

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 469 672**

51 Int. Cl.:

G07C 3/00 (2006.01)

G01M 13/02 (2006.01)

G05B 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2006 E 06787708 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.06.2014 EP 1917513**

54 Título: **Sistema de obtención de datos para el seguimiento de sistemas**

30 Prioridad:

17.08.2005 US 205985

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

18.06.2014

73 Titular/es:

**XTEK, INC. (100.0%)
11451 READING ROAD
CINCINNATI, OHIO 45241, US**

72 Inventor/es:

**COX, SARAH A.;
O'CULL, LARRY D.;
WILES, JEFFREY L. y
IVERS, VICTOR M.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 469 672 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).

DESCRIPCION

Sistema de obtención de datos para el seguimiento de sistemas.

5 **Ámbito técnico**

La presente solicitud se relaciona, en general, con los sistemas de obtención de datos y, en particular, con un sistema de obtención de datos para el seguimiento de sistemas.

Antecedentes

- 10 Es frecuente el seguimiento de las máquinas para detectar y medir determinadas situaciones operativas. Por ejemplo, puede interesar vigilar vibraciones u oscilaciones en máquinas equipadas con piezas móviles. También podría ser interesante medir la carga (por ejemplo, el par motor) de una máquina utilizada para hacer girar un eje. En ocasiones, la propia máquina puede presentar cierta capacidad de seguimiento de una situación operativa, como las revoluciones por minuto (RPM) de un eje giratorio, por ejemplo. Sin embargo, en muchos casos, la máquina es incapaz de ofrecer datos relativos, al menos, a algunas de las características operativas cuyo seguimiento pueda desear un usuario.

- Se han propuesto sistemas de seguimiento capaces de realizar las tareas de medición deseadas. Por ejemplo, se ha propuesto un sistema que comprende un aparato de medición manual y portátil. Dicho medidor se conecta mediante un cable transmisor a un punto de una máquina que se excita por oscilaciones, utilizándose el medidor en situaciones operativas en ese punto. Para procesar los datos medidos por el aparato de medición se utiliza un ordenador central. El ordenador central también almacena los datos recogidos por el aparato de medición.

Dicho medidor manual puede medir una situación en un lugar de la máquina, aportando una "foto instantánea" de las condiciones de funcionamiento en un punto y un momento concretos en los que se adquieren los datos. Se necesita un sistema capaz de efectuar simultáneamente el seguimiento de varios parámetros operativos de una máquina.

- 25 La patente US2005/125183 describe un sistema para analizar la situación de una máquina provista de un eje giratorio y un punto de medición que permite la comunicación de una pieza del cliente con una pieza del proveedor. La pieza del cliente comprende: al menos un sensor en el punto de medición, que genera datos de medición dependientes de la rotación del eje; un aparato que analiza la situación de la máquina en función de los datos de medición mediante el proceso de los datos de situación y de los datos de medición, incluida la realización de funciones de seguimiento de la situación y el registro del uso de las mismas; una comunicación mediante un puerto de comunicación con el ordenador de la pieza del proveedor; una interfaz de entrada/salida del usuario acoplada al procesador de datos; un generador de peticiones para solicitar la cantidad de uso de al menos una función de seguimiento de situaciones utilizando la interfaz, en donde el aparato analizador suministra la petición al ordenador de la pieza del proveedor a través del puerto de comunicación; un receptor de claves para al menos una función de seguimiento de situaciones; un verificador de claves; y un dispositivo para cambiar un parámetro que controla el uso permitido en respuesta a un código de claves aceptado.

- La patente US2003/130810 describe sistemas y métodos para identificar la presencia de un defecto en maquinaria vibratoria. Por ejemplo, uno de estos métodos incluye el análisis de los datos de vibración del espectro de frecuencias de la máquina. Dicho método consiste en la obtención de un índice de actividad armónica basado en estimaciones de la energía asociada al espectro de frecuencias y de la energía asociada a la serie armónica del defecto. El método puede incluir la obtención de un valor K mediante la estimación de un valor M indicativo de la energía de la serie armónica del defecto y la división de M por el número de líneas espectrales correspondientes a la serie armónica del defecto. El método también puede incluir la obtención de un valor R mediante la estimación de un valor Q indicativo de la energía contenida en los datos del espectro de frecuencias y la división de Q por el número de líneas espectrales de los datos del espectro de frecuencias. Dicho método comprende asimismo la obtención del índice de actividad armónica basado en los valores K y R estimados. Igualmente se describen sistemas relacionados para la ejecución de los métodos.

- La patente US2005/119840 describe un método para la vigilancia del buen estado de funcionamiento de un sistema que consiste en la realización de los pasos siguientes en diversos momentos: creación de una identificación de situación a partir de diversos indicadores de situación que incluyen (a) diversas mediciones de vibración obtenidas del sistema, o (b) una o más mediciones de vibración y una o más mediciones de parámetros de rendimiento procedentes del sistema; predicción de una identificación normal a partir de un modelo que define una o más interdependencias entre dichos indicadores de situación, correspondiendo la identificación normal a la identificación de situación para un sistema en buen estado de funcionamiento; comparación de la identificación de situación con la identificación normal; y registro de un evento si la identificación de situación difiere de la identificación normal en una magnitud superior a un umbral predeterminado.

Resumen

Se presentan un método y un sistema de vigilancia para seguir los parámetros operativos de un sistema vigilado según se define en las reivindicaciones 1 y 10.

Los detalles de una o más formas de realización de la invención se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción siguiente. Otras características, finalidades y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción y los dibujos, así como de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La Figura 1 es una vista esquemática de una forma de realización correspondiente a un método y un aparato para la vigilancia de una máquina mediante un sistema de seguimiento;
- la Figura 2 es una vista esquemática de una forma de realización de una unidad sensora para ser utilizada en el sistema de seguimiento de la Figura 1;
- la Figura 3A es una vista superior de una forma de realización de parte de una caja de unidad sensora;
- 10 la Figura 3B es una vista en planta de una forma de realización de una unidad sensora sin la parte reproducida en la Figura 3A;
- la Figura 3C es una vista lateral de la parte reproducida en la Figura 3A;
- la Figura 3D es una vista lateral de la unidad sensora de la Figura 3B sin la parte reproducida en la Figura 3A;
- la Figura 4A es una vista en planta de una forma de realización de una unidad sensora que muestra una placa de circuitos impresos;
- 15 la Figura 4B es una vista lateral y parcialmente despiezada de la unidad sensora de la Figura 4A;
- la Figura 5A es una vista en planta de otra forma de realización de una unidad sensora que muestra una placa de circuitos impresos;
- la Figura 5B es una vista lateral de la unidad sensora de la Figura 5A;
- 20 la Figura 6 es una forma de realización de un organigrama de datos para un sistema de seguimiento; y
- la Figura 7 es una forma de realización de un registro.

Descripción detallada

- A efectos de describir una forma de realización, la presente descripción se centrará en el seguimiento de un tren de potencia de transmisión de potencia de un laminador. Sin embargo, esta forma de realización es un ejemplo y en modo alguno pretende ser la única posible, porque puede efectuarse el seguimiento de otros tipos de máquinas y trenes de potencia. Entre otras máquinas y equipos que pueden ser objeto de seguimiento figuran, por ejemplo, transmisiones por engranajes para puente grúa, maquinaria de proceso como cizallas rotativas, aplanadoras y accionamientos de cizalla que incorporen transmisión de potencia, y otras aplicaciones para potencia de transmisión en las cuales pueda ser deseable el seguimiento de las situaciones operativas.
- 25 Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra un tren de potencia de laminador 10 (por ejemplo, para laminar acero y otros metales) con un sistema de seguimiento 12 conectado al mismo. El tren de potencia de laminador 10 comprende un motor 14 conectado operativamente a los rodillos 16 y 18 por medio de una transmisión de potencia del tren de potencia que incluye un reductor de engranajes 20, un conjunto de piñón 22 y los acoplamientos mostrados como acoplamientos de eje 24 y 26. Los cilindros de respaldo 28 y 30 se sitúan junto a los cilindros de trabajo 16 y 18 para formar un espacio o una doblez a través de los cuales pueda pasar una pieza a trabajar (por ejemplo, una plancha metálica) durante una operación de laminado. El motor 14 y el reductor de engranajes 20 están situados en una parte de la sala de motores 32 de una fábrica, en tanto que el conjunto de piñón 22, los acoplamientos de eje 24, 26, los cilindros de trabajo 16, 18 y los cilindros de respaldo 28, 30 están situados en una parte de la fábrica 34 separada de la parte de sala de motores 32.
- 30 En el ejemplo de la ilustración, el sistema de seguimiento 12 se utiliza para vigilar y evaluar situaciones operativas como vibración, temperatura, par motor, corriente, velocidad, posición rotacional, etc. de los componentes del tren de potencia del laminador. El sistema de seguimiento 12 comprende varias unidades sensoras, generalmente designadas como 42, 44 y 46, que se acoplan localmente a (es decir, en o cerca de) diversos componentes del tren de potencia de potencia, por ejemplo los descritos anteriormente. Acoplando localmente las unidades sensoras 42, 44 y 46 a varios componentes de la transmisión de potencia del tren de potencia, es posible efectuar comparaciones relativas de las situaciones operativas de los componentes utilizando datos generados por las unidades sensoras, los cuales, en ciertos casos, pueden permitir un análisis más fiable de las situaciones operativas del tren de potencia del laminador 10. Como se explicará con mayor detalle más adelante, las unidades sensoras 42, 44, 46 comprenden un sensor y un microprocesador que envían datos a comunicadores asociados, generalmente designados como 38
- 35 (denominados en ocasiones 'cubo' o 'colector'), que recogen los datos. Seguidamente, los datos recogidos se envían a una puerta 40 (por ejemplo, un servidor) conectada a un sistema de servidores remotos (que no aparece en la imagen), por ejemplo a través de Internet.
- 50 Siguiendo con la Figura 1, el motor 14 comprende unidades sensoras 42a, 42b y 44 acopladas operativamente al mismo, conectándose también la unidad sensora 44 a un sensor de proximidad 46 y a un transformador de corriente 48. Más concretamente, la unidad sensora 42a va acoplada a un alojamiento de cojinete (que no aparece en la
- 55

imagen) del motor 14 y se utiliza para vigilar la vibración en el alojamiento de cojinete. A un alojamiento de cojinete opuesto (que no aparece en la imagen) del motor 14 se ha acoplado la unidad sensora 42b, que también se utiliza para efectuar el seguimiento de la vibración en el alojamiento de cojinete opuesto. La unidad sensora 44 va acoplada a una base del motor 14 y también se ha conectado a entradas de sensores externos; por ejemplo, como se muestra en la imagen, del sensor de proximidad 46 y del transformador de corriente 48. En algunas formas de realización, el sensor de proximidad 46 puede utilizarse para medir la velocidad axial del motor 14 mediante la medición de los impulsos rotacionales. El transformador de corriente 48 aporta una salida de señal que representa la forma de la onda de corriente suministrada al motor 14. La unidad sensora 44 puede recoger datos utilizando las señales suministradas por el sensor de proximidad 46 y el transformador de corriente 48 para seguir el funcionamiento del motor.

El reductor de engranajes 20 comprende cuatro unidades sensoras: 42c, 42d, 42e, 42f. Las unidades sensoras 42c y 42d van acopladas a un alojamiento de cojinete 52 de un eje de transmisión del engranaje de salida 50 y se utilizan para vigilar la vibración y la temperatura en el alojamiento de cojinete 52. Las unidades sensoras 42e y 42f van acopladas a un alojamiento de cojinete de un eje de transmisión de entrada del engranaje de piñón de entrada 54 y se utilizan para vigilar la vibración y la temperatura en el alojamiento de cojinete del engranaje 54.

El conjunto de piñón 22 comprende cuatro unidades sensoras: 42g, 42h, 42i, 42j, cada una de ellas acoplada a un alojamiento de cojinete asociado 64, 66, 68, 70. Las unidades sensoras 42g y 42h van acopladas al alojamiento de cojinete 64 y 66 del eje de piñón 56. Las unidades sensoras 42i y 42j van acopladas al alojamiento de cojinete 68 y 70 del eje de piñón 58. Cada unidad sensora 42g, 42h, 42i, 42j se utiliza para vigilar la vibración y la temperatura en sus respectivos alojamientos de cojinete 64, 66, 68, 70.

Cada acoplamiento de eje 24 y 26 comprende su respectiva unidad sensora 46a, 46b acoplada al mismo, que gira con el acoplamiento de eje. Las unidades sensoras 46a y 46b se utilizan para vigilar la vibración, el par motor, la temperatura y la posición del eje de sus respectivos acoplamientos de eje 24 y 26. En algunas formas de realización de unidades sensoras 46a y 46b, que incluyen una batería, las unidades sensoras 46a y 46b se utilizan para efectuar un seguimiento del voltaje de la batería que permita detectar el nivel de potencia de la batería y, si es necesario, cambiarla o recargarla.

Los cilindros de trabajo 16, 18 incluyen pares asociados de unidades sensoras 42k y 42l, 42m y 42n acoplados a los mismos. Las unidades sensoras 42k y 42l van acopladas a los cojinetes respectivos 72 y 74 del eje de cilindro de trabajo 43, en tanto que las unidades sensoras 42m y 42n van acopladas a los cojinetes respectivos 76 y 78 del eje de cilindro de trabajo 75. Cada unidad sensora 42k-42n se utiliza para vigilar la vibración y la temperatura en su respectiva ubicación de cojinete.

Puede emplearse cualquier método adecuado para el montaje operativo de las unidades sensoras 42, 44, 46 en el tren de potencia de la máquina. En algunas formas de realización, las unidades sensoras 42, 44 y 46 se sujetan al tren de potencia de la máquina 10 con fiadores (tornillos, pernos, etc.) para que la instalación sea permanente. Pueden utilizarse otros métodos de montaje, como la soldadura.

Según se aprecia en la Figura 1, cada unidad sensora 42, 44, 46 es capaz de comunicarse con un comunicador 38a, 38b, 38c, 38d (por ejemplo, a través de una conexión tetrafilar RS 485 y/o de una conexión inalámbrica tal como una transmisión de RF), conectándose las unidades sensoras 42a, 42b y 44 al comunicador 38a, conectándose las unidades sensoras 42c-42f al comunicador 38b, conectándose las unidades sensoras 42g-42j y las unidades sensoras 46a y 46b al comunicador 38c, y conectándose las unidades sensoras 42k-42n al comunicador 38d. Las unidades sensoras 46a y 46b se comunican inalámbricamente, utilizando un transmisor de RF 45, con el comunicador 38c (por ejemplo, utilizando un receptor de RF que incluye una antena de RF omnidireccional 47), en tanto que las otras unidades sensoras 42a-42n y 44 se comunican con sus respectivos comunicadores 38a-38d a través de una conexión alámbrica. El uso de una antena de RF omnidireccional puede reducir las interrupciones de la comunicación entre las unidades sensoras 46a, 46b y el comunicador 38c debido a la rotación de las unidades sensoras 46a y 46b con los acoplamientos de eje 24 y 26. Son posibles otras comunicaciones, en virtud de las cuales una o más de las unidades sensoras 42a-42n, 44 se comunican inalámbricamente. Los comunicadores 38a-38d suministran electricidad (por ejemplo, CC de bajo voltaje, (tal como una CC de 8-28 V) a las unidades sensoras asociadas 42a-42n y 44 a través de las conexiones alámbricas. Cada una de las unidades sensoras 46a y 46b incluye un suministro eléctrico interno (por ejemplo, una batería) que las alimenta. Cada uno de los comunicadores 38b-38d está conectado (como muestran las líneas 80) a una fuente de alimentación 86 (por ejemplo, a una fuente de CA de 110/220 V) a través del comunicador 38a.

Los comunicadores 38 recogen datos recibidos de las unidades sensoras 42, 44, 46 y los envían a la puerta 40. La puerta 40 actúa a modo de servidor local para hospedar comunicaciones procedentes de cada comunicador 38 y puede aportar conectividad de Internet a un anfitrión de sistema situado en otro lugar por medio de una conexión de red local (por ejemplo, una conexión LAN) que se muestra con las líneas de rayas cortas 82 y el componente de puente 84. La puerta 40 va conectada a una fuente de alimentación 86 por medio de la línea 88.

Haciendo referencia a la ilustración esquemática de la Figura 2, las unidades sensoras 42, 44 y 46 pueden incluir un sensor 92 (por ejemplo, un acelerómetro) o un conjunto de sensores y un microprocesador local integral 90 como parte de la misma unidad. En algunas formas de realización similares a la que se muestra, tanto el sistema electrónico del microprocesador 90 como el del sensor 92 residen en la misma placa de circuitos impresos 96. En

otras formas de realización, el sistema electrónico del microprocesador 90 puede residir en el mismo módulo, pero separado de la placa 96 que contiene el sistema electrónico del sensor 92.

Como ya se ha indicado, las unidades sensoras 42 y 46 obtienen datos operativos específicos para determinar, por ejemplo, vibración, temperatura, par motor/esfuerzo de deformación, corriente eléctrica, velocidad rotacional y/o posición rotacional mediante el uso de sensores 92 sensibles a las situaciones operativas de la máquina. Se pueden obtener otros datos físicos utilizando la unidad sensora 44, que puede incluir sensores de salida de corriente o tensión normales.

Las Figuras 3A-3D muestran una forma de realización de la unidad sensora 42 que comprende el sensor 92a sensible a tres ejes de vibración y el sensor 92b sensible a la temperatura o, en algunas formas de realización, al esfuerzo de deformación. El sensor 92a puede encontrarse en la placa de circuitos 96, que también contiene el microprocesador 90, en tanto que el sensor 92b comprende una entrada para una conexión con un detector remoto de temperatura. En algunas formas de realización, el sensor 92a puede ir separado de la placa de circuitos 96 que contiene el microprocesador 90. En ciertos casos, es posible que la unidad sensora 42 no incluya un sensor de esfuerzos de deformación y/o de temperatura 92b.

Haciendo referencia a las Figuras 4A y 4B, la unidad sensora 44 consta de tres entradas de ± 10 voltios 95, tres entradas de corriente de 4-20 mA 97, entradas de codificador óptico 99 y una entrada de interruptor de proximidad 101. La unidad sensora 44 también puede incluir un sensor de temperatura 92b y una fuente de alimentación, que puede ser una batería.

Haciendo referencia a las Figuras 5A y 5B, las unidades sensoras 46 son inalámbricas y pueden acoplarse a un eje giratorio. La unidad sensora 46 consta de un sensor de vibraciones de eje 92a y tres sensores de temperatura y/o esfuerzo de deformación 92b. Como se aprecia, cada sensor 92a y 92b va incluido en la misma placa de circuitos 96 que el microprocesador 90. Una fuente de alimentación 93 suministra electricidad a la unidad sensora 46. En algunas formas de realización, la unidad sensora 46 comprende un sensor 92b separado de la placa de circuitos 96 que contiene el microprocesador 90.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 3A-5B, el sensor 92 y el microprocesador 90 van alojados dentro de una caja constituida, en algunas formas de realización, por una porción de base 118 que puede montarse en el respectivo componente de tren de potencia 10 y una porción de cubierta 122 que puede conectarse a la porción de base. En algunas formas de realización, la interconexión de la parte de cubierta 122 con la parte de base 118 forma un cierre (por ejemplo, un cierre hermético).

Los microprocesadores 90 pueden recibir información o datos de los sensores 92, por ejemplo, en forma de señales analógicas eléctricas para el proceso previo de los datos antes de enviarlos al comunicador 38 (Figura 1). El microprocesador 90 puede comprender un temporizador integral, memoria inalterable, memoria flash, comunicaciones en serie y/o un convertidor analógico-digital (A/D) (en algunas formas de realización, un convertidor A/D de ocho canales y 10 bits). Desde los sensores 92 se envían señales analógicas (continuamente, en algunas formas de realización) al microprocesador 90. El microprocesador 90 transforma la señal analógica en datos digitales en la unidad sensora 42, 44, 46. El microprocesador 90 mide el nivel de la señal analógica a intervalos de tiempo predeterminados (proceso que a veces se denomina 'muestreo') y transforma la señal analógica en un valor entero (que a veces se denomina 'recuento') entre, por ejemplo, 0 y 1023. El microprocesador puede muestrear la señal analógica a una velocidad aproximada de 8.000 Hz o más, por ejemplo. Seguidamente, el valor entero puede ser transformado en un valor "posterior" (por ejemplo, con un procesador principal situado en otro lugar) utilizando una fórmula de transformación que dependerá del tipo de medición y de la unidad sensora. Por ejemplo, en una forma de realización determinada, los datos recibidos de un sensor de temperatura 92b situado fuera de la placa (por ejemplo, de la unidad sensora reproducida en la Figura 3A) pueden transformarse de un recuento digital en un valor de temperatura, utilizando

$$\text{Temp (F)} = -0,457478 (\text{recuento}) + 500,0.$$

De las explicaciones precedentes se desprende que las unidades sensoras 42, 44, 46 pueden generar numerosos registros de datos digitales, cada uno de ellos relacionado con una situación operativa de un componente de máquina asociado. Para gestionar el volumen de los registros de datos, los microprocesadores 90 pueden tener un índice de notificación respectivo donde los microprocesadores seleccionan valores predeterminados entre los valores de datos digitales producidos por el convertidor A/D para notificar y continuar el proceso. En estas formas de realización, el índice de notificación (por ejemplo, 100 Hz, 1000 Hz, etc.) puede ser inferior al índice de muestreo (por ejemplo, 8000 Hz). Esta situación puede reducir la magnitud del proceso de datos mediante la reducción de la cantidad de registros que deben procesarse, permitiendo al mismo tiempo una obtención de datos continua con el uso de los microprocesadores 90. Esta particularidad tiene la ventaja de que puede hacer más flexible el aumento o la disminución del índice de notificación de la unidad sensora 42, 44, 46 sin ninguna necesidad de cambiar la salida del sensor 92 ni el índice de muestreo del microprocesador 90.

Los microprocesadores 90 de las unidades sensoras 42, 44, 46 marcan al menos algunos de los valores digitales producidos por el convertidor A/D o todos ellos para facilitar el tratamiento y el análisis posteriores. A modo de ilustración, cada microprocesador 90 puede asignar sellos de tiempo a los valores de datos digitales en cada unidad sensora 42, 44, 46, por ejemplo, con un entero de 32 bits en el índice de notificación designado. El sello de tiempo asignado puede comenzar en cero e incrementarse a intervalos predeterminados como a cada 1/125 de segundo (por ejemplo, a un intervalo correspondiente al índice de notificación) o menos, a modo de ejemplo. En algunas realizaciones, todas las unidades sensoras 42, 44, 46 del sistema de seguimiento 12 se inician o se reinician sustancialmente al mismo tiempo (en algunas formas de realización, mediante comando del usuario o automáticamente) de tal manera que los sellos de tiempo de todas las unidades sensoras empiezan en el mismo valor y sustancialmente en el mismo momento (por ejemplo, a más o menos 0,5 milisegundos de los demás). En algunos casos, el sello de tiempo de cada microprocesador 90 se vuelve a poner a cero; por ejemplo, cuando el entero alcanza su valor máximo. El sello de tiempo se puede transmitir con los datos digitalizados desde las unidades sensoras 42, 44, 46 a los comunicadores 38, y utilizarse durante el tratamiento posterior para, por ejemplo, sincronización de datos, clasificación de operaciones, consultas, etc.

El microprocesador 90 puede realizar otros tratamientos previos de las señales analógicas entrantes. En algunas formas de realización, el microprocesador 90 puede pasar los datos por la alarma y los filtros de procesamiento. Las activaciones de alarmas generadas, por ejemplo, cuando un valor queda fuera de una banda predeterminada) y los valores tratados pueden notificarse al comunicador asociado 38. En ciertas formas de realización, el microprocesador 90 puede realizar Transformadas Rápidas de Fourier (TRF) y generar alarmas y nuevos procesamientos activados por valores liminares en el espectro de TRF resultante. En algunas formas de realización, el microprocesador 90 puede hacer circular datos a través de otros filtros; por ejemplo, un filtro de paso bajo o un filtro de medias móviles.

Un registro de datos digitalizados para una unidad sensora 42, 44, 46 puede incluir un identificador de tipos de sensores, un índice de notificación de datos, un identificador de tipos de datos (por ejemplo, tiempo real, medias móviles, datos filtrados), un canal de sensores (que identifica el sensor de procedencia de los datos) y el sello de tiempo. En algunas formas de realización, los valores de señales digitales múltiples pueden ir en paquetes (por ejemplo, en una unidad sensora 42, 44, 46 respectiva utilizando el microprocesador 90), y cada paquete puede incluir además el número de muestras que contiene el paquete, el sello de tiempo de la primera muestra de datos que contiene el paquete y una corriente de muestras con lecturas para cada canal de sensores activos. En algunas aplicaciones se pueden empaquetar aproximadamente 100 o más valores de señales digitales como, por ejemplo, unos 200 valores de señales digitales, para su transmisión. Seguidamente se ofrece un ejemplo de registro de datos o estructura de paquete:

Paquete/registro de datos

(2 octetos)Tipo de sensor

(2 octetos)Índice de notificación de datos

(2 octetos)Máscara de tipos de datos

(2 octetos)Máscara de selección de canales A/D

(4 octetos)Sello tiempo de la primera muestra de datos

(2 octetos)Número de muestras que contiene el paquete

(x octetos)Muestras de datos, donde

$$x = (\text{Octetos por cada muestra de datos} \times \text{Número de muestras} \times \text{Número de canales A/D} \times \text{Número de tipos de datos})$$

En esta forma de realización, los valores de señales digitales múltiples (es decir, las muestras) van empaquetados juntos para su transmisión con un solo sello de tiempo para la primera muestra. La inclusión del índice de notificación en el paquete permite determinar, mediante una unidad de tratamiento remota, la cronología relativa de cada muestra posterior contenida en el paquete. Aunque es posible incluir un sello de tiempo para cada muestra contenida en un paquete, ello exigiría un archivo de datos más grande.

En la Figura 6 se muestra un ejemplo de organigrama de datos. Las unidades sensoras 42, 44, 46, aquí colectivamente denominadas 100 para facilitar la descripción, van montadas localmente en la máquina laminadora 10 (representada por líneas de puntos). Cada una de las unidades sensoras 100 es capaz de generar datos correspondientes a situaciones operativas de la máquina laminadora, como se ha explicado. Las unidades sensoras 100 están conectadas a comunicadores 38 para que las unidades sensoras puedan enviar datos previamente tratados a los comunicadores. Aunque la imagen muestra cuatro comunicadores 38 conectados a la puerta 40, puede haber más comunicadores (por ejemplo, seis) o también puede haber menos de cuatro comunicadores (por ejemplo, dos) para una puerta 40 determinada.

Los comunicadores 38 pueden ser dispositivos intermedios que aportan un puente y un meta controlador para un grupo asociado 102, 103, 104, 105 de unidades sensoras 100 y puerta 40. Cada comunicador 38 tiene seis canales

de comunicaciones en serie, y cada canal aporta una conexión con una unidad sensora 100 respectiva. Por ejemplo, el comunicador 38a tiene seis canales de comunicaciones en serie i-vi, y cada canal aporta una conexión con las unidades sensoras a-f respectivas. Cada canal de comunicaciones se controla mediante un microprocesador especializado, por ejemplo un solo microprocesador por canal en el comunicador 38 respectivo. Los valores de las señales de datos digitales (por ejemplo, en paquetes) se transmiten a la puerta 40, por ejemplo, cada dos segundos. En algunas formas de realización, se puede agregar otro microprocesador en el comunicador 38 para controlar un canal de comunicaciones inalámbricas a fin de comunicar con unidades sensoras inalámbricas (por ejemplo, véanse las unidades sensoras 46a y 56 b de la Figura 1). Los comunicadores 38 también pueden comprender otro microprocesador para controlar una conexión de red (por ejemplo, conexión LAN, protocolo IP) con la puerta 40. En algunos casos, los comunicadores 38 suministran una alimentación de corriente continua autorregenerativa a cada unidad sensora asociada 100 y pueden suspender las comunicaciones a través de un canal determinado, aunque permitiendo las comunicaciones a través de los canales restantes.

En algunas formas de realización, el sistema de seguimiento 12 comprende reguladores de voltaje limitadores de corriente e independientes en una o más conexiones de canales. Los reguladores pueden vigilarse y controlarse mediante los microprocesadores de canales especializados para aportar autorregeneración en cuanto que una alimentación de canal se puede identificar y recuperar de fallos eléctricos de los sensores y/o del cableado. A modo de ejemplo, si la alimentación del sensor queda en cortocircuito a tierra, el regulador limitador de corriente puede retraer la tensión de la alimentación del sensor para impedir daños inmediatos. El microprocesador de canales puede detectar que la tensión del canal está en un nivel anormal y puede suspender la alimentación al sensor fallido y emitir un mensaje de fallo. En algunas formas de realización, el microprocesador de canales puede volver a intentar, periódicamente, alimentar a los sensores para comprobar si funcionan con normalidad.

La puerta 40 puede ser un servidor o un ordenador personal (por ejemplo, un ordenador de base Intel® que tenga un sistema operativo Linux con fuente abierta y herramientas de software). En algunas formas de realización, la puerta 40 comprende varias tarjetas de red; por ejemplo, una para conexiones con los comunicadores 38 y otra para ofrecer acceso a una red de usuario y a Internet. En ciertas formas de realización puede haber más de una puerta 40. En algunas de estas formas de realización que comprenden varias puertas 40, una de las ellas puede servir como puerta principal y efectuar todas las comunicaciones de Internet.

La puerta 40 va conectada a los comunicadores 38 y recibe y agrega un valor de fecha/hora, por ejemplo, con precisión de un segundo respecto a los sellos de tiempo generados por las unidades sensoras y un identificador de comunicadores. El valor de fecha y hora agregado por la puerta 40 y el sello de tiempo generado en cada unidad sensora 100 se utilizan como identificador para cada paquete de valores de registros de datos. En algunas formas de realización, la puerta realiza otros tratamientos de los datos recibidos; por ejemplo, el tratamiento de las alarmas y el relativo a datos procedentes de más de una unidad sensora 100 o de un canal A/D modular. La puerta 40 puede almacenar datos temporalmente en una memoria y enviarlos continuamente (junto con información de alarmas asociadas y otros resultados de tratamientos) a un grupo de servidores (por ejemplo, a un servidor de presentaciones 108, a un servidor de datos 110 y/o a un servidor de tratamientos 112).

La combinación del sello de tiempo del hardware de la unidad sensora 100 con el valor de fecha/hora agregado por el servidor de la puerta 40 puede utilizarse para precisar a tiempo cada muestra de registro de datos. Puede utilizarse un protocolo de datagramas de usuario (UDP) para comunicar la puerta 40 con los comunicadores 38. El protocolo UDP puede necesitar menos sobrecarga de datos, por ejemplo, que un protocolo totalmente sincrónico como el de control de transmisión (TCP) y permite la reserva de ancho de banda para datos. Como el UDP es asíncrono, la puerta puede recibir los paquetes en cualquier orden. La combinación del valor de fecha/hora con el sello de tiempo del hardware permite la reconstrucción oportuna de una corriente de paquetes en el sistema, por ejemplo, sin que importe cómo lleguen los paquetes.

La puerta 40 puede comunicarse de cualquier forma adecuada con el servidor de presentaciones 108, el servidor de datos 110 y el servidor de tratamientos 112. En algunas formas de realización, la comunicación entre la puerta 40 y los servidores 108, 110 y 112 se logra utilizando el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) y el protocolo de control de transmisión / protocolo de Internet (TCP/IP). La puerta 40 aporta herramientas de diagnóstico para el seguimiento del estado de la máquina laminadora 10 y puede notificar al usuario alarmas y resultados de tratamientos por correo electrónico, teléfono, buscaperonas y otros dispositivos de comunicación.

Los servidores 108, 110 y 112 pueden adoptar cualquier configuración adecuada, tal como de base Intel® que tenga un sistema operativo Linux con fuente abierta y herramientas de software. El servidor de presentaciones 108 se encuentra fuera de la parte de sala de motores 32 (Figura 1) y aporta un punto central de comunicaciones para todos los servidores. El servidor de presentaciones 108 recoge datos procedentes de las puertas (es decir, de la puerta 40) y ofrece una interfaz basada en web 114 a los usuarios. Los servidores de apoyo (por ejemplo, el servidor de bases de datos 110 y el servidor de tratamientos 112) funcionan dentro de un cortafuegos 106 y comprenden servidores y grupos de servidores exclusivos para almacenamiento de datos y acceso a los mismos, generación de gráficos y tratamiento de datos con fines analíticos.

La sincronización de las muestras de datos en un paquete la realiza el servidor de datos 110 utilizando el valor de sello de tiempo de la primera muestra de datos, el tamaño del paquete, el índice de notificación de datos y el número de canales A/D. Con esta información se calcula el sello de tiempo para cada muestra de datos, por ejemplo, durante un tratamiento de datos de almacén de datos en el servidor de bases de datos, que lee muestras de datos

recogidos por el servidor de presentaciones 108 procedentes de la(s) puerta(s) 40 y divide los paquetes de datos y almacena las muestras de datos como filas individuales en una o más tablas de bases de datos.

Las muestras de datos se pueden sincronizar por comando del usuario, por ejemplo, a fin de visualizarlas en informes y gráficos y/o para su uso en análisis posteriores, por ejemplo para crear Transformadas Rápidas de Fourier de los datos de vibración. Los paquetes de muestras de datos pueden seleccionarse utilizando los valores de fecha/hora incluidos en una banda de valores especificada por el usuario. Las muestras de datos de los paquetes de muestras de datos incluidas en la banda especificada por el usuario pueden clasificarse seguidamente por sus sellos de tiempo, como ya se ha indicado.

La clasificación de las muestras de datos por sus sellos de tiempo (ya sea asignadas en la unidad sensora, por ejemplo, a la primera muestra de datos del paquete, o calculadas por el servidor de datos 110, según ya se ha indicado) asegurará mejor que las muestras de datos se alineen a través de sensores y a tiempo a través de los sensores. Esta alineación de las muestras de datos puede ser importante para mostrar situaciones operativas en diversas posiciones por el tren de potencia, por ejemplo, a medida que las vibraciones se desplazan por el mismo. En algunas formas de realización, es posible sincronizar muestras de datos procedentes de unos 100 o más sensores (tales como 420 o más sensora) utilizando sellos de tiempo, por ejemplo, mediante la asignación a todos los sensores de una marca de tiempo 0 esencialmente en el mismo momento (es decir, dentro de una banda de errores aceptable con diferencias no superiores a 1/2 milisegundo entre ellos).

Los componentes del sistema de seguimiento 12, incluidas las unidades sensoras 100, pueden reconfigurarse automáticamente y/o por comando del usuario. En algunas formas de realización, la obtención de datos y la notificación de datos de la unidad sensora 100 se pueden configurar mediante comandos enviados a la unidad sensora desde la puerta 40 y/o el comunicador 38 a través del enlace de comunicaciones en serie que los une. La notificación de datos desde la unidad sensora 100 hasta el comunicador 38 puede configurarse con parámetros como el índice de notificación, el tipo de datos y los canales A/D que deban notificarse. En algunas aplicaciones, los índices de notificación se cambian automáticamente en función de, por ejemplo, la velocidad de rotación medida de una ubicación de datos determinada de un componente. Dicha reconfiguración se logra localizando el microprocesador 90 en la unidad sensora 100, como ya se ha indicado, lo cual confiere a cada sensor la capacidad necesaria para el tratamiento local de los datos entrantes. En algunos casos, el software operativo para los microprocesadores de las unidades sensoras 100 y las unidades sensoras 38 puede reprogramarse a distancia, lo cual permite actualizar componentes instalados del sistema de seguimiento 12, por ejemplo, desde una ubicación central a través de Internet.

La puerta 40 comprende software que ejecuta varios procesos como la configuración, el seguimiento y el envío de almacenes de datos. La configuración de almacenes de datos recupera comandos pendientes de los servidores 108, 110 y 112 y los envía a la cola de espera del seguimiento de almacenes de datos. El seguimiento de almacenes de datos transmite los comandos a la red de comunicadores y unidades sensoras, recibe datos y los almacena en la memoria (por ejemplo, en una base de datos local). Es posible incorporar aplicaciones de tratamiento y alarma al seguimiento de almacenes de datos cuando se pone en marcha el sistema y durante su funcionamiento, en respuesta a comandos recibidos de la puerta 40. El envío de almacenes de datos recupera datos almacenados y los envía a los servidores 108, 110 y 112. El servidor de presentaciones 108 comprende un servicio de web que recibe datos de la puerta 40 y los almacena en una tabla de una base de datos intermedia. El servidor de bases de datos 110 ejecuta el tratamiento de datos de almacenes de datos que toma los datos de la base de datos intermedia y los distribuye por una serie de bases de datos y de tablas de bases de datos. Cada unidad sensora 100 puede tener su correspondiente serie de tablas almacenadas en una base de datos y cada canal A/D de unidad sensora 100 puede tener su correspondiente tabla en la serie de tablas. El servidor de tratamientos 112 ejecuta un servicio de web, por ejemplo, que puede generar gráficos y aportar los datos tratados que se le soliciten para el servidor de presentaciones 108.

El sistema de seguimiento 12 puede comprender varias aplicaciones y herramientas de software aptas para analizar situaciones operativas de la máquina. En una de las formas de realización, el sistema de seguimiento 12 incluye el razonamiento basado en casos (CBR), técnica de inteligencia artificial que imita el modo en que la mente humana almacena el conocimiento experimental. Las situaciones se describen como una serie de parámetros llamados casos. Se crean nuevos casos a solicitud del usuario y se caracterizan por conjuntos de parámetros con frecuencia incompletos. Un algoritmo del vecino más próximo selecciona de la base de datos casos parecidos a los conjuntos de parámetros de los casos nuevos y los utiliza para indicar cómo reaccionar ante esos casos nuevos o procesarlos adicionalmente. El razonamiento basado en casos puede emplearse para imitar el conocimiento experimental básico de la vibración y del personal de mantenimiento.

La Figura 7 es un ejemplo de informe 120 que muestra valores de vibración medidos con el sistema de seguimiento 12. El informe 120 puede consultarse, por ejemplo, a distancia mediante un ordenador personal u otra interfaz de usuario capaz de comunicarse con los servidores 108, 110 y 112, como ya se ha descrito.

El sistema de seguimiento 12 ya descrito puede aportar una red de obtención de datos inteligente. Esto se logra, en parte, ubicando microprocesadores 90 en las unidades sensoras 100 capacitadas para recibir y ejecutar diversos comandos de obtención de datos. El sistema de seguimiento 12 puede configurarse para diversos modos de obtención de datos. En una de sus formas de realización, el sistema de seguimiento 12 puede comprender un modo de rutina y un modo de análisis. En el modo de rutina, el sistema de seguimiento 12 puede obtener datos de una

manera predeterminada, coherente y repetible, para suministrar un análisis de tendencias. Si se detecta un posible problema (bien por el sistema de seguimiento 12 y/o por un usuario, por ejemplo, a distancia), puede iniciarse el modo de análisis que facilite datos para un diagnóstico detallado. El valor de fecha/hora agregado por la puerta 40 puede ser exacto al segundo. El sello de tiempo añadido por la unidad sensora puede ser exacto a 0,000125 segundos. De este modo, el sistema de seguimiento 12 puede mantener la sincronización de las muestras de datos en índices de notificación de aproximadamente 8000 Hz. La arquitectura del sistema de seguimiento puede adaptarse a diversos protocolos para admitir otros sistemas de seguimiento internos ya instalados, y sumarse a un sistema de seguimiento de equipos en funcionamiento. El software del sistema de seguimiento 12 puede contener capacidades analíticas para diagnósticos del tren de potencia. Es posible incluir geografía de componentes e información de especificaciones para evaluar las situaciones operativas detallada y exactamente.

Se han descrito varias formas de realización detalladas. No obstante, se sobreentiende que pueden efectuarse diversas modificaciones. Por consiguiente, en el ámbito de las reivindicaciones siguientes se incluyen otras formas de realización.

REIVINDICACIONES

- 1.Un método de seguimiento de los parámetros operativos de un sistema laminador (10) que incluye un cilindro de trabajo giratorio (16, 18) accionado por un dispositivo impulsor provisto de varios componentes de un tren de potencia de laminador (14, 20, 22, 25, 26) que incluyen un eje (24, 26); dicho método comprende:
la provisión de una primera unidad sensora (42, 44) en un primer componente de un tren de potencia de laminador (14, 20, 22); dicha primera unidad sensora (42, 44) incluye un sensor (92) para generar una señal analógica en respuesta a una situación operativa del primer componente de un tren de potencia de laminador (14, 20, 22) y un procesador local integrado (90) para el tratamiento de la señal analógica generada por el sensor (92); dicho procesador local integrado (90) cuenta con un temporizador asociado;
el tratamiento de la señal analógica generada por el sensor (92) de la primera unidad sensora (42, 44) durante el funcionamiento del primer componente de un tren de potencia de laminador (14, 20, 22) utilizando el procesador local integrado (90) de la primera unidad sensora (42, 44) para producir un primer conjunto de muestras de señales digitales con al menos un sello de tiempo correspondiente asociado a las mismas;
la comunicación del primer conjunto de muestras de señales digitales procedentes de la primera unidad sensora (42, 44) a una unidad de tratamiento remota (38, 40) alejada de la primera unidad sensora (42, 44); caracterizada por
la provisión de una segunda unidad sensora (46a, 46b) en el eje (24, 26), donde la segunda unidad sensora (46a, 46b) gira con el eje (24, 26), incluye un transmisor de RF (45) para comunicar el segundo conjunto de muestras de señales digitales a la unidad de tratamiento remota al menos parcialmente por medio de señales de comunicación de RF, y comprende tanto un sensor (92) para generar una señal analógica en respuesta a una situación operativa del eje (24, 26) como un procesador local integrado (90) para el tratamiento de la señal analógica generada por el sensor de la segunda unidad sensora (46a, 46b); dicho procesador local integrado (90) cuenta con un temporizador asociado;
el tratamiento de la señal analógica generada por el sensor (92) de la segunda unidad sensora (46a, 46b) durante el funcionamiento del eje (24, 26), utilizando el procesador local integrado (90) de la segunda unidad sensora (46a, 46b) para producir un segundo conjunto de muestras de señales digitales con al menos un sello de tiempo correspondiente asociado a las mismas; y
la comunicación del segundo conjunto de muestras de señales digitales procedentes de la segunda unidad sensora (46a, 46b) a la unidad de tratamiento remota (38, 40), donde la unidad de tratamiento remota (38, 40) está alejada de la segunda unidad sensora (46a, 46b),
donde la unidad de tratamiento remota (38, 40) sincroniza el primer conjunto de muestras de señales digitales con el segundo conjunto de muestras de señales digitales basándose, al menos parcialmente, en los datos del sello de tiempo asociado a dichas muestras, y la unidad de tratamiento remota (38, 40) comprende un receptor de RF (47) asociado al transmisor de RF (45).
- 2.El método de la reivindicación 1, donde el receptor de RF (47) comprende una antena omnidireccional asociada.
- 3.El método de cualquier reivindicación precedente, donde el sistema laminador (10) se encuentra en un edificio de fábrica, la primera unidad sensora (42, 44), la segunda unidad sensora (46a, 46b) y la unidad de tratamiento remota (38, 40) se encuentran dentro del edificio de fábrica, la unidad de tratamiento remota (38, 40) asigna una fecha y hora al primer conjunto de muestras de señales digitales y las transmite a través de una red informática global a un centro remoto de almacenamiento de datos (108, 110, 112) alejado del edificio de fábrica, la unidad de tratamiento remota (38, 40) asigna una fecha y hora al segundo conjunto de muestras de señales digitales y las transmite mediante la red informática global al centro remoto de almacenamiento de datos (108, 110, 112).
- 4.El método de la reivindicación 1 con inclusión del paso adicional consistente en la provisión de acceso remoto a datos operativos resultantes de la sincronización del primer conjunto de registros de señales digitales y del segundo conjunto de registros de señales digitales a través de un sitio web.
- 5.El método de cualquier reivindicación precedente, donde el paso consistente en tratar la señal analógica generada por el sensor (92) de la primera unidad sensora (42, 44) durante el funcionamiento del primer componente de un tren de potencia de laminador (14, 20, 22), utilizando el procesador local integrado (90) de la primera unidad sensora (42, 44), incluye el muestreo de la señal analógica con un primer índice de muestreo fijo y la recogida de muestras de señales digitales con un primer índice de notificación modificable por una primera señal de control recibida por la primera unidad sensora (42, 44); y
el paso consistente en tratar la señal analógica generada por el sensor (92) de la segunda unidad sensora (42, 44) durante el funcionamiento del eje (24, 26), utilizando el procesador local integrado (90) de la segunda unidad sensora (46a, 46b), incluye el muestreo de la señal analógica generada por el sensor (92) de la segunda unidad sensora (46a, 46b) con un segundo índice de muestreo fijo y la recogida de muestras de señales digitales con un segundo índice de notificación modificable a través de una segunda señal de control recibida por la segunda unidad sensora (46a, 46b).

6.El método de la reivindicación 5, donde al menos uno de los índices de notificación primero y segundo se modifica automáticamente en función de la velocidad de rotación de una ubicación de obtención de datos asociada.

7.El método de cualquier reivindicación precedente, donde el primer conjunto de muestras de señales digitales se empaqueta con un primer valor correspondiente de índice de notificación y un primer valor correspondiente de sello de tiempo único para una sola de las muestras de señales digitales del primer conjunto, donde el segundo conjunto de muestras de señales digitales se empaqueta con un segundo valor correspondiente de índice de notificación y un segundo valor correspondiente de marca de tiempo única para una sola de las muestras de señales digitales del segundo conjunto.

8.El método de la reivindicación 7 con inclusión del paso posterior consistente en la determinación remota de un sello de tiempo correspondiente para cada una de las muestras de señales digitales del primer conjunto en función del primer valor correspondiente de índice de notificación y del primer valor correspondiente de sello de tiempo único, y en la determinación remota de un sello de tiempo correspondiente para cada una de las muestras de señales digitales del segundo conjunto en función del segundo valor correspondiente de índice de notificación y del segundo valor correspondiente de sello de tiempo único.

9.El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes con inclusión asimismo del paso consistente en comparar un valor de datos procedente de la señal analógica generada por el sensor (92) de la primera unidad sensora (42, 44) con un valor de datos liminar utilizando el procesador local integrado (90) de la primera unidad sensora (42, 44).

10.Un sistema de obtención de datos para el seguimiento de los parámetros operativos de un sistema laminador (10) que incluye un cilindro de trabajo giratorio (16, 18) accionado por un dispositivo impulsor provisto de varios componentes de un tren de potencia de laminador (14, 20, 22, 25, 26) que incluyen un eje (24, 26); dicho sistema de obtención de datos comprende:

una primera unidad sensora (42, 44) montada localmente en un primer componente de un tren de potencia de un laminador (14, 20, 22); la primera unidad sensora (42, 44) comprende tanto un sensor (92) configurado para generar una señal analógica en respuesta a una situación operativa del primer componente de un tren de potencia de un laminador (14, 20, 22) como un procesador local integrado (90) configurado para tratar la señal analógica generada por el sensor (92) durante el funcionamiento de la primera unidad sensora (42, 44) para producir un primer conjunto de muestras de señales digitales, teniendo el procesador local integrado (90) un temporizador asociado y tratando la señal analógica generada por el sensor (92) de la primera unidad sensora (42, 44) durante el funcionamiento del primer componente de un tren de potencia de un laminador (14, 20, 22) para producir un primer conjunto de muestras de señales digitales con al menos un sello de tiempo correspondiente asociado a las mismas, donde un índice de obtención de datos y/o un índice de notificación de datos de la primera unidad sensora (42, 44) son configurables mediante una o más señales recibidas por la primera unidad sensora (42, 44); y caracterizándose por

una segunda unidad sensora (46a, 46b) montada localmente en el eje (24, 26); la segunda unidad sensora (46a, 46b) comprende tanto un sensor (92) configurado para generar una señal analógica en respuesta a una situación operativa del eje (24, 26) como un procesador local integrado (90) configurado para tratar la señal analógica generada por el sensor (92) de la segunda unidad sensora (46a, 46b) durante el funcionamiento de la segunda unidad sensora (46a, 46b) para producir un segundo conjunto de muestras de señales digitales, teniendo el procesador local integrado (90) un temporizador asociado y tratando la señal analógica generada por el sensor (92) de la segunda unidad sensora (46a, 46b) durante el funcionamiento del eje (24, 26) para producir un segundo conjunto de muestras de señales digitales con al menos un sello de tiempo correspondiente asociado a las mismas, donde un índice de obtención de datos y/o un índice de notificación de datos de la segunda unidad sensora (46a, 46b) son configurables mediante una o más señales recibidas por la primera unidad sensora (42, 44), girando el segundo sensor con el eje (24, 26) y comprendiendo un transmisor de RF (45) para comunicar el segundo conjunto de muestras de señales digitales a una unidad de tratamiento remota (38, 40) al menos parcialmente por medio de señales de comunicación de RF,

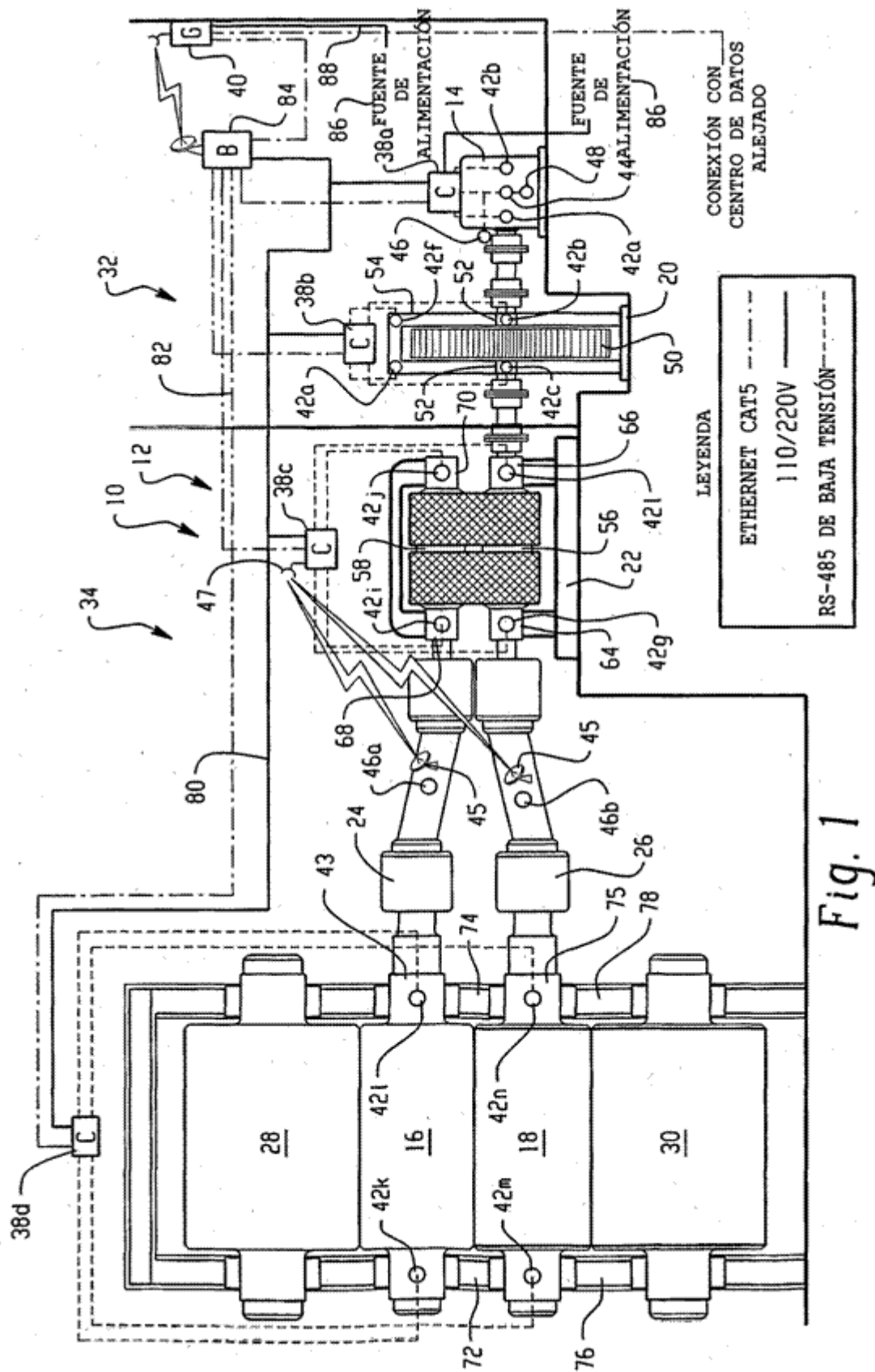
donde la unidad de tratamiento remota (38, 40) está alejada de la primera unidad sensora (42, 44) y de la segunda unidad sensora (46a, 46b), comprende un receptor de RF asociado y recibe el primer conjunto de muestras de señales digitales y el segundo conjunto de muestras de señales digitales para sincronizar el primer conjunto de muestras de señales digitales con el segundo conjunto de muestras de señales digitales basándose, al menos parcialmente, en los datos del sello de tiempo asociados a dicha muestra.

11.El sistema de obtención de datos de la reivindicación 10, que comprende además un centro remoto de almacenamiento de datos (108, 110, 112) que recibe y almacena datos procedentes del primer conjunto de muestras de señales digitales y del segundo conjunto de muestras de señales digitales.

12.El sistema de obtención de datos de la reivindicación 10, donde el procesador local integrado (90) de la primera unidad sensora (42, 44) y el sensor de la primera unidad sensora (42, 44) están ubicados en una primera placa de circuitos común contenida en la primera unidad sensora (42, 44).

13.El sistema de obtención de datos de la reivindicación 12, donde el procesador local integrado (90) de la segunda unidad sensora (46a, 46b) y el sensor (92) de la segunda unidad sensora (46a, 46b) están ubicados en una segunda placa de circuitos común contenida en la segunda unidad sensora (46a, 46b).

- 14.El sistema de obtención de datos de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 que también comprende un primer comunicador (38a-d) alejado de la primera unidad sensora (42, 44) y en comunicación con la misma; el primer comunicador (38a-d) comprende un procesador para tratar el primer conjunto de muestras de señales digitales.
- 5 15.El sistema de obtención de datos de la reivindicación 14, donde la primera unidad sensora (42, 44) y el primer comunicador están adaptados para comunicarse de manera inalámbrica.
- 16.El sistema de obtención de datos de la reivindicación 15, donde la primera unidad sensora (42, 44) comprende una fuente de alimentación local.
- 10 17.El sistema de obtención de datos de la reivindicación 14, que también comprende un segundo comunicador (38c) alejado de la segunda unidad sensora (46a, 46b) y en comunicación con la misma utilizando una conexión alámbrica; el segundo comunicador (38c) comprende un procesador para tratar el segundo conjunto de muestras de señales digitales.
- 18.El sistema de obtención de datos de la reivindicación 17, donde el segundo comunicador (38c) alimenta la segunda unidad sensora (46a, 46b) utilizando la conexión alámbrica.
- 15 19.El sistema de obtención de datos de la reivindicación 17, que también comprende una puerta (40) con un procesador para asignar un valor de fecha y hora al primer conjunto de muestras de señales digitales y para asignar un valor de fecha y hora al segundo conjunto de muestras de señales digitales.
- 20 20.El sistema de obtención de datos de la reivindicación 19, donde el sistema laminador (10) se encuentra en el edificio de fábrica, la primera unidad sensora (42, 44), la segunda unidad sensora (46a, 46b), el primer comunicador (38a-d), el segundo comunicador (38c) y la puerta (40) se encuentran en el edificio de fábrica, y el primer conjunto de muestras de señales digitales y el segundo conjunto de muestras de señales digitales están comunicados desde la puerta (40) mediante una red informática global con un centro remoto de almacenamiento de datos (108, 110, 112) alejado del edificio de fábrica.



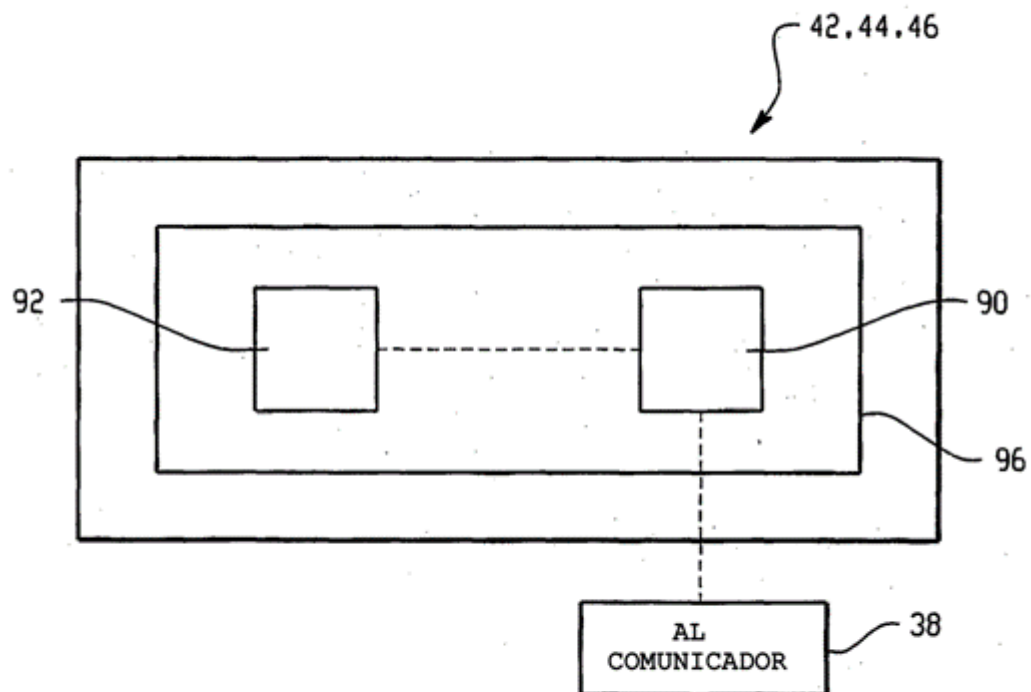


Fig. 2

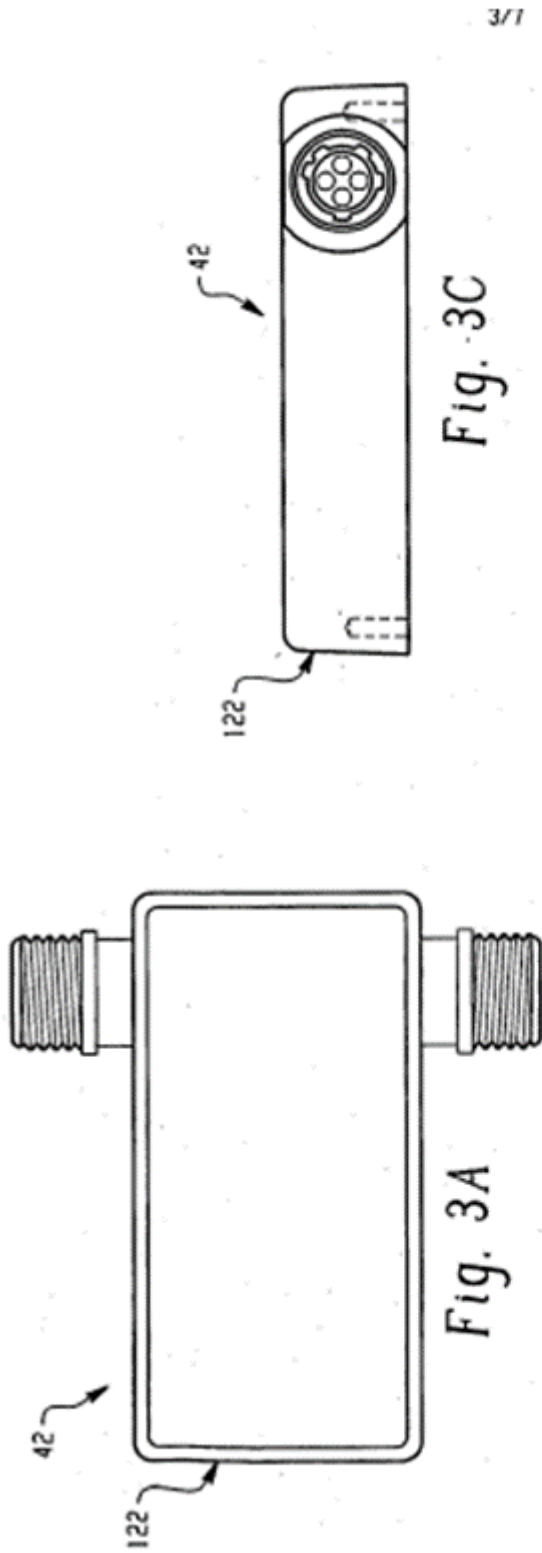


Fig. 3C

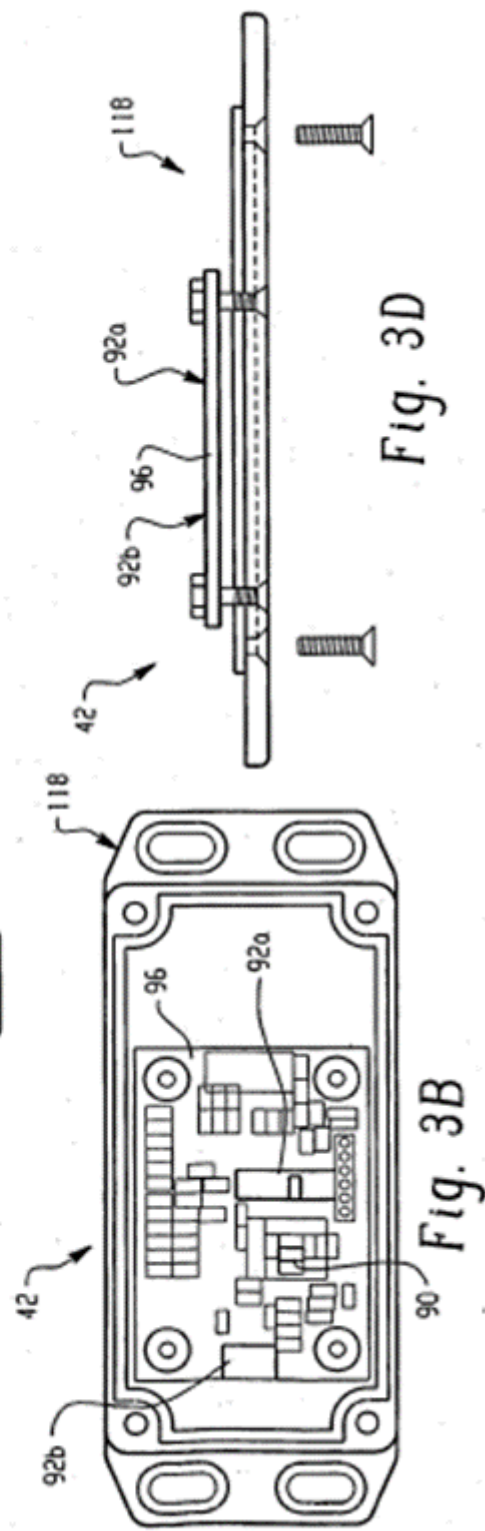


Fig. 3D

Fig. 3B

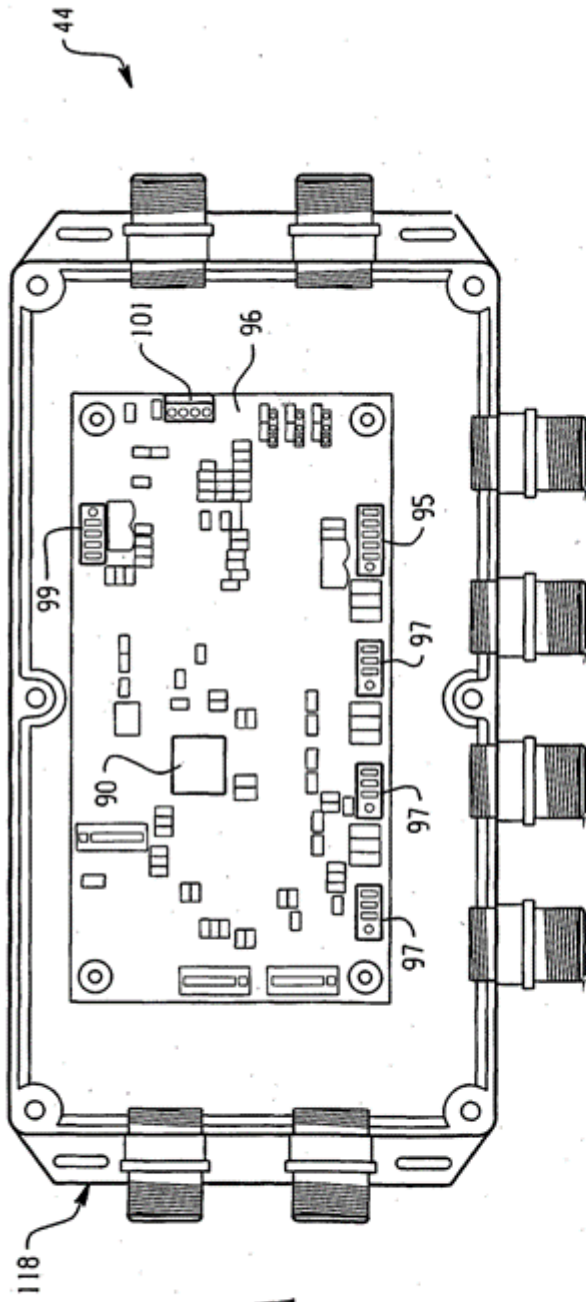


Fig. 4A

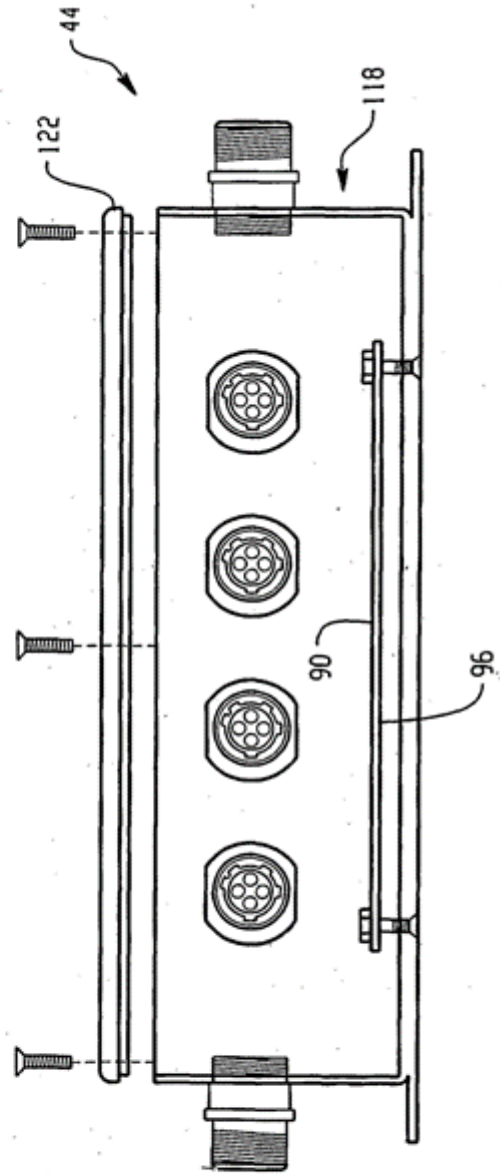


Fig. 4B

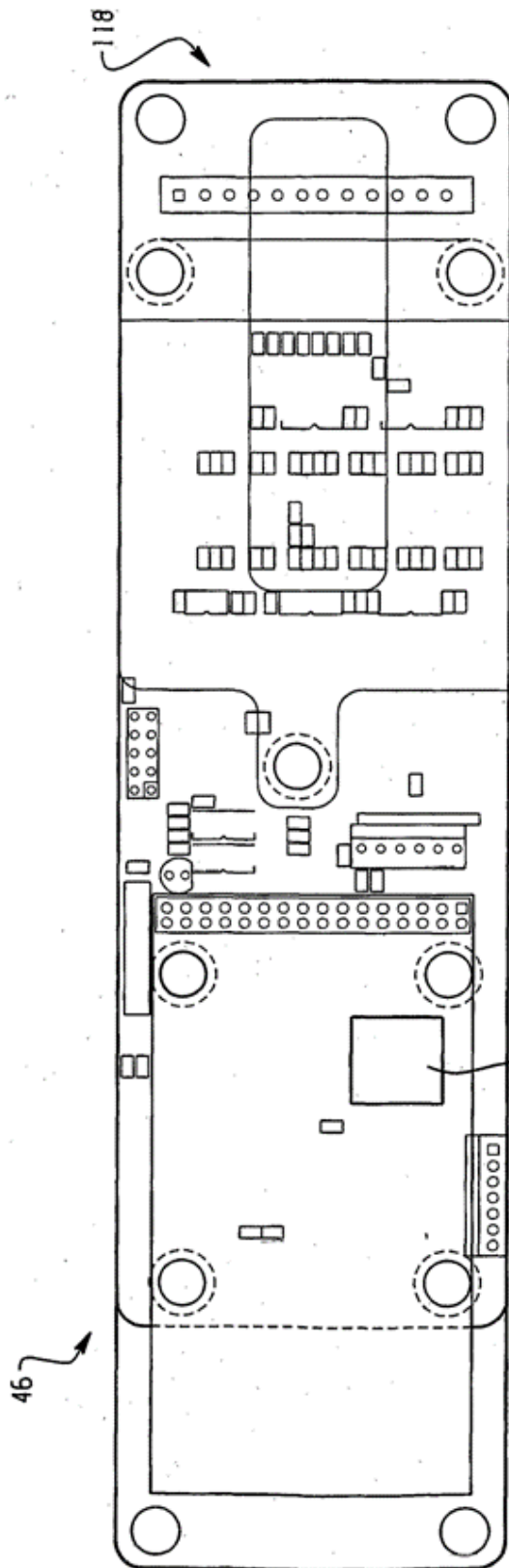


Fig. 5A

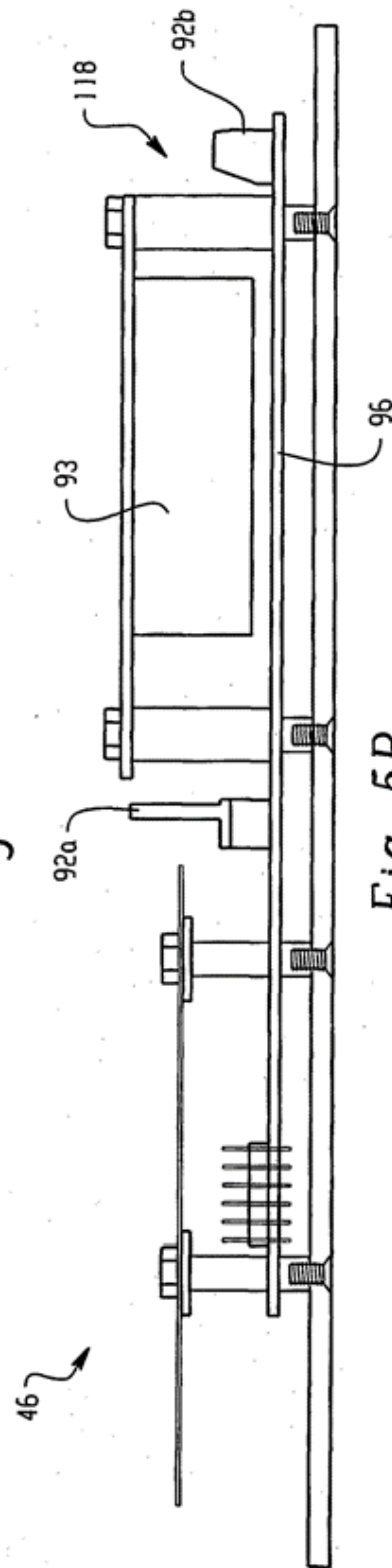


Fig. 5B

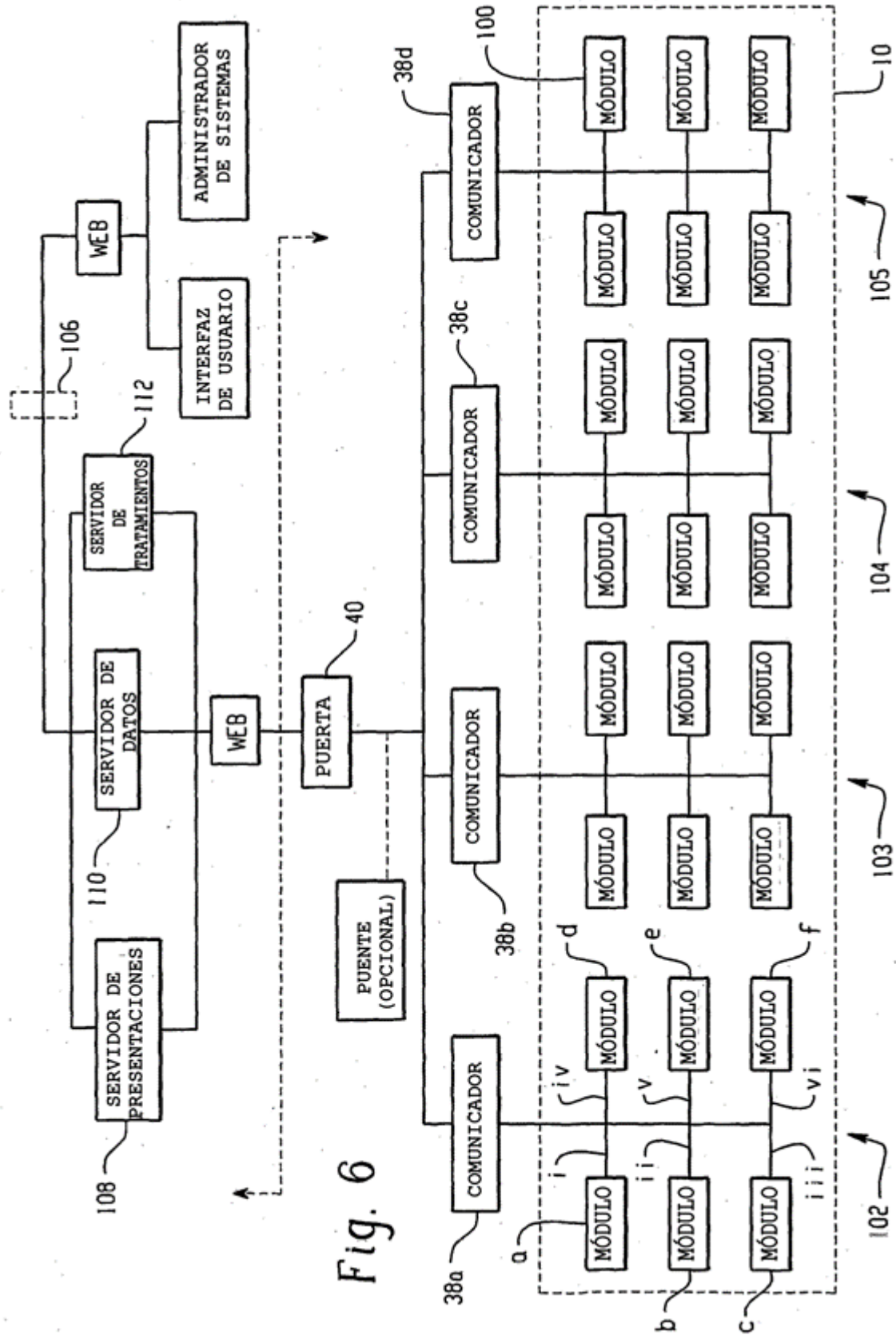


Fig. 6

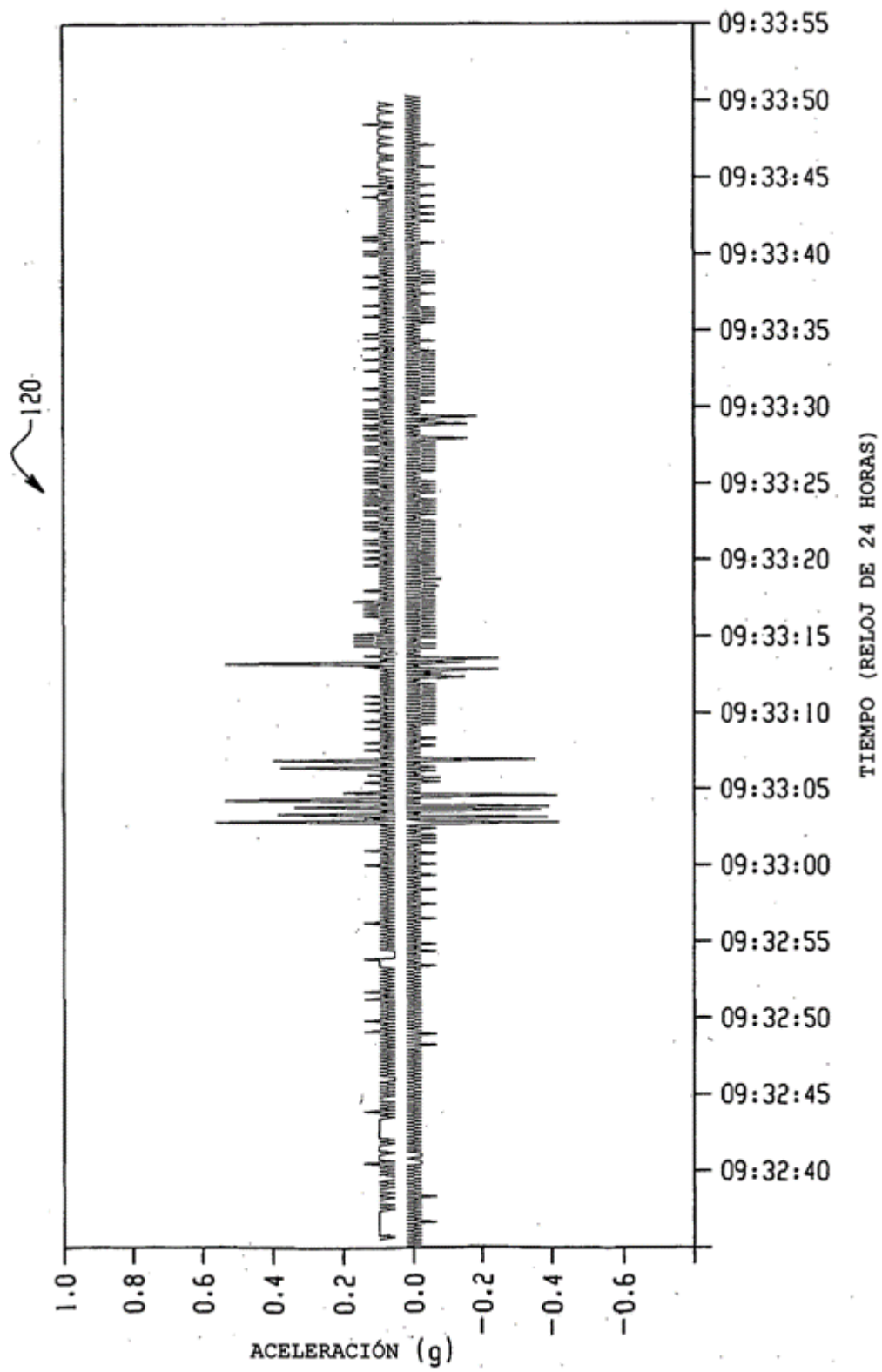


Fig. 7