



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 140 992**

② Número de solicitud: 009600748

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: B23Q 17/20

G05B 19/401

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **28.03.1996**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2000**

Fecha de concesión: **04.09.2000**

⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **16.10.2000**

⑤ Fecha de publicación del folleto de patente:  
**16.10.2000**

⑦ Titular/es: **CONSEJO SUPERIOR DE  
INVESTIGACIONES CIENTIFICAS  
C/ Serrano 117  
28006 Madrid, ES**

⑦ Inventor/es: **Fritsch Yusta, Carlos;  
Aladro Portillo, Jesús;  
Gómez-Ullate Alvear, Luis;  
Parrilla Romero, Montserrat;  
Anaya Velayos, José Javier;  
Sánchez Martín, Teresa;  
Villanueva Martínez, Eugenio y  
Cordero Martín, José Antonio**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Medidor multicota para piezas producidas por máquinas-herramienta.**

⑤ Resumen:

Medidor multicota para piezas producidas por máquinas-herramienta.

Sistema que permite medir simultáneamente hasta 16 cotas en piezas producidas por máquinas-herramienta, visualizando sobre una pantalla de ordenador los resultados en forma analógica sobre una columna, con indicación de límites de tendencia y tolerancia, y digital sobre un indicador numérico. Consta de un multiplexor analógico (1) cuya salida se entrega a un amplificador (6) que junto con el divisor programable (8) y el convertor analógico-digital (7), proporciona la medida del canal seleccionado (5). Un circuito temporizador (10 y 11) facilita la realización de medidas promediadas y a intervalos regulares. Dispone de salidas de control (22) indicadoras de: pieza fuera de tolerancia, corrección paralela o cónica, positiva o negativa, cambio o regeneración de herramienta y situación de alarma (15 a 21). La presencia de pieza puede detectarse automáticamente o bajo comando (14). Dispone de amplias facilidades de programación y calibrado, para ser utilizado con una gran diversidad de sensores y aplicaciones.

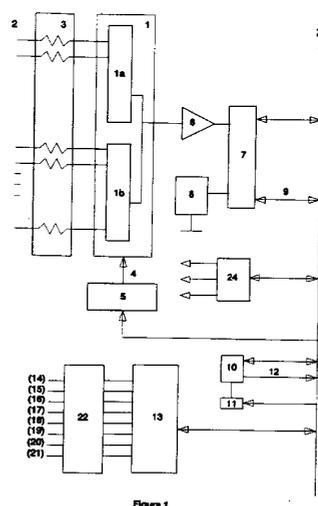


Figura 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el artº 37.3.8 LP.

## DESCRIPCION

Medidor multicota para piezas producidas por máquinas-herramienta.

### Sector de la técnica

- Máquina-herramienta.
- Sensores.

### Estado de la técnica

Existen numerosos tipos de transductores que pueden ser adaptados al sistema objeto de la presente patente. La mayor parte basa su funcionamiento en uno de los siguientes principios:

- 1) *Transductores de contacto.* Se utilizan palpadores conectados a transductores habitualmente de desplazamiento lineal, que entran en contacto con la pieza. La distancia recorrida por el palpador es detectada y convertida a señal eléctrica o indicada en una escala graduada mediante un sistema de acoplamiento mecánico (generalmente una multiplicación).
- 2) *Transductores láser.* Un haz láser se ve parcialmente interrumpido por la presencia de la pieza. Su diámetro se determina a partir de la proporción del haz que pasa al otro lado de la pieza, donde se sitúa un detector (modo transmisión). En otros casos, se utiliza un haz colimado, para determinar la medida de la pieza por reflexión del rayo sobre un dispositivo detector, en este caso si el ángulo de reflexión se mantiene constante, la posición del rayo reflejado es directamente proporcional a la distancia detector-pieza.
- 3) *Transductores neumáticos.* Disponen de unas boquillas próximas a la pieza a medir, por las que se inyecta aire a presión. El caudal de aire es función de la distancia boquillas-pieza y del diámetro de salida de éstas. Las desviaciones en la medida de la pieza se traducen en variaciones en el caudal que, a su vez, pueden ser obtenidas como variaciones de presión en una cámara anterior a las boquillas. La medida de la pieza está, por tanto, relacionada de forma no lineal con la presión o caudal medido.
- 4) Existen otros principios de funcionamiento que, aunque no son de uso tan generalizado, puede ser también utilizados conjuntamente con el sistema que se patenta, como por ejemplo, transductores de proximidad magnéticos, capacitivos, etc.

Firmas comerciales como Etamic, Marposs, disponen de sistemas de medición basados en estos principios de funcionamiento.

Estos sistemas tienen la ventaja de proporcionar al usuario una herramienta cerrada, perfectamente calibrada para una aplicación concreta. Pero, al mismo tiempo, esta característica determina una falta de flexibilidad para adaptarse a diferentes tipos de sensores y/o diferentes aplicaciones. En efecto, los sistemas comerciales disponibles están diseñados para operar con sensores perfectamente delimitados y, además, en general

requieren un sistema de medición o, al menos, un subsistema de visualización por cada cota medida. Como consecuencia de la especificidad del soporte electrónico, se trata de sistemas de elevado coste. Por otra parte, aunque la incorporación de microprocesadores en estos sistemas facilita su diversificación a las aplicaciones, siempre serán sistemas más rígidos que uno basado en computadores de propósito general (como lo son actualmente los PC/AT), donde la pantalla gráfica en color, las posibilidades de almacenamiento y visualización de la información etc., proporciona gran flexibilidad y amplitud de campo de aplicación.

El caso del sistema medidor multicota que es objeto de la presente patente, supera los inconvenientes citados al permitir virtualmente su aplicación con cualquier tipo de sensor, definir la configuración (número de cotas a medir, intervención para compensaciones y/o regeneración de herramientas, modo de operación, etc.), con independencia de los aparatos utilizados. Concretamente tanto los dispositivos electrónicos (salvo el número de sensores que se necesitan en el caso de procesos descritos), como los programas, son universales, sirviendo tanto para un número reducido de cotas como para aplicaciones más extensas (con el límite de medida simultánea de dieciséis cotas). Teniendo en cuenta además, que permite utilizar cualquier tipo de sensor, siempre que proporcione una señal eléctrica continua relacionada de forma lineal o no con la media a realizar, el sistema medidor multicota que puede ser utilizado con facilidad en muy diversas aplicaciones, con requerimientos de precisión y operación diferentes.

En este caso, el proceso de calibrado y selección del mejor ajuste se realiza fácilmente en fábrica, sin más que suministrar al sistema los valores nominales de las piezas patrón utilizadas (se requieren al menos tres unidades). El propio sistema informa al fabricante del error cuadrático medio esperado con la función de ajuste.

Por otra parte, reduce considerablemente el coste de un sistema medidor al utilizar como plataforma un PC/AT compatible, trasladando a los programas la mayor carga de trabajo, mientras que los sistemas convencionales utilizan una electrónica especialmente desamollada para el fin de la medida, con programas adaptados a un tipo determinado de sensor. Adicionalmente la visualización resulta de realización difícil con tecnología discreta, mientras que una pantalla de ordenador en color de muy bajo coste en la actualidad proporciona una realización sencilla, ergonómica y universal.

### Descripción de la invención

El sistema objeto de esta patente obtiene simultáneamente hasta dieciséis medidas de señales eléctricas procedentes de sensores de medidas dimensionales de piezas, admite virtualmente cualquier tipo de sensor, con salida lineal o no, aceptando un amplio margen de variación de los niveles de las señales, de características mono o bipolares, facilita el calibrado de los sensores así como su linealización mediante funciones matemáticas de ajuste, visualiza sobre una pantalla de ordenador hasta seis medidas simultáneamente, proporciona señales de control que pueden utilizarse para mantener la producción dentro de los límites

de tolerancia y contiene facilidades para adaptar su operación a diferentes tipos de aplicaciones.

Basa su operación en un módulo electrónico de adquisición y preprocesamiento de señales, compatible con el bus PC/AT, para el que se han desarrollado programas de control, tratamiento de datos y visualización de resultados realizados sobre ordenador compatible PC/AT. Con esta concepción, se minimiza al mismo tiempo el coste del sistema.

Este sistema permite medir simultáneamente de uno a dieciséis cotas, sin que sea necesario alterar ni el módulo electrónico ni los programas, con la mera incorporación de un transductor por cada cota a medir. La pantalla del ordenador acomoda hasta seis visualizadores de otras tantas cotas, un visualizador de estado y una ventana de menús. Las dieciséis medidas posibles se visualizan en grupos de hasta seis medidas simultáneas.

Cada visualización de cota se compone de una columna de indicación analógica de la medida, un indicador numérico con resolución de 0.1 unidades (micras, milésimas de pulgada, etc.), un indicador luminoso de medida realizada, indicadores de los límites de tolerancia y tendencia definidos, un visualizador numérico de la tendencia seguida por las últimas medidas expresado en unidades, indicadores de intervención de la cota para correcciones de desviaciones paralelas y cónicas y un indicador del número de cota.

El visualizador de estado expresa numéricamente el número de piezas mecanizadas desde la última corrección de posición, desde la última regeneración de herramienta, número de piezas protegidas, número de medidas fuera de los límites de tendencia establecidos, unidades necesarias para la corrección y solicitud de regeneración de la herramienta.

La ventana de menús permite seleccionar otras cotas no visualizadas en la pantalla actual y acceder a otras utilidades ajenas al sistema objeto de la presente patente.

Cada columna analógica posee una escala que se ajusta automáticamente en función de los límites de tolerancia definido; para cada cota. De esta forma el sistema se personaliza para piezas de diferentes diámetros y/o límites de tolerancia. Por su parte, la incorporación de colores al dial de la columna de visualización analógica facilita la interpretación inmediata de la medida: verde (dentro de límites de tendencia y tolerancia), amarillo (sobrepasado algún límite de tendencia, pero no de tolerancia), rojo (medida fuera de los límites de tolerancia), violeta (medida fuera de escala).

Además, dispone de una amplia capacidad de programación para realizar las medidas.

Las características del medidor se pueden definir en los siguientes puntos:

- Número de cotas a medir (de 1 a 16): con este dato, el sistema genera automáticamente el modelo de adquisición y visualización más adecuado.
- Tipo de proceso: discreto o continuo. En el primer caso, se adquieren simultáneamente las medidas de todas las cotas definidas,

según otros parámetros programables; en el caso de procesos continuos, se efectúa una medida secuencial de cada cota a intervalos temporales programables, facilitando la medida de todas las cotas con un único sensor.

- Adquisición de medidas: automática o comandada. En el caso de adquisición automática, se inicia el proceso de medida en el instante en que el medidor detecta el cruce de una medida umbral programable; la adquisición comandada se inicia con la activación de una señal externa.
- Tiempos de estabilización del desgaste entre cotas (procesos continuos), y final de medida programables con una resolución de 0.005 seg.
- Umbral de detección de presencia de pieza para adquisición automática.
- Número de medidas promediadas por cota, tomadas a intervalos de 0.005 seg.
- Límites de tolerancia y tendencia para cada cota, expresados en unidades, con una resolución de 0.1 unidad (micras, milésimas de pulgada, etc.).
- Desviación del patrón de medida respecto del cero nominal para cada cota, expresada en unidades, con resolución de 0.1 unidad.

Para dotar al sistema medidor multicota objeto de esta patente de un gran margen de cobertura para diferentes tipos de sensores de medida, se han desarrollado métodos automáticos que permiten realizar un calibrado personalizado para cada aplicación. En concreto, se pueden programar:

- El rango de la señal proporcionada por los transductores, dentro de un gran margen, desde los 20 milivoltios, hasta los 20 voltios, a fondo de escala.
- Aceptación de señales mono y bipolares, dentro del rango anterior.
- Función de ajuste seleccionable automáticamente con un proceso de calibrado.

El proceso de calibrado requiere la medida de un conjunto no inferior a tres piezas patrón o de referencia, con el sensor seleccionado. El sistema medidor multicota selecciona la función de ajuste que se adapta a los sensores seleccionados, con las piezas patrón consideradas, que de un menor error cuadrático medio.

Dispone, a su vez, de posibilidades de controlar el proceso de mecanizado, suministrando órdenes de compensación tanto paralela como cónica y de cambio o regeneración de la herramienta, cuando las medidas realizadas sobre las piezas sobrepasan ciertos límites programables. Para ello, el sistema entrega señales de compensación de la máquina en función de las desviaciones individuales observadas en cada una de las cotas definidas, intentando optimizar el resultado

de esta acción. En concreto, la estrategia global adoptada busca mantener simultáneamente la medida de todas las cotas consideradas tan alejadas de los límites de tolerancia tanto como sea posible.

Cuando la acción de compensación no basta por sí misma para prever que las cotas medidas queden dentro de los límites de tolerancia, bien porque las desviaciones observadas en unas cotas sean de signo contrario a las observadas en otras, y de magnitud suficiente, el sistema solicita con otra señal un ciclo de regeneración o cambio de herramienta.

La materialización de estas posibilidades y su personalización para cada aplicación se logra mediante la definición de un conjunto de parámetros programables:

- Cotas que intervienen en la compensación paralela (pudiendo ser de 0 al número de cotas definidas, lo que permite realizar compensaciones con la medida del conjunto de la pieza)
- Cotas que intervienen en la compensación cónica (habitualmente serán las que correspondan a los extremos de la pieza).
- Número de piezas que han de medirse con alguna cota fuera de tendencia para generar una señal de compensación.
- Número de piezas que existen entre la máquina y el medidor, para evitar oscilaciones en el control del proceso.
- Constante de compensación paralela (número de impulsos por unidad de compensación).
- Constante de compensación cónica (idem anterior).

Con esta capacidad de programación y los automatismos incorporados se obtiene un sistema altamente flexible, aplicable tanto a la medida de piezas producidas por muy diversos tipos de máquinas herramienta (tomos, fresadoras, rectificadoras, etc.), utilizando sensores de muy diversa índole unió al control del proceso en sí, bien manualmente mediante indicaciones al operador, o automáticamente mediante señales dirigidas al control numérico de la máquina-herramienta.

### Descripción de las figuras

#### Figura 1. Módulo electrónico

Los signos de referencia utilizados en los dibujos:

1. Multiplexor analógico de entrada de 16 canales.
  - 1a. Multiplexor analógico de los canales 1 a 8.
  - 2b. Multiplexor analógico de los canales 9 a 16.
2. Señales procedentes de los sensores.

3. Red de protección contra sobretensiones.

4. Selector de canal.

5. Registro de almacenamiento.

6. Amplificador.

7. Conversor analógico-digital de 12 bits.

8. Divisor de programación de ganancia.

9. Señales de lectura y escritura.

10. Contador de tiempos.

11. Divisor de frecuencia.

12. Señal de interrupción.

13. Puertos digitales de entrada y salida.

14. Comando digital de medida.

15. Salida de compensación paralela positiva.

16. Salida de compensación paralela negativa.

17. Salida de compensación cónica positiva.

18. Salida de compensación cónica negativa.

19. Salida para cambio o regeneración de herramienta.

20. Salida para piezas defectuosas.

21. Salida para condiciones de alarma

22. Excitadores de salida.

23. Bus de conexión al computador personal.

24. Circuitos de control.

### Ejemplo de realización

En el sistema medidor multicota objeto de esta patente, el módulo electrónico constituye el núcleo de este sistema. Con referencia a la Figura 1, está formado por un multiplexor de entrada (I) de 16 canales, construido con dos dispositivos de 8 canales cada uno (1a y 1b), al que se conectan las señales procedentes de los sensores (2) a través de una red de protección contra sobretensiones (3). Las salidas de ambos dispositivos se unen, ya que sólo uno de ellos estará activado en un determinado instante. El canal de entrada se selecciona mediante una dirección de 4 bits (4), capturada del bus de datos por un registro de almacenamiento (5). Como la señal de habilitación de cada multiplexor es la negada del otro, sólo se habilita uno de los dos dispositivos en cada instante.

La salida del conjunto multiplexor se entrega a un amplificador (6) que, en unión al conversor analógico-digital (7) y del divisor (8) forma un digitalizador de ganancia programable. El conversor (7) dispone de una entrada para seleccionar si la entrada es mono o bipolar, referencia interna de tensión y selector de canal a digitalizar, con lo que se puede programar la ganancia individual de cada canal. Su salida se entrega al bus de datos

con la señal de lectura (9), iniciando la señal de escritura la conversión.

Para la gestión de tiempos se utiliza un dispositivo contador (10) al que se le suministra el reloj del bus dividido por 10 mediante un divisor de frecuencia (11). De esta forma se asegura la precisión de los tiempos con independencia de la velocidad del ordenador soporte. El contador (10) es precargado con un valor equivalente al número de ciclos de reloj que ocupan 5 milisegundos (resolución de todos los tiempos utilizados), y decrementado hasta alcanzar el conteo cero. En este instante se genera una señal de interrupción (12) que activa la adquisición de datos por parte de un programa auxiliar residente en el computador. Este ciclo se repite periódicamente, con una cadencia de 200 interrupciones por segundo.

Las entradas y salidas digitales se gestionan a través de un dispositivo de puertos digitales (13). Un bit de entrada se utiliza como señal de adquisición en el modo de medidas comandadas (14). De los ocho bits de salidas, se utiliza uno para indicar compensaciones paralelas positivas (15), otro para compensaciones paralelas negativas (16), otro para indicar las compensaciones cónicas positivas (17), otro para indicar las compensaciones cónicas negativas (18), otro para accionar la regeneración o cambio de la herramienta (19), otro para indicar pieza fuera defectuosa (fuera de límites de tolerancia en alguna cota) (20), y un último bit para indicar una situación de alarma (21). Todas las salidas digitales se realizan a través de excitadores (22).

El control del módulo se realiza mediante la decodificación de órdenes generadas por el programa residente en el computador, en la forma de direcciones, datos y señales de escritura y lectura. Dado que el conversor analógico-digital requiere un cierto tiempo para realizar la digitalización, se dispone una línea de salida al bus de datos (23) cuya misión es informar al programa de la finalización de la conversión. Un conjunto de dispositi-

tivos conectados al bus del computador, realiza las funciones de control y decodificación del módulo (24).

Las medidas realizadas son digitalizadas con 12 bits, procesadas numéricamente por el programa residente en el computador en función de los parámetros programados y de los valores obtenidos durante el ciclo de calibrado, visualizados y utilizados para determinar las acciones de control en tres fases. En la primera, se adquieren propiamente las medidas, a una máxima velocidad de 200 lecturas por segundo, y hasta completar el número de medidas y cotas programados, con los intervalos temporales especificados. Durante la siguiente fase, los valores adquiridos son convertidos a unidades de medida según la función de ajuste determinada en la fase de calibrado. En esta misma fase se determina también la realización o no de una acción de control (corrección, regeneración). Esta segunda fase está controlada por las interrupciones del reloj interno del computador (aproximadamente 18 veces por segundo). Finalmente, en la fase de visualización, se muestra en la pantalla el resultado de la medida, tanto en la columna analógica como en los indicadores numéricos, se ilumina el indicador de medida realizada (de la cota correspondiente), se renueva la información del visualizador de estados una vez completada la medida de todas las cotas y se procesan las pulsaciones en el teclado correspondientes a las opciones existentes en el menú.

Esta forma de operar permite la coexistencia del sistema medidor multicota con otros sistemas de vigilancia y control del proceso de mecanizado, al permitir la adquisición de datos en todo momento, con independencia de la aplicación actualmente activa en pantalla.

Estos programas han ocupado en el prototipo más de 13.000 líneas de código fuente y forman parte inseparable del módulo electrónico, cuyo conjunto permite materializar el sistema medidor multicota descrito en la presente memoria.

## REIVINDICACIONES

1. Medidor multicota para piezas producidas por máquinas herramienta, que permite medir simultáneamente hasta 16 cotas en piezas producidas por máquinas-herramienta, visualizando sobre una pantalla de ordenador los resultados en forma analógica sobre una columna, con indicación de límites de tendencia y tolerancia, y en forma digital sobre un indicador numérico, **caracterizado** porque consta de: a) un multiplexor analógico cuya salida se entrega a un amplificador que junto con el divisor programable y el convertor analógico-digital, proporciona la medida del canal seleccionado. b) Un circuito temporizador (10 y 11) que facilita la realización de medidas promediadas y a intervalos regulares y que dispone de salidas de control indicadoras de: pieza fuera de tolerancia, corrección paralela o cónica, positiva o negativa, cambio o regeneración de herramienta y situación de alarma.

2. Medidor multicota para piezas producidas por máquinas - herramienta, según reivindicación 1, **caracterizado** por estar constituido por un módulo electrónico formado por:

- Un multiplexor de entrada (1) de 16 canales, construido con dos dispositivos de 8 canales cada uno (1a y 1b), al que se conectan las señales procedentes de los sensores (2) a través de una red de protección contra sobretensiones (3). Las salidas de ambos dispositivos se unen. El canal de entrada se selecciona mediante una dirección de 4 bits (4), capturada del bus de datos por un registro de almacenamiento (5). Como la señal de habilitación de cada multiplexor es la negada del otro, sólo se habilita uno de los dos dispositivos en cada instante.
- La salida del conjunto multiplexor se entrega a un amplificador (6) que recibe la señal, en unión al convertor analógico-digital (7) y del divisor (8) forma un digitalizador de ganancia programable. El convertor (7) dispone de una entrada para seleccionar si la entrada es mono o bipolar, referencia interna de tensión y selector de canal a digitalizar, con lo que se puede programar la ganancia individual de cada canal. Su sa-

lida se entrega al bus de datos con la señal de lectura (9), iniciando la señal de escritura la conversión.

- Un dispositivo contador (10), para la gestión de tiempos, al que se le suministra el reloj del bus dividido por 10 mediante un divisor de frecuencia (11). El contador (10) es precargado con un valor equivalente al número de ciclos de reloj que ocupan 5 milisegundos (resolución de todos los tiempos utilizados), y decrementado hasta alcanzar el conteo cero y se genera una señal de interrupción (12) que activa la adquisición de datos por parte de un programa auxiliar residente en el computador. Este ciclo se repite periódicamente, con una cadencia de 200 interrupciones por segundo.
- Un dispositivo de puertos digitales (13), que gestiona las entradas y salidas digitales a través de un bit de entrada que se utiliza como señal de adquisición en el modo de medidas comandadas (14). De los ocho bits de salidas, se utiliza uno para indicar compensaciones paralelas positivas (15), otro para compensaciones paralelas negativas (16), otro para indicar las compensación cónicas positivas (17), otro para indicar las compensaciones cónicas negativas (18), otro para accionar la regeneración o cambio de la herramienta (19), otro para indicar si la pieza es defectuosa (fuera de límites de tolerancia en alguna cota) (20), y un último bit para indicar una situación de alarma (21). Todas las salidas digitales se realizan a través de excitadores (22).
- Un circuito de control que permite la decodificación de órdenes generadas por el programa residente en el computador, en la forma de direcciones, datos y señales de escritura y lectura. Dado que el convertor analógico-digital requiere un cierto tiempo para realizar la digitalización, se dispone una línea de salida al bus de datos (23) cuya misión es informar al programa de la finalización de la conversión. Un conjunto de dispositivos que realiza las funciones de control y decodificación del módulo (24).

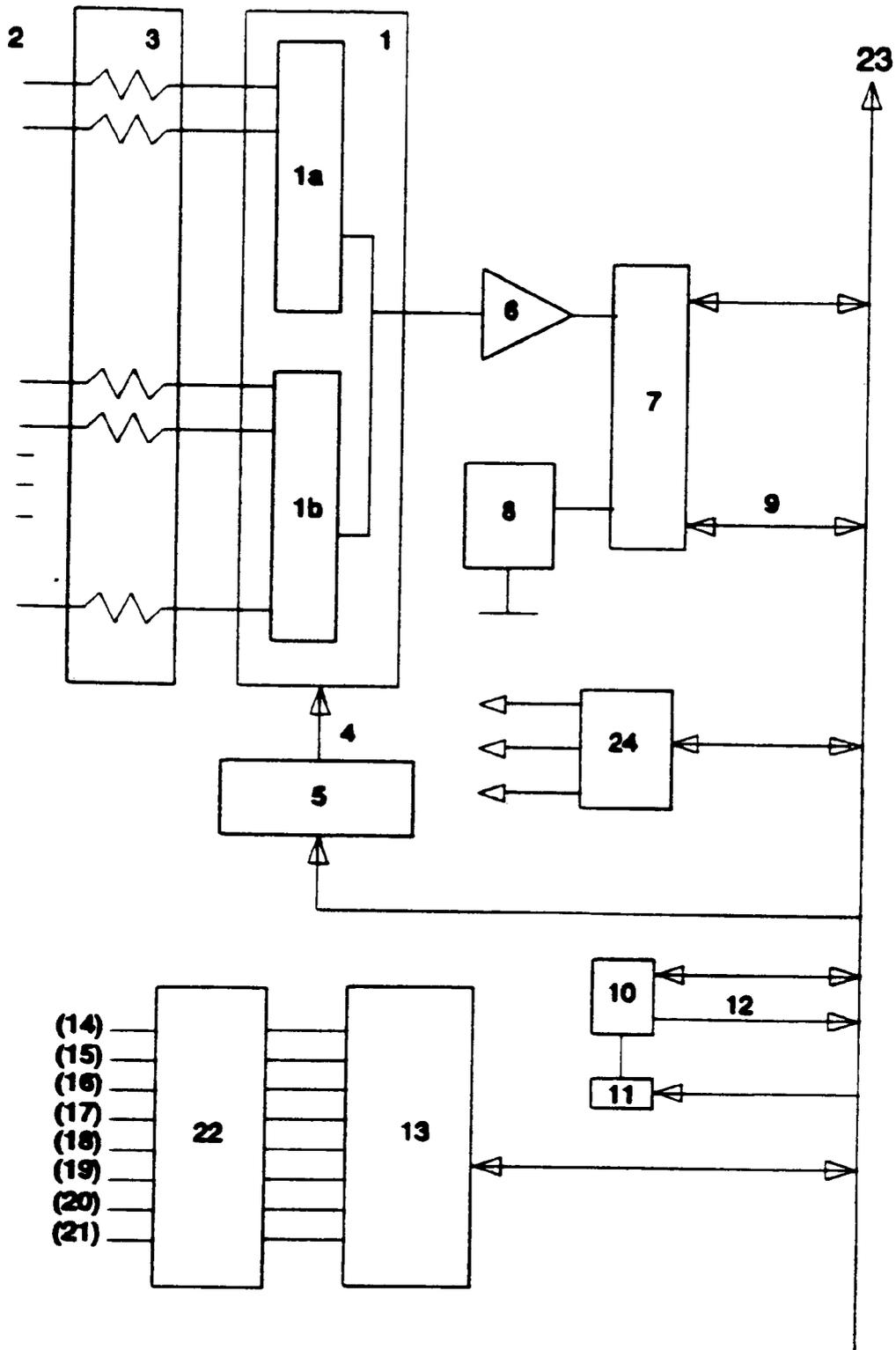


Figura 1



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>: B23Q 17/20, G05B 19/401

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 9417367 A1 (HONEYWELL INC) 04.08.1994, resumen; página 1, línea 25 - página 3, línea 10; figura 1.	1,2
A	US 5339249 A (SCHAEFFER) 16.08.1994, resumen; columna 3, línea 41 - columna 8, línea 14.	1,2
A	EP 0556049 A2 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 18.08.1993, resumen; página 5, líneas 19-34; página 16, línea 10 - página 18, línea 6; página 21, línea 20 - página 22, línea 43; página 24, líneas 16-30; página 41, líneas 31-56; figuras 24-26,46-49.	1,2
A	US 4719586 A (MOYER et al.) 12.01.1988, resumen; columna 8, línea 15 - columna 10, línea 57; figuras 1,2,7.	1,2

**Categoría de los documentos citados**

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

**Fecha de realización del informe**

10.01.2000

**Examinador**

A. Figuera González

**Página**

1/1