

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 359**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/4093** (2006.01)

**B23B 1/00** (2006.01)

**B23Q 15/013** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2018 PCT/JP2018/028117**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2019 WO19026768**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2018 E 18841160 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2022 EP 3663877**

54 Título: **Dispositivo de control para máquina herramienta y máquina herramienta**

30 Prioridad:

**01.08.2017 JP 2017149111**

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

**09.12.2022**

73 Titular/es:

**CITIZEN WATCH CO., LTD. (50.0%)**  
**1-12, Tanashicho 6-chome Nishitokyo-shi**  
**Tokyo 188-8511, JP y**  
**CITIZEN MACHINERY CO., LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**NAKAYA, TAKAICHI y**  
**SHINOHARA, HIROSHI**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 930 359 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**

Dispositivo de control para máquina herramienta y máquina herramienta

5 **[Campo técnico]**

La presente invención se refiere a un dispositivo de control para una máquina herramienta y a una máquina herramienta.

10 **[Antecedentes de la técnica]**

Por ejemplo, La bibliografía de patentes 1 divulga una técnica de corte por vibración que incluye un medio de alimentación para alimentar una herramienta de corte y un material que giran entre sí, y la herramienta de corte oscila con respecto al material y las virutas se pueden segmentar al cortar el material combinando un movimiento de alimentación de avance en la dirección de mecanizado, en el que la herramienta de corte mecaniza el material, y un movimiento de regreso en la dirección de contramecanizado diferente a la dirección de mecanizado. El documento US2009/0107308 A1 divulga una herramienta de corte que superpone una oscilación en la dirección de alimentación en la trayectoria de la herramienta.

20 **[Lista de referencias]**

**[Bibliografía de patentes]**

[Bibliografía de patentes 1] Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 48-52083

25 **[Sumario de la invención]**

**[Problema técnico]**

30 En el corte por vibración descrito en la Bibliografía de patentes 1, cuando la herramienta de corte regresa en la dirección de contramecanizado en el movimiento recíproco de la herramienta de corte, existe el problema de que no es fácil realizar el corte con la vibración teniendo en cuenta el regreso de la herramienta de corte a una posición predeterminada que corresponde a una cantidad predeterminada de alimentación de la herramienta de corte.

35 La presente invención se ha realizado en vista de las circunstancias descritas anteriormente y un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de control para una máquina herramienta y una máquina herramienta capaz de realizar fácilmente un corte por vibración de acuerdo con la cantidad de alimentación.

40 **[Solución al problema]**

En primer lugar, la presente invención se caracteriza por un dispositivo de control de acuerdo con la reivindicación 1.

45 En segundo lugar, se caracteriza por el hecho de que el medio de ajuste de movimiento de regreso ajusta una señal similar a un pulso compuesta por una orden para mover una herramienta de corte en la dirección de mecanizado y una orden para el movimiento de regreso, y el medio de ajuste de alimentación de avance hace que la herramienta de corte alcance el punto de cambio mediante un movimiento combinado del movimiento en la dirección de mecanizado en función del medio de ajuste de movimiento de regreso y el movimiento de alimentación de avance.

50 En tercer lugar, se caracteriza por el hecho de que el número de vibraciones es una o más.

En cuarto lugar, se caracteriza por el hecho de que el número de vibraciones es inferior a una.

55 En quinto lugar, se caracteriza por el hecho de que la máquina herramienta comprende uno cualquiera de los dispositivos de control descritos anteriormente para una máquina herramienta.

**[Efectos ventajosos de la invención]**

La presente invención puede obtener los siguientes efectos.

60 (1) La herramienta de corte se puede alimentar con la vibración combinando el movimiento de alimentación de avance y el movimiento de regreso. En particular, mediante el medio de cálculo de posición de regreso, el medio de ajuste de alimentación de avance, así como el medio de ajuste de movimiento de regreso, la vibración de la herramienta de corte se puede ajustar automáticamente de acuerdo con la cantidad predeterminada de alimentación. Por tanto, es posible realizar fácilmente un corte con la vibración de acuerdo con la cantidad de alimentación.

65 (2) La orden para el movimiento de regreso se puede emitir como señal similar a un pulso.

(3) La señal similar a un pulso se puede utilizar como orden tanto para el movimiento en la dirección de mecanizado como para el movimiento de regreso.

5 (4) Se puede realizar un corte por vibración en el que la herramienta de corte o el material vibra una o más veces durante un giro del material o de la herramienta de corte.

(5) Se puede realizar un corte por vibración en el que el material o la herramienta de corte gira una o más veces durante una vibración de la herramienta de corte o del material.

10 (6) Se puede proporcionar una máquina herramienta capaz de realizar fácilmente un corte con la vibración de acuerdo con la cantidad de alimentación.

**[Breve descripción de los dibujos]**

15 La figura 1 es un diagrama esquemático de una máquina herramienta de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo de control.

20 La figura 3 es un diagrama que ilustra el movimiento recíproco y la posición de una herramienta de corte.

La figura 4 es un diagrama que ilustra la ruta del filo de corte del  $n^{\text{ésimo}}$  giro, el  $n+1^{\text{er}}$  giro y el  $n+2^{\text{o}}$  giro de un husillo.

25 La figura 5 es un diagrama que ilustra la forma de onda de vibración del primer ejemplo.

La figura 6A es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del primer ejemplo.

30 La figura 6B es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del primer ejemplo.

La figura 6C es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del primer ejemplo.

La figura 6D es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del primer ejemplo.

35 La figura 7A es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del primer ejemplo.

La figura 7B es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del primer ejemplo.

40 La figura 8 es un diagrama que ilustra la forma de onda de vibración del segundo ejemplo.

La figura 9A es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del segundo ejemplo.

La figura 9B es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del segundo ejemplo.

45 La figura 9C es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del segundo ejemplo.

La figura 9D es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del segundo ejemplo.

50 La figura 10A es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del segundo ejemplo.

La figura 10B es un diagrama que ilustra la generación de la forma de onda de vibración del segundo ejemplo.

La figura 11A es un diagrama que ilustra la forma de onda de vibración del tercer ejemplo.

55 La figura 11B es un diagrama que ilustra la forma de onda de vibración del tercer ejemplo.

La figura 11C es un diagrama que ilustra la forma de onda de vibración del tercer ejemplo.

**[Descripción de las realizaciones]**

60 A continuación en el presente documento, se describirá un dispositivo de control para una máquina herramienta y una máquina herramienta de acuerdo con la presente invención haciendo referencia a los dibujos. Como se muestra en la figura 1, una máquina herramienta 100 incluye un husillo 110, una herramienta de corte 130, tal como un vástago de herramienta para mecanizar una pieza de trabajo W, y un dispositivo de control 180.

65 Se proporciona un mandril 120 en el extremo del husillo 110 y la pieza de trabajo W es sujeta por el husillo 110 a

través del mandril 120. El husillo 110 está soportado de manera giratoria por un cabezal de husillo 110A y accionado de manera giratoria por la potencia de un motor de husillo (por ejemplo, un motor incorporado) proporcionado entre el cabezal de husillo 110A y el husillo 110, por ejemplo. El cabezal de husillo 110A está instalado en un mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z 160.

5 El mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z 160 incluye una base 161 integral con el lecho y un riel de guía en la dirección del eje Z 162 que soporta de manera deslizable una mesa de alimentación en la dirección del eje Z 163. Cuando la mesa de alimentación en la dirección del eje Z 163 se mueve mediante el accionamiento de un servomotor lineal 165 a lo largo de la dirección del eje Z ilustrada que coincide con la dirección del eje de giro de la  
10 pieza de trabajo W, el cabezal de husillo 110A se mueve en la dirección del eje Z. El servomotor lineal 165 tiene un elemento motriz 165a y un estátor 165b. El elemento motriz 165a se proporciona en la mesa de alimentación en la dirección del eje Z 163 y el estátor 165b se proporciona en la base 161.

15 La herramienta de corte 130 está montada en un portaherramientas 130A y el portaherramientas 130A está instalado en un mecanismo de alimentación en la dirección del eje X 150.

20 El mecanismo de alimentación en la dirección del eje X 150 incluye una base 151 integral con el lecho y un riel de guía en la dirección del eje X 152 que soporta de manera deslizable una mesa de alimentación en la dirección del eje X 153. Cuando la mesa de alimentación en la dirección del eje X 153 se mueve a lo largo de la dirección del eje X ortogonal a la dirección del eje Z mostrada en las figuras mediante el accionamiento de un servomotor lineal 155, el portaherramientas 130A se mueve en la dirección del eje X. El servomotor lineal 155 tiene un elemento motriz 155a y un estátor 155b. El elemento motriz 155a se proporciona en la mesa de alimentación en la dirección del eje X 153 y el estátor 155b se proporciona en la base 151.

25 Se puede proporcionar un mecanismo de alimentación en la dirección del eje Y en la máquina herramienta 100. La dirección del eje Y es una dirección ortogonal a la dirección del eje Z y la dirección del eje X que se muestran en las figuras. El mecanismo de alimentación en la dirección del eje Y puede tener la misma estructura que el mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z 160 o el mecanismo de alimentación en la dirección del eje X 150. Como se  
30 conoce convencionalmente, la herramienta de corte 130 se puede mover en la dirección del eje Y, además de la dirección del eje X, mediante una combinación del mecanismo de alimentación en la dirección del eje X 150 y el mecanismo de alimentación en la dirección del eje Y.

35 Si bien el mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z 160, el mecanismo de alimentación en la dirección del eje X 150 y el mecanismo de alimentación en la dirección del eje Y se han descrito con ejemplos que utilizan un servomotor lineal, se puede utilizar un tornillo esférico y un servomotor conocidos.

El giro del husillo 110, el movimiento del mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z 160 y similares se controlan mediante el dispositivo de control 180.

40 Como se muestra en la figura 2, el dispositivo de control 180 incluye una sección de control 181, una sección de ajuste de valores numéricos 182 y una sección de almacenamiento 183, que están conectadas a través de un bus.

45 La sección de control 181 está compuesta por una CPU o similares, carga diversos programas y datos almacenados en, por ejemplo, una ROM de la sección de almacenamiento 183 en una RAM, y ejecuta el programa. De este modo, el funcionamiento de la máquina herramienta 100 se puede controlar sobre la base del programa.

50 La sección de control 181 tiene una sección de control de motor 190 que es capaz de controlar el giro del husillo 110 y la alimentación del mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z 160 y controla el funcionamiento de cada motor.

55 En el ejemplo de la figura 1, el dispositivo de control 180 acciona el motor de husillo para girar la pieza de trabajo W con respecto a la herramienta de corte 130, acciona el mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z 160 para mover la pieza de trabajo W con respecto a la herramienta de corte 130 en la dirección del eje Z, y acciona el mecanismo de alimentación en la dirección del eje X 150 para mover la herramienta de corte 130 con respecto a la  
60 pieza de trabajo W en la dirección del eje Z. La herramienta de corte 130 se mueve con respecto a la pieza de trabajo W mediante el movimiento relativo entre la herramienta de corte 130 y la pieza de trabajo W, y la herramienta de corte 130 se alimenta con respecto a la pieza de trabajo W en una dirección de alimentación predeterminada de modo que la pieza de trabajo W se pueda mecanizar mediante la herramienta de corte 130.

65 Como se muestra en la figura 3, el dispositivo de control 180 mueve la herramienta de corte 130 con respecto a la pieza de trabajo W a lo largo de la dirección de alimentación una cantidad predeterminada del movimiento de avance hacia la dirección de mecanizado, que es la dirección de avance de la alimentación de mecanizado, (este movimiento se denomina "movimiento de avance") y, entonces, el mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z 160 o el mecanismo de alimentación en la dirección del eje X 150 es accionado para mover (regresar) la  
herramienta de corte 130 una cantidad predeterminada de movimiento de regreso hacia la dirección de conrtramecanizado, que es la dirección opuesta a la dirección de mecanizado. La sección de control 181 mueve el

mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z 160 o el mecanismo de alimentación en la dirección del eje X 150 para mover el cabezal de husillo 110A o el portaherramientas 130A de modo que la herramienta de corte 130 oscile y vibre. Entonces, la pieza de trabajo W se puede alimentar mediante una diferencia (una cantidad de progresión) entre la cantidad del movimiento de avance y la cantidad del movimiento de regreso. Cuando la periferia exterior de la pieza de trabajo W es cortada por la herramienta de corte 130, la superficie circunferencial de la pieza de trabajo W se mecaniza en una forma de onda de acuerdo con la fase del husillo 110.

La cantidad total de movimiento progresivo mientras la fase del husillo cambia de 0 grados a 360 grados, que es un giro de la pieza de trabajo W, es la cantidad de alimentación F de la herramienta de corte. El número de movimientos recíprocos de la herramienta de corte 130 en un giro de la pieza de trabajo W es D. La figura 4 muestra un ejemplo en el que el número de vibraciones D es 1,5 (veces/r). Una línea virtual (línea discontinua) que pasa a través del valle de la forma de onda similar a una onda es una línea recta de alimentación que indica la cantidad de alimentación, y una posición donde la fase del husillo es de 360 grados en la línea recta de alimentación corresponde a la cantidad de alimentación F por un giro de la pieza de trabajo W.

Dado que el número de vibraciones D es diferente de un número entero, la ruta del filo de corte de la herramienta de corte 130 en el  $n^{\text{ésimo}}$  giro del husillo 110 (o pieza de trabajo W) (indicada mediante una línea continua en la figura 4) y la ruta del filo de corte en el  $n+1^{\text{er}}$  giro (indicada mediante una línea discontinua en la figura 4) se desplazan en la dirección de la fase del husillo (dirección del eje horizontal del gráfico de la figura 4), y las rutas del filo de corte de la herramienta de corte 130 se superponen mientras cortan la pieza de trabajo W.

En el período de superposición de las rutas del filo de corte en el que la ruta del filo de corte del  $n+1^{\text{er}}$  giro está incluido en la ruta del filo de corte del  $n^{\text{ésimo}}$  giro, las porciones a mecanizar en la pieza de trabajo W ya han sido mecanizadas por el mecanizado del  $n^{\text{ésimo}}$  giro. Por lo tanto, la herramienta de corte 130 y la pieza de trabajo W no entran contacto en la dirección de alimentación. Por tanto, existe un período de corte por aire en el que la herramienta de corte 130 sustancialmente no mecaniza la pieza de trabajo W y las virutas generadas en la pieza de trabajo W se dividen en virutas segmentadas. La herramienta de corte 130 mecaniza la pieza de trabajo W mientras vibra al oscilar con respecto a la pieza de trabajo W. Este corte por vibración hace posible mecanizar la pieza de trabajo suavemente con virutas segmentadas.

En el ejemplo de la figura 4, la  $n^{\text{ésima}}$  ruta del filo de corte y la  $n+1^{\text{a}}$  ruta del filo de corte se invierten 180 grados. El período de corte por aire se puede obtener si la  $n^{\text{ésima}}$  ruta del filo de corte y la  $n+1^{\text{a}}$  ruta del filo de corte no coinciden (no están en la misma fase), y únicamente se necesita que la  $n^{\text{ésima}}$  ruta del filo de corte y la  $n+1^{\text{a}}$  ruta del filo de corte se desplacen en la dirección de fase del husillo.

Sin embargo, si la cantidad de alimentación F aumenta mientras se mantiene constante la amplitud, disminuye el período en el que la ruta del filo de corte del  $n+1^{\text{er}}$  giro se incluye en la ruta del filo de corte del  $n^{\text{ésimo}}$  giro. Si la ruta del filo de corte del  $n+1^{\text{er}}$  giro no alcanza la ruta del filo de corte del  $n^{\text{ésimo}}$  giro, no se obtendrá el período de corte por aire.

El período en el que la ruta del filo de corte del  $n+1^{\text{er}}$  giro está incluida en la ruta del filo de corte del  $n^{\text{ésimo}}$  giro cambia de conformidad con la cantidad de alimentación F y la amplitud de la forma de onda de vibración. Por lo tanto, la sección de control 181 está configurada para ajustar la amplitud de la forma de onda de vibración en proporción con la cantidad de alimentación F de modo que se produzca el período de corte por aire. Para realizar el corte, el número de giros del husillo y la cantidad de alimentación F se especifican de antemano, por ejemplo, especificándolos en un programa de mecanizado. Una proporción de amplitud con respecto a la cantidad de alimentación F se define como una proporción de alimentación de amplitud Q. La sección de control 181 está configurada para ajustar la amplitud en  $Q \cdot F$ , que es una multiplicación de la cantidad de alimentación F y la proporción de alimentación de amplitud Q. La proporción de alimentación de amplitud Q se puede especificar como un valor después de Q (argumento Q), por ejemplo, en un programa de mecanizado. De manera similar, el número de vibraciones D también se puede especificar como un valor después de D (argumento D) en el programa de mecanizado.

La sección de control 181 tiene una sección de cálculo de posición de regreso 191, una sección de ajuste de alimentación de avance 192 y una sección de ajuste de movimiento de regreso 193 para mover la herramienta de corte 130 con respecto a la pieza de trabajo W con la vibración de la herramienta de corte 130. La sección de control 181 corresponde al medio de control de la presente invención y la sección de cálculo de posición de regreso 191, la sección de ajuste de alimentación de avance 192 y la sección de ajuste de movimiento de regreso 193 corresponden al medio de cálculo de posición de regreso, el medio de ajuste de alimentación de avance y el medio de ajuste de movimiento de regreso de la presente invención, respectivamente.

Cuando se especifica la cantidad de alimentación F, se determina una línea recta de alimentación como se muestra en la figura 5. A continuación en el presente documento, la línea recta de alimentación se denomina línea de alimentación sustancial G. En un caso donde el número de vibraciones D es 1,5 (veces/r), la línea de alimentación sustancial G se indica mediante una línea discontinua en el gráfico de la figura 5. En el gráfico, la fase del husillo 110 se ajusta como la dirección del eje horizontal y la posición de la herramienta de corte 130 en la dirección de

alimentación se ajusta como el eje vertical. La herramienta de corte 130 se alimenta con respecto a la pieza de trabajo W de modo que la herramienta de corte 130 alcance la línea de alimentación sustancial G en el momento en que se completa una vibración, conmuta del movimiento de regreso al movimiento de avance y vibra 1,5 veces durante un giro de la pieza de trabajo W, dicho de otro modo, vibra 3 veces durante dos giros de la pieza de trabajo W.

Sobre la base del número de vibraciones D y la cantidad de alimentación F, la sección de cálculo de posición de regreso 191 calcula una posición en la línea de alimentación sustancial G, en la que está ubicada la herramienta de corte 130 en el momento en que se completa una vibración, como posición de regreso.

La figura 5 muestra posiciones de regreso para tres vibraciones como puntos de cambio de dirección B1, B2 y B3, donde el movimiento conmuta del movimiento de regreso al movimiento de avance. La forma de onda de vibración en la figura 5 se expresa en base a una pieza de trabajo y una posición de regreso de la herramienta de corte 130 en el momento en que se completa una vibración se encuentra en una línea de alimentación sustancial G indicada mediante una línea discontinua en la figura 6A. La fase del husillo en la posición de regreso de la herramienta de corte 130 se obtiene multiplicando el ángulo de un giro de la pieza de trabajo W (360 grados) por el número inverso (2/3) del número de vibraciones D. Como se muestra en figura 6B, en la presente realización, el punto de cambio B1 se encuentra en una posición donde la fase del husillo es de 240 grados. Posteriormente, la posición de cada punto de cambio se encuentra en la línea de alimentación sustancial G y los intervalos entre los puntos de cambio se determinan multiplicando el ángulo de un giro de la pieza de trabajo W por el número inverso del número de vibraciones D. En la presente realización, el punto de cambio B2 en la línea de alimentación sustancial G se encuentra en una posición donde la fase del husillo es de 480 grados y el punto de cambio B3 se encuentra en una posición donde la fase del husillo es de 720 grados. La sección de cálculo de posición de regreso 191 puede calcular cada posición de regreso sobre la base de la cantidad de alimentación F y el número de vibraciones D como se ha descrito anteriormente.

Por otro lado, la amplitud se ajusta multiplicando la cantidad de alimentación F por la proporción de alimentación de amplitud Q. Por lo tanto, el punto de cambio de dirección A1, en el que el movimiento de avance conmuta al movimiento de regreso, se encuentra en una línea recta (línea de amplitud QF) que se obtiene compensando la línea de alimentación G real por la amplitud Q\*F. En el caso de la presente realización, la fase del husillo en el punto de cambio A1 es de 120 grados, que es una fase del husillo obtenida multiplicando 240 grados, que es la fase del husillo en el punto de cambio B1, por el número inverso (1/2) del numerador del número inverso (2/3) del número de vibraciones D. Como se muestra en la figura 6B, el punto de cambio A1 se ajusta a partir de la intersección de la línea de amplitud QF y la línea vertical que pasa a través de 120 grados de la fase del husillo. Posteriormente, la posición de cada punto de cambio A se encuentra en la línea de amplitud QF y un intervalo entre cada punto de cambio A se determina multiplicando el ángulo entre los puntos de cambio B contiguos por 1/2. Por ejemplo, en el caso de la presente realización, el punto de cambio A2 se encuentra en una posición intermedia (donde la fase del husillo es de 360 grados) de 240 grados, que es la fase del husillo del punto de cambio B1, 480 grados, que es la fase del husillo del punto de cambio B2, y el punto de cambio A3 se encuentra en una posición intermedia (donde la fase del husillo es de 600 grados) de 480 grados, que es la fase del husillo del punto de cambio B2, 720 grados, que es la fase del husillo del punto de cambio B3. Como se ha descrito anteriormente, el punto de cambio A1 se determina utilizando la cantidad de alimentación F, la proporción de alimentación de amplitud Q y el número de vibraciones D como parámetros (valores de ajuste de punto de cambio). La sección de ajuste de alimentación de avance 192 ajusta una línea recta que pasa a través de 0 grados de la fase del husillo y el punto de cambio A1 como movimiento de alimentación de avance, y la sección de control 181 emite una orden de alimentación de avance para mover el filo de corte a lo largo del movimiento de alimentación de avance.

La sección de ajuste de movimiento de regreso 193 está configurada para emitir una orden de movimiento para mover la herramienta de corte 130 en la dirección de contramecanizado como señal similar a un pulso P en un intervalo predeterminado. Como se muestra en la figura 6C, el punto de cambio de dirección B1 se encuentra en una posición donde la fase del husillo es de 240 grados. Por lo tanto, la señal similar a un pulso P tiene una forma de onda convexa en sentido descendente (indicada mediante una línea de cadena de dos puntos en la figura 6C) opuesta a la dirección de alimentación (dirección del eje vertical en el gráfico de la figura 6C) de modo que el filo de corte regrese del punto de cambio A1 al punto de cambio B1. La señal similar a un pulso P se ajusta como señal emitida como orden de movimiento para mover la herramienta de corte 130 en la dirección de contramecanizado.

En respuesta a la señal similar a un pulso P, un movimiento de regreso, en el que el filo de corte se mueve periódicamente en la dirección de contramecanizado, se realiza. La altura de la forma convexa de la señal similar a un pulso P se puede determinar de acuerdo con la distancia entre A1 y B1 observada en la dirección de alimentación. Al combinar el movimiento de alimentación de avance y el movimiento de regreso, la señal similar a un pulso P se ajusta de modo que el filo de corte realice un movimiento de regreso F" que conecta el punto de cambio A1 y el punto de cambio B1 como se muestra en la figura 6D. Y la sección de ajuste de movimiento de regreso 193 está configurada para incluir la señal similar a un pulso P.

La señal similar a un pulso de la orden de movimiento para mover la herramienta de corte 130 en la dirección de contramecanizado, que es una orden periódica similar a un pulso procedente de la sección de ajuste de movimiento

de regreso 193, tiene un período de modo que el movimiento de regreso F" se inicie desde cada punto de cambio A. En primer lugar, el filo de corte realiza el movimiento de regreso F" del punto de cambio A1 al punto de cambio B1 (una posición donde la fase del husillo es de 240 grados) en el momento en que la fase del husillo es de 120 grados mediante la orden de movimiento en la dirección de contramecanizado (la porción convexa en sentido descendente de la señal similar a un pulso).

Por otro lado, si no existe orden de movimiento en la dirección de contramecanizado procedente de la sección de ajuste de movimiento de regreso 193, el filo de corte sencillamente se mueve del punto de cambio B al punto de cambio A a lo largo del movimiento de alimentación de avance. Por lo tanto, como se muestra en la figura 7A, se realiza un movimiento de avance F' del punto de cambio B1 al punto de cambio A2 (posición donde la fase del husillo es de 360 grados).

Después, el movimiento en la dirección de contramecanizado se ordena en el momento en que la fase del husillo es de 360 grados y se realiza un movimiento de regreso F" que pasa a través del punto de cambio A2 y el punto de cambio B2 (posición donde la fase del husillo es 480 grados). Cuando el punto de cambio A1 y el punto de cambio B2 coinciden entre sí, se produce el corte por aire y la viruta se segmenta.

La operación anterior se repite y, como se muestra en la figura 7B, se realizan el movimiento de avance F' que pasa a través del punto de cambio B2 y el punto de cambio A3 (una posición donde la fase del husillo es de 600 grados) y el movimiento de regreso F" que pasa a través del punto de cambio A3 y el punto de cambio B3 (una posición donde la fase del husillo es de 720 grados). Cuando el punto de cambio A2 y el punto de cambio B3 coinciden entre sí, la viruta se segmenta.

Como se ha descrito anteriormente, la herramienta de corte 130 se puede alimentar con la vibración mencionada anteriormente combinando el movimiento de alimentación de avance y el movimiento de regreso. En particular, mediante la sección de cálculo de posición de regreso 191, la sección de ajuste de alimentación de avance 192 y la sección de ajuste de movimiento de regreso 193, la vibración de la herramienta de corte 130 se puede ajustar automáticamente de acuerdo con la cantidad predeterminada de alimentación F. Por tanto, es posible realizar fácilmente un corte con la vibración de acuerdo con la cantidad de alimentación F.

El número de vibraciones D se puede ajustar para que sea inferior a una. La figura 8 muestra un ejemplo en el que el número de vibraciones D es 0,5 (veces/r). Para realizar este corte, el número de giros del husillo y la cantidad de alimentación F también se especifican de antemano, por ejemplo, especificándolos en un programa de mecanizado.

Cuando se especifica la cantidad de alimentación F, como se muestra en la figura 8, se determina una línea de alimentación sustancial G (indicada mediante una línea discontinua en la figura 8). La herramienta de corte 130 alcanza la línea de alimentación sustancial G cuando se completa una vibración y conmuta del movimiento de regreso al movimiento de avance.

En el ejemplo del gráfico mostrado en la figura 8, la fase del husillo 110 se ajusta como la dirección del eje horizontal y la posición en la dirección de alimentación de la herramienta de corte 130 se ajusta como el eje vertical. En el ejemplo, la herramienta de corte 130 vibra una vez mientras el husillo 110 realiza múltiples giros (dos giros en el presente ejemplo). En la ruta de movimiento de la herramienta de corte 130, el movimiento de avance y el movimiento de regreso se realizan a la misma velocidad. La herramienta de corte 130 avanza con movimiento de avance en el primer giro del husillo 110, conmuta de movimiento de avance a movimiento de regreso en la posición de 180 grados en el último giro de los múltiples giros del husillo 110 (en el segundo giro del husillo 110 en el presente ejemplo) y se mueve de regreso hacia la línea de alimentación sustancial G. La cantidad de giro del husillo durante el movimiento de avance y de regreso de la herramienta de corte 130 es una cantidad de giro E del husillo por vibración de la herramienta de corte. Además, la cantidad de giro del husillo durante el movimiento de regreso de la herramienta de corte 130 es una cantidad de giro R del husillo en el movimiento de regreso (movimiento de regreso) de la herramienta de corte 130. En este punto, la cantidad de giro del husillo durante el movimiento de regreso de la herramienta de corte 130 es, dicho de otro modo, la cantidad de giro del husillo requerida desde el momento en que la herramienta de corte 130 conmuta del movimiento de avance al movimiento de regreso hasta el momento en que la herramienta de corte 130 alcanza la línea de alimentación sustancial G.

Como condición para la vibración, por ejemplo, en un programa de mecanizado, la cantidad de giro del husillo durante el movimiento de regreso se puede especificar mediante un valor después de R (argumento R) y la cantidad de giro del husillo por vibración de la herramienta de corte se puede especificar de antemano mediante un valor después de E (argumento E).

La cantidad de giro E del husillo por vibración de la herramienta de corte es el número inverso del número de vibraciones D y es 2,0 (r/veces) en el ejemplo de la figura 8. Sobre la base de la cantidad de giro E del husillo y la cantidad de alimentación F en el momento en que se completa una vibración, la sección de cálculo de posición de regreso 191 calcula una posición de la fase del husillo correspondiente a la cantidad de giro E del husillo en la línea de alimentación sustancial G como posición de regreso.

La figura 8 muestra las posiciones de regreso en dos vibraciones como puntos de cambio de dirección B1 y B2 en los que el movimiento de regreso cambia al movimiento de avance. La forma de onda de vibración en la figura 8 se expresa en base a una pieza de trabajo y la posición de regreso de la herramienta de corte 130 en el momento en que se completa una vibración es una posición de la fase del husillo en la línea de alimentación sustancial G (indicada mediante una línea discontinua en la figura 9A) obtenida multiplicando el ángulo de un giro del husillo (360 grados) por la cantidad de giro E del husillo. Como se muestra en la figura 9B, en la presente realización, el punto de cambio B1 se encuentra en una posición donde la fase del husillo es de 720 grados. Posteriormente, cada punto de cambio es una posición en la línea de alimentación sustancial G con un intervalo de un ángulo correspondiente a dos giros de la pieza de trabajo W y, en el caso de la presente realización, el punto de cambio B2 en la línea de alimentación sustancial G se encuentra en una posición donde la fase del husillo es de 1440 grados. Como se ha descrito anteriormente, la sección de cálculo de posición de regreso 191 puede calcular cada posición de regreso sobre la base de la cantidad de giro E del husillo y la cantidad de alimentación F en el momento en que se completa una vibración.

En la presente realización, la cantidad de giro R del husillo en el movimiento de regreso es de 0,5 (giro), por lo que se requiere un giro de 180 grados desde el inicio hasta el final del movimiento de regreso. Por lo tanto, como se muestra en la figura 9B, el punto de cambio de dirección A1, en el que el movimiento de avance conmuta al movimiento de regreso, es una fase del husillo (540 grados), que se obtiene restando el ángulo correspondiente a la cantidad de giro R del husillo de la fase del husillo en la posición de regreso (720 grados).

En la presente realización, dado que el movimiento de avance y el movimiento de regreso son a la misma velocidad, la sección de ajuste de alimentación de avance 192 ajusta una línea C de 540 grados de la fase del husillo como eje de simetría, ajusta un punto que es simétrico en línea con respecto al punto de cambio B1 como punto de simetría B1' y ajusta la línea recta que pasa a través de 0 grados de la fase del husillo y el punto de simetría B1' como movimiento de alimentación de avance. La sección de control 181 emite una orden de alimentación de avance para mover el filo de corte a lo largo del movimiento de alimentación de avance.

Como se muestra en la figura 9B, el punto de cambio A1 se encuentra en una posición donde la fase del husillo es de 540 grados en una línea recta que pasa a través de 0 grados de la fase del husillo y el punto de simetría B1'. Dicho de otro modo, el punto de cambio A1 se determina utilizando la cantidad de alimentación F, la cantidad de giro R del husillo en el movimiento de regreso y la cantidad de giro E del husillo en el momento en que se completa una vibración como parámetros (valores de ajuste de punto de cambio). La sección de ajuste de alimentación de avance 192 ajusta el movimiento de avance sobre la base de los valores de ajuste de punto de cambio.

Posteriormente, cada punto de cambio A se encuentra en la posición de cada fase del husillo, que es de acuerdo con la cantidad de giro E del husillo en el momento en que se completa una vibración. Por tanto, cada punto de simetría B' es un punto que es simétrico en línea con respecto a cada punto de cambio B, siendo el eje de simetría la línea de la fase del husillo de cada punto de cambio A correspondiente a cada punto de cambio B. En el caso de la presente realización, por ejemplo, el punto de simetría B2' se encuentra en una posición 360 grados antes de 1440 grados de la fase del husillo del punto de cambio B2. Por tanto, el punto de simetría B2' es una posición donde la fase del husillo es de 1080 grados. Y, por ejemplo, el punto de cambio A2 se encuentra en una posición 180 grados antes de 1440 grados de la fase del husillo del punto de cambio B2. Por tanto, el punto de cambio A2 es una posición donde la fase del husillo es de 1260 grados.

Como se muestra en la figura 9C, el punto de cambio de dirección B1 se encuentra en una posición donde la fase del husillo es de 720 grados. La señal similar a un pulso P es una orden periódica en forma de pulso emitida desde la sección de ajuste de movimiento de regreso 193 y es una orden de movimiento para mover el filo de corte en la dirección de contramecanizado. La señal similar a un pulso P tiene una forma de onda convexa en sentido descendente (indicada mediante una línea de cadena de dos puntos en la figura 9C) opuesta a la dirección de alimentación (dirección del eje vertical en el gráfico de la figura 9C) de modo que el filo de corte regrese del punto de cambio A1 al punto de cambio B1. La señal similar a un pulso P se ajusta como señal emitida como orden de movimiento para mover el filo de corte en la dirección de contramecanizado. La altura de la forma convexa de la señal similar a un pulso P se puede determinar de acuerdo con la distancia entre A1 y B1 observada en la dirección de alimentación.

Al combinar el movimiento de alimentación de avance y el movimiento de regreso, la señal similar a un pulso P se ajusta de modo que el filo de corte realice un movimiento de regreso F" que conecta el punto de cambio A1 y el punto de cambio B1 como se muestra en la figura 9D. Y la sección de ajuste de movimiento de regreso 193 está configurada para incluir la señal similar a un pulso P.

La señal similar a un pulso tiene un período de modo que el movimiento de regreso F" se inicie desde cada punto de cambio A. El filo de corte realiza el movimiento de regreso F" del punto de cambio A1 al punto de cambio B1 (una posición donde la fase del husillo es de 720 grados) en el momento en que la fase del husillo es de 540 grados mediante la orden de movimiento en la dirección de contramecanizado (la porción convexa en sentido descendente de la señal similar a un pulso). Si el movimiento de regreso F" interseca el movimiento de avance F' en el punto de cambio B1, las virutas se segmentan.

Por otro lado, si no existe orden de movimiento en la dirección de contramecanizado procedente de la sección de ajuste de movimiento de regreso 193, el filo de corte sencillamente se mueve del punto de cambio B al punto de cambio A a lo largo del movimiento de alimentación de avance. Por lo tanto, como se muestra en la figura 10A, se realiza un movimiento de avance F' punto de cambio B1 al punto de cambio A2 (posición donde la fase del husillo es de 1260 grados).

Después, el movimiento en la dirección de contramecanizado se ordena en el momento en que la fase del husillo es de 1260 grados y, como se muestra en la figura 10B, se realiza un movimiento de regreso F'' que pasa a través del punto de cambio A2 y el punto de cambio B2 (posición donde la fase del husillo es de 1440 grados). Si el movimiento de regreso F'' interseca el movimiento de avance F' en el punto de cambio B2, la viruta se segmenta.

Como se ha descrito anteriormente, la herramienta de corte 130 se puede alimentar con la vibración mencionada anteriormente combinando el movimiento de alimentación de avance y el movimiento de regreso. En particular, mediante la sección de cálculo de posición de regreso 191, la sección de ajuste de alimentación de avance 192 y la sección de ajuste de movimiento de regreso 193, la vibración de la herramienta de corte 130 se puede ajustar automáticamente de acuerdo con la cantidad predeterminada de alimentación F. Por tanto, es posible realizar fácilmente un corte con la vibración de acuerdo con la cantidad de alimentación F.

En el primer y el segundo ejemplos descritos anteriormente, el husillo 110 gira y se alimenta en la dirección del eje Z. Sin embargo, la presente invención no se limita a estos ejemplos. También se puede obtener el mismo efecto, por ejemplo, en los casos donde el husillo 110 gira y la herramienta de corte 130 se alimenta en la dirección del eje Z, la herramienta de corte 130 gira y el husillo 110 se alimenta en la dirección del eje Z, el husillo 110 está fijo y la herramienta de corte 130 gira y se alimenta en la dirección del eje Z y similares. El mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z corresponde al medio de alimentación de la presente invención. Adicionalmente, la cantidad de giro E del husillo por vibración de la herramienta de corte en el segundo ejemplo se puede ajustar no solo en un número entero de giros, tal como dos giros y tres giros, sino también en un número correspondiente a un ángulo de giro que supere a un giro (360 grados).

La señal similar a un pulso P de la sección de ajuste de movimiento de regreso 193 puede ser una señal o similares que repite una orden para mover la herramienta de corte 130 a la fase del husillo del punto de cambio A en la dirección de mecanizado y una orden para mover la herramienta de corte 130 de la fase del husillo del punto de cambio A en la dirección de contramecanizado. En este caso, la sección de ajuste de alimentación de avance 192 puede ajustar el movimiento de alimentación de avance de modo que el movimiento de alimentación de avance sea una combinación de un movimiento del filo de corte en la dirección de mecanizado en función de la señal similar a un pulso P (el movimiento en la dirección de mecanizado mediante la orden para mover la herramienta de corte a la fase del husillo del punto de cambio A en la dirección de mecanizado) y un movimiento en la dirección de mecanizado mediante una orden de alimentación de avance predeterminada. La orden de alimentación de avance predeterminada puede ser, por ejemplo, una orden de alimentación de avance para mover el filo de corte hacia la línea de alimentación sustancial G.

Particularmente, la figura 11A muestra un ejemplo donde el número de vibraciones D es 0,5 (veces/r). Cuando se especifica la cantidad de alimentación F, una línea de alimentación sustancial G (indicada mediante una línea discontinua en la figura, que corresponde a la línea de alimentación de la herramienta de corte de la presente invención) se determina. Además, sobre la base de la cantidad de giro E del husillo por vibración de la herramienta de corte y la cantidad de alimentación F, se calcula la posición de regreso (punto de cambio B1) en la línea de alimentación sustancial G.

En un caso donde la cantidad de giro R del husillo en el movimiento de regreso (movimiento de regreso) de la herramienta de corte 130 es de 0,5 (giro), el punto de cambio de dirección A1 en el que el movimiento de avance conmuta al movimiento de regreso se encuentra en 540 grados de la fase del husillo. La línea C de 540 grados de la fase del husillo se ajusta como el eje de simetría y un punto simétrico B1', que es simétrico en línea con respecto al punto de cambio B1, se ajusta. Entonces, la línea recta que pasa a través de 0 grados de la fase del husillo y el punto simétrico B1' se ajusta como movimiento de alimentación de avance.

Si la orden de alimentación de avance predeterminada es una orden de alimentación de avance para mover el filo de corte hacia la línea de alimentación sustancial G, existe una diferencia de posición C' entre la línea de alimentación sustancial G y el punto de cambio A1 en una posición donde la fase del husillo es de 540 grados como se muestra en la figura 11B. La señal similar a un pulso P se ajusta para que tenga una forma de onda convexa en sentido ascendente (indicada mediante una línea de cadena de dos puntos en la figura 11C) que se dirige en sentido de avance en la dirección de alimentación (dirección del eje vertical del gráfico de la figura 11B) a fin de regresar el filo de corte a la línea de alimentación sustancial G después de obtener la diferencia de posición C'.

La sección de ajuste de alimentación de avance 192 ajusta el movimiento de alimentación de avance (indicado mediante F') combinando el movimiento en la dirección de mecanizado mediante una orden de la señal similar a un pulso P, que es para mover el filo de corte en la dirección de mecanizado a 540 grados de la fase del husillo en el

punto de cambio A1, y el movimiento en la dirección de mecanizado determinado mediante la cantidad de alimentación F (línea de alimentación sustancial G).

5 La señal similar a un pulso P tiene un período de modo que una línea recta que pasa a través de 0 grados de la fase del husillo y el punto de simetría B1' comience desde 0 grados de la fase del husillo. El filo de corte realiza el movimiento de avance F' de 0 grados de la fase del husillo al punto de cambio A1 en el momento en que la fase del husillo es de 0 grados, e inicia el movimiento de regreso F'' del punto de cambio A1 en el movimiento de avance F' en el momento en que la fase del husillo es de 540 grados. Posteriormente, la orden para mover el filo de corte en la dirección de mecanizado de la fase del husillo del punto de cambio B a la fase del husillo del punto de cambio A y la  
10 orden para mover el filo de corte en la dirección de contramecanizado de la fase del husillo del punto de cambio A a la fase del husillo del punto de cambio B se repiten mediante la señal similar a un pulso P.

15 Siempre que el movimiento en la dirección de mecanizado mediante la orden de la señal similar a un pulso P para mover el filo de corte en la dirección de mecanizado y el movimiento en la dirección de mecanizado mediante la orden de alimentación de avance se combinen en el movimiento de alimentación de avance, estos movimientos pueden ser arbitrarios. Al ajustar la orden de alimentación de avance como orden de alimentación de avance para mover el filo de corte hacia la línea de alimentación sustancial G, puesto que la línea de alimentación sustancial G es la misma que una línea determinada mediante la cantidad de alimentación F en un corte general sin la vibración mencionada anteriormente (corte convencional), el movimiento de avance P se puede obtener agregando la señal  
20 similar a un pulso P al corte convencional.

25 En el tercer ejemplo, un ejemplo donde el punto de cambio A1 se determina a partir de la cantidad de alimentación F, la cantidad de giro R del husillo en el movimiento de regreso y la cantidad de giro E del husillo en el momento en que se completa una vibración se describe. Sin embargo, la señal similar a un pulso P también se puede aplicar, por supuesto, a un caso donde el punto de cambio A1 se determina a partir de la cantidad de alimentación F, la proporción de alimentación de amplitud Q y el número de vibraciones D.

**[Lista de signos de referencia]**

- 100 máquina herramienta
- 110 husillo
- 110A cabezal de husillo
- 120 mandril
- 130 herramienta de corte
- 130A portaherramientas
- 150 mecanismo de alimentación en la dirección del eje X
- 151 base
- 152 riel de guía en la dirección del eje X
- 153 mesa de alimentación en la dirección del eje X
- 155 servomotor lineal
- 155a elemento motriz
- 155b estátor
- 160 mecanismo de alimentación en la dirección del eje Z
- 161 base
- 162 riel de guía en la dirección del eje Z
- 163 mesa de alimentación en la dirección del eje Z
- 165 servomotor lineal
- 165a elemento motriz
- 165b estátor
- 180 dispositivo de control
- 181 sección de control
- 182 sección de ajuste de valores numéricos
- 183 sección de almacenamiento
- 190 sección de control de motor
- 191 sección de cálculo de posición de regreso
- 192 sección de ajuste de alimentación de avance
- 193 sección de ajuste de movimiento de regreso

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de control (180) para una máquina herramienta (100) que comprende un medio de alimentación para alimentar una herramienta de corte (130) y un material que giran entre sí, en donde al menos uno de la herramienta de corte (130) y el material gira con respecto al otro, y un medio de control para controlar el giro y el funcionamiento del medio de alimentación, realizando el medio de control un control de tal manera que el corte se realiza con la vibración de la herramienta de corte (130) con respecto al material combinando un movimiento de alimentación de avance en la dirección de mecanizado, en el que la herramienta de corte (130) mecaniza el material, y un movimiento de regreso en la dirección de contramecanizado diferente a la dirección de mecanizado, en donde el dispositivo de control (180) incluye:
- un medio de cálculo de posición de regreso para calcular una posición de regreso de la herramienta de corte (130) en un momento en que se completa una vibración (D) sobre la base del número de vibraciones (D) y una cantidad de alimentación que están predeterminados para un giro de la herramienta de corte o del material,
  - un medio de ajuste de alimentación de avance para ajustar el movimiento de alimentación de avance sobre la base de uno o más valores de ajuste de punto de cambio que determinan un punto de cambio de la dirección de mecanizado a la dirección de contramecanizado, y que hace que la herramienta de corte (130) alcance el punto de cambio determinado, y caracterizado por que el dispositivo de control incluye:
  - un medio de ajuste de movimiento de regreso para ajustar una señal similar a un pulso que se emite a un intervalo predeterminado como orden para mover la herramienta de corte (130) en la dirección de contramecanizado de modo que la herramienta de corte (130) alcance la posición de regreso calculada en un momento en que se completa una vibración (D).
2. El dispositivo de control (180) para una máquina herramienta (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el medio de ajuste de movimiento de regreso ajusta una señal similar a un pulso compuesta por una orden para mover una herramienta de corte (130) en la dirección de mecanizado y una orden para mover la herramienta de corte (130) en la dirección de contramecanizado, y el medio de ajuste de alimentación de avance hace que la herramienta de corte (130) alcance el punto de cambio mediante un movimiento combinado del movimiento en la dirección de mecanizado en función del medio de ajuste de movimiento de regreso y el movimiento de alimentación de avance.
3. El dispositivo de control (180) para una máquina herramienta (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el número de vibraciones con respecto al número de giros del material es una o más.
4. El dispositivo de control (180) para una máquina herramienta (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el número de vibraciones con respecto al número de giros del material es inferior a una.
5. Una máquina herramienta (100) que comprende el dispositivo de control (180) para una máquina herramienta (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

FIG.1

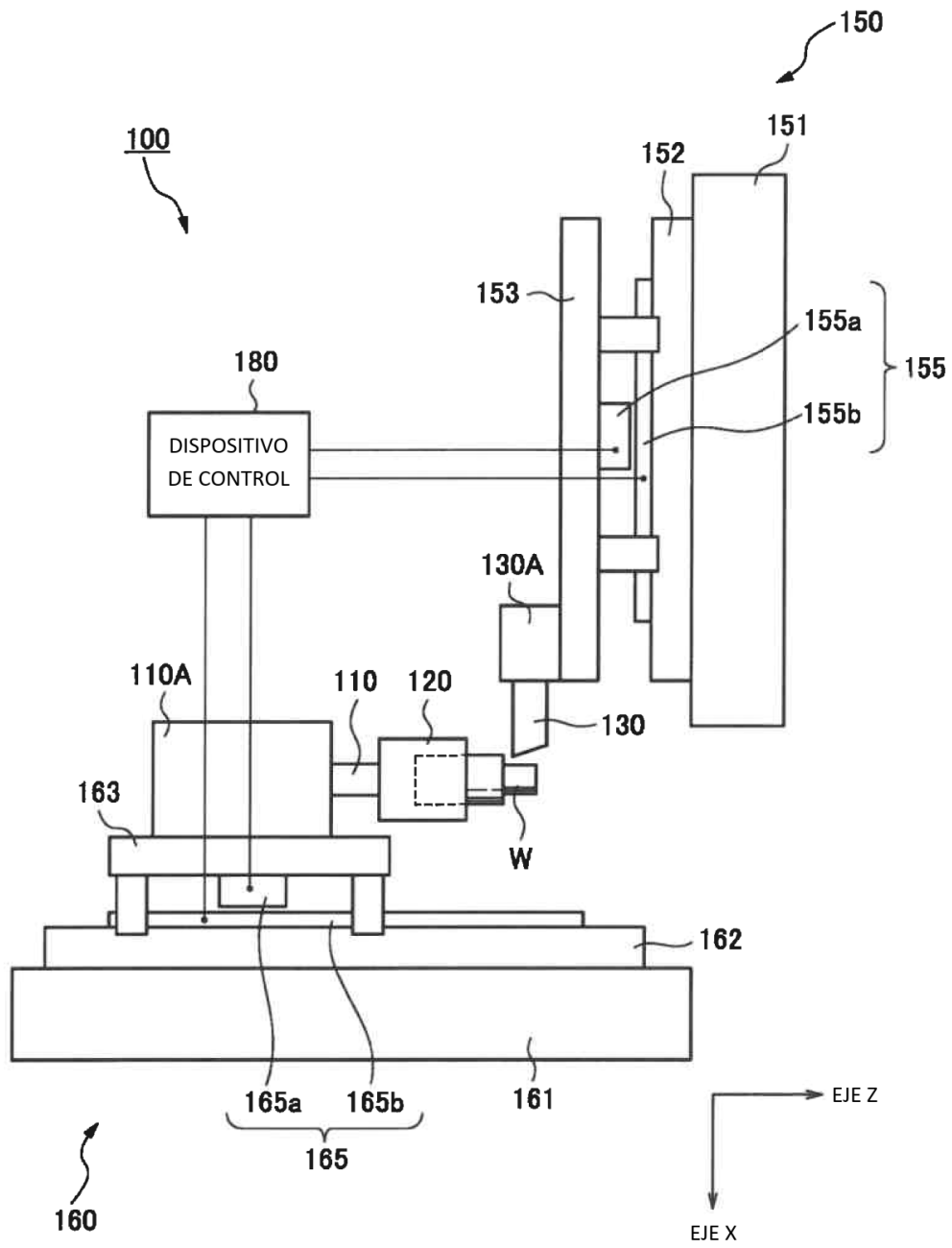


FIG.2

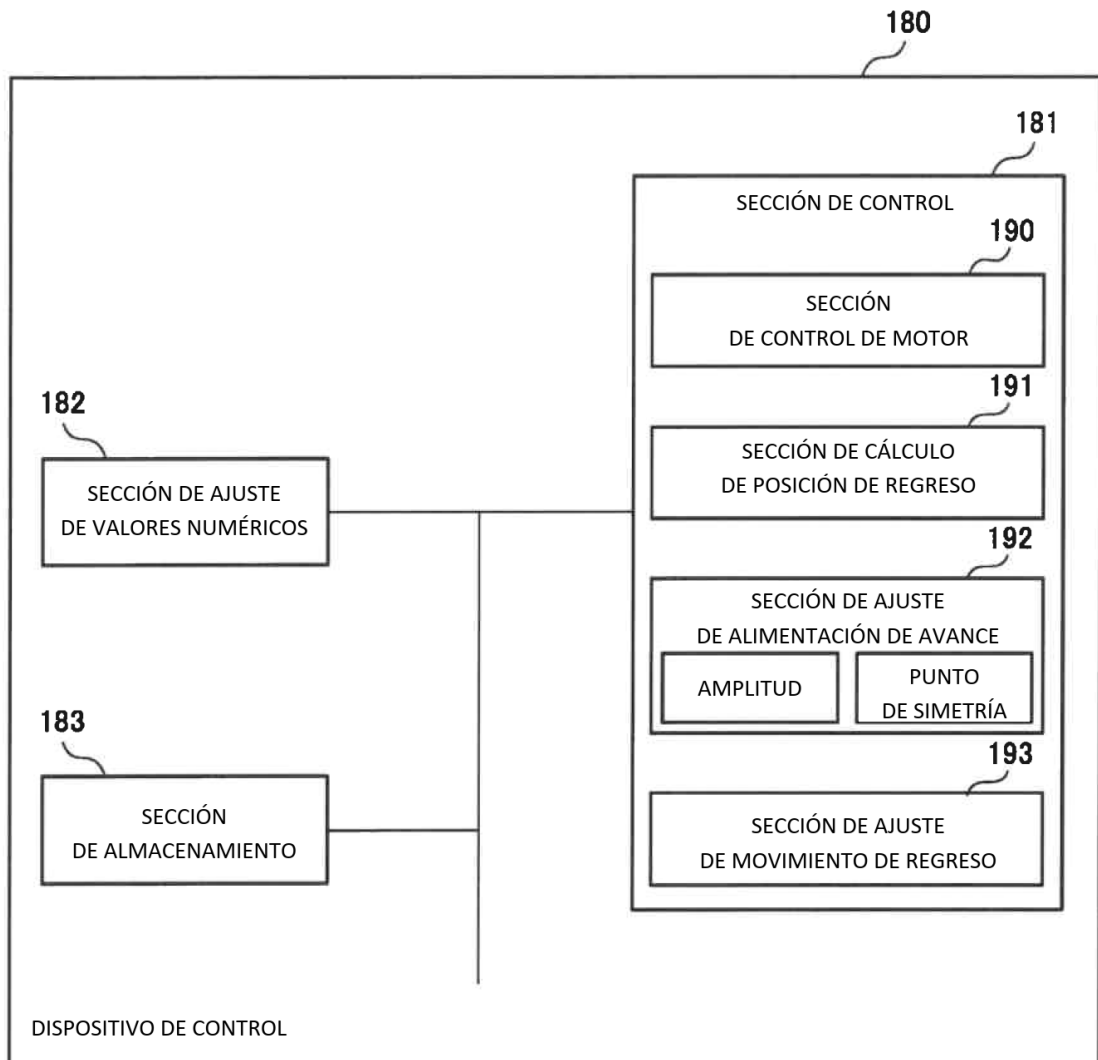


FIG.3

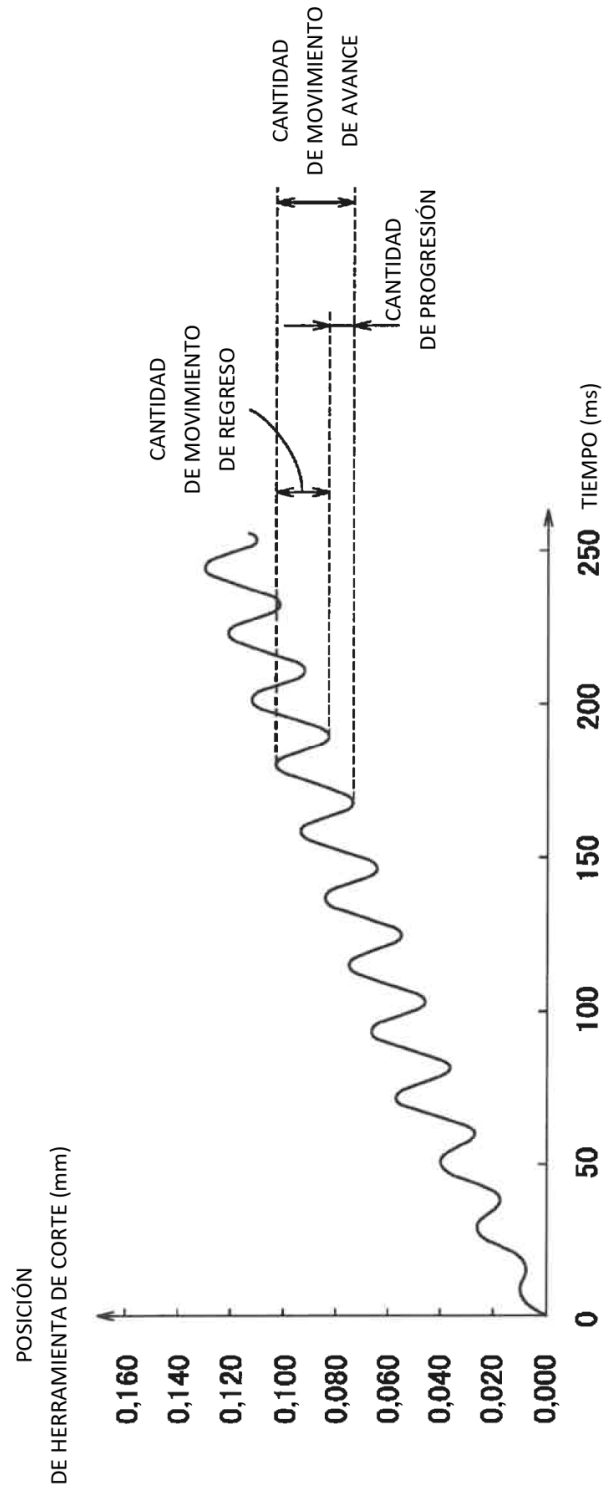


FIG.4

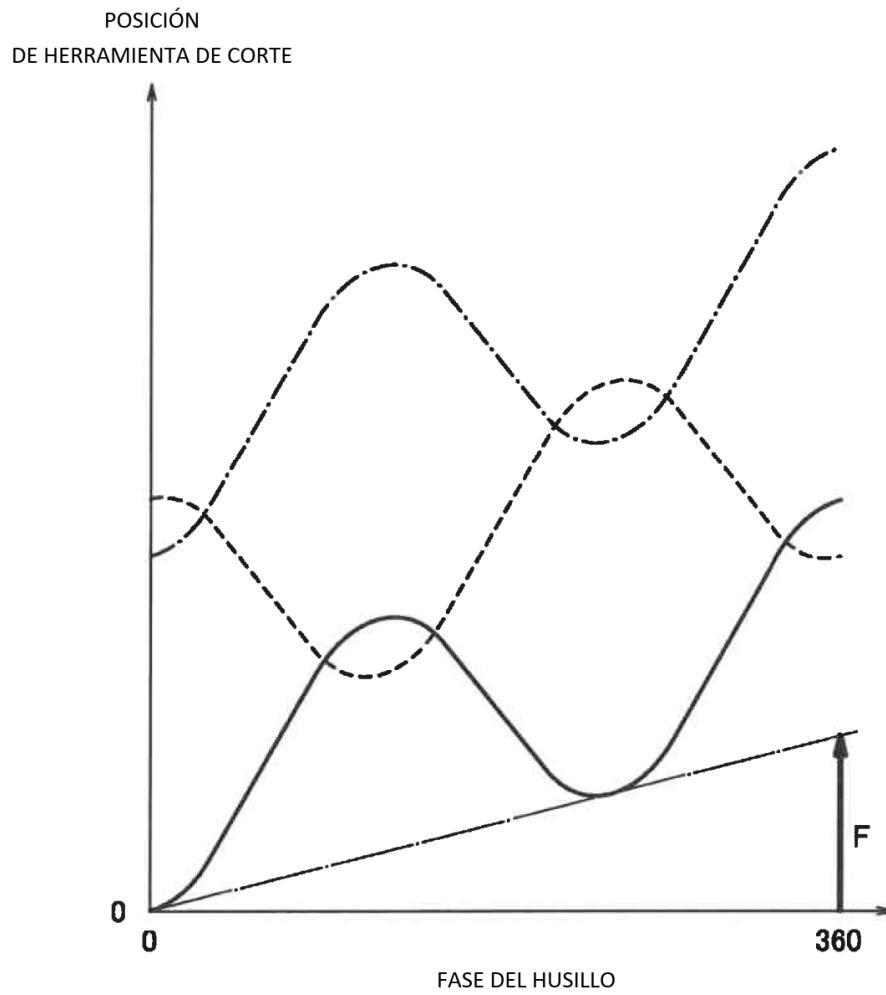


FIG.5

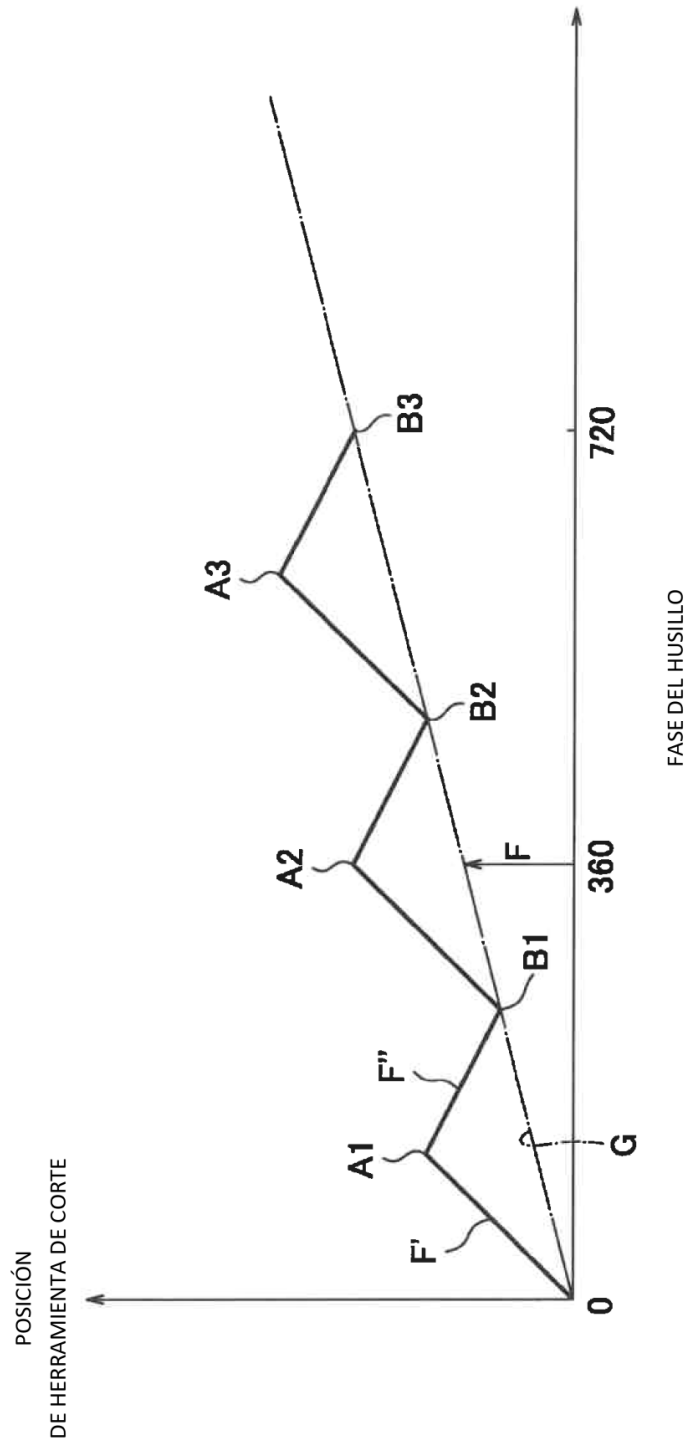


FIG.6A

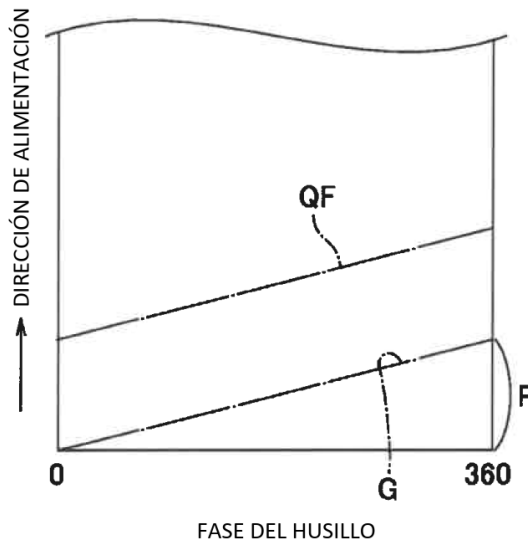


FIG.6B

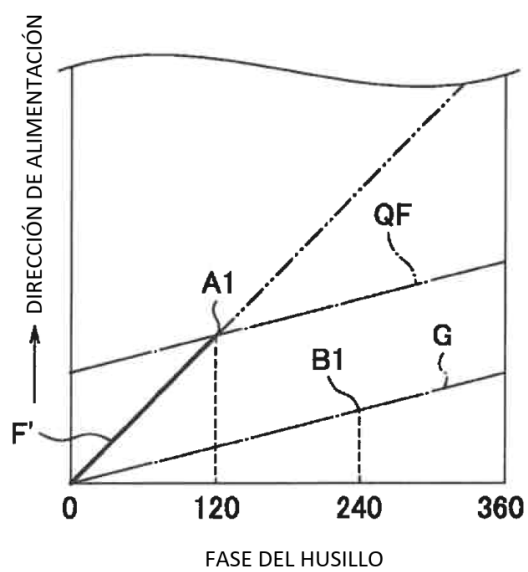


FIG.6C

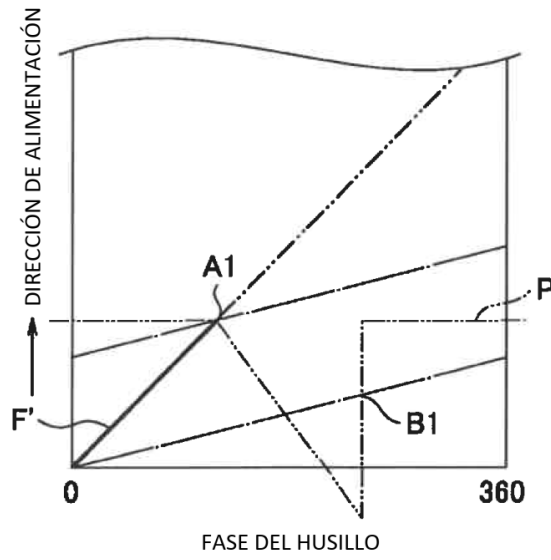


FIG.6D

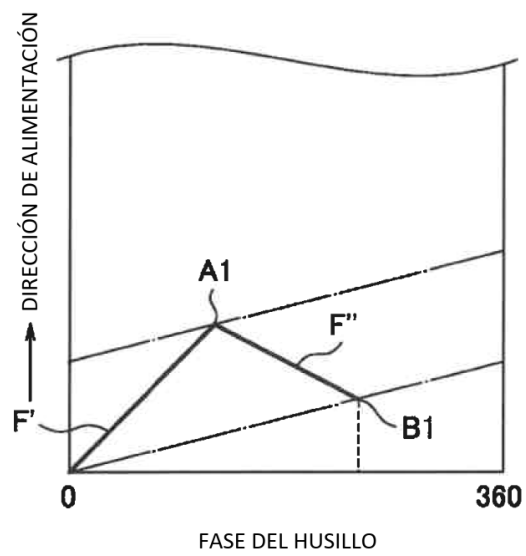


FIG.7A

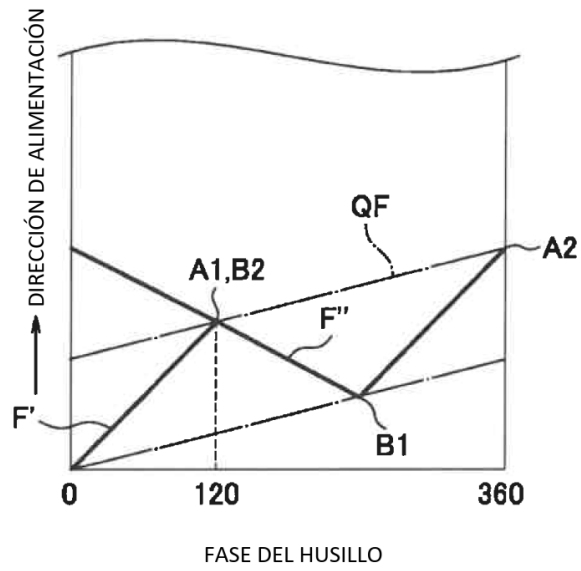


FIG.7B

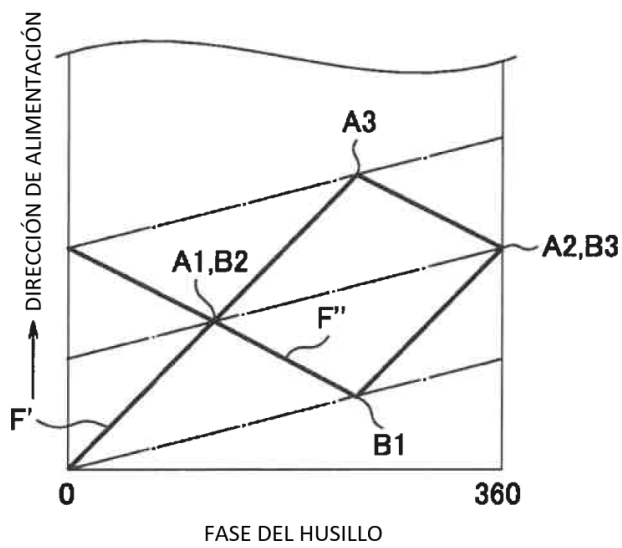


FIG.8

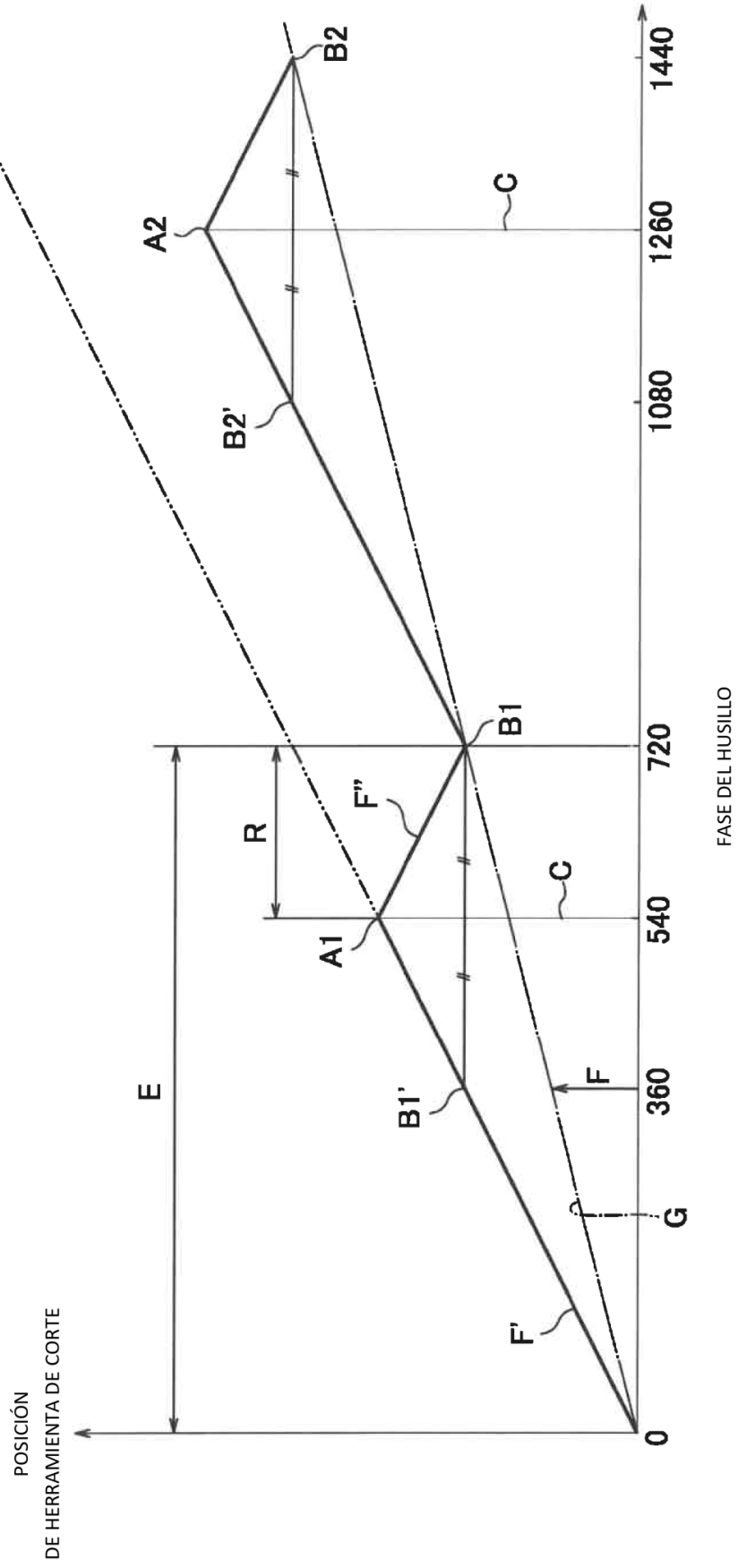


FIG.9A

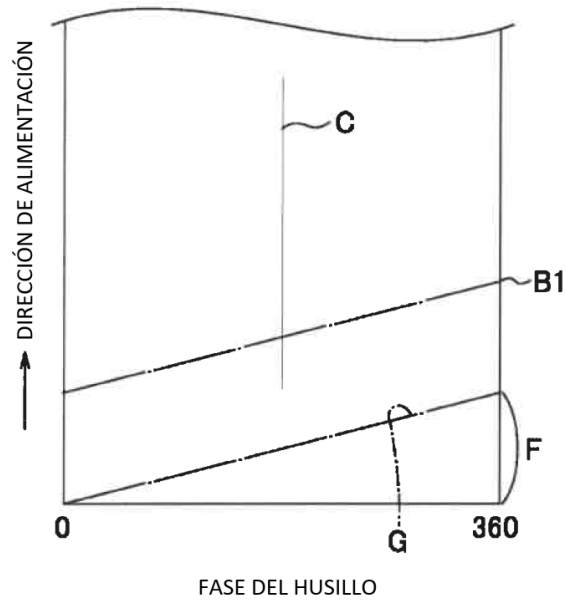


FIG.9B

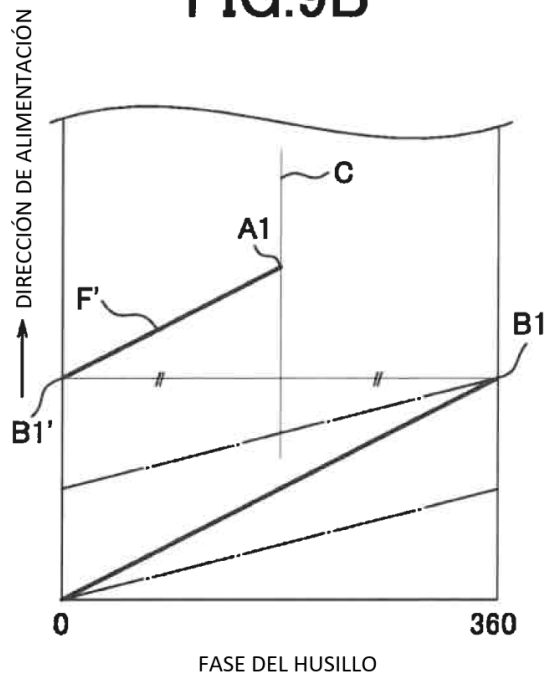


FIG.9C

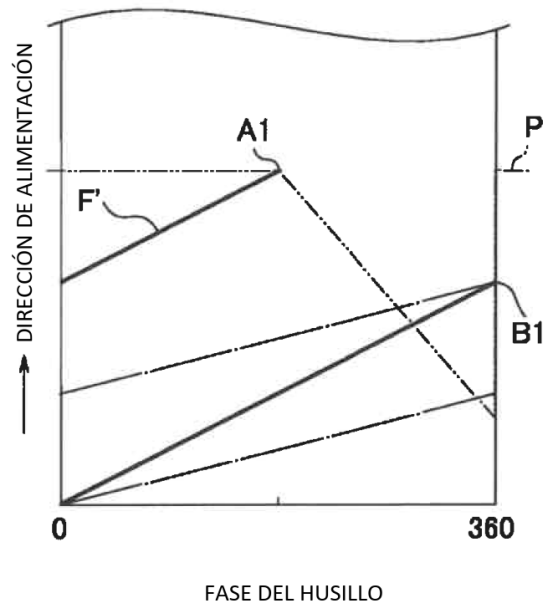


FIG.9D

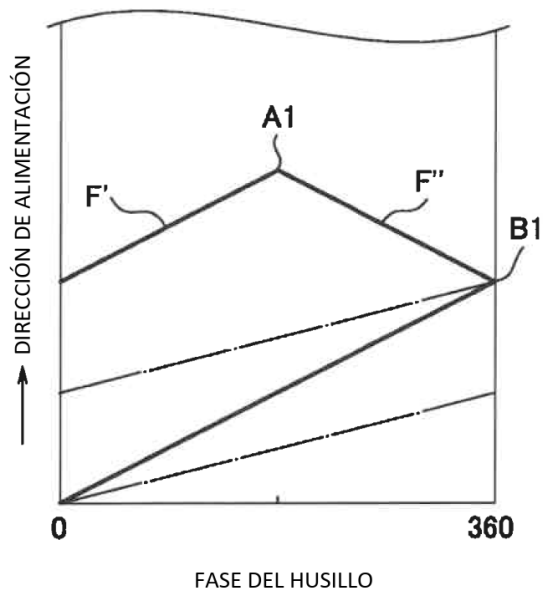


FIG.10A

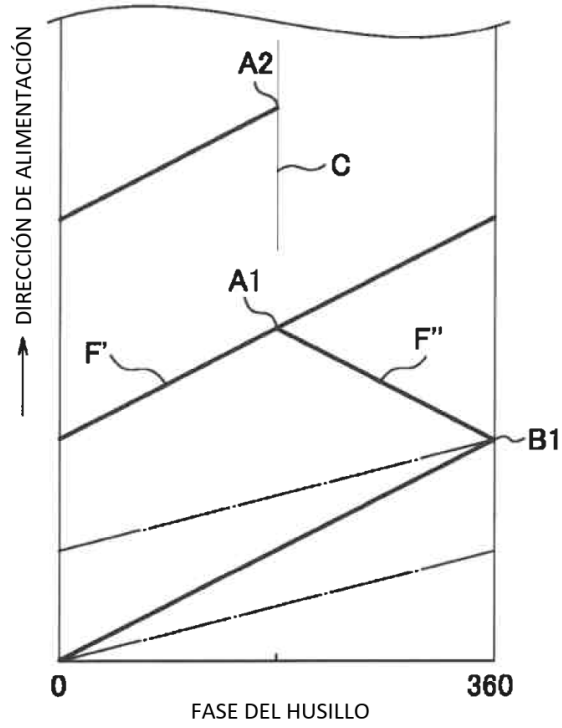
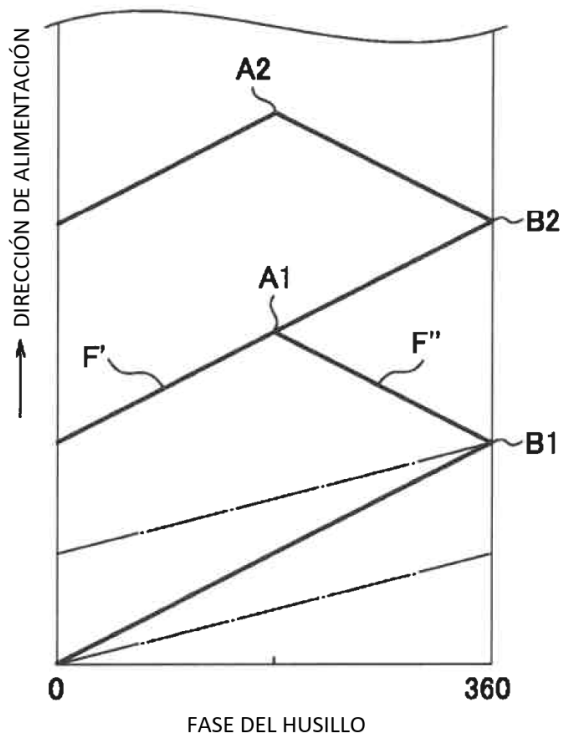
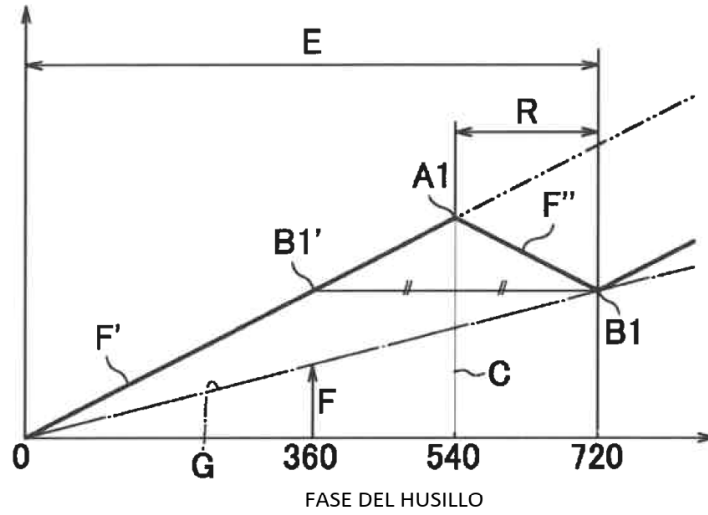


FIG.10B



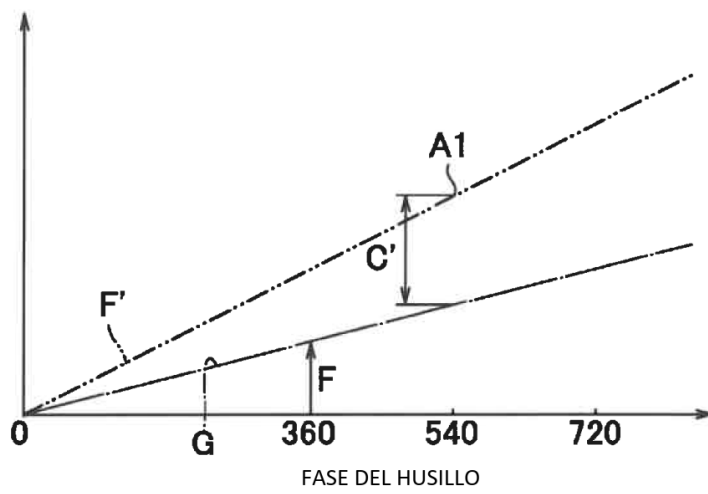
POSICIÓN  
DE HERRAMIENTA DE CORTE

FIG.11A



DIRECCIÓN  
DE ALIMENTACIÓN

FIG.11B



DIRECCIÓN  
DE ALIMENTACIÓN

FIG.11C

