

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 045**

51 Int. Cl.:

**A47J 31/42** (2006.01)

**A47J 42/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2014 PCT/IB2014/061483**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14184777**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2014 E 14728339 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018 EP 2943101**

54 Título: **Método de operación de un molinillo**

30 Prioridad:

**16.05.2013 EP 13168130**

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

**27.02.2019**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)**

**High Tech Campus 5**

**5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**LAFFI, NICOLA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 702 045 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**

Método de operación de un molinillo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a mejoras para molinillos, en particular, pero no exclusivamente, molinillos para moler granos de café. Algunos aspectos de la invención se refieren a mejoras en máquinas productoras de bebidas, en particular máquinas de café, que incluyen un molinillo y métodos específicos para operar el molinillo.

10

Antecedentes de la invención

15 Las máquinas modernas de café en algunos casos incluyen un molinillo de café, que se alimenta con granos de café suministrados desde un contenedor de café fijo o removible. Cuando se inicia un ciclo de preparación, se muele una cierta cantidad de granos de café para producir café en polvo. El polvo de café se carga en una cámara de preparación de una unidad de preparación, que se compacta y se extrae por medio de agua caliente y presurizada para producir una bebida a base de café.

20 Algunos dispositivos de molienda conocidos comprenden un sistema de dosificación volumétrica: la cantidad de café molido por ciclo de preparación se determina en función del volumen de polvo molido. El documento WO 2011/070502 describe un molinillo con una cámara de dosificación en donde se acumula polvo de café molido. La molienda se detiene cuando se acumula una cantidad suficiente de polvo molido en la cámara de dosificación. Luego, el polvo de café se carga desde la cámara de dosificación a una unidad de preparación.

25 En otras máquinas, la cantidad de granos de café para cada ciclo de molienda se determina utilizando una cámara de dosificación dispuesta corriente arriba del molinillo, de modo que se entrega una cantidad fija de granos de café al molinillo en cada ciclo de molienda. El documento WO 2011/102715 describe una máquina productora de café que tiene una cámara de dosificación que se llena con granos de café desde un contenedor de café extraíble y desde donde se envían los granos de café al molinillo de café.

30

En algunas máquinas de café, el proceso de molienda se realiza manteniendo las ruedas o discos de giratorios de molienda durante un tiempo fijo o un número fijo de revoluciones, generalmente medido por medio de un dispositivo de sensor, por ejemplo, utilizando uno o más imanes que giran con una rueda de molienda o un disco de molienda y uno o más sensores de efecto Hall.

35

En algunas máquinas conocidas, el ciclo de molienda incluye un período de molienda activa, durante el cual los granos de café se muelen y se reducen a polvo, y un período de rotación inactivo, cuando se permite que el molinillo gire libremente para eliminar el polvo de café residual de los discos de molienda, mientras que no se suministran granos de café desde la cámara, de modo que si el tipo de café utilizado se cambia de un ciclo de molienda a otro (por ejemplo, el cambio del café normal al café descafeinado o viceversa), el café del primer tipo no contamina el café del segundo tipo.

40

La forma de controlar este tipo de proceso de molienda no es satisfactoria, ya que, dependiendo de la duración real del período de molienda activa, a veces se puede realizar un período de rotación inactivo insuficiente o demasiado largo. Si el ciclo de molienda es demasiado corto, el riesgo de contaminación no se elimina. Un ciclo demasiado largo no es adecuado, ya que el usuario tiene que esperar innecesariamente a que se complete un proceso, lo que en realidad no sirve para nada. La eficiencia de los discos de molienda es difícilmente predecible, debido tanto al desgaste, que afecta negativamente a la eficiencia de los discos de molienda, como a la impredecibilidad del proceso de fabricación de los discos de molienda. En algunas situaciones, la eficiencia del disco de molienda puede ser menor a la esperada, lo que resultará en contaminación. En algunos casos, por ejemplo, si al final de un ciclo de molienda de duración predeterminada, el molinillo aún no ha completado la molienda de la cantidad requerida de material debido a una inesperadamente baja eficiencia de molienda, el ciclo de molienda puede abortarse, ya que la unidad de control interpreta erróneamente esta situación como una falta de material en el molinillo.

45

50

Los siguientes documentos son vistos como el estado de la técnica para esta invención: US 4 607 200 A, WO 2009/010190 A1, US 5 660 336 A. Por consiguiente, existe la necesidad de mejorar el método de operación de un molinillo, en particular un molinillo de café. Específicamente, existe la necesidad de mejorar la forma de controlar un ciclo de molienda que comprende un primer período de molienda activo y un segundo período de rotación inactivo para vaciar el molinillo antes de comenzar un ciclo de molienda posterior.

55

60

Resumen de la invención

La invención proporciona un nuevo método para operar un molinillo, por ejemplo, un molinillo de café, que supera o alivia los inconvenientes de los molinillos conocidos. El objeto de algunas realizaciones de la invención es adaptar la duración de un ciclo de molienda a las condiciones operativas reales del molinillo, teniendo en cuenta la eficiencia de los miembros de molienda, por ejemplo, discos de molienda o conos.

65

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para operar un molinillo que comprende al menos un miembro giratorio de molienda. Normalmente, el molinillo también incluye un miembro de molienda estacionario. Los dos miembros de molienda están enfrentados y definen un espacio de molienda entre ellos. El (los) miembro (s) de molienda pueden estar en forma de ruedas de molienda o discos de molienda, o también en forma de conos de molienda o similares. En general, dentro del contexto de la presente descripción y las reivindicaciones adjuntas, un miembro de molienda debe entenderse como cualquier miembro, dispositivo, componente o similar, capaz de reducir las dimensiones del material a ser molido. Por lo tanto, un miembro de molienda debe entenderse como cualquier miembro o componente, que es capaz de transformar partículas de dimensiones más grandes, por ejemplo, granos de café, en partículas más pequeñas, preferiblemente en forma de polvo, como el polvo de café.

El método proporciona un paso para estimar o detectar cuándo finaliza un período de molienda activa, durante dicho período se muele una cantidad de material preestablecido o determinado. El período de molienda activa se termina cuando la cantidad dada de material a moler se ha molido. El método adapta los ciclos de molienda subsiguientes cambiando la duración total del ciclo de molienda, si es necesario, en función de la duración detectada o estimada del período de molienda activa. La duración del ciclo de molienda y de sus subperíodos, como el período de molienda activa y el período de rotación inactivo posterior, se puede expresar en términos de número de revoluciones del miembro giratorio de molienda. El final del período de molienda activa puede estimarse o detectarse directa o indirectamente, en función de un parámetro operativo del molinillo. Como quedará claro a partir de la siguiente divulgación, se pueden utilizar diferentes parámetros para este propósito. La duración del período de molienda activa de un ciclo de molienda puede estimarse en función del momento detectado o estimado en el momento en que se agota el material a moler.

En algunas realizaciones, el parámetro operativo es un parámetro operativo del miembro giratorio de molienda. En otras realizaciones, el parámetro operativo puede ser un parámetro operativo de un motor que controla la rotación del miembro giratorio de molienda.

La duración del ciclo de molienda se puede adaptar dinámicamente y teniendo en cuenta la eficiencia real del miembro de molienda. Se considerará una reducción de la eficiencia de molienda del miembro de molienda y resultará en una adaptación de la duración del ciclo de molienda. También se pueden tener debidamente en cuenta las diferencias en la eficiencia de inicio de los miembros de molienda, debido, por ejemplo, al proceso de fabricación.

El método comprende los siguientes pasos:

alimentar el molinillo con una cantidad dada de material para ser molido y moler dicho material al girar el miembro giratorio de molienda durante un período de molienda activa;

rotación inactiva del miembro giratorio de molienda durante un período de rotación inactivo que sigue al período de molienda activa, para eliminar el material residual molido del molinillo, el período de molienda activa y el período de rotación inactivo que definen el ciclo de molienda;

estimar o detectar cuándo finaliza el período de molienda activa en función de un parámetro operativo del molinillo;

adaptación de la duración para un ciclo de molienda posterior basado en una duración estimada del período de molienda activa del primer ciclo de molienda.

La estimación o detección del final del período de molienda activa, es decir, del agotamiento del material a moler, permite determinar la duración del período de molienda activa de un ciclo de molienda. La duración del siguiente ciclo de molienda se adapta, si es necesario, según la duración detectada o estimada del ciclo de molienda anterior.

En realizaciones preferidas, el parámetro operativo del molinillo es indicativo de una variación de la velocidad de rotación del miembro de molienda. Dado que la velocidad de rotación del miembro de molienda aumenta rápidamente cuando se agota el material a moler, la variación de velocidad es particularmente útil para determinar cuándo se ha completado la molienda.

Por lo tanto, en algunas realizaciones particularmente preferidas, el parámetro operativo del molinillo es un parámetro vinculado a la velocidad de rotación del miembro de molienda. Por ejemplo, el parámetro puede ser la propia velocidad de rotación. En otras realizaciones, el parámetro puede ser un retardo de tiempo entre impulsos de rotación subsiguientes generados por una disposición de sensores diseñada y configurada para detectar las revoluciones del miembro de molienda o un componente de la máquina que gira a una velocidad que es proporcional a la velocidad del miembro de molienda. Así, por ejemplo, la velocidad de rotación de un motor eléctrico que controla el miembro de molienda se puede utilizar como parámetro operativo.

De acuerdo con las realizaciones preferidas, el método puede incluir los siguientes pasos: proporcionar una disposición de sensor para detectar la rotación del miembro giratorio de molienda y generar impulsos de rotación correspondientes a las revoluciones del miembro giratorio de molienda; detectando retardos de tiempo entre pares

de pulsos de rotación posteriores. El cambio de la velocidad de rotación del miembro giratorio de molienda puede, por lo tanto, detectarse como una función de dichos retardos de tiempo entre pares de pulsos de rotación posteriores.

5 Independientemente de cómo se obtenga la estimación o detección del final del período de molienda activa, el método permite adaptar la duración total del ciclo de molienda a la duración real del período de molienda activa. El deterioro de la eficiencia de molienda del (de los) miembro (s) de molienda se puede tener en cuenta, evitando o aliviando los inconvenientes de los molinillos de la técnica anterior, y asegurando una duración óptima del ciclo de molienda.

10 De acuerdo con algunas realizaciones, puede detectarse una caída del retardo entre pulsos posteriores, correspondiendo dicha caída a un aumento de la velocidad de rotación y, por lo tanto, es indicativa del final del período de molienda activa.

15 En algunas realizaciones preferidas, para proporcionar un control más estable del molinillo, evitando errores de control debidos a fluctuaciones accidentales de la velocidad de rotación, el método puede incluir la etapa de almacenar al menos algunos de los retardos de tiempo entre los pulsos de rotación subsiguientes; y ubicar el cambio de velocidad de rotación dentro del ciclo de molienda en función de los retardos de tiempo almacenados. Los datos de retardo almacenados pueden procesarse, por ejemplo, para calcular uno o más valores de retardo promedio.

20 Por ejemplo, en algunas realizaciones, el método puede comprender los pasos de:

almacenar retardos de tiempo entre pares de pulsos de rotación posteriores durante un ciclo de molienda;

25 calcular un primer retardo promedio entre pulsos de rotación subsiguientes dentro del período de molienda activa;

calcular un segundo retardo promedio entre pulsos de rotación subsiguientes dentro del período de rotación inactivo;

30 calcular un valor de retardo de umbral entre el primer retardo promedio y el segundo retardo promedio;

localizar un número de impulso de rotación correspondiente al retardo de umbral;

35 estableciendo el número total de pulsos de rotación entre el inicio del período de molienda activa y el número de pulso de rotación correspondiente al valor del retardo de umbral como la duración del período de molienda activa.

La duración total de un ciclo de molienda está dada por el período de molienda activa más el período de rotación inactivo. En cada ciclo de molienda, la duración del ciclo de molienda se puede adaptar a las condiciones de operación que posiblemente varíen detectando un punto de separación entre los dos períodos diferentes, es decir, la molienda activa y la rotación inactiva. Si la duración del período de molienda activa cambia, se establece una longitud o duración diferente para el ciclo de molienda posterior. De este modo, el molinillo funciona de forma adaptativa, aumentando o reduciendo la duración total del ciclo de molienda según las necesidades.

40 El final del período de molienda activa puede detectarse, es decir, estimarse, durante cada ciclo de molienda realizado por el molinillo. En otras realizaciones menos precisas, la detección del final del período de molienda activa puede realizarse solo durante algunos ciclos de molienda, por ejemplo, cada dos o tres ciclos de molienda.

45 Dado que la duración real del período de molienda activa es desconocida a priori, según algunas realizaciones, el método comprende los pasos de:

50 establecer una primera ventana de detección dentro del período de molienda activa;

establecer la segunda ventana de detección dentro del período de rotación inactivo;

55 calcular el primer retardo promedio entre los pulsos de rotación subsiguientes dentro de la primera ventana de detección;

calcular el segundo retardo promedio entre los pulsos de rotación subsiguientes dentro de la segunda ventana de detección.

60 La primera y la segunda ventanas de detección se colocan adecuadamente dentro de los respectivos períodos de molienda activa y de rotación inactiva, de modo que nunca se superpongan con el intervalo donde se puede ubicar la transición desde el período de molienda activa y el período de rotación inactivo.

65 Por ejemplo, la segunda ventana de detección se puede ubicar al final del ciclo de molienda, que tiene una duración predeterminada. La duración de la segunda ventana de detección se selecciona para que dure menos que el período

de rotación inactivo, por ejemplo, la mitad de la duración del período de rotación inactivo, es decir, el número de revoluciones realizadas por el miembro giratorio de molienda durante el período de rotación inactivo.

La primera ventana de detección puede abrirse, por ejemplo, después de un cierto número de revoluciones del miembro giratorio de molienda después de comenzar el ciclo de rectificado y puede durar un número de revoluciones que es menor que el número mínimo de revoluciones que se necesita bajo cualquier condición de operación posible, para completar la molienda de una cantidad preestablecida de material. En algunas realizaciones, se puede determinar experimentalmente una duración mínima absoluta del período de molienda activa. La primera ventana de detección se posicionará y dimensionará de tal manera que se cierre antes del final de dicho período mínimo absoluto de molienda activa.

Cuando el método comprende calcular un primer retardo promedio y un segundo retardo promedio, durante el período de molienda activa y el período de rotación inactivo, respectivamente, se puede prever una rutina para abortar el ciclo de molienda. Si la cantidad de material a moler es menor que una cantidad mínima preestablecida, la diferencia entre el primer retardo promedio y el segundo retardo promedio es menor que un valor de umbral. Si esto ocurre, el ciclo de molienda se aborta.

La posición de la primera ventana de detección dentro del período esperado de molienda activa se puede elegir en función de una cantidad mínima admisible de material a moler. Más específicamente, considerando como ejemplo el sistema de detección y adaptación basado en el número de impulsos, si  $N$  es el número de revoluciones teóricamente requeridas para moler una cantidad mínima admisible de material, por debajo del cual se abortará el ciclo de molienda, la apertura de la primera ventana de detección se puede establecer en el  $(N+m)$ ésimo pulso de rotación, donde  $m$  es al menos 1. En este caso, si la cantidad de material a moler es insuficiente, los dos retardos promedio calculados en función de los valores de retardo almacenados durante la primera y la segunda ventana de detección serán sustancialmente iguales y se interrumpirá el ciclo de molienda. "Sustancialmente lo mismo" significa que los dos valores difieren, por ejemplo, en no más del 10% y preferiblemente no más del 5%.

En realizaciones simples, el período de rotación inactivo puede tener una duración fija, es decir, un número fijo de impulsos de rotación. En otras realizaciones, un método más preciso puede proporcionar una duración adaptativa del período de rotación inactivo. La duración del período de rotación inactivo se puede configurar de modo que cuanto más corto sea el período de molienda activa, más corto sea el período de rotación inactivo.

El método puede incluir un paso para estimar la duración del período de molienda activa y un paso subsiguiente para adaptar la duración del período de rotación inactivo para el ciclo de molienda posterior en función de la duración estimada del período de molienda activa.

El método es particularmente útil si se usa para moler granos de café, especialmente (pero no necesariamente) en una máquina productora de café en polvo. En una aplicación de este tipo, el método se realizará en un molinillo de café para producir café en polvo que luego se carga en una unidad de infusión o un filtro de café o similar.

El molinillo se puede controlar para realizar uno o más ciclos de molienda para proporcionar la cantidad requerida de café molido. En algunas realizaciones, un solo ciclo de molienda proporcionará una cantidad de polvo de café suficiente para realizar un ciclo de infusión. No obstante, en otras realizaciones, por ejemplo, si se utiliza una cámara de dosificación volumétrica más pequeña para dosificar los granos de café al molinillo, se pueden realizar varios ciclos de molienda para proporcionar una cantidad suficiente de polvo de café para una unidad de infusión.

Aunque un parámetro relacionado con la velocidad, es decir, un parámetro relacionado con la velocidad de rotación del miembro de molienda es particularmente adecuado para realizar un método de operación como se describe en el presente documento, otros parámetros pueden usarse adecuadamente para este propósito. Sobre la base de la consideración de que, al finalizar el período de molienda activa, es decir, el agotamiento del material a moler, las condiciones operativas del miembro de molienda cambiarán, cualquier parámetro afectado por este cambio o que refleje este cambio puede usarse como un parámetro de control para realizar el método aquí descrito.

Cuando el material a moler se agota, el torque resistivo aplicado al miembro de molienda, y, por lo tanto, el torque a aplicar por el motor al miembro de molienda cae. El torque aplicado al miembro de molienda se puede medir, por ejemplo, mediante un medidor de torque. La señal de medición de un medidor de torque se puede utilizar como un indicador de las condiciones de operación del molinillo. Se produce un cambio brusco en el torque al final del período de molienda activa y se puede usar para controlar el molinillo de una manera adaptativa como se describió anteriormente. Un medidor de torque como se entiende aquí puede ser cualquier dispositivo, miembro, componente o disposición adecuado para detectar un torque o al menos una variación de un torque transmitido al miembro de molienda, o bien un parámetro que está vinculado a dicho torque o variación de torque.

De acuerdo con otras realizaciones, también se puede usar un parámetro eléctrico de un motor eléctrico que acciona el miembro de molienda para realizar el método descrito en este documento. Por ejemplo, la corriente absorbida por el motor eléctrico puede adoptarse ventajosamente como un parámetro indicativo de las condiciones de funcionamiento del molinillo. Al agotarse el material que se va a moler, el torque resistivo disminuye y, en

consecuencia, la potencia generada por el motor también disminuye. Si el voltaje es sustancialmente constante, una caída de potencia provoca una reducción de la corriente absorbida por el motor. El final del período de molienda activa se puede detectar como una caída en la corriente necesaria para alimentar el motor.

5 De acuerdo con un aspecto adicional, la invención también se refiere a un molinillo que comprende: un miembro giratorio de molienda que posiblemente coopera con un miembro de molienda estacionario; un motor que controla la rotación del miembro giratorio de molienda; una unidad de control, programada para realizar un método como se describe anteriormente. El molinillo también puede ser parte de la cámara de dosificación volumétrica, que puede interconectarse con al menos un contenedor para que el material sea molido, por ejemplo, un contenedor de granos de café.

10 Según todavía un aspecto adicional, la invención también se refiere a una máquina productora de bebidas, por ejemplo, una máquina de café, que incluye un molinillo como se describe en el presente documento y una unidad de preparación de bebidas, por ejemplo, una unidad de elaboración de café.

15 Otras características y ventajas de la invención se exponen en la siguiente descripción de realizaciones de ejemplos de la misma y en las reivindicaciones adjuntas, que forman parte integrante de la presente descripción.

20 Breve descripción de los dibujos

Una apreciación más completa de la invención y muchas de sus ventajas se obtendrán fácilmente a medida que la misma se comprenda mejor con referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considera en relación con los dibujos adjuntos, que muestran una realización no limitativa de ejemplo de la invención. En los dibujos:

25 La figura 1 ilustra una sección a lo largo de un plano vertical de una realización de ejemplo de un molinillo de granos de café y un motor relevante;

La figura 2 ilustra una vista axonométrica inferior del molinillo de la figura 1;

30 La figura 3 ilustra una vista similar a la figura 2 con porciones del molinillo de café retiradas;

La figura 4 ilustra un diagrama de bloques funcional del molinillo;

35 La figura 5 ilustra un diagrama esquemático de una máquina productora de café que incorpora el molinillo de café;

Las figuras 6 a 9 ilustran diagramas que ilustran el método de operación del molinillo;

La figura 10 ilustra un diagrama de flujo de una realización del método operativo de la invención.

40 Descripción detallada de realizaciones

La siguiente descripción detallada de las realizaciones de ejemplos se refiere a los dibujos adjuntos. Los mismos números de referencia en diferentes dibujos identifican los mismos elementos o similares. Además, los dibujos no están necesariamente dibujados a escala. Además, la siguiente descripción detallada no limita la invención. En cambio, el alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

45 La referencia a lo largo de la especificación a "una realización" o "una cierta realización" o "algunas realizaciones" significa que la característica, estructura o característica particular descrita en relación con una realización se incluye en al menos una realización del tema descrito. Por lo tanto, la aparición de la frase "en una realización" o "en una cierta realización" o "en algunas realizaciones" en varios lugares a lo largo de la especificación no se refiere necesariamente a la misma(s) realización(es). Además, las características, estructuras o características particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones.

50 En la siguiente descripción, el método de la invención se describirá en una aplicación para un molinillo de café. Sin embargo, debe entenderse que el método se puede utilizar para operar molinillos destinados a moler diferentes tipos de productos, tales como, entre otros, productos alimenticios, siempre que se requiera un período de rotación inactivo para seguir un período de molienda activo, la duración de este puede ser variable e impredecible. El método descrito aquí permite que la operación del molinillo se adapte a condiciones de operación variables.

55 La figura 1 ilustra una realización de ejemplo de un molinillo 1 de café. El molinillo 1 comprende un primer miembro de molienda 3 estacionario y un segundo miembro 5 giratorio de molienda. En la realización de ejemplo ilustrada en los dibujos, el miembro 3 de molienda estacionario y el miembro 5 giratorio de molienda son discos de molienda o muelas abrasivas. En otras realizaciones, los miembros de molienda pueden tener una forma y diseño diferentes. Por ejemplo, los miembros de molienda pueden incluir conos de molienda o similares. Lo que importa es que al menos uno de los miembros de molienda gira con respecto al otro. En la realización descrita en el presente documento, además, solo un miembro de molienda está girando, mientras que el otro es estacionario. En otras

realizaciones, ambos miembros de molienda pueden ser giratorios y se pueden proporcionar disposiciones de medición adecuadas para detectar parámetros de rotación, útiles para realizar un control sobre el proceso de molienda, con base en los principios descritos en este documento. La medición de un parámetro relacionado con solo uno de los dos miembros giratorio de molindas sería suficiente para realizar el método.

5 En aras de la claridad y la concisión, en la siguiente descripción detallada se hará referencia a los discos de molienda, uno de los cuales es estacionario y el otro giratorio, entendiéndose que en su lugar se pueden utilizar diferentes miembros de molienda y su disposición.

10 En algunas realizaciones, el disco de molienda estacionario y los discos giratorios de molienda están superpuestos verticalmente. El disco giratorio de molienda puede estar dispuesto debajo del disco de molienda estacionario.

15 Entre el disco 3 de molienda estacionario y el disco 5 giratorio de molienda se forma un espacio 7 de molienda. En algunas realizaciones, los discos 3 y 5 de molienda comprenden superficies de molienda activas sustancialmente cónicas enfrentadas entre sí. El disco 3 de molienda estacionario superior tiene una abertura central a través de la cual se alimentan al molinillo con los granos de café a moler. La distancia entre el disco 3 de molienda estacionario y el disco 5 giratorio de molienda se puede ajustar por medio de un mecanismo 9 de ajuste, conocido per se y no se describe con mayor detalle. El ajuste se obtiene por medio de una proyección 11 helicoidal formada en una unidad que soporta el disco 3 de molienda estacionario y engranando en un canal 13 helicoidal. El ajuste de la distancia entre los dos discos 3 y 5 de molienda se obtiene girando la unidad que soporta la molienda 3 estacionaria con respecto al soporte 15 estacionario.

20 El disco 5 giratorio de molienda está soportado de manera giratoria en el soporte 15 estacionario y está montado para girar en un eje 17. De acuerdo con algunas realizaciones, un miembro 19 de avance de granos también puede estar conectado por torsión al eje 17. El miembro 19 de avance de granos gira de manera integral con el disco 5 giratorio de molienda y facilita el avance de los granos de café a moler a través del volumen de molienda entre las superficies activas opuestas de los discos 3, 5 de molienda.

25 En algunas realizaciones, la rotación del disco 5 giratorio de molienda se controla mediante un motor 21 eléctrico, a través de una transmisión de engranajes.

30 La transmisión del engranaje puede comprender un adaptador de velocidad giratorio, para hacer girar el disco 5 giratorio de molienda a una velocidad rotatoria sustancialmente más lenta que el motor 21. El adaptador de velocidad puede estar compuesto por un enmallado en espiral 23 que se engancha con un engranaje 25 conectado por torsión al eje 17. El motor 21 hace girar el eje 17, el disco 5 giratorio de molienda y el miembro 19 de avance de accionamiento. La rotación de estos miembros provoca el suministro de granos de café en y a través del espacio formado entre las superficies cónicas enfrentadas del disco 3 de molienda estacionario y el disco 5 de molienda giratorio. El movimiento de rotación recíproco entre los dos discos 3 y 5 de molienda provoca la molienda de los granos de café y la producción de café en polvo. Este último sale del espacio de molienda entre los dos discos 3 y 5 de molienda a través de una abertura 27 periférica. El polvo de café se expulsa bajo el efecto de la fuerza centrífuga y la ventilación generada por el movimiento giratorio del disco 5 giratorio de molienda.

35 El polvo de café molido se recolecta en un embudo 29 de descarga y se entrega a una unidad de preparación, que se muestra esquemática y parcialmente en 31 en la figura 5.

40 En algunas realizaciones, los granos de café pueden estar contenidos en un contenedor C extraíble, que solo se muestra esquemáticamente en la figura 1 y que puede conformarse de cualquier manera adecuada. Se pueden proporcionar varios contenedores C de café, que contienen diferentes tipos de granos de café, por ejemplo, café regular o granos de café descafeinados.

45 Un miembro dosificador puede estar dispuesto alrededor, dentro o debajo del contenedor C de café removible. Los granos de café suministrados por el contenedor C removible de café se recolectan en una cámara 33 de dosificación dispuesta encima del disco 3 de molienda estacionario. La cantidad de granos de café que se deben moler en cada ciclo de molienda se puede medir volumétricamente según el volumen de la cámara 33 de dosificación.

50 Antes de comenzar un ciclo de preparación, se carga una cantidad predeterminada de granos de café en la cámara 33 de dosificación. Si el volumen de la cámara 33 de dosificación es fijo, la cantidad de granos de café molidos en cada ciclo de molienda es sustancialmente constante. Una vez que la cámara 33 de dosificación se ha llenado con granos de café, antes de que comience el proceso de molienda real, el paso entre el contenedor de granos de café C y la cámara 33 de dosificación se puede interrumpir. Se puede colocar un obturador (no mostrado) entre el contenedor C y la cámara 33 de dosificación. Una vez que se cierra el obturador, no se pueden cargar más granos de café en la cámara 33 de dosificación, por lo que en cada ciclo de molienda solo se puede moler la cantidad de granos de café, que se puede almacenar temporalmente en la cámara 33 de dosificación.

55 El ciclo de molienda termina después de que la cantidad total de granos de café recolectados en la cámara 33 de dosificación se haya molido y después de que haya transcurrido un período de rotación inactivo posterior, durante el

cual el disco 5 giratorio de molienda se gira ociosamente para expulsar virtualmente la cantidad total de polvo de café que queda entre los dos discos 3 y 5 de molienda, como se describirá con más detalle más adelante.

5 La figura 4 ilustra un diagrama de bloques funcional del molinillo 1. En el diagrama de bloques de la figura 4, los dos discos 3 y 5 de molienda se muestran esquemáticamente en combinación con una transmisión 23, 25 de engranaje, el motor 21, una unidad 37 de control, y la cámara 33 de dosificación volumétrica.

10 Para operar y controlar el molinillo 1, se proporciona una disposición de sensores para detectar el número de revoluciones del disco 5 giratorio de molienda inferior. En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 1, 2 y 3, uno o más imanes 41 permanentes están dispuestos de manera que giran integralmente con el disco 5 giratorio de molienda. En la realización de ejemplo ilustrada en los dibujos adjuntos, los imanes 41 están incrustados en el engranaje 25 y giran sincrónicamente con el disco giratorio de molienda. Uno o más sensores están soportados estacionariamente en o sobre el soporte 15, como se muestra en la figura 2, donde se ilustra una vista axonométrica del fondo del molinillo 1. La figura 2 muestra esquemáticamente un sensor 43 dispuesto debajo del engranaje 25. El sensor 43 puede ser, por ejemplo, un sensor de efecto Hall. La figura 3 ilustra el mismo molinillo 1 en la misma vista inferior con una porción 15A del soporte 15 quitada para mostrar la ubicación de los dos imanes 41 dispuestos en o sobre el engranaje 25. El sensor 43 detecta la rotación del engranaje 25 y, por lo tanto, del disco 5 giratorio de molienda inferior. El sensor 43 genera una serie de impulsos para cada revolución del engranaje 25 y del disco 5 giratorio de molienda correspondiente al número de imanes que giran integralmente con el mismo. En la realización de ejemplo mostrada en el dibujo, se generan dos impulsos de rotación para cada revolución del disco 5 de molienda ya que se usan dos imanes 41. En otras realizaciones, solo se puede usar un imán 41 o más de dos imanes pueden estar dispuestos en el engranaje 25 o en cualquier otro componente del molinillo 1, que gira integralmente con el disco 5 de molienda giratorio, es decir, que realiza el mismo número de revoluciones que este último.

25 En el diagrama funcional de bloques esquemático de la figura 4, los números 41, 43 de referencia representan esta disposición de sensores, que proporciona un conjunto o secuencia de impulsos de rotación a la unidad 37 de control electrónico para los fines que se explicarán con más detalle más adelante.

30 El molinillo 1 descrito hasta ahora puede disponerse dentro de una máquina de café que se muestra esquemáticamente en la figura 5, donde solo los componentes principales de la máquina de café están representados esquemáticamente. En la parte superior del molinillo 1 se muestra el contenedor C de granos de café, junto con la cámara 33 de dosificación volumétrica. El polvo de café molido se entrega a una unidad de preparación que se muestra esquemáticamente en 31, que comprende una cámara de preparación que comprende dos porciones 31A, 31B de cámara de preparación que se mueven mutuamente. La unidad 31 de preparación puede tener cualquier estructura conocida y no requiere una descripción específica. La unidad 31 de preparación se alimenta con agua caliente suministrada a través de un conducto 47 de agua caliente. El agua es bombeada por una bomba 49 desde un contenedor W de agua. La bomba 49 bombea agua desde el contenedor W a través de un calentador 51 de agua y el agua caliente, el agua a presión se suministra a través de la cámara de preparación de la unidad 31 de preparación una vez que el polvo de café molido se ha compactado en la cámara de preparación, para extraer la bebida de café. Este último se suministra a través de una boquilla 53 de café, por ejemplo, en una taza C1 dispuesta debajo. Los componentes, la estructura y el funcionamiento de la máquina de café pueden variar dependiendo del diseño de la máquina de café y no son de interés para el propósito de divulgar la presente invención. Los expertos en la materia entenderán que son posibles diferentes configuraciones de máquinas de café y que las enseñanzas de la invención no se limitan a una u otra de las diversas máquinas de café disponibles.

El ciclo de molienda realizado por el molinillo 1 ahora se describirá con mayor detalle, haciendo referencia específicamente a las figuras 6 a 9.

50 Como se mencionó brevemente más arriba, un ciclo de rectificado generalmente consta de dos períodos principales:

(a) un período de molienda activa, durante el cual los granos de café recolectados en la cámara 33 de dosificación se muelen y se transforman en polvo de café, se suministra a través del embudo 29 hacia la unidad 31 de preparación;

55 (b) un período de rotación inactivo del molinillo, durante el cual el disco 5 giratorio de molienda continúa girando para limpiar el interior del molinillo, es decir, para eliminar virtualmente cualquier residuo de café de este antes de comenzar el ciclo de molienda posterior.

60 El tiempo requerido para moler una cantidad volumétrica fija de granos de café, determinado por el volumen de la cámara 33 de dosificación volumétrica, puede variar ampliamente debido a varios factores. En primer lugar, el volumen real de los granos de café no es constante, aunque el volumen de la cámara 33 de dosificación volumétrica es fijo. La cantidad real de café depende de la forma y dimensión de los granos de café. Por lo tanto, el peso real de los granos de café introducidos en la cámara 33 de dosificación puede fluctuar alrededor de un peso promedio determinado por la dimensión de la cámara 33 de dosificación volumétrica. Una mayor cantidad de café requiere un

mayor tiempo de molienda, es decir, un mayor número de revoluciones del disco 5 giratorio de molienda. En segundo lugar, la eficiencia de los discos de molienda o las ruedas 3 y 5 puede variar debido al desgaste.

5 Adicionalmente, en algunas realizaciones, especialmente cuando los discos 3 y 5 de molienda están hechos de metal y se fabrican por mecanizado, la forma de la superficie activa de los discos 3 y 5 de molienda no es idéntica para todos los discos de molienda fabricados. Esto resulta en una eficiencia de molienda variable. Diferentes pares de discos de molienda pueden requerir un tiempo diferente para moler la misma cantidad de café.

10 Además, la distancia entre los dos discos 3 y 5 de molienda es ajustable por el usuario, por ejemplo. Para modificar la calidad de la bebida. Esta distancia representa un factor adicional que influye fuertemente en el tiempo de molienda requerido para moler una cantidad fija de granos de café en polvo de café. Cuanto mayor sea la distancia entre los discos 3, 5 de molienda, mayor será el número de revoluciones necesarias para moler la misma cantidad de granos de café.

15 Para obtener un ciclo de molienda más eficiente, el método descrito aquí adapta la duración total del ciclo de molienda para optimizar el ciclo permitiendo una eliminación completa de los residuos de café del molinillo en el menor tiempo posible, evitar una rotación innecesariamente larga del molinillo después del período real de molienda activa. Se entenderá que, en el contexto de la presente descripción, una duración debe entenderse en términos de número de revoluciones del disco giratorio de molienda.

20 En algunas realizaciones, el ciclo de molienda inicial tiene una duración determinada expresada como número de revoluciones del disco 5 giratorio de molienda. La unidad 37 de control puede programarse para realizar un algoritmo de control que adapta la duración total del ciclo de molienda (número total de revoluciones del disco 5 giratorio de molienda) reduciendo o aumentando el número total de revoluciones de los ciclos de molienda subsiguientes, para optimizar la duración total del ciclo.

25 En algunas realizaciones, el método para operar el molinillo comprende estimar la duración del período de molienda activa, es decir, el número de revoluciones del disco 5 giratorio de molienda requerido para moler la cantidad volumétrica fija o sustancialmente fija de granos de café. Al finalizar el período de molienda activa, se realiza un período de rotación inactivo. En algunas realizaciones, el período de rotación inactivo puede ser constante, es decir, formado por un número constante de revoluciones del disco 5 giratorio de molienda. En otras realizaciones, el período de rotación inactivo puede tener una duración variable, es decir, puede estar formado por un número variable de revoluciones del disco 5 giratorio de molienda.

35 La velocidad de rotación es más lenta durante el período de molienda activa, debido a la presencia de granos de café que deben molerse. La molienda requiere que se aplique un torque de torsión más alto en el disco 5 giratorio de molienda. Por lo tanto, la velocidad de rotación es más lenta. Una vez que los granos de café se han molido por completo, el torque resistivo aplicado al disco 5 giratorio de molienda cae. En consecuencia, la velocidad de rotación aumenta repentinamente. Por lo tanto, el final del período de molienda activa puede estimarse basándose en la velocidad de rotación real del disco 5 giratorio de molienda.

40 En algunas realizaciones, el método permite detectar el retardo entre los impulsos de rotación subsiguientes generados por el sensor 43. El retardo de tiempo entre impulsos subsiguientes es una función de la velocidad de rotación actual del disco 5 giratorio de molienda. Por lo tanto, un cambio repentino en la velocidad de rotación del disco 5 giratorio de molienda se detecta como un cambio repentino del retardo entre los impulsos de rotación subsiguientes generados por el sensor 43.

45 En otros términos, el retardo entre los impulsos de rotación subsiguientes es sustancialmente mayor durante el período de molienda activa que durante el período de rotación inactivo. Basándose en este fenómeno, en algunas realizaciones, la variación del retardo entre los pulsos de rotación subsiguientes se usa para determinar cuándo termina el período de molienda activa.

50 En algunas realizaciones, el método permite almacenar en una memoria de almacenamiento, que se muestra esquemáticamente en 37M en la figura 4, el tiempo de retardo entre los pulsos de rotación subsiguientes generados por la disposición 41, 43 del sensor, comenzando desde el instante en que se activa el ciclo de molienda. El retardo de tiempo puede ser calculado por la unidad 37 de control, por ejemplo, por medio de un reloj y utilizando los pulsos de rotación para iniciar y detener el conteo de tiempo.

55 La figura 6 muestra esquemáticamente los valores de retardo calculados por la unidad 37 de control basándose en los impulsos de rotación generados por la disposición 41, 43 del sensor durante el ciclo de molienda. En el eje horizontal se reporta el número de pulsos. Una revolución completa del disco 5 giratorio de molienda genera dos pulsos de rotación, en este ejemplo, ya que se proporcionan dos imanes en la parte giratoria del molinillo 1. En el eje vertical, el retardo de tiempo entre dos pulsos posteriores se muestra y se expresa en milisegundos.

60 La figura 6 muestra que, para un primer intervalo de tiempo indicado como  $T_{AG}$ , el retardo de tiempo es sustancialmente constante y mayor que el retardo entre los impulsos subsiguientes en un segundo intervalo de

tiempo indicado con  $T_{IR}$ . El intervalo de tiempo  $T_{AG}$  corresponde al período de molienda activa y el intervalo de tiempo  $T_{IR}$  corresponde al período de rotación inactivo. El método descrito en el presente documento estima el número de pulsos y, por lo tanto, el número de revoluciones de la rueda 5 giratoria necesaria para completar el período de molienda activa  $T_{AG}$ . El número total de revoluciones del siguiente ciclo de molienda se adapta, si es necesario, en función del número de revoluciones necesarias para completar el ciclo de molienda.

La adaptación se puede realizar de la siguiente manera.

Dado que el retardo de tiempo entre impulsos subsiguientes puede fluctuar debido a muchos factores, principalmente porque el material a moler no es homogéneo, según algunas realizaciones, el método comprende un paso para determinar un primer retardo AD1 promedio que caracteriza el período de molienda  $T_{AD}$  activo. Dado que la duración real del período de molienda activa no se conoce a priori, se debe establecer una ventana de detección, durante la cual los retardos entre pares de pulsos de rotación subsiguientes se tienen en cuenta en el cálculo del valor promedio. En la figura 7 se muestra una primera ventana W1 de detección. Los intervalos de tiempo almacenados entre pares de impulsos de rotación consecutivos que caen dentro de la primera ventana W1 de detección se utilizan para calcular el primer retardo AD1 promedio.

En una realización de ejemplo, la ventana W1 de detección se establece entre 45 y 67 pulsos desde el comienzo del ciclo de molienda, es decir, en una posición que generalmente cae en una porción central del período de molienda activa. La razón de esta elección se explicará más adelante.

Se calcula un segundo retardo AD2 promedio para el período de rotación inactivo. Este segundo retardo AD2 promedio se calcula con base en los valores de los retardos almacenados en una segunda ventana W2 de detección. De acuerdo con la realización de ejemplo mostrada en la figura 7, la segunda ventana W2 de detección se establece entre el número de impulsos 177 y el número de impulsos 199 generado por la disposición 41, 43 del sensor. La segunda ventana W2 de detección está ubicada preferiblemente lo más cerca posible del final del ciclo de molienda. Dado que el método es un método adaptativo, que se basa en la idea de corregir la duración del siguiente ciclo de molienda, es decir, el número de revoluciones del siguiente ciclo de molienda, basado en los valores medidos durante un ciclo de molienda actual de duración total conocida (número total conocido de pulsos de rotación), la segunda ventana W2 de detección se puede configurar exactamente al final del ciclo de molienda.

Como se mencionó anteriormente, el método se puede realizar a partir de una duración establecida del ciclo de molienda, por ejemplo, 200 pulsos, es decir, 100 revoluciones de la rueda giratoria o disco 5. La primera ventana W1 se establece en una posición central del período de molienda  $T_{AG}$  activa, o para ser más precisos dentro de un período teórico estimado de molienda  $T_{AG}$  activa, ya que la duración real del período de molienda activa (es decir, el número de pulsos de rotación que forman el período de molienda activa) es desconocida.

La primera ventana W1 de detección se centra preferiblemente alrededor de una serie de pulsos que corresponde al número de revoluciones teóricamente requeridas para moler una cantidad mínima de granos de café para obtener una bebida adecuada. Al seleccionar esta posición de la ventana, se obtiene la función adicional de determinar si en un ciclo de molienda dado la cantidad de granos de café recolectados en la cámara 33 de dosificación es realmente suficiente o insuficiente para producir una taza de café aceptable.

De hecho, cuando el contenedor C de granos de café se agote de los granos de café, la cámara 33 de dosificación no estará completamente llena, es decir, la última dosis dispensada por el contenedor generalmente es menor que la cantidad total de granos de café requerida para llenar la cámara 33 de dosificación. Si la cantidad de granos de café suministrados en la última dosis es tan pequeña que los granos de café residuales totales recolectados en la cámara 33 de dosificación se muelen durante las revoluciones antes de la primera ventana W1 de detección, la unidad de control detectará esta situación de falta de café, de manera que se aclare más adelante, y puede programarse para abortar el ciclo de molienda.

Si la cantidad de granos de café recolectados en la cámara 33 de dosificación en la última dosis es menor que la cantidad realmente requerida para llenar completamente la cámara 33, pero de tal manera que durante la primera ventana W1 de detección el molinillo todavía se alimenta con granos de café y, por lo tanto, la ventana W1 de detección se encuentra al menos parcialmente dentro del período de molienda activa, la unidad 37 de control completará el ciclo de molienda y comenzará el ciclo de preparación.

La segunda ventana W2 de detección se establece al final del período de rotación inactivo, para evitar que se superponga con el área de transición entre el período  $T_{AG}$  (período de molienda activa) y el período  $T_{IR}$  (período de rotación inactivo).

Una vez que el primer retardo AD1 promedio y el segundo retardo AD2 promedio se han calculado con base en los valores de retardo almacenados por la unidad 37 de control durante un ciclo de molienda, según algunas realizaciones, el método proporciona el cálculo de un valor T1 umbral, basado en el primer y segundo valores AD1 y AD2 de retardo promedio. El valor T1 umbral (ver figura 8) se puede calcular como:

## ES 2 702 045 T3

$$T1 = \frac{AD1+AD2}{2}$$

En otras palabras, el valor T1 umbral puede ser el valor promedio o promedio entre el primer retardo AD1 promedio y el segundo retardo AD2 promedio.

- 5 El valor T1 de umbral se utiliza de la siguiente manera: los valores de retardo almacenados por la unidad 37 de control, que están por encima del valor T1 de umbral, pertenecen al período de molienda activa; los valores de retardo que son más pequeños que el umbral T1 pertenecen al período de rotación inactivo.

10 Los dos valores AD1 y AD2 promedio de retardo también se pueden usar para verificar si hay suficientes granos de café disponibles en la cámara 33 de dosificación, o si no se debe abortar el ciclo de molienda y el ciclo de preparación posterior. Como se señaló anteriormente, la primera ventana W1 de detección se coloca en una posición intermedia del período esperado de molienda T<sub>AG</sub> activa. Si la última dosis de grano de café es tan pequeña que se muele por completo antes o durante la primera ventana W1 de detección, el ciclo debe abortarse. Esta condición se detecta, por ejemplo, al calcular la diferencia entre AD1 y AD2. Si esta diferencia es inferior a un umbral mínimo dado, el ciclo se cancela y, por ejemplo, se dispara la información sobre el "contenedor de café vacío".

15 El siguiente paso del método puede ser la ubicación del número de pulso de rotación correspondiente al valor T1 umbral, como se muestra visualmente en el diagrama de la figura 9. Basándose en los retardos almacenados entre los pulsos de rotación subsiguientes, la unidad 37 de control determina qué número de pulso corresponde al valor T1 umbral calculado. En la realización de ejemplo de la figura 9, el número 108 de impulsos representa el instante en el que el retardo de tiempo es igual al valor T1 umbral.

20 Este número representa la duración de la primera fase del ciclo de molienda, es decir, la duración del período de molienda activa. Es decir. El período de molienda activa del ciclo de molienda actual dura 108 impulsos de rotación, que en esta realización corresponden a 54 revoluciones del disco giratorio de molienda.

25 Como se mencionó anteriormente, la duración real del período de molienda (T<sub>AG</sub>) activa es desconocida a priori. Por medio del proceso descrito hasta ahora, la unidad 37 de control determina el número de impulsos que corresponden a la duración del período de molienda activa del ciclo de molienda actual. Después de este número de pulsos (108 en el ejemplo), todos los granos de café se molieron. El período subsiguiente de rotación del molinillo 1 (correspondiente al intervalo de pulso T<sub>IR</sub>) es el período de rotación inactivo.

30 Con el fin de optimizar el funcionamiento del molinillo 1, la unidad 37 de control establecerá una duración del período de rotación inactivo de modo que dicho período sea suficiente para eliminar virtualmente los residuos de café del espacio entre los dos discos 3 y 5 de molienda, al mismo tiempo, evitando un período innecesariamente largo de rotación inactiva.

35 En algunas realizaciones, el período de rotación inactivo puede ser constante. Por ejemplo, se pueden establecer 60 pulsos de rotación como la duración estándar del período de rotación inactivo. En otras realizaciones, la duración del período de rotación inactivo puede adaptarse a la longitud detectada o estimada del período de molienda activa, es decir, al número de impulsos de rotación que definen el período T<sub>AG</sub>.

40 Al estimar la duración real del período de molienda activa durante un ciclo de molienda, con el procedimiento descrito anteriormente, la unidad 37 de control puede adaptar la longitud (expresada en número de pulsos de rotación) del siguiente ciclo de molienda. Como se verá en el siguiente ejemplo, este procedimiento adaptará la duración total real del ciclo de molienda en función de las condiciones de operación reales, evitando innecesariamente la rotación en ralentí del molinillo y al mismo tiempo garantizando la eliminación eficiente de los residuos de café del molinillo en cada ciclo de molienda.

45 A modo de ejemplo, supongamos que la unidad 37 de control controla el molinillo 1 para realizar un período de rotación inactivo que es constante y cuenta 60 impulsos de rotación.

50 Consideremos ahora que, en ciertas circunstancias, el período de molienda activa requiere 180 pulsos de rotación. En este caso, la duración total de un ciclo de molienda será

55

$$\text{Ciclo de molienda} = 180+60 = 240 \text{ pulsos de rotación}$$

Si, por ejemplo, debido a un aumento de la distancia mutua entre los dos discos 3 y 5 de molienda, en una condición operativa diferente, el período de molienda activa requiere 70 pulsos, la duración total de un ciclo de molienda será

60

$$\text{Ciclo de molienda} = 70+60 = 130 \text{ pulsos de rotación}$$

El método descrito aquí adapta la duración total del ciclo de molienda al número total de pulsos de rotación que realmente se necesitan, lo que está determinado por el tiempo (número de pulsos) requerido para completar la molienda de los granos de café contenidos en la cámara 33 de dosificación. En el ejemplo anterior, una vez que se cambian las condiciones de operación (por ejemplo, el usuario ha aumentado la distancia entre los discos 3, 5 de molienda), el primer ciclo de molienda durará de nuevo 240 pulsos. Sin embargo, la unidad 37 de control determinará que el período real de molienda activa es más corto de lo esperado: 70 pulsos en lugar de 180. Por lo tanto, la unidad de control adaptará la longitud del siguiente ciclo de molienda (es decir, el número total de pulsos del siguiente ciclo de molienda) reduciendo el número de pulsos de rotación.

La figura 10 ilustra un diagrama de flujo que resume los pasos principales del método descrito hasta ahora.

Para evitar un funcionamiento inestable del sistema, la adaptación puede ser gradual. En el ejemplo anterior, aunque basado en la duración detectada del período de molienda activa, el número total de revoluciones debe reducirse de 240 a 130 (es decir, 110 pulsos de rotación menos), la unidad 37 de control distribuirá la diferencia de pulso en un cierto número de pasos. Por ejemplo, cada ciclo de molienda posterior se reducirá en una fracción de la reducción total requerida de 110 pulsos de rotación, por ejemplo, en 20 pulsos en cada ciclo de molienda.

La tasa de seguimiento, es decir, la velocidad a la que el sistema cambia el número de revoluciones para cada ciclo de rectificado posterior puede ser fija. Por ejemplo, en cada ciclo de molienda posterior, la unidad 37 de control puede cambiar el número de revoluciones que forman el siguiente ciclo de molienda en una cantidad fija. En otras realizaciones, la tasa de seguimiento puede determinarse por la falta de coincidencia entre la duración del ciclo de molienda actual y la duración objetivo. Cuanto mayor sea la discrepancia, es decir, la diferencia en términos de pulsos de rotación, mayor será la tasa de seguimiento, es decir, el número de pulsos de rotación agregados o restados del número de pulsos de rotación del ciclo anterior.

En algunas realizaciones, La cantidad de pulsos agregados o sustraídos puede ser diferente dependiendo de si el sistema debe aumentar o disminuir el número de revoluciones realizadas durante un ciclo de molienda. Ya que un ciclo de molienda corto representa una situación crítica, ya que un número insuficiente de revoluciones resultará en una eliminación incompleta de los residuos de café del molinillo, la corrección de la duración del ciclo de molienda será más rápida que en el caso contrario, cuando la duración real del ciclo de molienda es más larga que la requerida.

La duración del período de rotación inactivo puede ser fija, como se mencionó anteriormente. Sin embargo, en algunas realizaciones, también la duración del período de rotación inactivo puede cambiarse de una manera adaptativa, dependiendo de la duración real del período de molienda activa. Cuanto más corto sea el período de molienda activa, es decir, cuanto menor sea el número de pulsos de rotación del período  $T_{AG}$ , más corto puede ser el período de rotación inactivo, es decir, el número de pulsos que forman el período  $T_R$ .

La ventaja obtenida con el método de la presente invención sobre el proceso actual de la técnica de controlar la operación del molinillo, por ejemplo, basado en un número fijo de revoluciones por ciclo de molienda, es evidente a partir de la descripción anterior. Si el ciclo de molienda se configuró para durar un número fijo de revoluciones, es decir, un número fijo de pulsos de rotación, este número fijo de pulsos de rotación debe configurarse lo suficientemente alto como para adaptarse a cualquier posible condición operativa del molinillo 1. En el presente ejemplo, suponiendo que 180 pulsos es la duración máxima posible de un período de molienda activa, el ciclo de molienda duraría, al menos en la actualidad, al menos 240 pulsos de rotación. Cuando el molinillo opera en una condición donde 70 pulsos son suficientes para completar el molido de los granos de café, el molinillo 1 realizaría una rotación completamente superflua que duraría 110 pulsos de rotación. En este caso, el usuario tendría que esperar un tiempo innecesario para moler el café y limpiar el molinillo.

Usando el método de adaptación descrito aquí, este inconveniente se elimina, ya que el molinillo es capaz de adaptar gradualmente la duración del ciclo de molienda a las condiciones operativas reales del molinillo.

Si bien las realizaciones descritas de la materia descrita en el presente documento se han mostrado en los dibujos y se han descrito completamente anteriormente con particularidad y detalle en relación con varias realizaciones de ejemplos, será evidente para los expertos en la técnica que muchas modificaciones, los cambios y las omisiones son posibles sin apartarse materialmente de las nuevas enseñanzas, los principios y conceptos expuestos en este documento y las ventajas de la materia que se cita en las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, el alcance adecuado de las innovaciones divulgadas se debe determinar solo por la interpretación más amplia de las reivindicaciones adjuntas para abarcar todas las modificaciones, cambios y omisiones. La palabra "que comprende" no excluye la presencia de elementos o pasos distintos de los enumerados en una reclamación. La palabra "un" o "uno" que precede a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. En la reivindicación del dispositivo que enumera varios medios, varios de estos medios pueden estar incorporados por uno y el mismo artículo de hardware. El mero hecho de que ciertas medidas se reciten en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda utilizar para obtener ventajas.

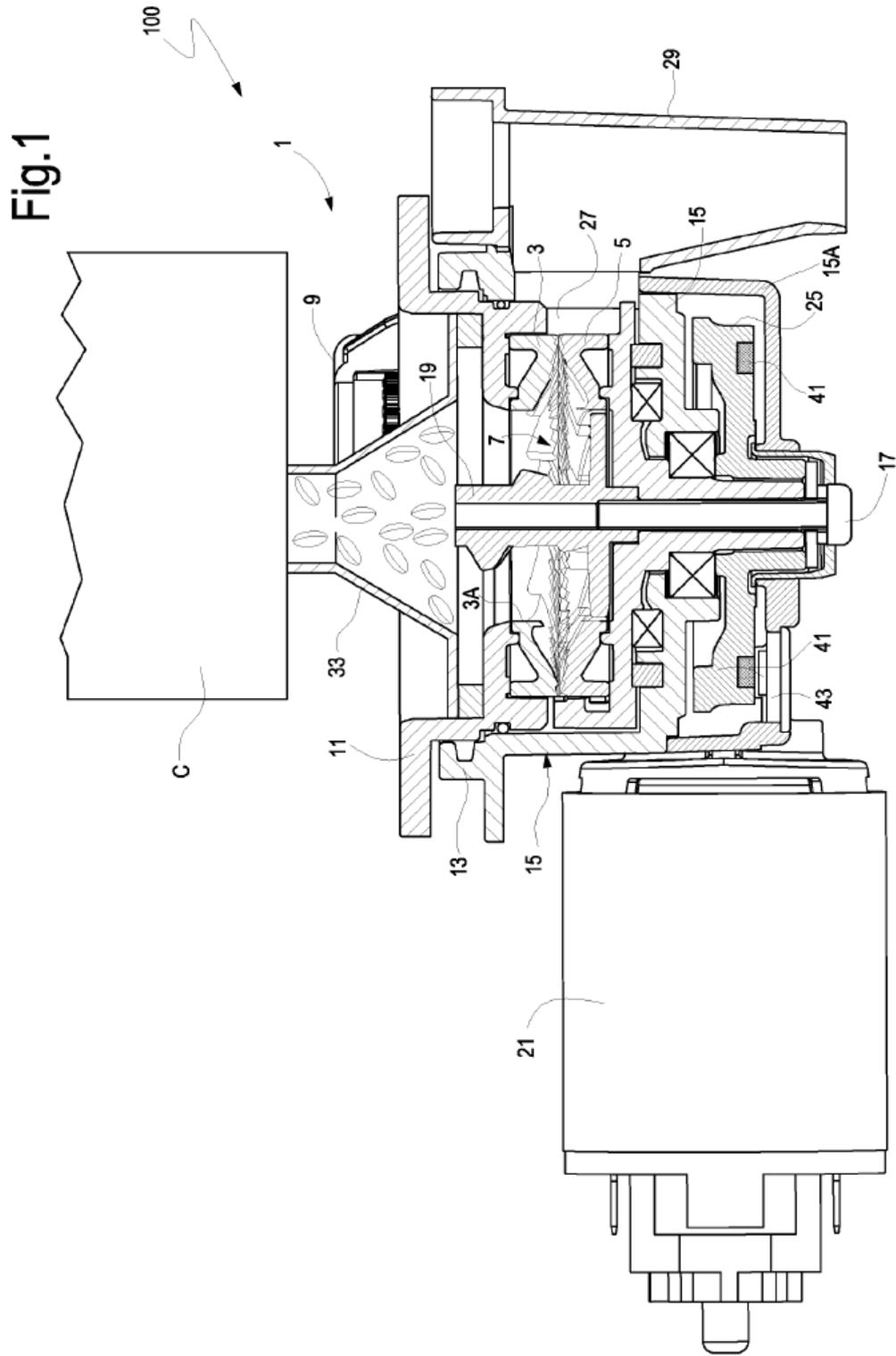
**REIVINDICACIONES**

1. Un método para operar un molinillo que comprende al menos un miembro giratorio de molienda, el método que comprende los pasos de:
- 5 comenzando un primer ciclo de molienda que tiene una duración;
- alimentar el molinillo con una cantidad dada de material para ser molido y moler dicho material girando el miembro giratorio de molienda durante un período de molienda activa;
- 10 hacer girar de manera ociosa el miembro giratorio de molienda durante un período de rotación inactivo que sigue al período de molienda activa, para eliminar el material residual molido del molinillo, el período de molienda activa y el período de rotación inactivo que definen el ciclo de molienda;
- 15 estimar cuándo se ha molido la cantidad dada de material con base en un parámetro de operación del molinillo;
- adaptación de la duración para un ciclo de molienda posterior basado en una duración estimada del período de molienda activa del primer ciclo de molienda.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en donde el parámetro operativo del molinillo es un parámetro vinculado a la velocidad de rotación del miembro de molienda.
3. El método de la reivindicación 2, en donde el parámetro operativo del molinillo es indicativo de una variación de la velocidad de rotación del miembro de molienda.
- 25 4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además los pasos de:
- proporcionar una disposición de sensor para detectar la rotación del miembro giratorio de molienda y generar impulsos de rotación correspondientes a las revoluciones del miembro giratorio de molienda; y
- 30 detectar retardos de tiempo entre pares de pulsos de rotación subsiguientes;
- en donde el cambio de la velocidad de rotación del miembro giratorio de molienda se detecta como una función de dichos retardos de tiempo entre pares de pulsos de rotación subsiguientes.
- 35 5. El método de la reivindicación 4, que comprende los pasos de:
- almacenar al menos algunos de los retardos de tiempo entre los pulsos de rotación subsiguientes;
- 40 ubicar un cambio de velocidad de rotación dentro del ciclo de rectificado en función de los retardos de tiempo almacenados.
6. El método de la reivindicación 4 o 5, que comprende además los pasos de:
- 45 almacenar retardos de tiempo entre pares de pulsos de rotación posteriores durante un ciclo de molienda;
- calcular un primer retardo promedio entre pulsos de rotación subsiguientes dentro del período de molienda activa;
- 50 calcular un segundo retardo promedio entre pulsos de rotación subsiguientes dentro del período de rotación inactivo;
- calcular un valor de retardo de umbral entre el primer retardo promedio y el segundo retardo promedio;
- localizar un número de impulso de rotación correspondiente al retardo de umbral;
- 55 estableciendo el número total de pulsos de rotación entre el inicio del período de molienda activa y el número de pulso de rotación correspondiente al valor del retardo de umbral como la duración del período de molienda activa.
7. El método de la reivindicación 6, que comprende además los siguientes pasos:
- 60 establecer una primera ventana de detección dentro del período de molienda activa;
- establecer la segunda ventana de detección dentro del período de rotación inactivo;
- 65 calcular el primer retardo promedio entre los pulsos de rotación subsiguientes dentro de la primera ventana de detección;

## ES 2 702 045 T3

calcular el segundo retardo promedio entre los pulsos de rotación subsiguientes dentro de la segunda ventana de detección.

- 5 8. El método de la reivindicación 6 o 7, en donde el valor del retardo de umbral se calcula como un valor medio entre el primer retardo promedio y el segundo retardo promedio.
9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde si la diferencia entre el primer retardo promedio y el segundo retardo promedio está por debajo de un umbral dado, se interrumpe el ciclo de molienda.
- 10 10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el parámetro operativo es una potencia requerida para impulsar el miembro de molienda en rotación o un parámetro vinculado a dicha potencia.
11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el miembro giratorio de molienda gira mediante un motor eléctrico y en donde el parámetro de funcionamiento del molinillo es un parámetro eléctrico del motor eléctrico.
- 15 12. El método de la reivindicación 11, en donde el parámetro eléctrico es la corriente eléctrica absorbida por el motor eléctrico.
- 20 13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el parámetro de funcionamiento es el torque aplicado al miembro de rectificado o una función de dicho torque.
14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho material a moler son granos de café.
- 25 15. Un molinillo que comprende: un miembro giratorio de molienda; un motor que controla la rotación del miembro giratorio de molienda y una unidad de control, caracterizada porque la unidad de control está programada para realizar un método de operación del molinillo, el método que comprende los pasos de:
- 30 comenzando un primer ciclo de molienda que tiene una duración;
- alimentar el molinillo con una cantidad dada de material para ser molido y moler dicho material girando el miembro giratorio de molienda durante un período de molienda activa;
- 35 hacer girar de manera ociosa el miembro giratorio de molienda durante un período de rotación inactivo que sigue al período de molienda activa, para eliminar el material residual molido del molinillo, el período de molienda activa y el período de rotación inactivo que definen el ciclo de molienda;
- 40 estimar cuándo se ha molido la cantidad dada de material con base en un parámetro de operación del molinillo;
- adaptación de la duración para un ciclo de molienda posterior basado en una duración estimada del período de molienda activa del primer ciclo de molienda.



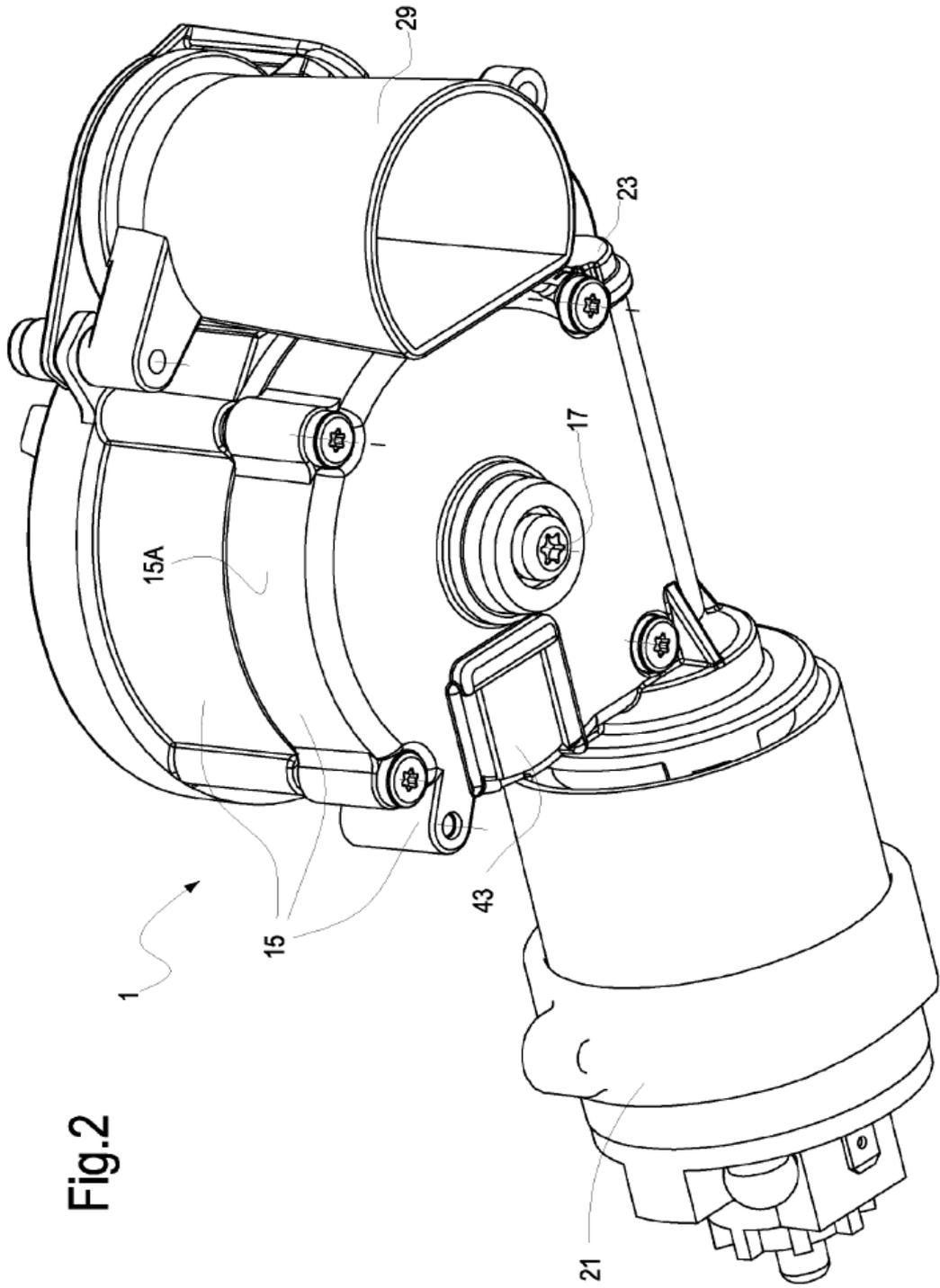
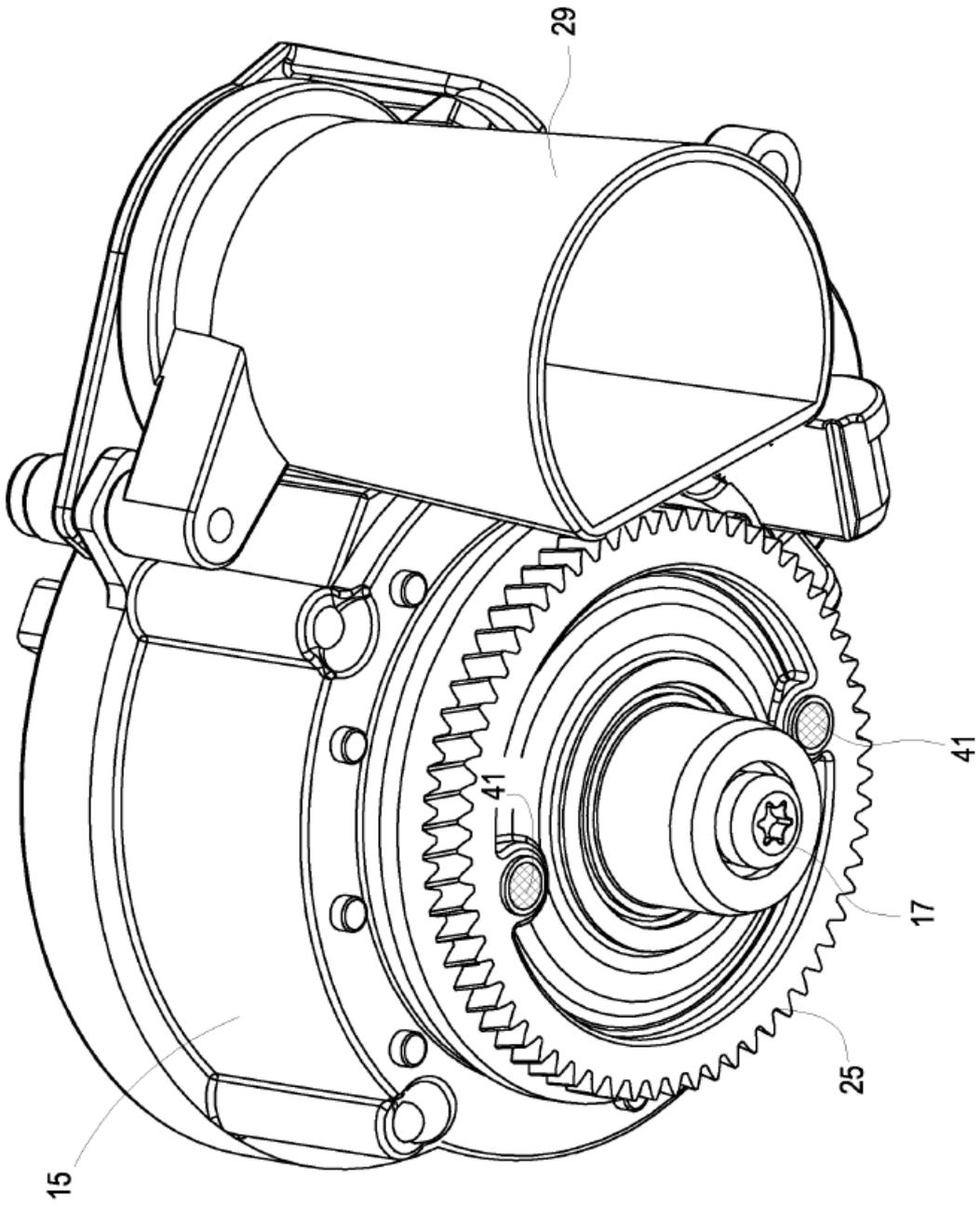


Fig.2

Fig.3



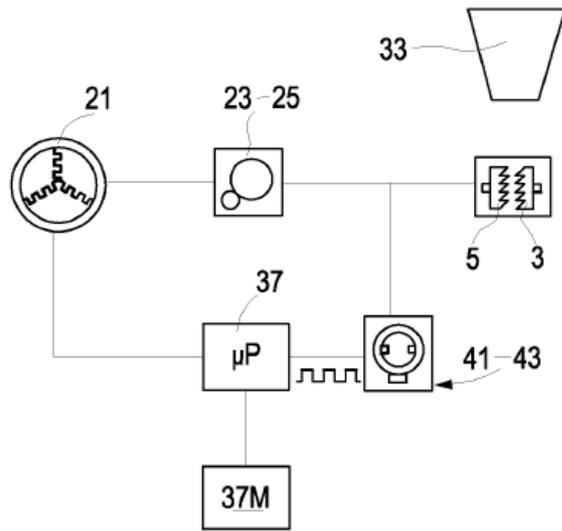


Fig.4

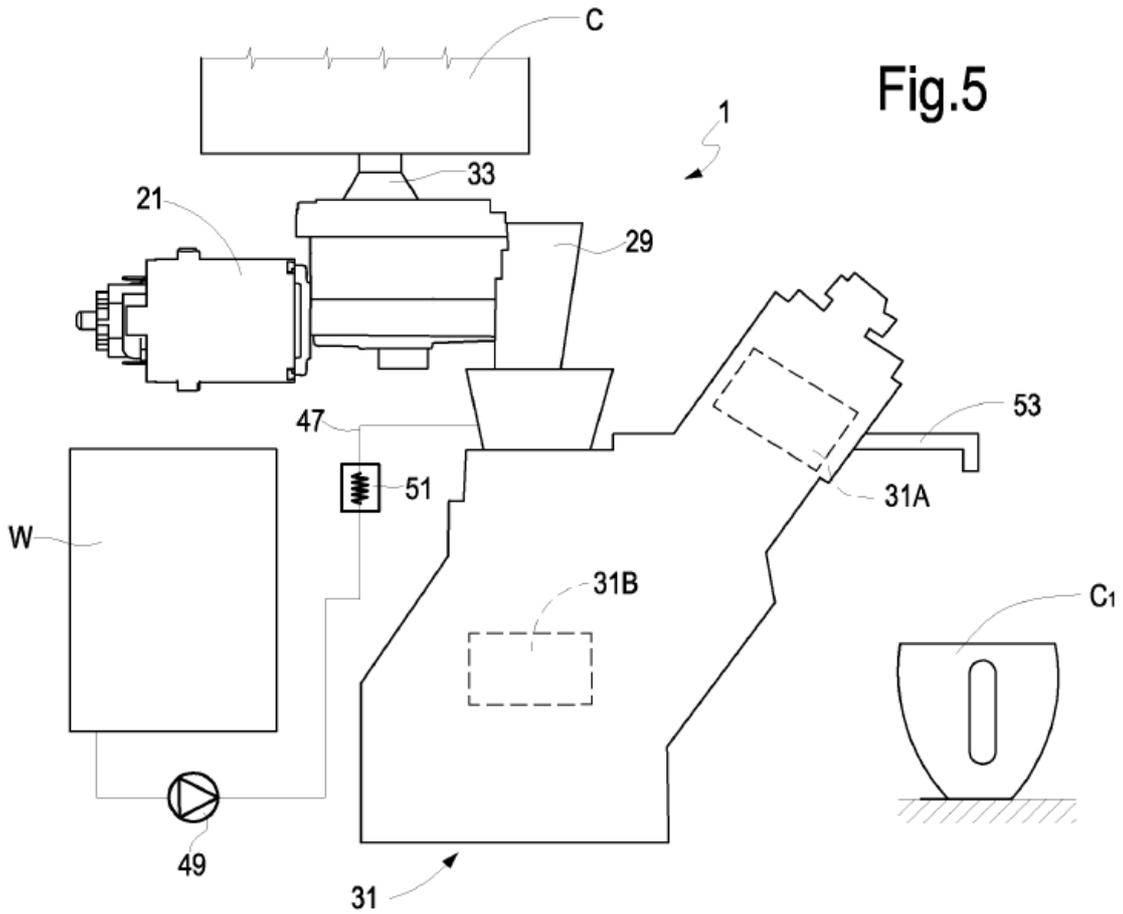
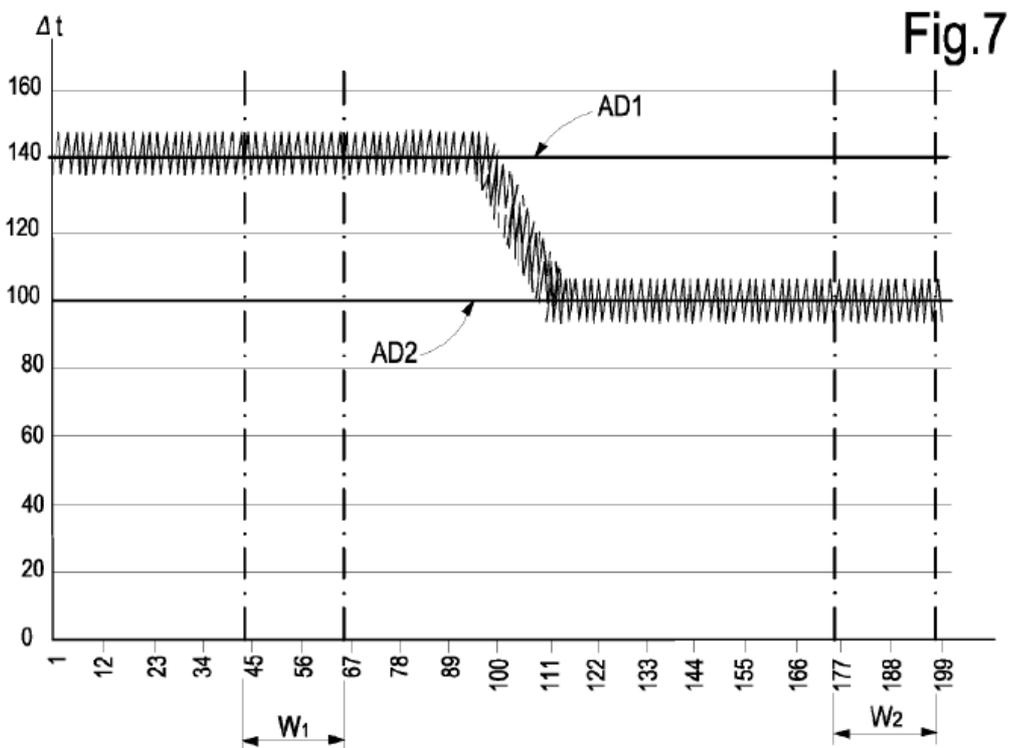
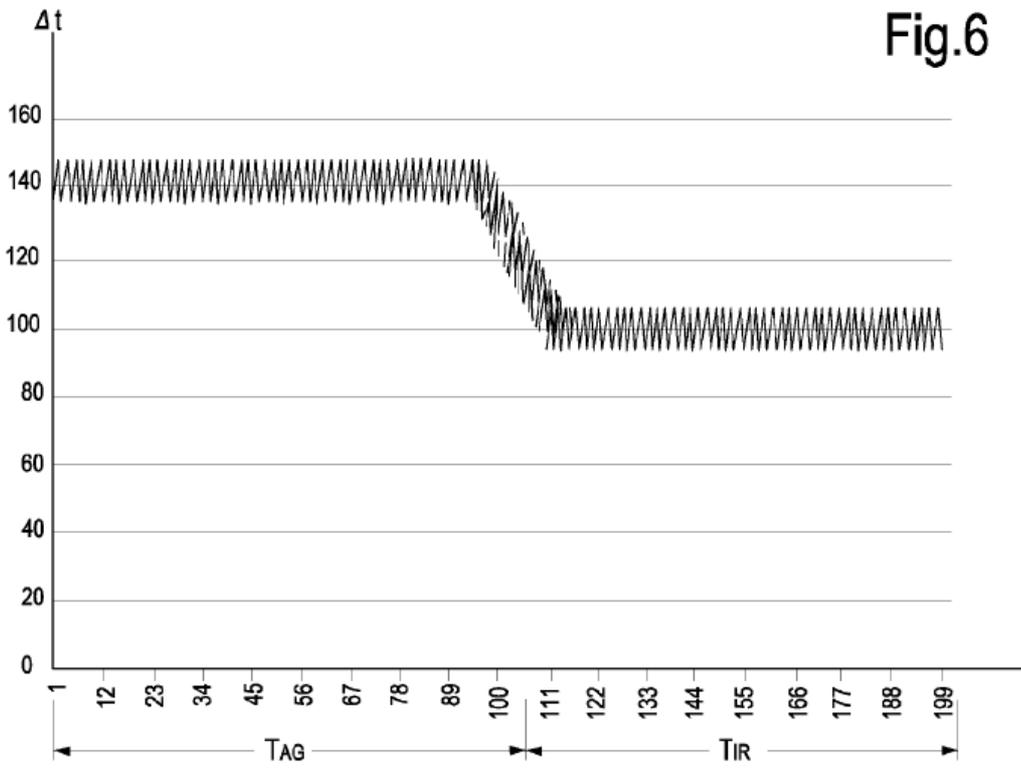


Fig.5



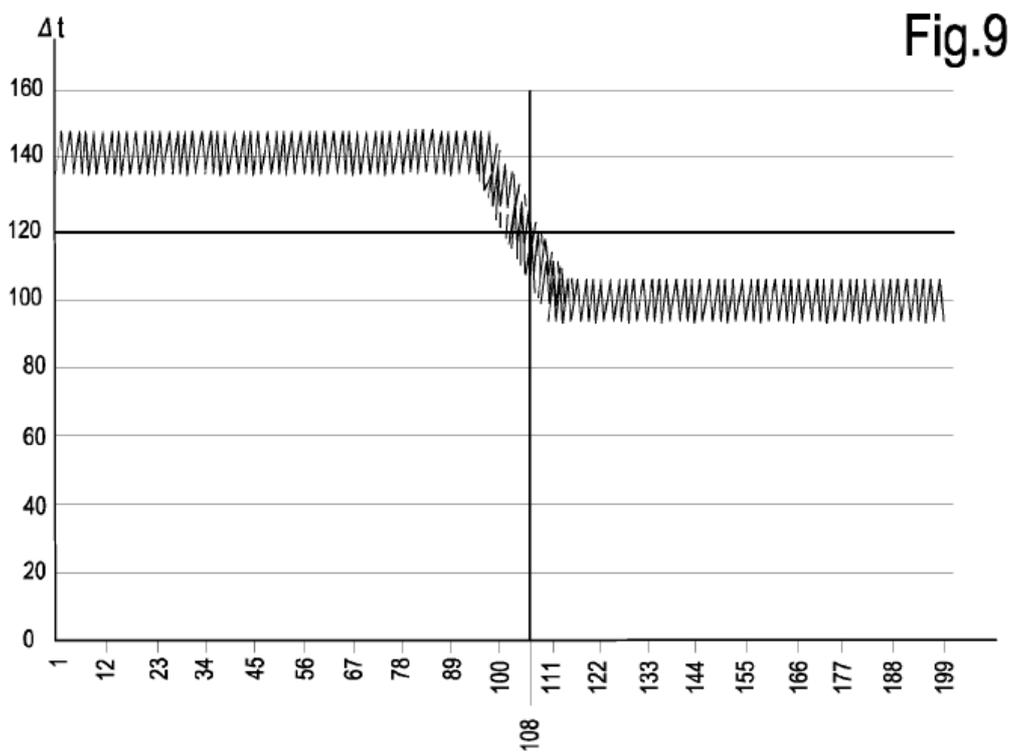
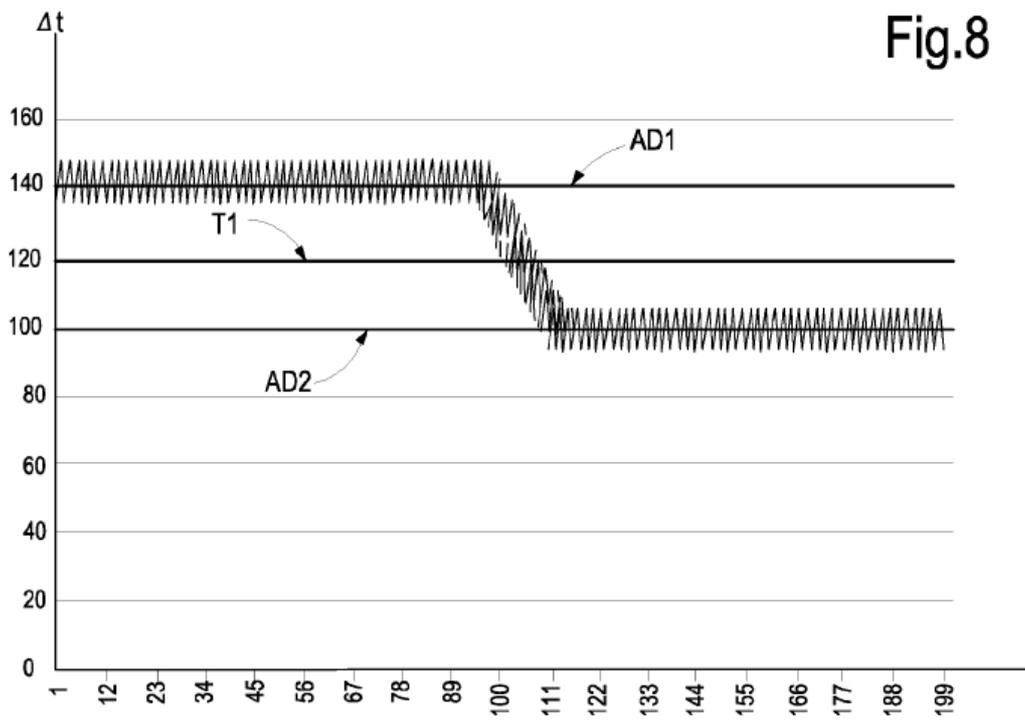


Fig.10

