador (97 - 99) incluye circuitos adaptados para la generación de una señal analógica (VS) representativa de una magnitud variable de un modo conocido, los medios de procesamiento incluyendo un comparador (96) y estando adaptados para la generación de dicho segundo retraso (ΔTV) sobre la base de un valor previamente establecido (V_{ref}) de dicha magnitud.
12. Un procedimiento para la transmisión de una señal (OS ; OS_1 , OS_2 ; OS_3) representativa de una observación que ocurre en un instante específico (t_{01} , t_{02} ; t_{03}) en el tiempo, que incluye las etapas de:
 - la generación (110) de una primera señal de referencia periódica (LFS) y
 - la generación y la transmisión (240) de la señal (OS_1 , OS_2 ; OS_3) representativa de la observación después de un retraso de transmisión (Δt_1 , Δt_2 , Δt_3) que comprende un primer retraso (ΔTL) definido por la primera señal de referencia (LFS),
 caracterizado por las etapas adicionales de:

- la activación (130) de la generación de una segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2 ; VS) empezando a partir de un instante de activación que corresponde sustancialmente al instante (t_{01} , t_{02} ; t_{03}) en el cual ocurre la observación,

5 - la verificación (220) del valor de un parámetro de la segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2 ; VS) y

- la identificación de un segundo retraso (ΔTH ; ΔTV) sobre la base de alcanzar un valor previamente establecido (Q_{HF} ; V_2) de dicho parámetro de la segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2 ; VS),

10 el retraso de transmisión (Δt_1 , Δt_2 ; Δt_3) estando definido como la suma de dichos retrasos primero (ΔTL) y segundo (ΔTH ; ΔTV), empezando a partir de dicho instante de activación (130).

13. El procedimiento según la reivindicación 12 que incluye las siguientes etapas:

15 - la detección (150), después del instante de activación (130), del inicio de un periodo de la primera señal de referencia (LFS),

- la interrupción por consiguiente de la verificación del valor de dicho parámetro de la segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2 ; VS),

20 - la memorización (160) de un valor actual (P ; V_1) del parámetro verificado,

- la verificación (190) de que se alcanza un número previamente establecido (Q_{HF}) de periodos de la primera señal de referencia (LFS) que corresponde a dicho primer retraso (ΔTL),

25 - la continuación (210) de la verificación del valor de dicho parámetro de la segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2 ; VS) empezando a partir del valor actual (P ; V_1) memorizado y

30 - la verificación (230) de que se alcanza el valor previamente establecido (Q_{HF} ; V_2) de dicho parámetro, con la consiguiente identificación del segundo retraso (ΔTH ; ΔTV) y la definición del retraso de transmisión (Δt_1 , Δt_2 ; Δt_3).

14. El procedimiento según la reivindicación 13 que incluye las etapas adicionales de la interrupción (170) y la activación otra vez (200) de la generación de la segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2 ; VS) respectivamente después de que se interrumpa la verificación del valor de dicho parámetro y antes de que dicha verificación sea reanudada otra vez.

35 15. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 en el que la duración de dicho segundo retraso (ΔTH ; ΔTV) no es más corta que aquella de un período (T_{LF}) de la primera señal de referencia (LFS).

40 16. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15 en el que la segunda señal de referencia (HFS_1 , HFS_2) es una señal periódica a una frecuencia más alta que la frecuencia de la primera señal de referencia (LFS).

45 17. El procedimiento según la reivindicación 16 en el que dicho parámetro de la segunda señal de referencia es el número de periodos.

18. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15 en el que la segunda señal de referencia es una señal analógica (VS) representativa de una magnitud variable de un modo conocido.

50 19. El procedimiento según la reivindicación 18 en el que dicho parámetro de la segunda señal de referencia es una tensión.

20. Un sistema para la verificación de la posición y/o las dimensiones de una pieza mecánica (3) que incluye

55 - una sonda de verificación (1) con

- un brazo móvil (5) que transporta un palpador (8),

60 - un dispositivo de detección (2) adaptado para proveer una señal de contacto (TS ; TS_1 , TS_2 ; TS_3) adicional al contacto entre el palpador (8) y la pieza (3),

- un sistema de transmisión (4) adaptado para la transmisión sin hilos de una señal (OS_1 , OS_2 ; OS_3) indicativa del contacto y

65 - un receptor (7) adaptado para recibir dicha señal (OS_1 , OS_2 ; OS_3) indicativa del contacto,

caracterizado porque dicho sistema de transmisión (4) es un sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, la observación consistiendo en que ocurre el contacto entre el palpador (8) y la pieza (3).

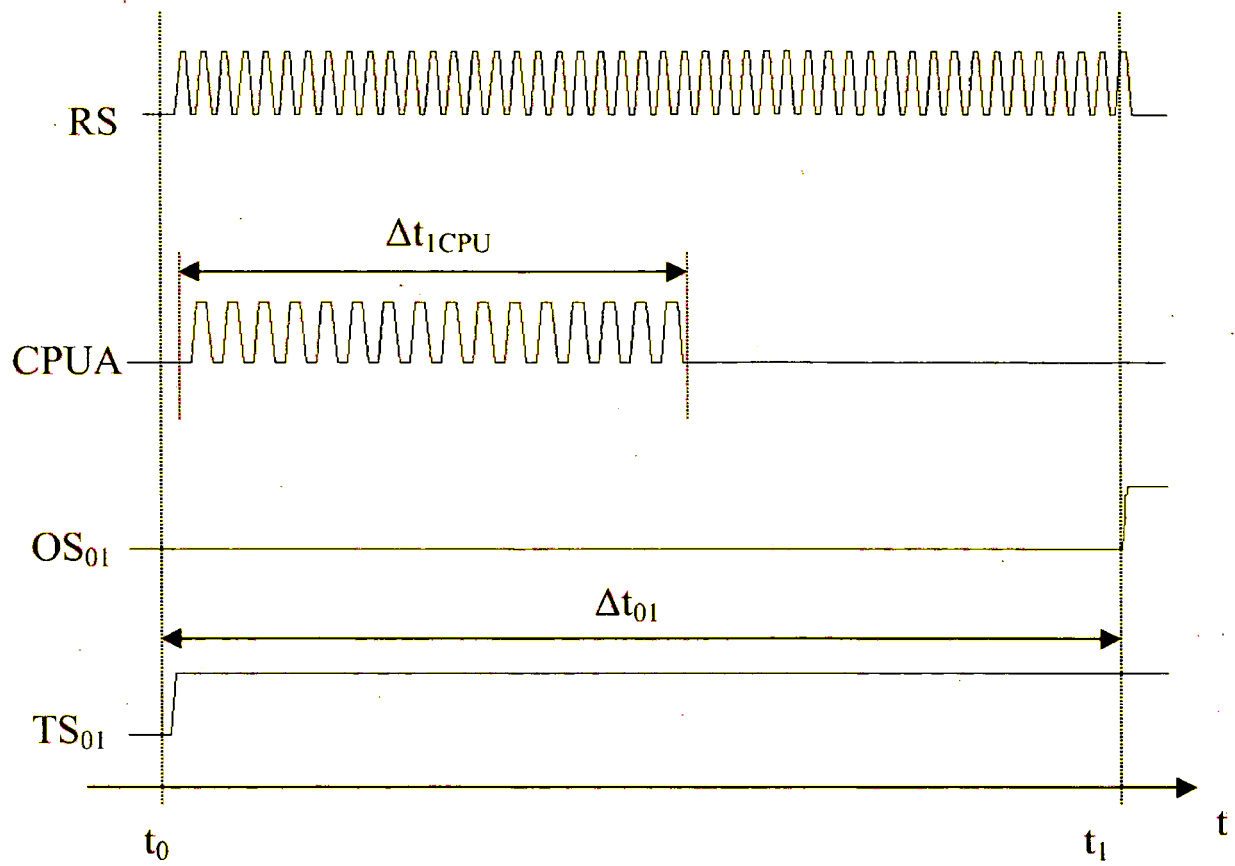


Fig. 1

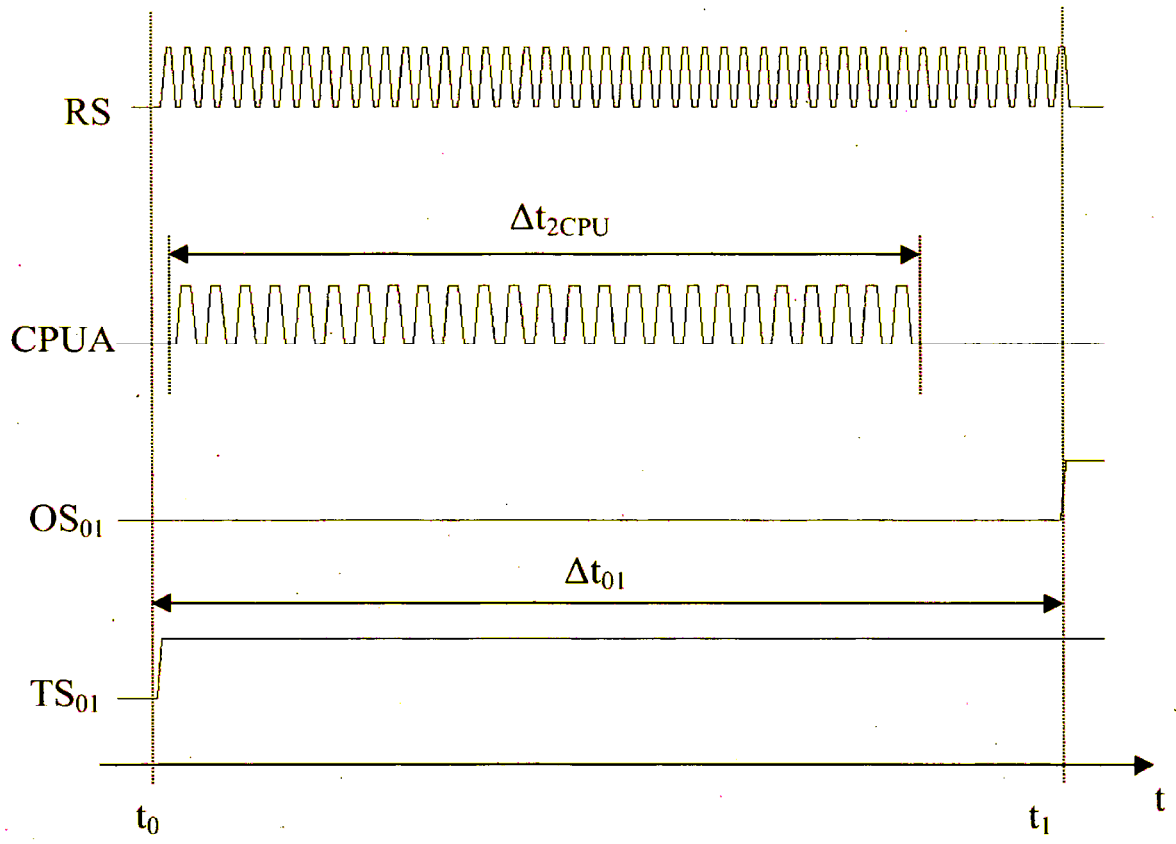


Fig. 2

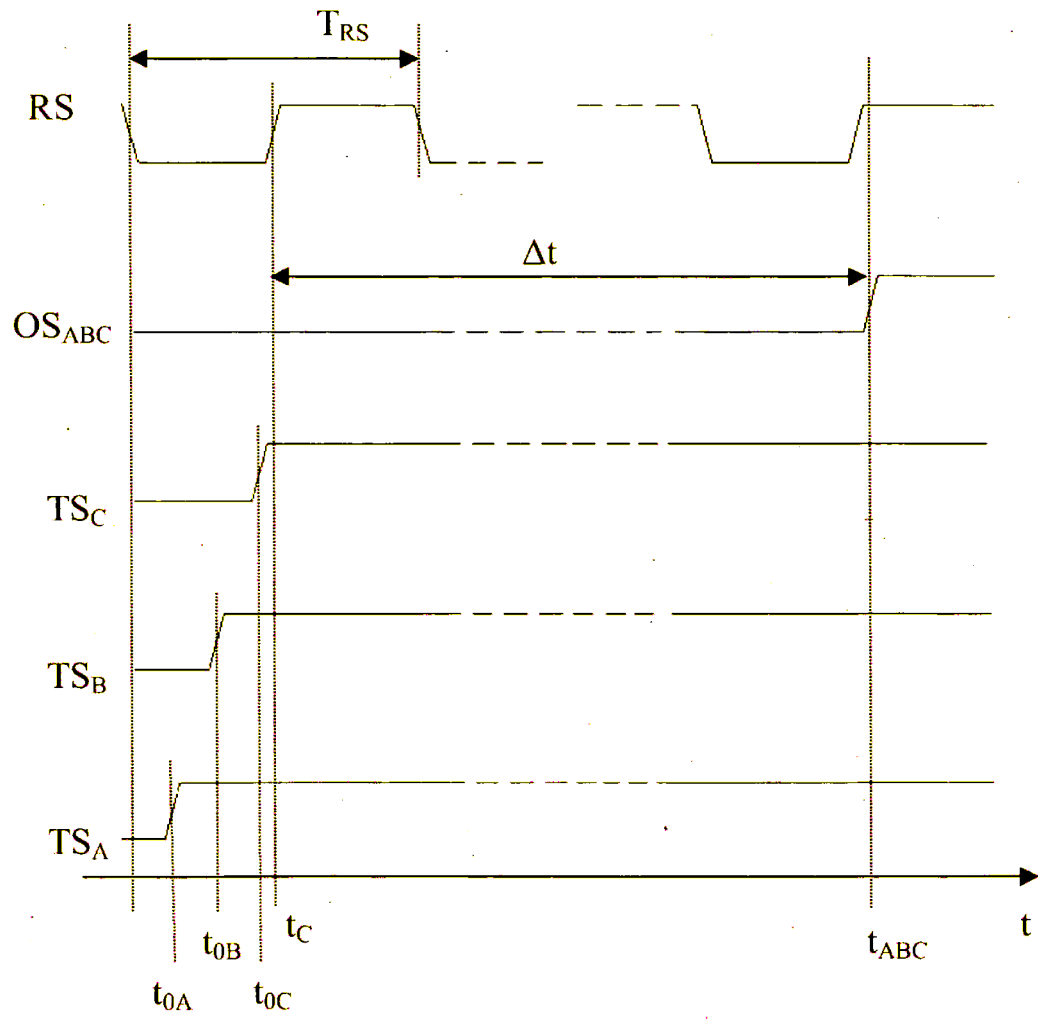


Fig. 3

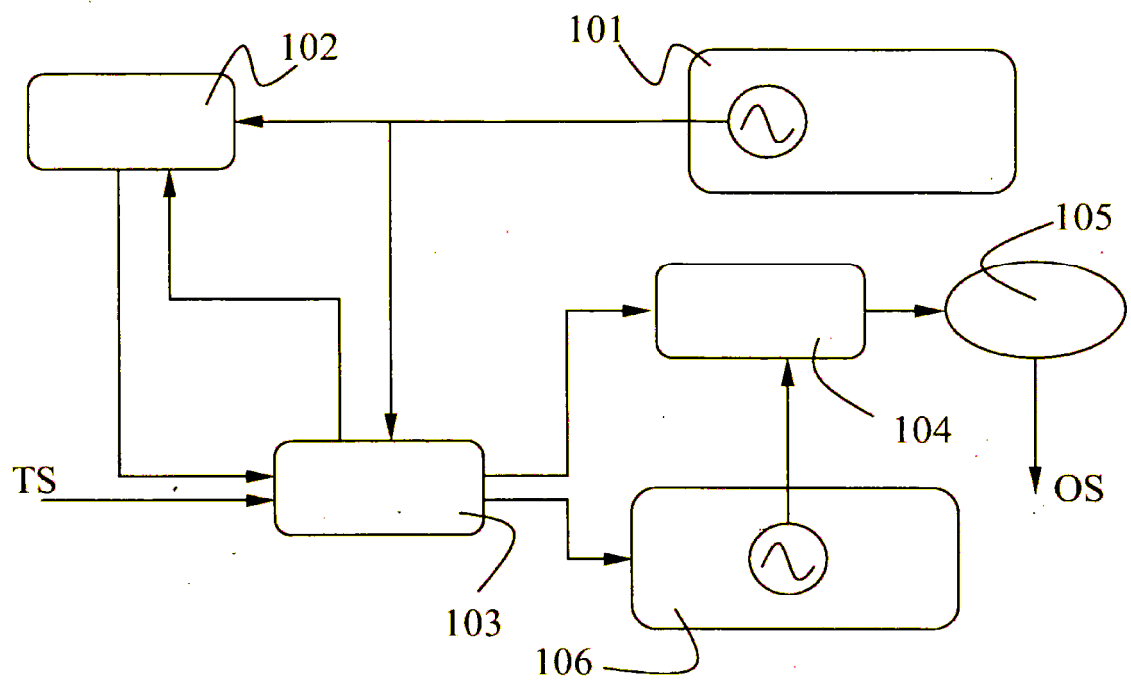


Fig. 4

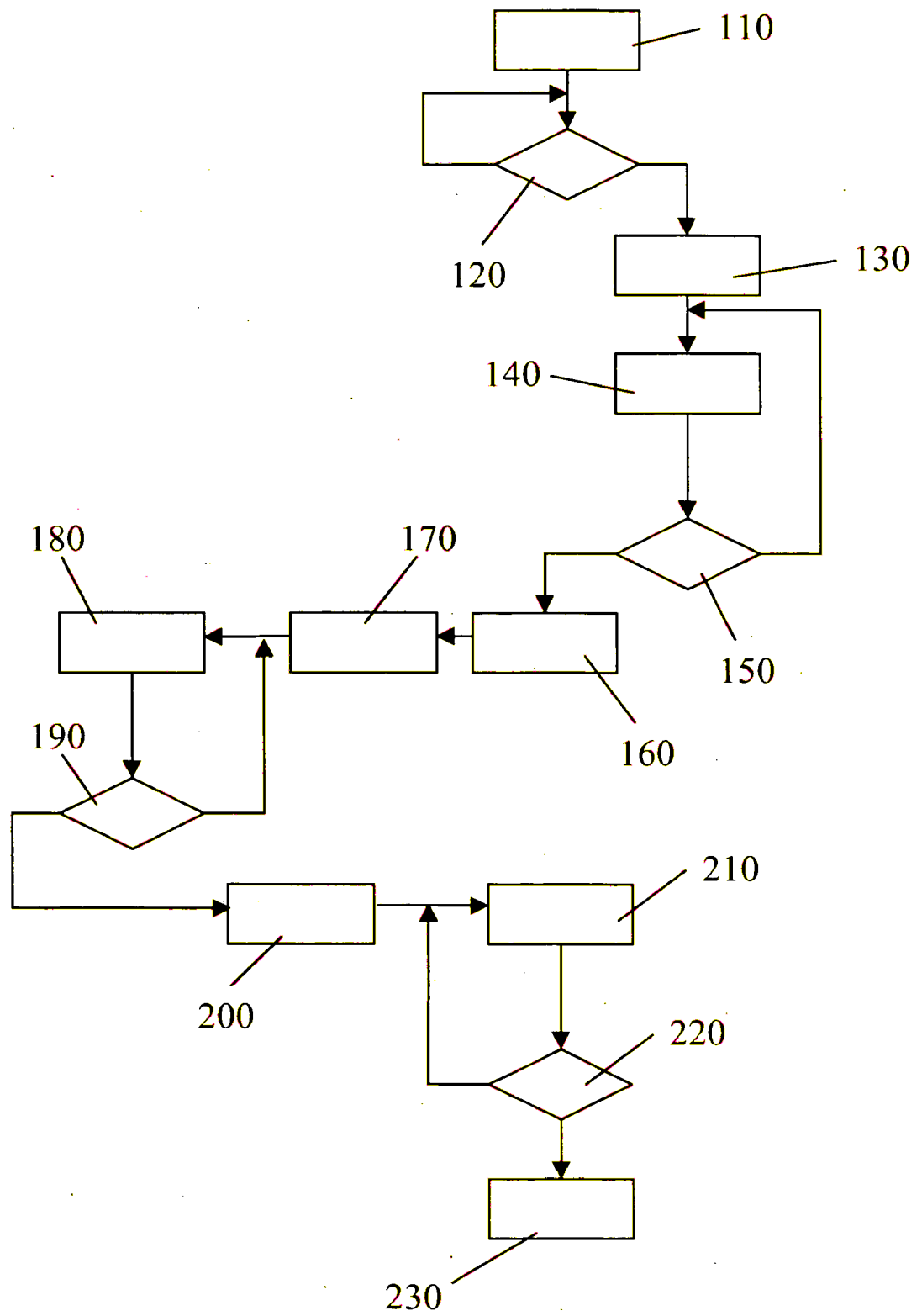


Fig. 5

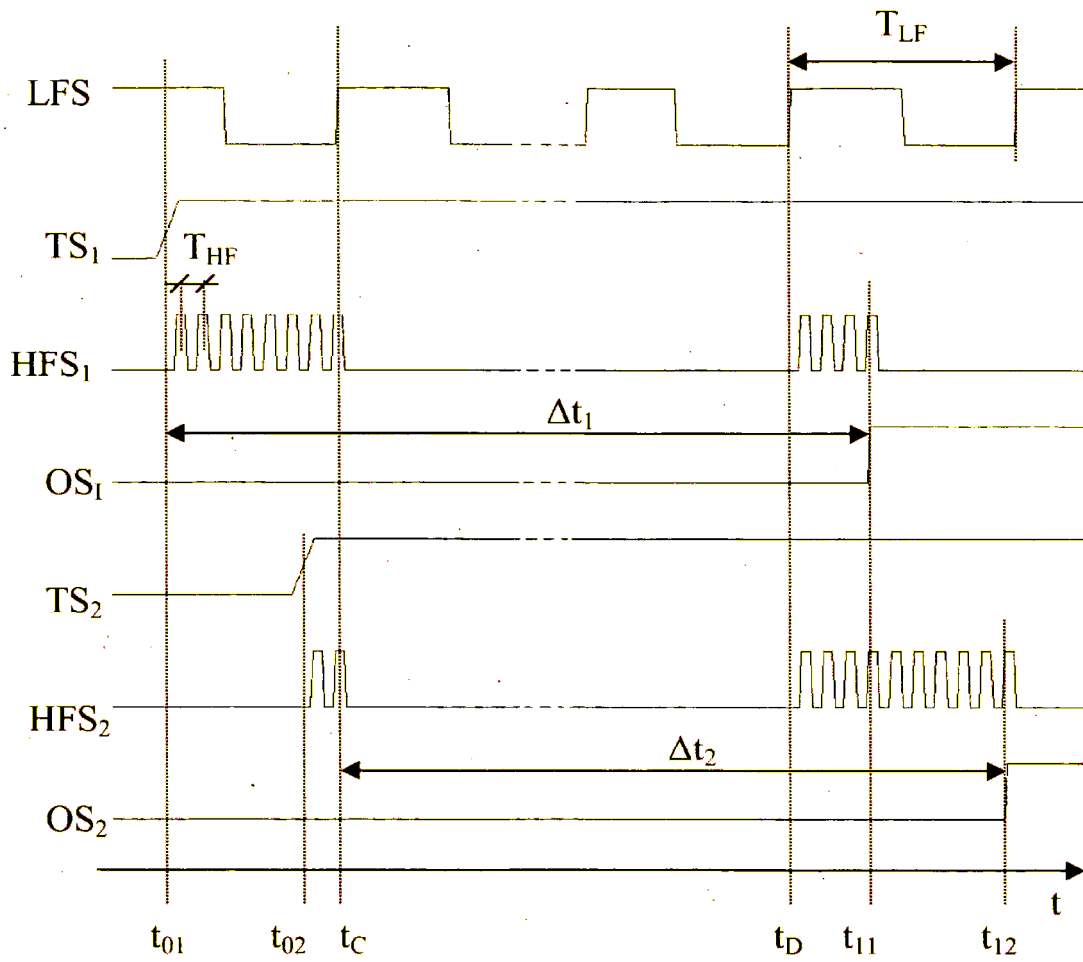


Fig. 6

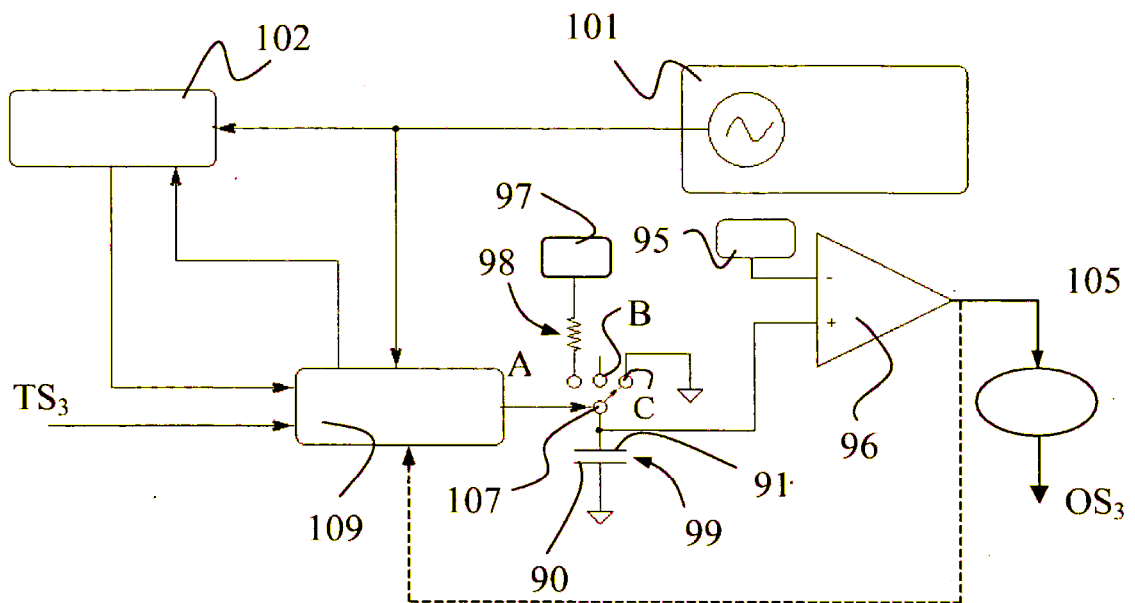


Fig. 7

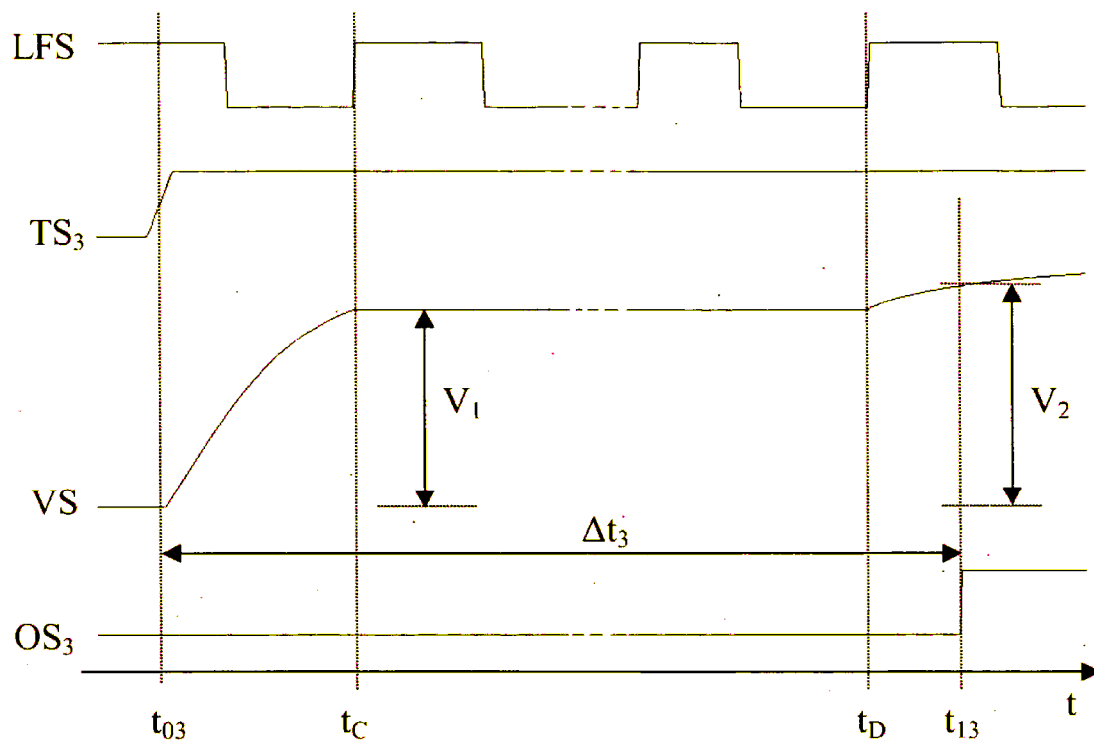


Fig. 8

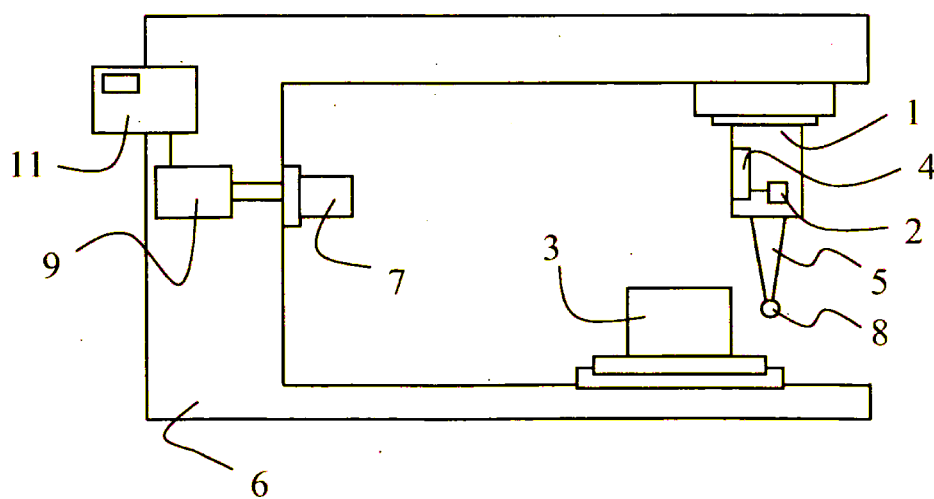


Fig. 9