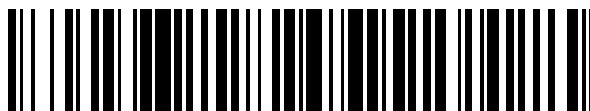


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 830**

51 Int. Cl.:

G01L 25/00 (2006.01)

G01G 23/01 (2006.01)

B21D 22/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2011 E 11007221 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2428787**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para calibrar un amplificador de carga de una cadena de medición piezoeléctrica**

30 Prioridad:

08.09.2010 DE 102010044767

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

26.02.2020

73 Titular/es:

**HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GMBH
(100.0%)
Im Tiefen See 45
64293 Darmstadt, DE**

72 Inventor/es:

GUCKES, MICHAEL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 744 830 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para calibrar un amplificador de carga de una cadena de medición piezoeléctrica

5 La invención se refiere a un procedimiento para calibrar un amplificador de carga de una cadena de medición piezoeléctrica con al menos un registrador de fuerza piezoeléctrico así como a un dispositivo para realizar el procedimiento de calibración.

10 En la fabricación o montaje industrial, muchos ciclos de producción con influenciados a través de un control de aparatos en máquinas productoras. En este caso, a través del control de aparatos se puede predeterminar o supervisar a menudo también la calidad del proceso de fabricación. A tal fin, deben registrarse y evaluarse en primer lugar los procesos de control que influyen en la calidad, para controlar las máquinas productoras en una zona óptica o supervisarlas.

15 Tales procesos que influyen en la calidad en máquinas productoras o productos fabricados se pueden determinar con frecuencia a través de medición de una variable física de estos procesos como una fuerza, una presión, un par de torsión o una aceleración y se pueden asignar a través de comparación con variables de referencia a una calidad o bondad determinada. A tal fin, es necesario un circuito de medición para la variable física que determina la calidad, que debe calibrarse entonces de tal manera que con ello se puede controlar o supervisar un proceso de producción que determina la calidad. A menudos, tales procesos de producción que determinan la calidad son atribuibles a la supervisión de una fuerza, que debe detectarse y compararse con una variable predeterminada determinante de la calidad, a cuyo fin se requiere una calibración correspondiente. A tal fin se emplean cadenas de medición con registradores, que registran la fuerza empleada en el proceso, la convierten entonces en amplificadores de medición correspondientes en una variable eléctrica proporcional y la emiten a través de una calibración en un valor comparable para poder compararlo con las variables de proceso deseadas.

30 Pero la calibración de tales cadenas de medición de registro se conoce ya a partir de la técnica de pesaje o de medición de la fuerza, donde se determina una actuación de la fuerza de un proceso o de un objeto y se indica o supervisa su variable como valor de medición comparable. A tal fin, se comparan los registradores o toda la cadena de medición la mayoría de las veces en un dispositivo externo con variables de referencia conocidas, siendo asociadas como calibración las señales de medición de salida respectivas a valores escalados proporcionales.

35 Un dispositivo externo para verificar y calibrar básculas de contenedores se conoce a partir del documento DE 102 37 513 B4. En este dispositivo de calibración está previsto un bastidor resistente a la flexión, en el que está dispuesto un dispositivo de carga hidráulica. Debajo del dispositivo de carga se dispone una báscula con un menos una célula de pesaje, sobre la que se deposita una pata de contenedor modificada. Para la calibración se carga entonces la báscula con un valor inicial y con al menos un valor final máximo. A tal fin, está prevista especialmente una células de pesaje de referencia, a través de la cual se asocian a los valores inicial y final unos valores fijos de peso o fuerza, a partir de los cuales se calculan los valores de peso en la báscula con un dispositivo de cálculo asociado externo de acuerdo con una función lineal a partir de los valores de la tensión de medición. Con tal dispositivo de calibración sólo se pueden calibrar básculas o células de pesaje separadas con cuerpos de deformación definidos. Por lo tanto, la mayoría de las veces no es posible una calibración de células de medición de fuerza, que están instaladas fijas en máquinas o dispositivos de control o de supervisión de procesos.

45 Se conoce a partir del documento DE 44 33 163 A1 un dispositivo para calibrar básculas, que están instaladas en un banco de pruebas de rodillos. En este caso, alrededor del banco de pruebas de rodillos está previsto un bastidor de contra apoyo, sobre el que se apoya un dispositivo de carga, que está dispuesto, por su parte, sobre el banco de pruebas de rodillos. En el dispositivo de carga está dispuesta una báscula de referencia, cuyos valores de referencia son asociados como valores inicial y final en un dispositivo de cálculo dispuesto en el exterior de las células de pesaje. Debido a los bastidores de contra apoyo separados y el dispositivo de carga adicional es muy costoso tal procedimiento de calibración y también es sólo adecuado para células de carga o básculas intercaladas.

55 Un procedimiento de calibración de alta calidad para cajas de medición de fuerza y células de pesaje se conoce a partir del documento DE 199 11 086 C2, que trabaja con una llamada máquina de medición normal de la fuerza. En esta máquina de medición normal de la fuerza se cargan automáticamente las células de pesaje a calibrar, respectivamente, con varios pesos de carga muerta hasta al menos la carga nominal como carga de fuerza máxima y se asocian las señales de salida de los amplificadores de medición conectados con las cajas de medición de la fuerza o células de pesaje al valor de peso respectivo de las cargas muertas. Sin embargo, con tal dispositivo no se puede realizar la mayoría de las veces la calibración en el lugar en el estado montado de la cadena de medición de la fuerza.

60 Para procesos de medición de la fuerza altamente dinámicos, muchos dispositivos de medición de la fuerza con células de pesaje u otros registradores de bandas extensométricas son demasiado lentos, de manera que a tal fin se emplean cadenas de medición con registradores piezoeléctricos de fuerza con amplificadores de carga conectados.

Tal cadena de medición con un registrador piezoeléctrico de fuerza y un amplificador de carga conectado allí se conoce a partir del documento EP 0 055 345 A1, que sirve para la supervisión de las funciones dinámicas del cuerpo de bebés. A tal fin la superficie de reposo del bebé se apoya sobre un registrador piezoeléctrico de fuerza, que genera durante un movimiento del bebé una carga eléctrica, que es proporcional a la carga de fuerza del movimiento. Este registrador está conectado con un amplificador de carga, que está constituido esencialmente por un amplificador de operaciones reacoplado. A través del dimensionado de los componentes de reacoplamiento se puede ajustar la intensidad de la señal de salida del amplificador de carga, en cuya salida aparecen valores de tensión, que son proporcionales a la variable de la carga de fuerza. Pero en el documento EP 0 055 345 A1 no se describe un a calibración de esta cadena de medición. En este caso, es concebible una calibración de la cadena de medición sólo con la ayuda de un movimiento de referencia como carga, cuya magnitud se registra como valor de medición y se asocia a un grado de movimiento predeterminado. En virtud de la tensión de medición sin movimiento o carga resulta una función lineal a través de la cual se puede asociar para cada tensión de salida sobre una recta un valor de medición, que se extiende proporcional a la carga de fuerza. Pero esto sólo es posible, debido al circuito amplificador de la carga dimensionado fijo en el lugar de fabricación de la cadena de medición con una carga de referencia predeterminada y no se puede realizar ya de nuevo posteriormente en el curso de los procesos de supervisión.

Se conoce a partir del documento US 4 715 211 A un dispositivo, con el que se puede medir un par de torsión de una llave de tuercas o de una herramienta similar. El dispositivo comprende una carcasa, una pluralidad de elementos de mando, una pantalla digital, un circuito eléctrico y un registrador del par de torsión, que utilizando un puente de banda extensométrica puede convertir un par de torsión efectivo en una señal de medición eléctrica. Una persona de servicio puede poner la pantalla a cero con un primer potenciómetro, cuando no existe ningún par de torsión, y puede ajustar la pantalla al valor correcto con un segundo potenciómetro cuando existe un par de torsión conocido. De esta manera, se puede calibrar el dispositivo. Cuando después de la calibración debe medirse el par de torsión de una herramienta, entonces se conecta la herramienta con la ayuda de un adaptador especial con el dispositivo. No se describe ni una célula piezoeléctrica de medición con un registrador piezoeléctrico de fuerza y un amplificador de carga conectado allí ni una calibración de un amplificador de carga de este tipo. Además, la calibración del dispositivo debe realizarse manualmente siempre a través de una persona de servicio.

Otro estado de la técnica son los documentos US 4 549 620 y DE 10 2005 006 666 A1.

La invención tiene el cometido de mejorar la calibración de una cadena de medición piezoeléctrica para que ésta se pueda calibrar de una manera sencilla dentro de un dispositivo para la supervisión o control de procesos.

Este cometido se soluciona por medio de la invención indicada en las reivindicaciones 1 y 8. Los desarrollos y ejemplos de realización ventajosos de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

La invención tiene la ventaja de que a través del circuito de cálculo integrado en el circuito de medición se puede realizar sin dispositivos de carga externos de manera sencilla una calibración de la cadena de medición. En particular, a tal fin no son necesarias máquinas de carga de referencia o registradores de referencia, sino que la calibración se puede realizar de una manera más ventajosa en el caso de aplicación respectivo y se puede ajustar a la zona de medición prevista. Este procedimiento tiene al mismo tiempo la ventaja de que se puede realizar en el estado de funcionamiento normal de la cadena de medición o en los procesos realizados, sin que deba desmontarse el registrador desde el objeto de medición y, por lo tanto, se puede realizar de manera más ventajosa el procedimiento de calibración también en el lugar del objeto de medición. Evidentemente esto significa que la calibración se puede realizar sólo con la ayuda de una señal de conmutación externa y del circuito de medición según la invención, que sólo comprende un circuito de cálculo electrónico.

La invención tiene adicionalmente la ventaja de que con ello se pueden realizar procesos dinámicos de medición hasta aproximadamente 40 kHz y al mismo tiempo la calibración. En este caso, solamente es necesario que durante el proceso de calibración aparezca una carga máxima en un objeto de referencia conocido, sin que deba existir un valor numérico escalado para su variable física.

La invención tiene en este caso al mismo tiempo la ventaja de que a través de la calibración se puede conseguir, por medio de una carga de fuerza máxima, una alta exactitud de medición. Por lo demás, el procedimiento de calibración según la invención se puede realizar en periodo de tiempo más corto que en un proceso de medición normal y necesita, además, del amplificador de carga, también sólo un circuito de carga adicional para la calibración simultánea. En este caso, todo el circuito de medición formado por amplificador de carga y circuito en serie se puede integrar en una carcasa compacta.

Puesto que en un registrador piezoeléctrico con amplificador de carga como cadena de medición la tensión de salida se desarrolla proporcional a la carga de fuerza sobre una recta, la invención necesita, además del punto cero, de manera más ventajosa sólo todavía otro punto de medición de referencia conocido para la calibración de toda la cadena de medición. En este caso, la zona entre el punto cero y la carga máxima de fuerza comprende, como punto de medición de referencia, de manera más ventajosa ya todos los valores de medición asociables.

Una realización especial de la invención teniendo en cuenta un valor límite de sobrecarga por debajo de la carga de fuerza máxima tiene durante la calibración la ventaja de que también en el caso de que se exceda posteriormente el valor límite de sobrecarga, no se anula el amplificador de carga y, por lo tanto, la calibración garantiza también en esta zona una medición exacta y, por consiguiente, una supervisión o control exactos de los procesos.

5 Otra realización especial de la invención teniendo en cuenta una zona mínima de la señal de entrada y una zona máxima de la señal de entrada del registrador piezoeléctrico tiene la ventaja de que la calibración sólo se realiza en la zona de medición lineal del registrador y al mismo tiempo se puede establecer y señalar una sobrecarga del registrador.

10 En una realización especial adicional está previsto todavía un circuito de memoria-TEDS (TEDS = Transducer Electronic Data Sheet), que tiene la ventaja de que allí están almacenados legibles también ya valores característicos de registro necesarios para la calibración, de manera que se puede suprimir una entrada externa previa, por ejemplo, de la sensibilidad, de la carga de fuerza nominal y de los valores límites para la zona lineal del registrador empleado.

15 La invención se explica en detalle con la ayuda de un ejemplo de realización, que se representa en el dibujo.

20 La figura 1 muestra un diagrama de bloques de una cadena de medición de un registrador piezoeléctrico con circuito de medición conectado.

La figura 2 muestra una curva característica de calibración en la salida del amplificador de carga, y

25 La figura 3 muestra una curva característica de medición de un proceso dinámico de producción.

En la figura 1 del dibujo se representa esquemáticamente una cadena de medición, que comprende un registrador piezoeléctrico 1 y un circuito de medición 2, que están conectados entre sí a través de un cable de conexión 11, de manera que el circuito de medición 2 contiene al menos un amplificador de carga 3 y al menos un circuito de cálculo electrónico 4 controlado por programa, con el que se supervisa con preferencia un proceso de fabricación para una botella de bebida de aluminio.

35 En este caso, para la fabricación de la botella de bebida está prevista con preferencia una máquina de producción controlada por presión para el proceso de fabricación, con la que se introduce en una pieza bruta de aluminio un impulso de presión corto, que la presiona con una superficie de pared exterior en la pared interior de una forma de botella de bebida. Para la supervisión de la calidad del proceso de fabricación se registra la curva de la presión o bien la curva de la fuerza 19 necesaria para ello durante el proceso de fabricación, que se representa en la figura 3 del dibujo de forma ejemplar como curva de la fuerza de referencia. A tal fin, se fabricar en uno o varios procesos de fabricación de referencia una botella de bebida en buena calidad deseada y se registra su curva de la presión y la fuerza 19 como curva de referencia. Para poder supervisar la calidad en otros procesos de fabricación, debe calibrarse de manera correspondiente la cadena de medición integrada en la máquina de producción. A tal fin, es necesario que la cadena de medición esté integrada durante el proceso de fabricación de referencia en la máquina y se calibre la cadena de medición durante tal proceso de fabricación dinámico, puesto que tales procesos no son reproducibles estadísticamente fuera de la máquina de producción o sería muy difícil un proceso dinámico de calibración fuera de la máquina de producción. Por lo tanto, la invención comprende una cadena de medición con un registrador piezoeléctrico de fuerza 1 para la supervisión de la calidad de un proceso de fabricación, cuyo amplificador de carga 3 se calibra durante un proceso de fabricación de referencia y en el que la cadena de medición se mantiene integrada en la máquina, siendo realizado el proceso de calibración en gran medida automáticamente a través de un circuito de cálculo electrónico 4 controlado por programa.

50 Tales registradores piezoeléctricos 1 generan en el caso de una carga con una fuerza F en su piezomaterial una carga eléctrica Q relativamente reducida, que es proporcional a la carga introducida. Para la evaluación de esta variable de medición se conduce la carga Q como valor de la señal de entrada a través de un cable de conexión 11 dentro de un circuito de medición 2 hacia un amplificador de carga 3, que amplifica la carga Q y la convierte en una tensión continua como señal de medición de salida. En este caso, se utiliza como cable de conexión 11 con preferencia un cable coaxial para mantener reducida la influencia capacitiva con frecuencias de medición de aproximadamente 20 kHz a 40 kHz. Tales amplificadores de carga 3 se realizan en este caso la mayoría de las veces utilizando amplificadores de operaciones. En este caso, existe la particularidad en el reacoplamiento capacitivo sobre la entrada inversora 10, en donde, en el fondo, con una capacidad de reacoplamiento no representada, se puede ajustar la amplificación de la cadena de medición, especialmente del amplificador de carga 3, en una zona relativamente grande. Por lo tanto, en la entrada inversora 10 del amplificador de operaciones 3 se introduce la carga Q a medir a través del cable de conexión 11. Por otra parte, la entrada no inversor 12 del amplificador de operaciones 3 está en potencial de masa 13 y tiene conexión con la salida 7, que representa una salida de 0 voltios o salida de masa.

Al mismo tiempo, el amplificador de carga 3 comprende todavía una salida de la señal de medición 5, en la que se aplica frente a la salida de 0 voltios 7 una tensión de salida como señal de medición, que es proporcional a la carga de fuerza en el piezo-registrador 1. En este caso, se ajusta el amplificador de carga 3 con preferencia según una curva característica de calibración 21 de manera que con una carga de fuerza máxima F_{\max} no excede una tensión de salida máxima 22 de 10 voltios de tensión continua, puesto que trabaja linealmente hasta esta zona y no la excede. Una curva característica de la tensión de salida 21 correspondiente como curva característica de calibración se representa en función de la carga de fuerza F del registrador piezoeléctrico 1 hasta una carga de fuerza máxima F_{\max} en la figura 2 del dibujo. En este caso, la carga de fuerza máxima F_{\max} no debería ser mayor que la carga nominal del registrador piezoeléctrico 1, que depende del tipo de construcción y, por lo tanto, se conoce.

Para el ajuste de la amplificación en forma de una calibración, el circuito de medición 2 contiene, además del amplificador de carga 3, como circuito de cálculo todavía un circuito de cálculo electrónico 4 controlado por programa, que está conectado con una entrada de control 9 del amplificador de carga 3. En este caso, el circuito de carga 4 contiene para el ajuste de la amplificación y para la detección, para el control o para la supervisión de los procesos previstos con preferencia cuatro entradas 8, 14, 6, 15 y tres salidas 16, 17, 18. De esta manera, para la alimentación del circuito de medición 2 está prevista una entrada de tensión de alimentación 8, que está conectada con una tensión de alimentación de 18 voltios a 30 voltios de tensión continua, que alimenta también el amplificador de carga 3. Además, está prevista todavía una entrada de calibración 14, que sirve para la calibración automática del amplificador de carga 3. En este caso, durante la calibración automática se ajusta la amplificación del amplificador de carga 3, de manera que se asocia una carga de fuerza máxima F_{\max} introducida a una señal de medición de salida de 10 voltios como tensión de salida máxima.

Pero con preferencia la señal de medición de salida se puede ajustar también de tal manera que se tiene en cuenta un límite de sobrecarga como valor límite de sobrecarga, de modo que el amplificador de carga 3 no se anula todavía cuando se excede el valor límite de sobrecarga, sino que permanece todavía en la zona lineal.

Por lo demás, el circuito de cálculo electrónico 4 posee todavía una entrada de medición y de recuperación 6, con la que se activa la medición. A tal fin, se repone previamente con un impulso de tensión continua de 12 voltios a 30 voltios el amplificador de carga 3, de manera que éste presenta también en el caso de una carga de fuerza opcional una señal de medición de salida como tensión de salida de 0 voltios en la salida de la señal de medición 5, con lo que se borran los condensadores de entrada del amplificador de carga 3. De esta manera, al mismo tiempo se puede colocar el comienzo de la medición en una nivel de fuerza alto. Además, el circuito de cálculo 4 presenta todavía una entrada digital 15, que sirve con preferencia para la entrada y modificación de valores límites. Adicionalmente, el circuito de cálculo 4 contiene todavía una primera salida digital 16 y una segunda salida digital 17, a través de las cuales se puede emitir con preferencia una escasez o un exceso de cargas admisibles del registrador a través de señales digitales. Además, el circuito de cálculo 4 contiene todavía una salida de Ethernet 18, que representa una interfaz con Ethernet y posibilita un control, además de entrada y salida de valores de medición del circuito de medición 2 a través de Ethernet.

La función del procedimiento según la invención de la cadena de medición se describe, por ejemplo, con la ayuda de un proceso de fabricación supervisado para una botella de bebida de aluminio. Puesto que la bondad o calidad de un proceso de fabricación de tal botella de bebida se puede supervisar de manera fiable con la cadena de medición descrita anteriormente. Para la fabricación de una botella de bebida de aluminio de este tipo, se produce ésta a partir de una pieza bruta cilíndrica prefabricada no representada, que se inserta en un molde de botella y se prensa a través de una carga de presión alta en las paredes del molde y de esta manera obtiene su configuración acabada. En este caso, la calidad de la botella de bebida acabada depende, en principio, de la curva de aire comprimido o de la curva de fuerza 19 sobre el tiempo t , como se representa en la figura 3 del dibujo. Así, por ejemplo, sobre la pieza bruta se aplica un impulso de presión determinado, que alcanza un máximo en el curso del proceso de prensado y entonces se reduce de nuevo cuando el volumen de la botella se ha dilatado en el interior a su tamaño previsto. A tal fin, la presión de prensado debe alcanzar una presión máxima predeterminada o bien fuerza máxima F_{\max} , para que las paredes de la botella se apoyen herméticamente en las paredes interiores del molde. Al mismo tiempo, la presión máxima no tiene que ser demasiado alta, puesto que el proceso de formación se desarrolla entonces demasiado rápido y, por lo tanto, puede conducir a grietas en las paredes.

Por consiguiente, se puede determinar un proceso de fabricación óptimo a través de la supervisión de la presión máxima predeterminada alcanzable en cada proceso de producción o bien de la carga de fuerza máxima 24 que resulta de ello. A tal fin, se determina en primer lugar una carga de fuerza máxima 24 correspondiente a través de la fabricación de al menos una botella de referencia con preferencia en el ensayo práctico y con ello se calibra automáticamente el amplificador de carga 3 de la cadena de medición para realizar una manifestación sobre la calidad suficiente del proceso de producción. En este caso, el registrador piezoeléctrico 1 está conectado con la fuente de presión no representada del aparato de fabricación y registra la curva de la presión o de la fuerza 19 del proceso de prensado en forma de una carga eléctrica Q . A tal fin, está previsto un registrador de fuerza piezoeléctrico 1, que puede registrar una curva de la presión o la fuerza dinámica 19 de este tipo hasta 40 kHz y presenta una zona de fuerza nominal suficiente de por ejemplo 100 kN. En tal zona de entrada, el registrador

piezoeléctrico 1 genera una carga eléctrica Q de 5.000 pC a 400.000 pC como valor de la señal de entrada para el amplificador de carga 3. Ésta resulta condicionado por el tipo de construcción en virtud de los cristales piezoeléctricos seleccionados como por ejemplo cuarzo o fosfato de galio, que presentan una piezoconstante d, por ejemplo, de 4 pC/N, con la que se calibra por el fabricante el registrador piezoeléctrico 1. Estos datos del registrador se pueden introducir desde un dispositivo de evaluación externo no representado en la entrada digital 15 del circuito de cálculo electrónico 4 o han sido inscritos previamente como valores característicos del registrador en el circuito TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) y están disponibles para la electrónica de evaluación conectada a continuación.

Para la calibración automática se activa en primer lugar el proceso de medición para la fabricación de la botella de referencia a través de una tensión de entrada en la entrada de medición y de recuperación 6, colocando allí con una tensión de entrada de 12 voltios a 30 voltios el amplificador de carga 3 en una señal de salida de 0 voltios como punto cero 23, permaneciendo entonces activada la medición con una tensión de entrada de 0 voltios a 5 voltios en la entrada de medición y de reposición 6. Entonces se impulsa con un impulso de tensión con preferencia de 24 voltios como primera señal de conmutación la entrada de calibración 14 durante aproximadamente un segundo, con lo que se activa el proceso de calibración. Esto puede ser controlado automáticamente por un dispositivo de evaluación externo no representado, con el que se activa también al mismo tiempo el proceso de prensado de la botella de referencia. Durante el proceso de prensado siguiente se registra entonces la curva de la presión o bien la curva de la fuerza 19, estableciendo en este caso un máximo de la fuerza de referencia F_{max} como carga de fuerza máxima 24 para el proceso de prensado correcto. A través de una nueva impulsión de la entrada de calibración 14 con otro impulso de tensión de +24 voltios como segunda señal de conmutación se termina entonces el proceso de medición y de calibración.

En este caso, el circuito de cálculo electrónico 4 verifica previamente si la señal de entrada del registrador 1 en el amplificador de carga 3 está entre los valores límites 5.000 pC y 600.000 pC introducidos a través de la entrada digital 15 y almacenados. Puesto que en la zona de carga del registrador piezoeléctrico 1 con un valor de la señal de entrada mínima Q_{min} a partir de 5.000 pC, éste es suficientemente exacto con un error de medición de +/- 0,5 %. En este caso, el registrador 1 está diseñado, condicionado por el tipo de construcción, para una zona de carga nominal de 100 kN hasta la zona de sobrecarga, que comienza a partir de un valor límite de la señal de entrada máxima Q_{max} de por ejemplo 600.000 pC.

Si los valores de la señal de entrada no están entre 5.000 pC y 600.000 pC, entonces esto se emite a través de señales correspondientes a la primera o segunda salida digital 16, 17 como salidas del circuito de medición 2 y el proceso de medición y calibración debe repetirse.

En cambio, si la carga de fuerza máxima 4 está en la zona entre el valor mínimo de la señal de entrada Q_{min} de 5.000 pC y el valor máximo de la señal de entrada Q_{max} de 600.000 pC, entonces se calibra el amplificador de carga automáticamente o por sí mismo a través del circuito de cálculo 4. A tal fin, se ajusta la amplificación del amplificador de carga 3 para la carga de fuerza máxima 24 a una tensión de salida máxima en la salida de la señal de medición 5 de +10 voltios, a la que está asociada al mismo tiempo la indicación de que el proceso de prensado está cualitativamente en orden.

Con preferencia se tiene en cuenta todavía un límite de sobrecarga con preferencia de 5 % a 20 %, de manera que el amplificador de carga 3 suministra, una vez establecida la carga de fuerza máxima 24, por ejemplo, una tensión de salida en la salida de medición 7 a 5 % de 9,5 voltios. Ésta ha sido introducida, controlada por programa, previamente en la entrada digital 15 del circuito de cálculo 4, en la que se pueden introducir también otros límites de sobrecarga discretos controlados por programa. Tal límite de sobrecarga es conveniente, puesto que en tales procesos de fabricación debería calibrarse una zona de tolerancia predeterminada de al menos +/- 5 %, en la que se puede partir, por experiencia, todavía de un proceso de fabricación correcto durante el prensado de botellas de bebidas y que está, por ejemplo, con valores de partida entre 9 voltios y 10 voltios, sin que se anule entonces todavía el amplificador de carga 3.

Los valores de salida de la señal de medición calibrados de manera correspondiente como tensión de salida en la salida de la señal de medición 5 se pueden representar o señalar entonces en el circuito de evaluación siguiente no representado en el caso de que se exceda una zona de valor de tolerancia entre 9 voltios y 10 voltios en los procesos de fabricación siguientes como "malos" o "deficientes". Pero al mismo tiempo también es posible controlar la máquina utilizada para el proceso de prensado con la ayuda de las señales de salida calibradas directamente con un dispositivo de evaluación externo, de manera que el valor de 9,5 voltios establecido como óptimo se alcanza como tensión de salida en cada proceso de fabricación. En cambio, si se comprobare en el proceso de calibración que la presión ajustada no es suficiente para una conformación perfecta de las botellas de aluminio, entonces se podría repetir en cualquier momento la calibración con una presión más elevada como carga de fuerza de referencia máxima 24 y se podría calibrar en este caso al mismo tiempo de nuevo el amplificador de carga 3. Este proceso de calibración podría repetirse con frecuencia hasta que el valor máximo predeterminado de la presión conduce a un proceso de fabricación perfecto. Esto se podría realizar en el curso del proceso de fabricación experimentalmente

sin valor escalable de fuerza o presión.

5 El amplificador de carga 3 de la cadena de medición no sólo se puede calibrar automáticamente a procesos de
fabricación, sino también a otros procesos de supervisión de la calidad o del proceso. Así, por ejemplo, se puede
calibrar la calidad de conmutadores fabricados a través del par de torsión máximo aparecido establecido como
referencia para ello y a continuación se verifican los otros conmutadores. En principio, se pueden calibrar todos los
métodos o procesos dinámicos, que son accesibles para una carga de fuerza del registrador piezoeléctrico 1 con un
máximo. De esta manera, se puede realizar la calibración también con un máximo escalado cuando como carga de
referencia se aplica durante corto espacio de tiempo una carga máxima escalada de por ejemplo 100 kN. No
10 obstante, también se pueden utilizar otros métodos o procesos para la calibración, cuando durante la fabricación,
verificación o supervisión aparece durante corto espacio de tiempo un máximo de fuerza, presión, aceleración o par
de torsión, que se puede detectar con un registrador piezoeléctrico 1. En este caso, las señales de salida del
amplificador de carga 3 son transmitidas en un ciclo de producción también a un dispositivo de evaluación o de
control externo, que sirve entonces también para la supervisión, regulación, control u optimización del ciclo de
15 producción.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para calibrar un amplificador de carga (3) de una cadena de medición piezoeléctrica con al menos un registrador de fuerza piezoeléctrico (1) y con el amplificador de carga (3) conectado en él, en el que el registrador de fuerza (1) se carga con al menos una fuerza de referencia (F_{max}), cuyo valor de la tensión de salida (22) respectivo del amplificador de carga (3) se asocia con otro valor de la tensión de salida (23) sin carga (F_0) o al menos otra carga de fuerza de referencia (F_{max}) a una pluralidad de valores de medición (21), que se extienden sobre una recta, que corta al menos los dos valores de la tensión de salida (22, 23), caracterizado por que la calibración se realiza automáticamente en el estado de funcionamiento instalado fijo del registrador de fuerza (1) en un dispositivo para la fabricación, para la supervisión del proceso o para el control del proceso con la ayuda de un circuito de cálculo (4) conectado con el amplificador de carga (3), en donde a través de una primera señal de conmutación externa para la activación de la calibración antes o durante el ciclo del proceso de referencia se registra al menos un valor de referencia para la carga de fuerza máxima (24) que aparece en el proceso a través del circuito de cálculo (4) y se almacena y de esta manera se controla la amplificación del amplificador de carga (3) a través del circuito de cálculo (4), de manera que se asocia a esta carga de fuerza máxima (24) la tensión de salida máxima (22) del amplificador de carga (3).
2. Procedimiento para calibrar un amplificador de carga (3) según la reivindicación 1, en el que a la carga de fuerza máxima (24) se asocia una tensión de salida máxima (22) menos una diferencia con respecto a un valor límite de sobrecarga predeterminado.
3. Procedimiento para calibrar un amplificador de carga (3) según la reivindicación 1, en el que el amplificador de carga (3) se repone antes del ciclo del proceso de referencia (19) y entonces se activa con una primera señal de conmutación y durante el ciclo del proceso de referencia siguiente se registra la carga de fuerza máxima (24) como valor de la señal de medición entrada (Q) a través del registrador de fuerza (1) y se almacena en el circuito de cálculo (4) y se compara con al menos un valor mínimo de la señal de entrada (Q_{min}) predeterminado, en el que se señala cuando no se alcanza este valor mínimo de la señal de entrada (Q_{min}) en la salida (16) del circuito de cálculo (4).
4. Procedimiento para calibrar un amplificador de carga (3) según la reivindicación 1, en el que durante el ciclo del proceso de referencia (19) a través del registrador de fuerza (1) se almacena un valor de la señal de medición de entrada (Q) registrado para la carga de fuerza máxima (24) en el circuito de cálculo (4) y se compara con un valor límite máximo de la señal de entrada predeterminado (Q_{max}) y en el caso de que no se alcance este valor límite de la señal de entrada (Q_{max}) en la salida (17) del circuito de cálculo (4), se señala esto.
5. Procedimiento para calibrar un amplificador de carga (3) según la reivindicación 1, en el que se almacena un valor de la señal de medición de entrada (Q) registrado durante el ciclo del proceso de referencia a través del registrador de fuerza (1) para la carga de fuerza máxima (24) en el circuito de cálculo (4) y se compara con un valor mínimo de la señal de entrada (Q_{min}) y con un valor máximo de la señal de entrada (Q_{max}) y en el caso de que se exceda el valor mínimo de la señal de entrada (Q_{min}) o en el caso de que no se alcance el valor límite máximo de la señal de entrada (Q_{max}), se realiza una calibración automática y se señala su terminación a través de al menos una segunda señal de conmutación en la salida (16, 17) del circuito de cálculo (4).
6. Procedimiento para calibrar un amplificador de carga (3) según la reivindicación 3 ó 4, en el que en el caso de que no se alcance un valor mínimo de la señal de entrada (Q_{min}) o en el caso de que se exceda un valor máximo de la señal de entrada (Q_{max}), se repite la calibración al menos en uno de los ciclos de proceso siguientes hasta que se excede el valor mínimo de la señal de entrada (Q_{min}) y no se alcanza el valor máximo de la señal de entrada (Q_{max}).
7. Procedimiento para calibrar un amplificador de carga (3) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se registra un valor mínimo de la señal de entrada (Q_{min}) o su zona o un valor máximo de la señal de entrada (Q_{max}) o la zona entre estos valores en un circuito de memoria-TEDS (20) y a continuación se lee desde el circuito de cálculo electrónico (4) o desde un dispositivo de evaluación externo y se conduce al circuito de cálculo (4) para la calibración.
8. Dispositivo para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un registrador de fuerza piezoeléctrico (1), que está conectado con el amplificador de carga (3) como circuito de medición (2), que amplifica la carga del registrador de fuerza (1) y la emite en su salida de medición (5) como señales de tensión de tensión de medición, que son proporcionales a la carga, caracterizado por que al menos el registrador de fuerza (1) está montado fijo en un dispositivo para la fabricación, para la supervisión de procesos o para el control de procesos, en el que el registrador de fuerza (1) está conectado con el circuito de medición (2), que contiene el amplificador de carga (3) y al menos un circuito de cálculo (4) controlado por programa con al menos una entrada de calibración (14) y que está configurado de manera que a través de la impulsión de la entrada de calibración (14) con al menos una primera señal de conmutación externa para la activación de la calibración antes o durante el proceso de medición se puede realizar una calibración automática.

9. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que el circuito de medición (2) comprende un circuito de memoria-TEDS (20), en el que están almacenados legibles valores característicos del registrador de fuerza (1), que sirven para la medición de la carga de fuerza y para la calibración automática.

Fig 1

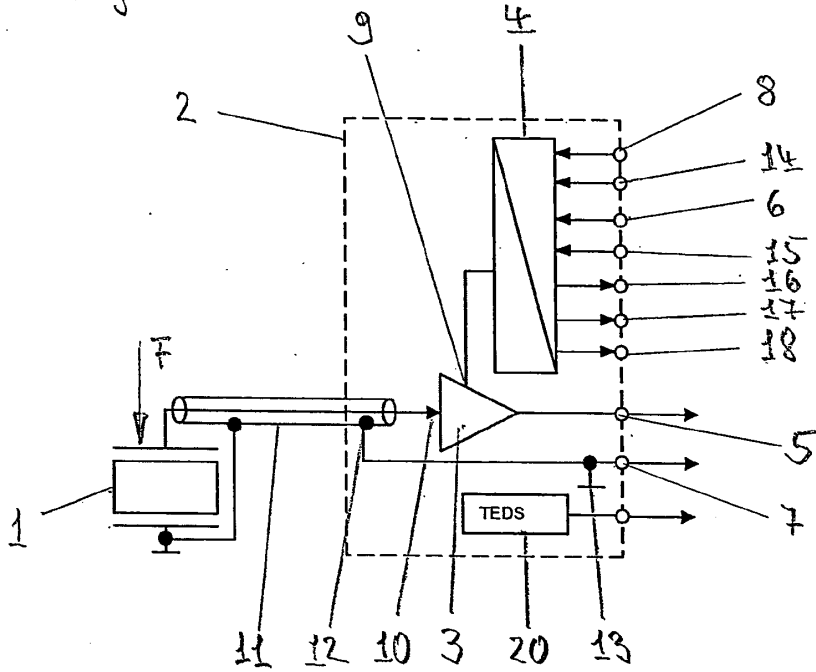


Fig 2

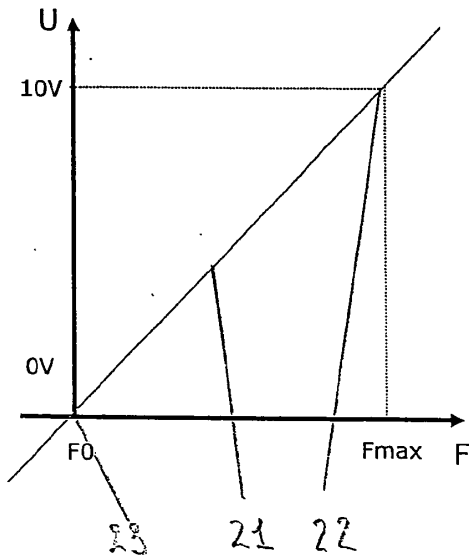


Fig 3

