

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 177**

51 Int. Cl.:

B23Q 7/00 (2006.01)
B26D 1/60 (2006.01)
B23D 25/00 (2006.01)
B23D 25/02 (2006.01)
B23D 25/04 (2006.01)
B23D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2015** **E 15163592 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018** **EP 2942150**

54 Título: **Máquina para cortar un objeto en movimiento**

30 Prioridad:

07.05.2014 IT MI20140832

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

25.09.2018

73 Titular/es:

FIVES OTO S.P.A. (100.0%)
Via D. Marchesi, 4 Zona Industriale Rondello
42022 Boretto, Reggio Emilia, IT

72 Inventor/es:

ANESI, ANDREA y
VECCHINI, GIANLUCA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 683 177 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

Máquina para cortar un objeto en movimiento

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere en general a una máquina para mecanizar un objeto en movimiento. Más en particular, la presente invención se refiere a una máquina para el corte de ciclo continuo de barras de metal, tal como, por ejemplo, tubos de acero.

10

Estado de la técnica

Se conocen máquinas para el corte de ciclo continuo de los tubos, es decir, máquinas que cortan tubos de la longitud deseada mientras los mismos tubos se están moviendo. Una máquina de corte de ciclo continuo comprende medios para transportar el tubo que se va a cortar a lo largo de una dirección de avance y comprende una platina que se mueve a lo largo de una dirección de avance y retorno paralela a la dirección de avance. La platina soporta un dispositivo de corte. Los medios de transporte son, por ejemplo, una cinta transportadora, mientras que el dispositivo de corte es, por ejemplo, una fresa.

15

20

La platina se desplaza en una carrera de avance hasta llegar cerca del tubo en la posición calculada para cortarlo, luego se sincroniza con los medios de transporte que se mueven a la misma velocidad que la velocidad del tubo que se mueve sobre el medio transporte: en esta condición el dispositivo de corte realiza el corte del tubo en una dirección que es perpendicular (o, más en general, inclinada) con respecto a la dirección de avance.

25

La patente europea número 1462200 describe una máquina para el corte de ciclo continuo de tubos soldados. La máquina de corte comprende un microprocesador que controla (por medio de medios de accionamiento) la platina de corte de manera que esta última tiene una aceleración A' con una ley de movimiento en el ciclo de corte que es una función derivable, como se muestra esquemáticamente en la figura 1 con una línea discontinua. Además, es usada una tendencia de velocidad sinusoidal V' (o polinomio de séptimo grado) de la platina para las porciones de conexión entre el valor de aceleración $A' = a'_c$ (mayor que cero) y A' igual a cero y entre el valor de aceleración A' igual a cero y $A' = -a'_c$ (menor que cero), como se muestra esquemáticamente en la figura 1 con una línea continua. Además, es posible observar que el valor máximo absoluto de la aceleración/desaceleración en la fase de avance (ver los instantes de tiempo comprendidos entre t_0' y t_1' y entre t_4' y t_5') es igual al valor máximo absoluto de la aceleración/desaceleración en la fase de retorno (instantes de tiempo comprendidos entre t_5' y t_6' y entre t_{10}' y t_{11}'): este valor máximo absoluto se ha indicado en la figura 1 como a'_c .

30

35

El solicitante ha observado que en la patente EP 1462200 el valor máximo absoluto de la aceleración/desaceleración de la platina de corte en la fase de retorno (véase, por ejemplo, el valor $-a'_c$ del punto P3 y el valor a'_c del punto P4 de la curva discontinua en la figura 1) es tal que causa aceleraciones y desaceleraciones de la platina de corte que no están optimizadas; en consecuencia, las partes móviles de la máquina de corte sufren tensiones mecánicas que provocan el desgaste de las partes móviles, lo que reduce la fiabilidad de la máquina de corte.

40

Breve resumen de la invención

45

La presente invención se refiere a una máquina para mecanizar un objeto en movimiento como se define en la reivindicación 1 adjunta y por sus realizaciones preferidas divulgadas en las reivindicaciones dependientes de 2 a 8.

50

El solicitante ha percibido que la máquina para mecanizar un objeto en movimiento de acuerdo con la presente invención puede reducir el valor máximo absoluto de la aceleración y desaceleración de la platina de corte en la fase de retorno, reduciendo así las tensiones mecánicas de las partes móviles de la máquina y reduciendo así el desgaste del mismo, mejorando así la fiabilidad de la máquina.

55

También es un objeto de la presente invención proporcionar un método para mecanizar un objeto en movimiento como se define en la reivindicación 9 adjunta.

60

También es un objeto de la presente invención proporcionar un programa informático como se define en la reivindicación 12 adjunta.

65

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la invención se harán más evidentes a partir de la descripción que sigue de una realización preferida y las variantes de la misma, proporcionadas a modo de ejemplo en los dibujos adjuntos, donde:

La figura 1 muestra esquemáticamente la tendencia de la velocidad y la aceleración de la platina de corte en un ciclo de corte de una máquina para el corte de ciclo continuo de tubos metálicos de acuerdo con la técnica anterior.

La figura 2 muestra esquemáticamente una máquina para el corte de ciclo continuo de tubos metálicos de acuerdo con la invención;

5 La figura 3 muestra los diagramas de bloques del sistema de control posicionado en la máquina de corte de la figura 2;

10 La figura 4A muestra esquemáticamente la tendencia de velocidad de la platina de corte en un ciclo de corte de una máquina de corte de acuerdo con una primera realización de la invención (línea continua) y de acuerdo con la técnica anterior (línea discontinua);

La figura 4B muestra esquemáticamente la tendencia de la aceleración (línea continua) y de la velocidad (línea discontinua) de la platina de corte en el ciclo de corte de la máquina de corte de acuerdo con la primera realización de la invención;

15 La figura 5 muestra el diagrama de flujo del método para calcular la velocidad de retorno máxima de la platina de corte de acuerdo con la primera realización de la invención;

20 La figura 6A muestra esquemáticamente la tendencia de velocidad de la platina de corte en un ciclo de corte de una máquina de corte según una segunda realización de la invención (línea continua) y de acuerdo con la técnica anterior (línea discontinua);

25 La figura 6B muestra esquemáticamente la tendencia de la aceleración (línea continua) y de la velocidad (línea discontinua) de la platina de corte en el ciclo de corte de la máquina de corte de acuerdo con la segunda realización de la invención;

La figura 7 muestra el diagrama de flujo del método para calcular la velocidad máxima de retorno de la platina de corte de acuerdo con la segunda realización de la invención;

30 La figura 8 muestra esquemáticamente la tendencia de velocidad de la platina de corte en un ciclo de corte de una máquina de corte de acuerdo con una variante de la segunda realización de la invención (línea continua) y de acuerdo con la técnica anterior (línea discontinua);

35 La figura 9 muestra el diagrama de flujo del método para calcular la velocidad máxima de retorno de la platina de corte de acuerdo con la variante de la segunda realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

40 Debe observarse que en la presente descripción, los componentes o módulos idénticos o análogos se indican en las figuras con las mismas referencias numéricas.

Se debe observar además que las dimensiones de los dibujos no están dibujadas a escala y que el contenido de la descripción tiene prioridad sobre las dimensiones tomadas de los dibujos.

45 Con referencia a la figura 2, muestra una máquina 50 para corte de ciclo continuo de un tubo 10 de metal. La máquina 50 realiza un corte de ciclo continuo del tubo 10 de metal, es decir, el corte se realiza mientras que el tubo 10 se está moviendo a sí mismo a lo largo de una dirección de avance X.

La máquina 50 comprende:

50 - medios 1 transportadores para transportar continuamente un tubo 10 en la dirección de avance X, a una velocidad sustancialmente constante indicada de aquí en adelante con velocidad V_1 de línea;

55 - una unidad 7 de accionamiento y corte que tiene la función de realizar el corte del tubo 10 en una dirección Y que es sustancialmente perpendicular (o, más en general, inclinada) con respecto a la dirección de avance X, con el fin de obtener una pluralidad de cortes de tubos que tienen una longitud de corte L_{prod} ;

60 - una unidad 6 de procesamiento que tiene la función de controlar la unidad 7 de accionamiento y corte de manera apropiada para obtener los tubos cortados reduciendo las tensiones mecánicas a las que está sometida la unidad 7 de accionamiento y corte, como se explicará con mayor detalle a continuación.

65 Con el fin de explicar la invención, se considerará a continuación una unidad 7 de accionamiento y corte implementada con una platina 2 de corte que se mueve con un movimiento lineal recíproco a lo largo de una dirección paralela a la dirección de avance X y con medios 4 de accionamiento que conducen el movimiento de la platina 2 de corte. La platina 2 de corte soporta medios 3 de corte, que están configurados para realizar el corte del tubo 10 en la dirección Y, que es sustancialmente perpendicular con respecto a la dirección de avance X, de tal

manera que se formen tubos cortados que tienen la longitud de corte L_{prod} . Además, se considerarán los medios 1 transportadores hechos con una cinta transportadora.

5 Con referencia a la figura 3, muestra un diagrama de bloques de un Sistema 20 electrónico para controlar el corte del tubo 10 de acuerdo con la invención.

El sistema 20 electrónico comprende la unidad 6 de procesamiento y la unidad 7 de accionamiento y corte.

10 La unidad 6 de procesamiento está configurada para calcular una tendencia apropiada de una velocidad V_c de la platina 2 de corte y de una aceleración A_c de la platina 2 de corte, como se explicará más adelante en la descripción de las figuras 4A-B, 6A-B y 8.

15 Además, la unidad 6 de procesamiento está configurada para generar una señal de accionamiento S_{azm} que controla los medios 4 de accionamiento para mover la platina 2 de corte con dicha tendencia de la velocidad V_c y de la aceleración A_c , con el fin de reducir las tensiones mecánicas de los medios 4 de accionamiento y de la platina 2 de corte.

20 Más en particular, la unidad 6 de procesamiento está configurada para calcular la tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte (y así generar la señal de accionamiento S_{azm}) como una función de los siguientes parámetros de configuración de entrada:

- carrera de platina utilizable L_{ut} : indica la distancia máxima que la platina 2 de corte puede desplazarse en la dirección paralela a la dirección de avance X y se fija sobre la base del espacio ocupado por la máquina 50 de corte;

25 - aceleración máxima A_{c_max} : indica el valor máximo de aceleración que puede tener la platina 2 de corte y se fija sobre la base de la tecnología utilizada para los medios 4 de accionamiento y para la platina 2 de corte;

- velocidad máxima V_{c_max} : indica el valor máximo de la velocidad que puede tener la platina 2 de corte y se fija sobre la base de la tecnología utilizada para los medios 4 de accionamiento y para la platina 2 de corte;

30 - longitud de corte L_{prod} : indica el valor de la longitud deseada de los tubos cortados y es un valor de entrada que puede ser modificado;

35 - tiempo de corte T_s : indica el tiempo que lleva cortar el tubo 10 y es un valor de entrada que puede ser modificado en función de las propiedades del tubo 10 (por ejemplo, el espesor del tubo 10 tiene una forma cilíndrica y el tipo de material utilizado para el tubo 10).

40 Por ejemplo, $L_{\text{ut}} = 3.5$ metros, $A_{c_max} = 12$ metros/s², $V_{c_max} = 240$ metros/minuto, $L_{\text{prod}} = 6$ metros y $T_s = 0.686$ segundos.

45 Los medios 4 de accionamiento están configurados para recibir de la unidad 6 de procesamiento la señal de accionamiento S_{azm} y están configurados para controlar, en función del valor de la señal de accionamiento S_{azm} , el movimiento de la platina 2 de corte para realizar el corte del tubo 10 en la dirección Y perpendicular a la dirección de avance X, con el fin de formar tubos cortados de una longitud igual a la longitud de corte L_{prod} .

La unidad 6 de procesamiento es, por ejemplo, un ordenador personal o un microcontrolador dedicado que se coloca dentro de la máquina 50 de corte.

50 Debe observarse que en la presente descripción, la unidad 6 de procesamiento se presenta dividida en distintos módulos funcionales (módulos de memoria o módulos operativos) con el único propósito de describir sus funciones de una manera clara y completa. En realidad, la unidad 6 de procesamiento puede consistir en un único dispositivo electrónico debidamente programado para realizar las funciones descritas, y los diversos módulos pueden corresponder a entidades de hardware y/o a la rutina de software perteneciente al dispositivo programado. Alternativamente, o además, estas funciones se pueden realizar mediante una pluralidad de dispositivos electrónicos sobre los cuales se pueden distribuir los módulos funcionales mencionados anteriormente. La unidad 6 de procesamiento puede además contar con uno o más procesadores para ejecutar las instrucciones contenidas en los módulos de memoria. Los módulos funcionales mencionados pueden además distribuirse en varios ordenadores locales o remotos de acuerdo con la arquitectura de la red en la que residen.

60 Más en particular, la unidad 6 de procesamiento comprende un módulo 6-1 de cálculo y una memoria 6-2.

La memoria 6-2 es tal para almacenar los valores de los parámetros de configuración de entrada, en particular:

65 - carrera de platina utilizable L_{ut} ;

- velocidad máxima V_{c_max} ;

- aceleración máxima A_{c_max} ;

- longitud de corte L_{prod} ;

5 - tiempo de corte T_s .

El módulo 6-1 de cálculo está configurado para leer de la memoria 6-2 el valor de la carrera de la platina utilizable L_{ut} , el valor de la velocidad máxima V_{c_max} , el valor de la aceleración máxima A_{c_max} , el valor de la longitud de corte L_{prod} y el valor del tiempo de corte T_s , se configura para calcular el valor de un espacio disponible S_d que indica que el valor del espacio disponible para la platina 2 de corte en la fase de retorno con un movimiento rectilíneo en una dirección opuesta a la dirección de avance X, está configurado para calcular, como una función de los valores leídos de la memoria 6-2 y del valor del espacio disponible S_d , la tendencia en un ciclo de corte que tiene longitud T_c de la velocidad V_c y de la aceleración A_c de la platina 2 de corte en las fases de avance y retorno como se muestra con las líneas sólidas en las figuras 4A-B, 6A-B y 8, y está configurada para generar la señal de activación S_{azm} para controlar los medios 4 de accionamiento de tal manera que mueva la platina 2 de corte con una velocidad V_c y con una aceleración A_c teniendo dichas tendencias calculadas. Se debe observar que el valor del espacio disponible S_d es menor o igual que el valor de la carrera de la platina utilizable L_{ut} .

La longitud T_c del ciclo de corte depende de la longitud de corte L_{prod} que indica el valor de la longitud deseada de los tubos cortados y de la velocidad V_l de línea a la que los medios 1 transportadores (y la platina 2 de corte sincronizada con ellos) se mueven en la fase de corte a lo largo de la dirección de avance X (y, por tanto, igual a la velocidad a la que el tubo 10 se mueve sobre el medio 1 transportador). En particular, la longitud T_c de un ciclo de corte se calcula con la siguiente fórmula:

$$25 \quad T_c = L_{prod} / V_l$$

Por ejemplo, el valor de la longitud de corte L_{prod} es igual a 6 metros, el valor de la velocidad V_l de línea es igual a 159,987 metros/minuto (que corresponde a 2,67 metros/segundo) y por lo tanto la duración del ciclo de tiempo T_c es igual a unos 2.250 segundos.

El valor de la velocidad V_l de línea a la que se mueve el medio 1 transportador es menor que el valor de la velocidad máxima V_{c_max} que puede tener la platina 2 de corte.

Ventajosamente, el valor de la velocidad V_l de línea es sustancialmente igual al valor de la velocidad máxima V_{c_max} .

Más en particular, con referencia a la figura 4A, muestra con una línea continua una posible tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte en un ciclo de corte que tiene una longitud T_c de acuerdo con una primera realización de la invención y la figura 4B muestra con una línea continua A_c una posible tendencia de la aceleración correspondiente de la platina 2 de corte en el mismo ciclo de corte.

Se supone que el valor de la velocidad V_c de la platina 2 de corte es positivo si el movimiento de la platina 2 de corte a lo largo de una dirección paralela a la dirección de avance X es en la misma dirección que la dirección del movimiento de la cinta 1 transportadora (por lo tanto, del tubo 10), mientras que es negativo si el movimiento de la platina 2 de corte es en la dirección opuesta.

Cada ciclo de corte comprende las siguientes fases:

- una fase de avance en un intervalo de tiempo T_a de avance comprendido entre los instantes de tiempo t_0 y t_5 , en donde la dirección del movimiento de la platina 2 de corte está en la misma dirección que la dirección del movimiento de la cinta 1 transportadora (y por lo tanto del tubo 10 que se mueve integralmente sobre el mismo en la misma dirección);

- una fase de retorno en un intervalo de tiempo de retorno T_r comprendido entre los instantes de tiempo t_5 y t_{11} , donde la dirección del movimiento de la platina 2 de corte es opuesta a la dirección del movimiento de la cinta 1 transportadora (y por lo tanto del tubo 10).

La fase de avance se divide a su vez en las siguientes subfases (es decir, intervalos de tiempo):

- una fase de avance a una aceleración constante comprendida entre los instantes de tiempo t_0 y t_2 ;

- una fase de corte comprendida entre los instantes de tiempo t_2 y t_3 ;

- una fase de avance a una desaceleración constante comprendida entre los instantes de tiempo t_3 y t_5 .

5 En la fase de avance de aceleración constante (comprendida entre los instantes de tiempo t_0 y t_2) la platina 2 de corte se mueve en la misma dirección que la dirección de avance X a una velocidad V_c que aumenta linealmente desde un valor nulo a un valor de velocidad máxima de avance v_{c_max-a} y, por tanto, con una aceleración sustancialmente constante A_c igual a un valor de aceleración a_{c-a} de avance como se muestra con las líneas sólidas en la figura 4A y la figura 4B entre los instantes de tiempo t_0 y t_2 , respectivamente. La expresión "velocidad máxima de avance v_{c_max-a} " se refiere al valor máximo que la velocidad de la platina 1 de corte puede tener en la misma dirección que la dirección X de avance en la fase de avance del ciclo de corte.

10 En el instante t_2 de tiempo la aceleración A_c tiene una transición desde el valor de aceleración a_{c-a} de avance al valor nulo.

En el instante t_2 de tiempo, la platina de corte está situada en la proximidad del tubo 10 con los medios 2 de corte situados encima de ella en la posición calculada para cortar el tubo 10 en la longitud de corte L_{prod} .

15 Debe observarse que el valor de la velocidad máxima de avance v_{c_max-a} de la platina 2 de corte es igual al valor de la velocidad V_1 de línea de la cinta 1 transportadora (y por lo tanto del tubo 10 posicionado a continuación): de este modo se inicia a partir del instante t_2 , el movimiento de la platina 2 de corte se sincroniza con el movimiento de la cinta 1 transportadora y, por lo tanto, del tubo 10. Ventajosamente, el valor de la velocidad V_1 de línea es igual al valor de la velocidad máxima V_{c_max} que puede tener la platina 2 de corte.

20 En la fase de corte (que tiene una longitud T_s comprendida entre los instantes de tiempo t_2 y t_3), la platina 2 de corte sigue teniendo un movimiento rectilíneo en la misma dirección que la dirección de avance X y está sincronizada con el movimiento del tubo 10, es decir, la platina 2 de corte se mueve a una velocidad constante igual al valor de la velocidad máxima de avance v_{c_max-a} , que es igual al valor de la velocidad V_1 de línea de la cinta 1 transportadora (que a su vez es igual a la velocidad a la que el tubo 10 se mueve) y, por lo tanto, con una aceleración A_c que tiene un valor nulo, como se muestra con las líneas sólidas en la figura 4A y la figura 4B respectivamente entre los instantes de tiempo t_2 y t_3 : de esta manera, en el tiempo de corte T_s , el medio 3 de corte posicionado en la platina 2 de corte puede cortar el tubo 10 en un punto de la longitud del mismo mientras se mueve en el medio 1 transportador. Debe observarse que el corte del tubo 10 puede tener lugar usando todo el intervalo del tiempo T_s de corte o solo una parte del mismo.

25 En el instante t_3 del tiempo, la aceleración A_c tiene una transición desde el valor nulo al valor de aceleración hacia delante $-a_{c-a}$ (es decir, A_c es menor que cero).

35 En la fase de avance de desaceleración constante (comprendida entre los instantes de tiempo t_3 y t_5) la platina 2 de corte continúa moviéndose en la misma dirección que la dirección de avance X a una velocidad V_c que disminuye linealmente desde el valor de la velocidad V_1 de línea al valor nulo (es decir, una reducción de la velocidad V_c) y, por tanto, con una aceleración negativa constante A_c (porque la aceleración A_c tiene una dirección opuesta a la dirección de la velocidad V_c) igual al valor de aceleración hacia delante $-a_{c-a}$, es decir, con una desaceleración constante igual al valor de aceleración a_{c-a} de avance como se muestra con las líneas sólidas en la figura 4A y la figura 4B, respectivamente, entre los instantes de tiempo t_3 y t_5 ; de esta forma, en el instante t_5 de tiempo, la velocidad V_c de la platina 2 de corte ha alcanzado el valor nulo (punto P105 en la figura 4A).

40 La fase de retorno se divide a su vez en las siguientes subfases (es decir, intervalos de tiempo):

- 45 - una fase de retorno a una aceleración constante comprendida entre los instantes de tiempo t_5 y t_8 ;
- una fase de retorno a una desaceleración constante comprendida entre los instantes de tiempo t_8 y t_{11} .

50 En el instante t_5 del tiempo, la aceleración A_c tiene una transición desde el valor de aceleración $-a_{c-a}$ de avance a un valor de aceleración de retorno $-a_{c-r}$.

55 En la fase de retorno de aceleración constante (comprendida entre los instantes de tiempo t_5 y t_8), la platina 2 de corte se mueve en una dirección opuesta a la dirección de avance X a una velocidad V_c (negativa porque la velocidad V_c tiene una dirección opuesta a la dirección de avance X) aumentando linealmente en valor absoluto desde el valor nulo hasta un valor de velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} (menor que cero) y por lo tanto con una aceleración constante (negativa) que tiene un valor absoluto igual al valor absoluto de la aceleración de retorno a_{c-r} , como se muestra con las líneas sólidas en la figura 4A y la figura 4B entre los instantes de tiempo t_5 y t_7 . El término "velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} " se refiere al valor máximo que la velocidad V_c de la platina 1 de corte tiene en la dirección opuesta a la dirección de avance X en la fase de retorno del ciclo de corte.

60 El valor absoluto de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} se selecciona para que sea lo más compatible posible con el valor de la velocidad máxima V_{c_max} que puede alcanzar la platina 2 de corte, como se explicará con mayor detalle a continuación en la descripción del diagrama de flujo en la figura 5. Se debería observar, de hecho, que el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} según la primera realización de la invención (véase el punto P108 de la velocidad V_c en la figura 4A en el instante t_8) es mayor que el valor absoluto valor de la velocidad máxima

de retorno v_{c_max-r} según la técnica anterior (véase, por ejemplo, el punto P107 de la curva V' en la figura 4A). Por ejemplo, el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} según la invención es igual a 90 metros/minuto, mientras que el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} según la técnica anterior es igual a 72 metros/minuto.

5 Es importante observar que el valor del área contenida dentro de por la velocidad V_c de la platina 2 de corte en la fase de avance (instantes de tiempo comprendidos entre t_0 y t_5 en la figura 4A) representa el valor del espacio S_a (es decir, la distancia) recorrida por la platina 2 de corte en la fase de avance y el valor del área contenida dentro de por la velocidad V_c de la platina 2 de corte en la fase de retorno (instantes de tiempo comprendidos entre t_5 y t_{11} en la figura 4A) representa el valor del espacio S_r (es decir, la distancia) recorrida por la platina 2 de corte en la fase de retorno. El espacio S_r recorrido por la platina 2 de corte en la fase de retorno es igual al espacio S_a recorrido en la fase de avance, para permitir que la platina 2 de corte regrese en el instante de tiempo t_{11} a la misma posición inicial que tenía en el instante de tiempo t_0 y luego comenzar de nuevo con un nuevo ciclo de corte de manera continua con tiempos de espera insignificantes: por consiguiente, el área contenida dentro de por la velocidad V_c en la fase de retorno debe ser igual a la contenida dentro de por la velocidad V_c en la fase de avance. Por lo tanto, es posible elegir el valor de velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} de la platina 2 de corte de manera apropiada, de modo que el valor absoluto de la misma sea mayor que el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno según la técnica anterior (y en cualquier caso menor o igual que la velocidad máxima V_{c_max} de la platina 2 de corte), siempre que se elija una tendencia apropiada de velocidad V_c en los instantes de tiempo comprendidos entre t_5 y t_8 y entre t_8 y t_{11} , de modo que el valor del área contenida dentro de por la velocidad V_c en la fase de retorno es igual al valor del área contenida dentro de por la velocidad V_c en la fase de avance: esto se explicará con mayor detalle a continuación en la descripción del diagrama de flujo de la figura 5.

25 Debe observarse que en la fase de retorno según la primera realización de la invención mostrada en la figura 4A no hay intervalo de tiempo (véanse los instantes de tiempo comprendidos entre t_5 y t_{11}) en el que la tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte es sustancialmente constante; por el contrario, en la fase de retorno según la técnica anterior existe una fase de longitud no despreciable (véanse los instantes de tiempo comprendidos entre t_7' y t_9' en la figura 1) en donde la tendencia de velocidad de la platina 2 de corte es sustancialmente constante.

30 En la primera realización de la invención en la figura 4B, es posible observar que el valor absoluto de la aceleración de retorno a_{c-r} en la fase de retorno (punto P106 en la figura 4B) es menor que el valor de aceleración hacia delante a_{c-a} en la fase de avance; por ejemplo, $a_{c-a} = 15 \text{ m/s}^2$, $a_{c-r} = 0.71 \text{ m/s}^2$. De este modo, en la fase de retorno, la platina 2 de corte se mueve con una tendencia de aceleración A_c más gradual: esto permite reducir las tensiones mecánicas de las partes móviles de la máquina 50 de corte y así reducir el desgaste de las mismas, mejorando así la fiabilidad de la máquina 50 de corte.

35 También es importante observar que el valor absoluto de la aceleración de retorno a_{c-r} es significativamente menor que el valor absoluto de la aceleración a_c' en la fase de retorno de acuerdo con la técnica anterior (punto P3 en la figura 1); por ejemplo, $|a_c'| = 15 \text{ m/s}^2$, $a_{c-r} = 0.71 \text{ m/s}^2$. De esta manera, en la fase de retorno de la primera realización de la invención, la platina 2 de corte se mueve con una aceleración A_c que tiene una tendencia más gradual que en la fase de retorno de la técnica anterior: esto permite reducir las tensiones mecánicas a las que las partes móviles de la máquina 50 de corte (tal como, por ejemplo, los medios 4 de accionamiento y la platina 2 de corte) se someten en la fase de retorno y, por lo tanto, reducen el desgaste de la misma.

45 La figura 5 muestra el diagrama 100 de flujo del método para calcular el valor de velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} de la platina 2 de corte de acuerdo con la primera realización de la invención, donde dicho método se lleva a cabo mediante el módulo 6-1 de cálculo de la unidad 6 de procesamiento.

50 El diagrama 100 de flujo recibe como entrada el espacio disponible S_d para el ciclo de corte considerado. El espacio disponible S_d representa el espacio S_r recorrido por la platina 2 de corte en la fase de retorno con un movimiento rectilíneo en una dirección opuesta a la dirección de avance X. Como se explicó anteriormente, el valor del espacio S_r recorrido por la platina 2 de corte en la fase de retorno es igual al valor del espacio S_a recorrido por la platina 2 de corte en la fase de avance (este último con un movimiento rectilíneo en la misma dirección que la dirección de avance X), para permitir que la platina 2 de corte regrese a la misma posición inicial del ciclo considerado. En consecuencia, el valor del espacio disponible S_d es conocido y es igual al valor del espacio S_a recorrido por la platina 2 de corte en la fase de avance, por medio de una operación integral de la velocidad V_c de la platina 2 de corte en el intervalo de tiempo T_a de avance.

60 El diagrama 100 de flujo también recibe como entrada el valor del intervalo de tiempo de retorno T_r , es decir, el valor del tiempo disponible en la fase de retorno para que la platina 2 de corte regrese a la posición de inicio.

El valor del intervalo de tiempo de retorno T_r se calcula de la siguiente manera:

65 se le asigna el valor de la longitud de corte L_{prod} , es decir, el valor de la longitud deseada de los tubos cortados obtenidos del tubo 10 (por ejemplo, $L_{prod} = 6$ metros);

ES 2 683 177 T3

- se le asigna el valor de la velocidad V_l de línea de la cinta 1 transportadora (por ejemplo, $V_l = 2,67$ metros/segundo) +;
- 5 se calcula el valor de la longitud T_c del ciclo de corte, en función de los valores de la longitud de corte L_{prod} y de la velocidad V_l de línea (por ejemplo, $T_c = 2,25$ s);
- se le asigna el valor del tiempo de corte T_s , en función de las propiedades del tubo 10 (por ejemplo, $T_s = 0,668$ segundos);
- 10 se calcula el valor del intervalo de tiempo de avance T_a de modo que sea suficientemente mayor que el valor del tiempo de corte T_s para permitir el corte del tubo 10;
- se calcula el valor del intervalo de tiempo de retorno T_r por medio de la diferencia entre el valor de la longitud T_c del ciclo de corte y el valor del intervalo de tiempo de avance T_a .
- 15 El diagrama 100 de flujo realiza un método iterativo para calcular el valor de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} , por medio de la variación iterativa del valor de aceleración de retorno a_{c-r} .
- 20 Por lo tanto, al inicio el valor de la aceleración de retorno a_{c-r} se inicializa con un valor inicial a_0 , que es seleccionado de manera apropiada. Preferiblemente, el valor inicial a_0 es igual a un valor que es menor que la aceleración máxima A_{c_max} que puede tener la platina 2 de corte según la tecnología utilizada.
- El diagrama 100 de flujo comienza con la etapa 101.
- 25 Desde la etapa 101, se continúa con la etapa 102, en donde se recibe el valor del espacio disponible S_d y en donde el valor de aceleración de retorno a_{c-r} se inicializa en el valor a_0 , es decir, $a_{c-r} = a_0$.
- Desde la etapa 102 se continúa a la etapa 103, donde primero se realiza un cálculo del valor actual de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} como una función del valor actual de la aceleración de retorno a_{c-r} (igual a a_0 en la primera iteración) y como una función del valor del intervalo del tiempo de retorno T_r . En particular, en la primera iteración $v_{c_max-r} = a_{c-r} \times T_r = a_0 \times T_r/2$.
- 30 Además, en la etapa 103 se calcula el valor actual del espacio de retorno S_{c-r} que la platina 2 de corte viajaría en la fase de retorno como una función del valor calculado actual de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} y en función del intervalo de tiempo de retorno T_r . En particular, $S_{c-r} = (v_{c_max-r} \times T_r)/2$.
- 35 Desde la etapa 103, se continúa a la etapa 104 en el que se verifica si el valor calculado actual del espacio de retorno S_{c-r} es igual al valor del espacio disponible S_d :
- 40 en el caso positivo, se continúa a la etapa 105;
- en el caso negativo, se continúa a la etapa 107.
- 45 En la etapa 105 finaliza el diagrama de flujo: por lo tanto, el valor actual calculado de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} es el valor máximo de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} que se usa para controlar el movimiento de la platina 2 de corte en la fase de retorno, la distancia recorrida es igual al valor calculado del espacio de retorno S_{c-r} (igual al espacio disponible S_d).
- En la etapa 107 se verifica si el valor calculado actual del espacio de retorno S_{c-r} es mayor que el valor del espacio disponible S_d :
- 50 en el caso negativo, se continúa a la etapa 108;
- en el caso positivo, se continúa a la etapa 109.
- 55 En la etapa 109, el valor de aceleración de retorno a_{c-r} se reduce.
- 60 Para la etapa 109 se continúa a la etapa 103 y luego se repite la etapa 103 usando un valor que es menor que la aceleración de retorno a_{c-r} , es decir, se calcula un nuevo valor de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} y se calcula un nuevo valor del espacio de retorno S_{c-r} .
- En la etapa 108, se aumenta el valor de aceleración de retorno a_{c-r} .
- 65 Desde la etapa 108, se continúa con la etapa 106, en la que se verifica si el valor actual de la aceleración de retorno a_{c-r} es mayor que el valor de la aceleración máxima A_{c_max} :

en el caso negativo (es decir, $a_{c-r} \leq A_{c,max}$), se continúa a la etapa 103, donde se usa un valor mayor que la aceleración de retorno a_{c-r} , es decir, se calcula un nuevo valor de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$ y se calcula un nuevo valor del espacio de retorno S_{c-r} ;

5 en el caso positivo (es decir, $a_{c-r} > A_{c,max}$), se continúa a la etapa 110.

En la etapa 110 se realiza un cálculo del siguiente valor (es decir, un nuevo valor) de la aceleración de retorno a_{c-r} , donde el nuevo valor de aceleración de retorno a_{c-r} es menor que la aceleración máxima $A_{c,max}$ y es mayor que el valor actual de la aceleración de retorno a_{c-r} .

10 Desde la etapa 110, se continúa con la etapa 103 en donde se usa el siguiente valor de la aceleración de retorno a_{c-r} calculada en la etapa previa 110.

15 El ciclo compuesto por las etapas 103, 104, 107, 109 (o 103, 104, 107, 108, 106) se repite una o más veces hasta que se encuentre, en la etapa 104, que el valor calculado actual $S1_{c-r}$ del espacio de retorno S_{c-r} es igual al valor del espacio disponible S_d ; en otras palabras, el valor calculado del espacio de retorno S_{c-r} representa la condición para salir del ciclo iterativo y esto ocurre cuando el valor actual de la aceleración de retorno a_{c-r} es tal que determina un valor actual del espacio de retorno S_{c-r} que es igual al valor del espacio disponible S_d . En este momento, el diagrama 100 de flujo finaliza (etapa 105) y el último valor calculado de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$ es el valor máximo de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$ que se usa para controlar el movimiento por la platina 2 de corte en la fase de retorno, con la distancia recorrida que es igual al último valor calculado del espacio de retorno S_{c-r} (es decir, la distancia recorrida es igual al valor del espacio disponible S_d).

25 Con referencia a la figura 6A, se muestra con una línea continua una posible tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte en un ciclo de corte que tiene una longitud T_c de acuerdo con una segunda realización de la invención y la figura 6B muestra con una línea continua A_c una posible tendencia de la aceleración correspondiente de la platina 2 de corte en el mismo ciclo de corte.

30 De acuerdo con la segunda realización, la memoria 6-2 está configurada para almacenar adicionalmente el valor de redondeo $v_{c,a}$ de avance, el primer valor de redondeo de retorno $v_{c,r1}$ y el segundo valor de redondeo de retorno $v_{c,r2}$. Además, el módulo 6-1 de cálculo de la segunda realización difiere del módulo 6-1 de cálculo de la primera realización en que además lee, de la memoria 6-2, el valor de redondeo de avance $v_{c,a}$, el primer valor de redondeo de retorno $v_{c,r1}$ y el segundo valor de redondeo de retorno $v_{c,r2}$, y porque también calcula las tendencias de la velocidad V_c y de la aceleración A_c de la platina 2 de corte teniendo en cuenta además el valor de redondeo $v_{c,a}$ de avance, el primer valor de redondeo de retorno $v_{c,r1}$ y el segundo valor de redondeo de retorno $v_{c,r2}$.

Cada ciclo de corte de la segunda realización comprende la fase de avance comprendida entre los instantes de tiempo t_0 y t_5 y comprende la fase de retorno comprendida entre los instantes de tiempo t_5 y t_{11} .

40 La fase de avance se divide a su vez en las siguientes subfases (es decir, intervalos de tiempo):

- una primera fase de aceleración constante comprendida entre los instantes de tiempo t_0 y t_1 ;
- una segunda fase de redondeo comprendida entre los instantes de tiempo t_1 y t_2 ;
- 45 - una tercera fase de corte comprendida entre los instantes de tiempo t_2 y t_3 ;
- una cuarta fase de redondeo comprendida entre los instantes de tiempo t_3 y t_4 ;
- 50 - una quinta fase de desaceleración constante comprendida entre los instantes de tiempo t_4 y t_5 .

En la primera fase de aceleración constante (comprendida entre los instantes de tiempo t_0 y t_1), la platina 2 de corte se mueve en una dirección paralela a la dirección de avance X a una velocidad V_c que aumenta linealmente desde el valor nulo a un valor $v_{c,a}$ y así con una aceleración constante A_c igual a un primer valor de aceleración hacia delante a_{c-a1} , como se muestra mediante las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B respectivamente, entre los instantes de tiempo t_0 y t_1 .

En la segunda fase de redondeo (comprendida entre los instantes de tiempo t_1 y t_2), la platina 2 de corte continúa moviéndose a lo largo de la dirección de avance X a una velocidad V_c que aumenta gradualmente desde el valor $v_{c,a}$ a un valor de velocidad máxima de avance $v_{c,max-a}$ y así con una aceleración A_c que tiene una tendencia de disminución gradual (es decir, una reducción de la aceleración A_c) desde el primer valor de aceleración hacia delante a_{c-a1} hasta el valor nulo, como se muestra mediante las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B respectivamente entre los instantes de tiempo t_1 y t_2 . El término "velocidad máxima de avance $v_{c,max-a}$ " se refiere al valor máximo que la velocidad de la platina 1 de corte tiene a lo largo de la dirección paralela a la dirección de avance X en la fase delantera del ciclo de corte.

ES 2 683 177 T3

En el instante de tiempo t_2 , la platina de corte está situada en la proximidad del tubo 10 con los medios 2 de corte posicionados encima de esta y en la posición calculada para cortar el tubo 10 a la longitud de corte L_{prod} .

5 Debe observarse que el valor de la velocidad máxima de avance v_{c_max-a} de la platina 2 de corte es igual al valor de la velocidad V_1 de línea de la cinta 1 transportadora (y por lo tanto del tubo 10 posicionado sobre ella): comenzando de esta manera desde el instante de tiempo t_2 , el movimiento de la platina 2 de corte se sincroniza con el movimiento de la cinta 1 transportadora y, por lo tanto, del tubo 10.

10 Preferiblemente, el valor v_{c_a} (definido a continuación como "redondeo hacia delante" de la velocidad V_c de la platina 2 de corte) se calcula como un porcentaje del valor de la velocidad máxima de avance v_{c_max-a} de la platina 2 de corte. Por ejemplo, $v_{c_max-a} = 151$ metros/minuto, el porcentaje es igual al 25% y por lo tanto, el valor de v_{c_a} es del 75% (100% -25%) de 151 metros/minuto, es decir, $v_{c_a} = 113.25$ metros/minuto.

15 Ventajosamente, la tendencia de velocidad V_c de la platina 2 de corte en la primera fase de redondeo se selecciona entre una de las siguientes funciones:

- función lineal;

20 - función polinómica de segundo grado;

- función sinusoidal;

25 - función polinómica de séptimo grado;

- cicloide.

30 En la tercera fase de corte (que tiene una longitud T_S comprendida entre los instantes de tiempo t_2 y t_3) la platina 2 de corte continúa teniendo un movimiento rectilíneo a lo largo de la dirección paralela a la dirección de avance X y está sincronizada con la del tubo 10, es decir, la platina 2 de corte se mueve a una velocidad constante v_{c_max-a} igual a la velocidad V_1 de línea de la cinta 1 transportadora (que a su vez es igual a la velocidad a la que se mueve el tubo 10) y por lo tanto con una aceleración A_c que tiene un valor nulo, como se muestra por las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B respectivamente entre los instantes de tiempo t_2 y t_3 : de esta manera los medios 3 de corte colocados en la platina 2 de corte pueden realizar en el tiempo de corte T_S el corte del tubo 10 en un punto calculado de la longitud de la misma mientras se mueve sobre el medio 1 transportador. Debe observarse que el corte del tubo 35 10 puede tener lugar utilizando todo el tiempo de corte T_S o solo una parte del mismo.

40 En la cuarta fase de redondeo (comprendida entre los instantes de tiempo t_3 y t_4), la platina 2 de corte continúa moviéndose en la dirección paralela a la dirección de avance X a una velocidad V_c que disminuye gradualmente desde el valor v_{c_max-a} al valor v_{c_a} (es decir, reducción de la velocidad V_c) y por lo tanto con una aceleración negativa A_c (porque la aceleración A_c tiene una dirección opuesta a la dirección de la velocidad V_c) que tiene una tendencia de disminución gradual (es decir, una desaceleración que aumenta gradualmente en valor absoluto) desde el valor nulo a un segundo valor de aceleración a_{c-a2} de avance (menor que cero), como se muestra mediante las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B, respectivamente, entre los instantes de tiempo t_3 y t_4 ; de esta manera, en el 45 instante t_4 , la aceleración de la platina 2 de corte ha alcanzado el segundo valor de aceleración hacia delante a_{c-a2} (punto P5 de la figura 6B).

50 Debe observarse que, en aras de la simplicidad, el valor de la velocidad de la platina 2 de corte en el instante de tiempo t_4 se considera igual al valor en el instante de tiempo t_2 (es decir, igual a v_{c_a}), pero dichos valores también pueden ser diferentes; en este último caso, el valor de la velocidad de la platina 2 de corte en el instante de tiempo t_4 se calcula como un porcentaje diferente del valor de la velocidad máxima de avance v_{c_max-a} de la platina 2 de corte.

Ventajosamente, la tendencia de velocidad V_c de la platina 2 de corte en la segunda fase de redondeo se selecciona entre una de las siguientes funciones:

55 - función lineal;

- función polinómica de segundo grado;

- función sinusoidal;

60 - función polinómica de séptimo grado;

- cicloide.

65 En la quinta fase de desaceleración constante (comprendida entre los instantes de tiempo t_4 y t_5), la platina 2 de corte se mueve a lo largo de la dirección de avance X a una velocidad V_c que disminuye linealmente desde el valor

v_{c_a} al valor nulo y por lo tanto, con una desaceleración constante A_c igual al segundo valor de aceleración hacia delante a_{c-a2} , como se muestra mediante las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B respectivamente, entre los instantes de tiempo t_4 y t_5 ; de este modo, en el instante de tiempo t_5 , la velocidad V_c de la platina 2 de corte ha alcanzado el valor nulo.

5 Debe observarse que el valor absoluto del segundo valor de aceleración a_{c-a2} de avance es igual al del primer valor de aceleración a_{c-a1} de avance. Alternativamente, el valor absoluto del segundo valor de aceleración a_{c-a2} de avance es diferente del valor absoluto del primer valor de aceleración a_{c-a1} de avance.

10 En la fase de retorno, la platina 2 de corte es tal que se mueve en una dirección paralela a la dirección de avance X en una dirección opuesta a la dirección de movimiento de la cinta 1 transportadora (y por lo tanto del tubo 10), para volver a la posición inicial del ciclo de corte considerado (es decir, el que tenía en el instante t_0) con una tendencia apropiada de su velocidad V_c y de su aceleración A_c .

15 Debe observarse que en la fase de retorno de acuerdo a la segunda realización de la invención mostrada en la figura 6A no hay intervalo de tiempo (véanse los instantes de tiempo comprendidos entre t_7 y t_9) en donde la tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte sea sustancialmente constante; por el contrario, en la fase de retorno de acuerdo a la técnica anterior hay una fase de longitud no despreciable (véanse los instantes de tiempo comprendidos entre t_7 y t_9 de la figura 1) en la que la tendencia de velocidad de la platina 2 de corte es sustancialmente constante .

La fase de retorno se divide a su vez en las siguientes subfases (es decir, intervalos de tiempo):

- 25 - una sexta fase de redondeo comprendida entre los instantes de tiempo t_5 y t_6 ;
- una séptima fase de aceleración constante comprendida entre los instantes de tiempo t_6 y t_7 ;
- una octava fase de redondeo comprendida entre los instantes de tiempo t_7 y t_8 ;
- 30 - una novena fase de redondeo comprendida entre los instantes de tiempo t_8 y t_9 ;
- una décima fase de desaceleración constante comprendida entre los instantes de tiempo t_9 y t_{10} ;
- 35 - una undécima fase de redondeo comprendida entre los instantes de tiempo t_{10} y t_{11} .

En los instantes de tiempo t_5 , la platina 2 de corte comienza a moverse en la dirección opuesta a la dirección de avance X para volver a la posición inicial que tenía en el instante de tiempo t_0 .

40 En la sexta fase de redondeo (comprendida entre los instantes de tiempo t_5 y t_6), la platina 2 de corte se mueve en la dirección opuesta a la dirección de avance X a una velocidad V_c (negativa porque la velocidad V_{ca} tiene una dirección opuesta a la dirección de avance X) aumentando gradualmente en valor absoluto desde el valor nulo a un valor v_{c-r1} (menor que cero) y por lo tanto con una aceleración A_c (negativa) que tiene una tendencia gradualmente decreciente desde el segundo valor de aceleración a_{c-a2} de avance a un primer valor de aceleración de retorno a_{c-r1} (menor que cero, en donde el valor absoluto de a_{c-r1} es menor que el valor absoluto de a_{c-a2}), como se muestra con las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B respectivamente entre los instantes de tiempo t_5 y t_6 ; de este modo, en el instante de tiempo t_6 , la velocidad V_c ha alcanzado el valor v_{c-r1} y la aceleración A_c ha alcanzado el primer valor de aceleración de retorno a_{c-r1} .

50 Preferiblemente, el valor v_{c-r1} (definido a continuación como "primer valor de redondeo de retorno" de la velocidad V_c de la platina 2 de corte) se calcula como un porcentaje del valor de la velocidad máxima de retorno V_{c_max-r} de la platina 2 de corte. Por ejemplo, $V_{c_max-r} = -90$ metros/minuto, el porcentaje es igual al 50% y por lo tanto, el valor de v_{c-r1} es 50% (100% -50%) de -90 metros/minuto, es decir, $v_{c-r1} = -45$ metros/minuto.

55 Ventajosamente, la tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte en la sexta fase de redondeo es seleccionada de una de las siguientes funciones:

- función lineal;
- función polinómica de segundo grado;
- 60 - función sinusoidal;
- función polinómica de séptimo grado;
- 65 - cicloide.

5 En la séptima fase de aceleración constante (comprendida entre los instantes de tiempo t_6 y t_7), la platina 2 de corte continúa moviéndose en la dirección opuesta a la dirección de avance X a una velocidad V_c (todavía negativa) aumentando linealmente en valor absoluto desde el valor v_{c_r1} a un valor v_{c_r2} (v_{c_r2} menor que cero, donde el valor absoluto de v_{c_r2} es mayor que el valor absoluto de v_{c_r1}) y por lo tanto, con una aceleración constante igual al primer valor de aceleración de retorno a_{c_r1} , como se muestra con las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B entre los instantes de tiempo t_6 y t_7 .

10 Preferiblemente, el valor v_{c_r2} (definido a continuación como "segundo valor de redondeo de retorno" de la velocidad V_c de la platina 2 de corte) se calcula un porcentaje del valor de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} de la platina 2 de corte. Por ejemplo, $v_{c_max-r} = -90$ metros/minuto, el porcentaje es igual a 20% y por lo tanto, el valor de v_{c_r2} es 80% (100% -20%) de v_{c_max-r} , es decir, $v_{c_r2} = -72$ metros/minuto.

15 En la segunda realización de la invención en la figura 6B, es posible observar que el valor absoluto del primer valor de aceleración de retorno a_{c_r1} en la fase de retorno (punto P106 de la figura 6B) es menor que el primer valor de aceleración hacia delante a_{c_a1} en la fase de avance (punto P101) y el valor absoluto del segundo valor de aceleración hacia delante a_{c_a2} (punto P5): por ejemplo, $a_{c_a1} = |a_{c_a2}| = 15 \text{ m/s}^2$, $|a_{c_r1}| = 0.71 \text{ m/s}^2$. De esta manera en la sexta subfase (instantes de tiempo entre t_5 y t_6) y en la séptima subfase (instantes de tiempo entre t_6 y t_7) de la fase de retorno, la platina 2 de corte se mueve con una tendencia más gradual de aceleración A_c : esto permite reducir las tensiones mecánicas de las partes móviles de la máquina 50 de corte y por lo tanto, reduce el desgaste de las mismas, mejorando así la fiabilidad de la máquina 50 de corte.

20 Además, es importante observar que el valor absoluto del primer valor de aceleración de retorno a_{c_r1} es significativamente menor que el valor absoluto del valor de aceleración a_c' en la fase de retorno según la técnica anterior (punto P3 de la figura 1); por ejemplo, $|a_c'| = 15 \text{ m/s}^2$, $|a_{c_r1}| = 0.71 \text{ m/s}^2$. De este modo, la platina 2 de corte en la sexta subfase (instantes de tiempo entre t_5 y t_6) y en la séptima subfase (instantes de tiempo entre t_6 y t_7) de la fase de retorno de acuerdo con la segunda realización de la invención se mueve con una aceleración A_c que tiene una tendencia que es más gradual que la de la fase de retorno de la técnica anterior: esto permite reducir las tensiones mecánicas a las que están sometidas las partes móviles de la máquina 50 de corte (tales como, por ejemplo, los medios 4 de accionamiento y la platina 2 de corte) en la fase de retorno y, por lo tanto, reduce el desgaste de las mismas.

25 En la octava fase de redondeo (comprendida entre los instantes de tiempo t_7 y t_8), la platina 2 de corte continúa moviéndose en la dirección opuesta a la dirección de avance X a una velocidad V_c (aún negativa) aumentando gradualmente en valor absoluto desde el valor v_{c_r2} a un valor de velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} (menor que cero, donde el valor absoluto de v_{c_max-r} es mayor que el valor absoluto de v_{c_r2}) y con una aceleración que tiene una reducción gradual desde el primer valor de aceleración de retorno a_{c_r1} hasta el valor nulo, como se muestra con las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B respectivamente, entre los instantes de tiempo t_7 y t_8 ; de esta manera, en el instante de tiempo t_8 la platina 2 de corte ha alcanzado el valor de velocidad V_c igual a la velocidad de retorno máxima v_{c_max-r} y un valor de aceleración nulo A_c . El término "velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} " se refiere al valor máximo que la velocidad de la platina 1 de corte tiene en la dirección opuesta a la dirección X de avance en la fase de retorno del ciclo de corte.

30 El valor absoluto de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} se selecciona de manera que sea lo más alto posible, compatible con el valor de la velocidad máxima V_{c_max} que puede alcanzar la platina 2 de corte de acuerdo con la tecnología utilizada para los medios 4 de accionamiento y la platina 2 de corte, como se explicará con mayor detalle a continuación en la descripción del diagrama de flujo en la figura 7. Se debe observar, de hecho, que el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} de acuerdo con la segunda realización de la invención (véase el punto P108 de la velocidad V_c en la figura 6A en el instante de tiempo t_8) es mayor que el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r}' según la técnica anterior (véase, por ejemplo, el punto P107 de la curva V' en la figura 6A en el mismo instante de tiempo t_8). Por ejemplo, el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} según la invención es igual a 90 metros/minuto, mientras que el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r}' según la técnica anterior es igual a 72 metros/segundo.

35 Es importante observar que el valor del área contenida dentro de por la velocidad V_c de la platina 2 de corte en la fase de avance (instantes de tiempo comprendidos entre t_0 y t_5 en la figura 6A) representa el valor del espacio S_a recorrido por la platina 2 de corte en la fase de avance y el valor del área contenida dentro de por la velocidad V_c de la platina 2 de corte en la fase de retorno (instantes de tiempo comprendidos entre t_5 y t_{11} en la figura 6A) representa el valor del espacio S_r recorrido por la platina 2 de corte en la fase de retorno. El espacio S_r recorrido por la platina 2 de corte en la fase de retorno es igual al espacio S_a recorrido en la fase de avance, para permitir que la platina 2 de corte regrese en el instante de tiempo t_{11} a la misma posición inicial que tenía en el instante de tiempo t_0 y luego comenzar de nuevo con un nuevo ciclo de corte de manera continua y con tiempos de espera insignificantes: en consecuencia, el área contenida dentro de por la velocidad V_c en la fase de retorno debe ser igual a la contenida dentro de por la velocidad V_c en la fase de avance. Por lo tanto, es posible elegir el valor de velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} de la platina 2 de corte de manera apropiada, de modo que el valor absoluto de la misma sea mayor que el valor absoluto de la velocidad de retorno máxima según la técnica anterior (y en cualquier caso menor o igual a la velocidad máxima V_{c_max} de la platina 2 de corte), siempre que se elija una tendencia apropiada de velocidad V_c .

en los instantes de tiempo comprendidos entre t_5 y t_8 y entre t_8 y t_{11} , de modo que el valor del área contenida dentro de por la velocidad V_c en la fase de retorno sea igual al valor del área contenida dentro de por la velocidad V_c en la fase de avance: esto se explicará con mayor detalle a continuación en la descripción del diagrama de flujo en la figura 7.

5 Preferiblemente, el valor v_{c-r2} de la velocidad de la platina 2 de corte se calcula como un porcentaje del valor de la velocidad máxima de retorno $v_{c-max-r}$ de la platina 2 de corte.

10 Ventajosamente, la tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte en la octava fase de redondeo se selecciona entre una de las siguientes funciones:

- función lineal;
- función polinómica de segundo grado;
- 15 - función sinusoidal;
- función polinómica de séptimo grado;
- 20 - cicloide.

25 En la novena fase de redondeo (comprendida entre los instantes de tiempo t_8 y t_9) la platina 2 de corte continúa moviéndose en la dirección opuesta a la dirección de avance X a una velocidad negativa V_c disminuyendo gradualmente en valor absoluto desde el valor de velocidad máximo de retorno $v_{c-max-r}$ a el valor v_{c-r2} y por lo tanto con una aceleración que tiene una tendencia gradualmente creciente (o una desaceleración gradualmente creciente) desde el valor nulo hasta un segundo valor de aceleración de retorno a_{c-r2} , como se muestra con las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B respectivamente entre los instantes de tiempo t_8 y t_9 .

30 Debe observarse que, por simplicidad, el valor de la velocidad de la platina 2 de corte en el instante de tiempo t_7 se considera igual al valor en el instante de tiempo t_9 (es decir, v_{c-r2}), pero dichos valores también pueden ser diferentes; en el último caso, el valor de la velocidad de la platina 2 de corte en el instante de tiempo t_4 se calculará como un porcentaje diferente del valor de la velocidad máxima de avance $v_{c-max-a}$ de la platina 2 de corte.

35 Ventajosamente, la tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte en la novena fase de redondeo se selecciona entre una de las siguientes funciones:

- función lineal;
- función polinómica de segundo grado;
- 40 - función sinusoidal;
- función polinómica de séptimo grado;
- 45 - cicloide.

50 En la décima fase de desaceleración constante (comprendida entre los instantes de tiempo t_9 y t_{10}), la platina 2 de corte continúa moviéndose en la dirección opuesta a la dirección de avance X a una velocidad negativa V_c que disminuye linealmente en valor absoluto desde el valor v_{c-r2} al valor v_{c-r1} y, por tanto con una desaceleración constante igual al segundo valor de aceleración de retorno a_{c-r2} , como se muestra mediante las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B entre los instantes de tiempo t_9 y t_{10} .

55 En la segunda realización de la invención, es posible observar que el valor absoluto del segundo valor de aceleración de retorno a_{c-r2} en la fase de retorno (punto P9 en la figura 6B) es menor que el primer valor de aceleración hacia delante a_{c-a1} en la fase de avance (punto P101), y el valor absoluto del segundo valor de aceleración de avance a_{c-a2} (punto P5): por ejemplo, $a_{c-a1} = |a_{c-a2}| = 15 \text{ m/s}^2$, $a_{c-r2} = 0.71 \text{ m/s}^2$. De esta forma, en la novena subfase (instantes de tiempo entre t_8 y t_9) y la décima subfase (instantes de tiempo entre t_9 y t_{10}) de la fase de retorno, la platina 2 de corte se mueve con una desaceleración que tiene una tendencia más gradual: esto permite reducir las tensiones mecánicas en las partes móviles de la máquina 50 de corte y por lo tanto, reduce el desgaste de las mismas, mejorando así la fiabilidad de la máquina 50 de corte.

60 Además, es importante observar que el valor absoluto del segundo valor de aceleración de retorno a_{c-r2} es significativamente menor que el valor absoluto del valor de aceleración a_c' en la fase de retorno según la técnica anterior (punto P4 en la figura 1): por ejemplo, $|-a_c'| = 15 \text{ m/s}^2$, $a_{c-r2} = 0.71 \text{ m/s}^2$. De esta manera en la novena subfase (instantes de tiempo entre t_8 y t_9) y la décima subfase (tiempos entre t_9 y t_{10}) de la fase de retorno en la segunda realización de la invención, la platina 2 de corte se mueve con una aceleración/desaceleración que tiene una

tendencia más gradual que la de la fase de retorno de la técnica anterior: esto permite reducir las tensiones mecánicas a que están sometidas las partes móviles de la máquina 50 de corte (tales como, por ejemplo, los medios 4 de accionamiento y la platina 2 de corte) en la fase de retorno y por lo tanto reduce el desgaste de las mismas.

5 Por lo tanto, es posible reducir las tensiones a las que están sometidas las partes móviles de la máquina 50 de corte en la fase de retorno, mientras que aumenta (en comparación con la técnica anterior) el valor absoluto de la velocidad máxima de la platina 2 de corte en la fase de retorno y reducción (en comparación con la técnica anterior) del valor absoluto de la aceleración/desaceleración máxima de la platina 2 de corte en la misma fase de retorno.

10 En la undécima fase de redondeo (comprendida entre los instantes de tiempo t_{10} y t_{11}), la platina 2 de corte continúa moviéndose en la dirección opuesta a la dirección de avance X a una velocidad negativa V_c disminuyendo gradualmente en valor absoluto desde el valor $v_{c,r1}$ al valor nulo y con una aceleración V_c que tiene una tendencia gradualmente creciente desde el segundo valor de aceleración de retorno a_{c-r2} hasta el primer valor de aceleración de avance a_{c-a1} , como se muestra con las líneas sólidas en la figura 6A y la figura 6B respectivamente entre los
15 instantes de tiempo t_{10} y t_{11} .

En el instante de tiempo t_{11} , la platina 2 de corte ha vuelto a la posición inicial que tenía en el instante t_0 .

20 Debe observarse que, por simplicidad, el valor de la velocidad de la platina 2 de corte en el instante de tiempo t_{10} se considera igual al valor en el instante de tiempo t_6 (es decir, $v_{c,r1}$), pero dichos valores también pueden ser diferentes.

Ventajosamente, la tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte en la undécima fase de redondeo se selecciona entre una de las siguientes funciones:

25 - función lineal;

- función polinómica de segundo grado;

30 - función sinusoidal;

- función polinómica de séptimo grado;

35 - cicloide.

Debe observarse que en la segunda realización de la invención mostrada en la figura 6A, el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$ de la platina 2 de corte es también mayor que la velocidad máxima de avance $v_{c,max-a}$. Alternativamente, también es posible tener un caso en el que el valor absoluto de la velocidad de retorno máxima $v_{c,max-r}$ de la platina 2 de corte sea menor que la velocidad máxima de avance $v_{c,max-a}$.

40 La figura 7 muestra el diagrama 150 de flujo del método para calcular el valor de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$ de la platina 2 de corte de acuerdo con la segunda realización de la invención, donde dicho método se lleva a cabo mediante el módulo 6-1 de cálculo de la unidad 6 de procesamiento.

45 El diagrama 150 de flujo difiere del diagrama 100 de flujo de la primera realización de la invención en la etapa 103-1 que reemplaza a la etapa 103.

Desde la etapa 102, se continúa con la etapa 103-1 en la que se calcula el valor actual de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$, teniendo en cuenta además los valores de redondeo. Por lo tanto, el valor actual de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$ se calcula como una función de:

50 - el valor actual de la aceleración de retorno a_{c-r} ;

- el valor del intervalo de tiempo de retorno T_r ;

55 - el valor del redondeo $v_{c,a}$ de avance;

- el valor del primer valor de redondeo de retorno $v_{c,r1}$;

60 - el valor del segundo valor de redondeo de retorno $v_{c,r2}$.

Por lo tanto, considerando los valores de entrada iguales en los diagramas 100 y 150 de flujo, este último emitirá valores diferentes de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$. En particular, el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$ calculada con el diagrama 150 de flujo será menor que el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}$ calculada con el diagrama 100 de flujo, pero en cualquier caso superior al valor absoluto de la velocidad máxima de retorno $v_{c,max-r}'$ según la técnica anterior.

65

5 Debe observarse que en las realizaciones primera y segunda de la invención mostradas en las figuras 4A y 6A, respectivamente, no hay intervalo de tiempo en la fase de retorno (en contraste con la fase de retorno según la técnica anterior) donde la tendencia de la velocidad V_c de la platina 2 de corte es sustancialmente constante (véase, por ejemplo, la tendencia de la velocidad V_c comprendida entre los instantes de tiempo t_7 y t_9 de la segunda realización).

10 Alternativamente, de acuerdo con una variante de las realizaciones primera y segunda de la invención, en la fase de retorno hay un intervalo de tiempo no despreciable en el que la tendencia de la velocidad V_c (línea continua) de la platina 2 de corte es sustancialmente constante.

15 En particular, con referencia a la variante de la segunda realización de la invención mostrada en la figura 8, en la fase de retorno hay un intervalo de tiempo no despreciable comprendido entre los instantes de tiempo t_7 y t_9 , en donde la tendencia de la velocidad V_c (línea continua) de la platina 2 de corte es sustancialmente constante; preferiblemente, el valor de la velocidad V_c en el intervalo de tiempo comprendido entre los instantes de tiempo t_7 y t_9 es igual al valor de la velocidad máxima V_{c_max} que puede alcanzar la platina 2 de corte de acuerdo con la tecnología utilizada.

20 Debe observarse que la tendencia de velocidad V' (mostrada en la figura 8 con una línea discontinua) de la platina de corte en la fase de retorno según la técnica anterior también tiene una tendencia constante (instantes de tiempo comprendidos entre t_7' y t_9'), siendo la diferencia que el valor máximo absoluto v_{c_max-r} de la velocidad V_c en la fase de retorno según la variante de la segunda realización es mayor que el valor máximo absoluto v_{c_max-r}' de la velocidad V' en la fase de retorno según la técnica anterior

25 La figura 9 muestra el diagrama 180 de flujo del método para calcular el valor de velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} de la platina 2 de corte de acuerdo con la variante de la segunda realización de la invención, donde dicho método se lleva a cabo mediante el módulo de cálculo 6-1 de la unidad 6 de procesamiento.

30 El diagrama 180 de flujo difiere del diagrama 150 de flujo de la segunda realización de la invención en la presencia adicional de las etapas 111 y 103-2.

De la etapa 103-1 se continúa a la etapa 111, donde se verifica si el valor calculado actual de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} es menor o igual que el valor de la velocidad máxima V_{c_max} que puede alcanzar la platina 2 de corte de acuerdo con la tecnología utilizada:

- 35 - en el caso positivo (es decir, $v_{c_max-r} \leq V_{c_max}$), se continúa a la etapa 104;
- en el caso negativo (es decir, $v_{c_max-r} > V_{c_max}$), se continúa a la etapa 103-2.

40 En la etapa 103-2, el valor de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} se asigna igual al valor de la velocidad máxima V_{c_max} , es decir, $v_{c_max-r} = V_{c_max}$; en otras palabras, si el método de cálculo iterativo proporciona un valor de salida de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} que es mayor que el valor de la velocidad máxima V_{c_max} , el valor de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} es limitado para no exceder el valor de la velocidad máxima V_{c_max} y se asigna igual a este último.

45 Además, en la etapa 103-2, el valor de aceleración de retorno a_{c-r} se calcula como una función del valor de la velocidad máxima V_{c_max} y en función del intervalo de tiempo de retorno T_r .

50 De la etapa 103-2 se continúa a la etapa 106 y por lo tanto el diagrama 180 de flujo continúa con las etapas 106, 103-1, 111, 104, 107 (o 106, 110, 103-1, 111, 104, 107) de una manera análoga a lo que se explicó previamente en el diagrama 150 de flujo de la segunda realización, siendo la diferencia que en la etapa 103-1 el valor de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} es igual al valor de la velocidad máxima V_{c_max} .

55 Se describirá ahora el funcionamiento de la máquina 50 para el corte de ciclo continuo de tubos de acuerdo con la primera realización de la invención, haciendo referencia también a las figuras 2, 3, 4A-B y 5.

En aras de la simplicidad, se supone que debe usar la platina 2 de corte y los medios 4 de accionamiento.

60 En el instante de tiempo inicial comienza un primer ciclo de corte de longitud T_c ; la unidad 6 de procesamiento lee, desde la memoria 6-2, los valores de carrera de la platina utilizable L_{ut} , velocidad máxima V_{c_max} , aceleración máxima A_{c_max} , longitud de corte L_{prod} y tiempo de corte T_s , y calcula el valor del espacio disponible S_d para la platina 2 de corte en la fase de retorno y el valor del intervalo de tiempo de retorno T_r .

65 Además, en el instante de tiempo inicial t_0 , la unidad 6 de procesamiento calcula el valor de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} de la platina 2 de corte en la fase de retorno, como se explicó previamente en la descripción del diagrama 100 de flujo mostrado en la figura 5.

En los instantes de tiempo comprendidos entre t_0 y t_{11} , la unidad 6 de procesamiento genera la señal de accionamiento S_{azm} que acciona los medios 4 de accionamiento, que mueven la platina 2 de corte con una tendencia de la velocidad V_c y de la aceleración A_c como se explicó anteriormente en la descripción de la figura 4A-4B.

5 En el instante de tiempo t_{11} , la platina 2 de corte ha vuelto a la posición inicial que tenía en el instante de tiempo t_0 y ha finalizado el primer ciclo de corte: se ha obtenido así un primer tubo de una longitud igual a la longitud de corte L_{prod} del tubo 10.

10 Después, en el instante de tiempo t_{11} comienza un segundo ciclo de corte, donde la operación es igual a la descrita previamente para el primer ciclo de corte: al final del segundo ciclo de corte se ha obtenido un segundo tubo de una longitud igual a la longitud de corte L_{prod} .

15 La máquina 50 realiza entonces otros ciclos de corte y así se obtiene una pluralidad de tubos cortados de una longitud igual a la longitud de corte L_{prod} .

La operación de la segunda realización es análoga a la explicada previamente para la primera realización, siendo la diferencia que las figuras 6A-6B son consideradas en lugar de las figuras 4A-4B y la figura 7 en lugar de la figura 5.

20 La operación de la variante de la segunda realización es análoga a la de la segunda realización, siendo la diferencia que la figura 8 es considerada en lugar de la figura 6A-6B y la figura 9 en lugar de la figura 7.

La presente invención también se refiere a un método para mecanizar un objeto en movimiento.

El método comprende las siguientes etapas:

25 - proporcionar medios 1 transportadores para transportar el objeto a lo largo de una dirección de avance X a una velocidad V_l de línea;

30 - proporcionar una unidad 7 de accionamiento y corte para realizar el corte del objeto en movimiento;

- mover la unidad 7 de accionamiento y corte según una fase delantera a lo largo de una dirección paralela a la dirección de avance con la misma dirección que la dirección del medio de transporte para realizar el corte del objeto en movimiento;

35 - mover la unidad de accionamiento y corte, en una fase de retorno posterior a la fase delantera, a lo largo de una dirección paralela a la dirección de avance con una dirección opuesta a la dirección del transportador para volver a la posición inicial del ciclo de corte y con una tendencia de aceleración en la que el valor máximo absoluto de la aceleración dentro de la fase de retorno es menor que el valor máximo absoluto de la aceleración dentro de la fase de avance.

40 Preferiblemente, el método comprende además:

45 - la etapa de proporcionar medios de transporte comprende proporcionar una platina 2 de corte para moverse en las fases de avance y retorno del ciclo de corte y proporcionar medios 4 de accionamiento para impulsar el movimiento de la platina de corte;

- la etapa de mover la unidad de accionamiento y corte de acuerdo con la fase de avance comprende las siguientes etapas:

50 - mover la platina de corte con una aceleración hasta alcanzar un valor de velocidad que sea sustancialmente igual a la velocidad de la línea;

- mover la platina de corte con una velocidad sustancialmente igual a la velocidad de línea y cortar el objeto en movimiento;

55 - mover la platina de corte con una desaceleración hasta alcanzar un valor de velocidad sustancialmente nulo;

- la etapa de mover la unidad de accionamiento y corte según la fase de retorno comprende las siguientes etapas;

60 - mover la platina de corte con una aceleración hasta alcanzar un valor de velocidad que sea sustancialmente igual a una velocidad máxima de retorno;

- mover la platina de corte con una desaceleración hasta alcanzar un valor de velocidad sustancialmente nulo.

65

Preferiblemente, el método comprende además las siguientes etapas:

- 5 a) recibir valores que indiquen el espacio de retorno disponible S_d y el intervalo de tiempo de retorno T_r disponible para el movimiento de la platina de corte en la fase de retorno;
- b) asignar el valor actual de una aceleración de retorno a_{c-r} en la fase de retorno igual a un valor inicial a_0 que es menor que el valor de una aceleración máxima permitida A_{c_max} de la platina de corte;
- 10 c) calcular el valor actual de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} como una función del valor actual de la aceleración de retorno a_{c-r} y en función del valor del intervalo de tiempo de retorno T_r ;
- d) calcular el valor actual del espacio de retorno S_{c-r} en función del valor calculado actual de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} y en función del valor del intervalo de tiempo de retorno T_r ;
- 15 e) verificar si el valor calculado actual del espacio de retorno S_{c-r} es igual al valor del espacio disponible S_d ;
- f) si el valor calculado actual del espacio de retorno S_{c-r} es igual al valor del espacio disponible S_d , se asigna el valor de la velocidad máxima de retorno v_{c_max-r} como igual al valor calculado actual de la velocidad máxima de retorno;
- 20 g) si el valor calculado actual del espacio de retorno S_{c-r} es diferente del valor del espacio disponible S_d , se verifica si el valor calculado actual del espacio de retorno S_{c-r} es mayor que el valor del espacio disponible S_d ;
- h) en el caso positivo, se disminuye el valor de la aceleración de retorno y se repiten las etapas c), d) y e) usando el valor actual de la aceleración de retorno igual a dicho valor disminuido;
- 25 i) en el caso negativo, se incrementa el valor de la aceleración de retorno y se repiten las etapas c), d) y e) utilizando el valor actual de la aceleración de retorno igual a dicho valor incrementado.
- Preferiblemente, el método comprende además las siguientes etapas:
- 30 i_1) verificar si el valor actual de la aceleración de retorno a_{c-r} es mayor que el valor de una aceleración máxima permitida A_{c_max} de la platina de corte;
- i_2) en el caso negativo, se repiten las etapas c), d), e);
- 35 i_3) en el caso positivo, se calcula un siguiente valor de la aceleración de retorno a_{c-r} menor que la aceleración máxima A_{c_max} y mayor que el valor actual de la aceleración de retorno a_{c-r} y se repiten las etapas c), d), e) utilizando el valor actual de la aceleración de retorno igual al siguiente valor calculado de la aceleración de retorno

REIVINDICACIONES

1. Máquina (50) para cortar un objeto (10) en movimiento, comprendiendo la máquina:

5 - medios (1) transportadores para llevar el objeto a lo largo de una dirección de avance (X) a una velocidad (V_l) de línea;

- una unidad (7) de accionamiento y corte configurada para moverse en un ciclo de corte de acuerdo con:

10 • una fase de avance a lo largo de una dirección paralela a la dirección de avance con la misma dirección que la dirección del medio de transporte para realizar el corte del objeto en movimiento;

15 • una fase de retorno posterior a la fase de avance, a lo largo de una dirección paralela a la dirección de avance con una dirección opuesta a la dirección del medio de transporte para volver a la posición inicial del ciclo de corte;

caracterizado porque la máquina de corte incluye además:

20 - una unidad (6) de procesamiento configurada para generar una señal de accionamiento (S_{azm}) que controla el movimiento de la unidad de accionamiento y corte con una tendencia de aceleración en la que el valor máximo absoluto de la aceleración (a_{c-r}) dentro de la fase de retorno es menor que el valor máximo absoluto de la aceleración (a_{c-a}) dentro de la fase de avance.

2. Máquina de corte de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la unidad de accionamiento y corte comprende:

25 - una platina (2) de corte configurada para moverse en la fase de avance y retorno del ciclo de corte;

- medios (4) de accionamiento configurados para impulsar el movimiento de la platina de corte;

en el que la unidad de procesamiento está configurada además para:

30 • generar la señal de accionamiento (S_{azm}) que controla el movimiento de la platina de corte en la fase de avance de acuerdo con la siguiente tendencia:

35 un primer intervalo de tiempo de avance (t_0, t_2) en el que la platina de corte está configurada para moverse con una aceleración hasta que alcanza un valor de velocidad (v_{c_max-a}) sustancialmente igual a la velocidad de línea;

40 un intervalo de corte (T_s) posterior al primer intervalo de tiempo de avance, en el que la platina de corte está configurada para moverse con una velocidad sustancialmente igual a la velocidad de línea y para realizar el corte del objeto móvil usando al menos una parte del intervalo de corte;

45 un segundo intervalo de tiempo de avance (t_3, t_5) posterior al intervalo de corte, en el que la platina de corte está configurada para moverse con una desaceleración hasta que alcanza un valor de velocidad sustancialmente nulo;

• generar la señal de accionamiento (S_{azm}) que controla el movimiento de la platina de corte en la fase de retorno de acuerdo con la siguiente tendencia:

50 un primer intervalo de tiempo de retorno (t_5, t_8) en el que la platina de corte está configurada para moverse con una aceleración hasta que alcanza un valor de velocidad igual a una velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r});

55 un segundo intervalo de tiempo de retorno (t_8, t_{11}) posterior al primer intervalo de tiempo de retorno, en el que la platina de corte está configurada para moverse con una desaceleración hasta que alcanzar un valor de velocidad sustancialmente nulo;

en donde el valor máximo absoluto de la aceleración ($-a_{c-r}$) dentro del primer intervalo de tiempo de retorno es menor que el valor máximo absoluto de la aceleración (a_{c-a}) dentro del primer intervalo de tiempo avance y en el que el valor máximo absoluto de la desaceleración (a_{c-r}) dentro del segundo intervalo de tiempo de retorno es menor que el valor máximo absoluto de la desaceleración ($-a_{c-a}$) dentro del segundo intervalo de tiempo de avance.

60 3. Máquina de corte de acuerdo con la reivindicación 2, en la que la unidad de procesamiento está configurada adicionalmente para:

a) valores de recepción (102) que indican el espacio de retorno disponible (S_d) y el intervalo de tiempo de retorno (T_r) disponible para el movimiento de la platina de corte en la fase de retorno;

65 b) asignar (102) el valor actual de una aceleración de retorno (a_{c-r}) en la fase de retorno igual a un valor inicial (a_0) menor que el valor de una aceleración máxima (A_{c_max}) permitida a la platina de corte;

- c) calcular (103) el valor actual de la velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r}) en función del valor actual de la aceleración de retorno (a_{c-r}) y en función del valor del intervalo de tiempo de retorno (T_r);
- 5 d) calcular (103) el valor actual del espacio de retorno (S_{c-r}) como una función del valor actual calculado de la velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r}) y como una función del valor del intervalo de tiempo de retorno (T_r);
- e) verificar (104) si el valor actual calculado del espacio de retorno (S_{c-r}) es igual al valor del espacio disponible (S_d);
- 10 f) en caso de que el valor actual calculado del espacio de retorno (S_{c-r}) sea igual al valor del espacio disponible (S_d), se asigna el valor de la velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r}) igual al valor actual calculado de la velocidad máxima de retorno;
- 15 g) en caso de que el valor actual calculado del espacio de retorno (S_{c-r}) sea diferente del valor del espacio disponible (S_d), verifique (107) si el valor actual calculado del espacio de retorno (S_{c-r}) es mayor que el valor del espacio disponible (S_d);
- h) en el caso afirmativo, reducir (109) el valor de la aceleración de retorno y repetir c), d), e) utilizando el valor actual de la aceleración de retorno igual a dicho valor reducido;
- 20 i) en el caso negativo, incrementar (108) el valor de la aceleración de retorno y repita c), d), e) usando el valor actual de la aceleración de retorno igual a dicho valor incrementado.
4. Máquina de corte de acuerdo con la reivindicación 3, en la que la unidad de procesamiento está configurada además para calcular el valor del espacio de retorno disponible por medio de una operación integral de la tendencia de velocidad de la platina de corte en la fase de avance.
- 25 5. Máquina de corte de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en la que la unidad de procesamiento está configurada adicionalmente en i) para:
- 30 i_1) verificar (106) si el valor actual de la aceleración de retorno (a_{c-r}) es mayor que el valor de la aceleración máxima (A_{c_max}) de la platina de corte;
- i_2) en el caso negativo, repetir c), d), e);
- 35 i_3) en el caso positivo, calcular el siguiente valor de la aceleración de retorno (a_{c-r}) menor que la aceleración máxima (A_{c_max}) de la platina de corte y
- mayor que el valor actual de la aceleración de retorno (a_{c-r}) y repetir c), d), e) utilizando el valor actual de la aceleración de retorno igual al siguiente valor calculado de la aceleración de retorno.
- 40 6. Máquina de corte de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en la que la unidad de procesamiento está configurada además para generar la señal de accionamiento (S_{azm}) que controla el movimiento de la platina de corte en la fase de retorno de acuerdo con la siguiente tendencia:
- 45 un primer intervalo de tiempo de redondeo de retorno (t_5, t_6) que precede al primer intervalo de tiempo de retorno, en el que la platina de corte está configurada para moverse con una tendencia de velocidad que aumenta gradualmente en valor absoluto desde el valor nulo a un primer valor de redondeo de retorno (v_{c_r1}) que tiene un valor absoluto menor que el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno y configurado para moverse con una tendencia de aceleración que tiene una tendencia decreciente gradualmente en valor absoluto desde un segundo valor de
- 50 aceleración (a_{c-a2}) de avance a un primer valor de aceleración de retorno (a_{c-r1}) que tiene un valor absoluto menor que el valor absoluto del segundo valor de aceleración hacia delante (a_{c-a2});
- dicho primer intervalo de tiempo de retorno (t_6, t_7) donde la platina de corte está configurada para moverse con una tendencia de velocidad que aumenta linealmente en valor absoluto desde el primer valor de redondeo de retorno (v_{c_r1}) hasta un segundo valor de redondeo de retorno (v_{c_r2}) que tiene un valor absoluto más pequeño que el valor absoluto de la velocidad máxima de retorno y está configurado para moverse con una aceleración constante igual al primer valor de aceleración de retorno (a_{c-r1});
- 55 un segundo intervalo de tiempo de redondeo de retorno (t_7, t_8) posterior al primer intervalo de tiempo de retorno, en el que la platina de corte está configurada para moverse con una tendencia de velocidad que aumenta gradualmente en valor absoluto desde el segundo valor de redondeo de retorno hasta el valor de la velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r}) y está configurado para moverse con una tendencia de aceleración que tiene una tendencia que disminuye gradualmente en valor absoluto desde el primer valor de aceleración de retorno (a_{c-r1}) hasta el valor nulo;
- 60 un tercer intervalo de tiempo de redondeo de retorno (t_8, t_9) posterior al segundo intervalo de tiempo de redondeo de retorno, donde la platina de corte está configurada para moverse con una tendencia de velocidad que disminuye
- 65

gradualmente en valor absoluto desde el valor de la velocidad de retorno máxima (v_{c_max-r}) al segundo valor de redondeo de retorno (v_{c_r2}) y está configurado para moverse con una tendencia de aceleración que tiene una tendencia que aumenta gradualmente desde el valor nulo a un valor de aceleración de retorno (a_{c-r2}) menor que un primer valor de aceleración hacia delante (a_{c-a1});

5 dicho segundo intervalo de tiempo de retorno (t_9, t_{10}) donde la platina de corte está configurada para moverse con una tendencia de velocidad que disminuye linealmente en valor absoluto desde el segundo valor de redondeo de retorno (v_{c_r2}) al primer valor de redondeo de retorno (v_{c_r1}) y está configurado para moverse con una tendencia de aceleración constante igual a un segundo valor de aceleración de retorno (a_{c-r2}) menor que el primer valor de aceleración hacia delante (a_{c-a1});

10 un cuarto intervalo de tiempo de redondeo de retorno (t_{10}, t_{11}) posterior al segundo intervalo de tiempo de retorno, en el que la platina de corte está configurada para moverse con una tendencia de velocidad que disminuye gradualmente en valor absoluto desde el primer valor de redondeo de retorno (v_{c_r1}) al valor nulo y está configurada para moverse con una tendencia de aceleración que tiene una tendencia que aumenta gradualmente desde el segundo valor de aceleración de retorno (a_{c-r2}) al primer valor de aceleración directa (a_{c-a1});

15 en donde la unidad de procesamiento está configurada para calcular (103-1) en c) el valor actual de la velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r}) en función del valor actual de la aceleración de retorno (a_{c-r}), del valor del intervalo de tiempo de retorno (T_r), del primer valor de redondeo de retorno (v_{c_r1}) y del segundo valor de redondeo de retorno (v_{c_r2}).

20 7. Máquina de corte según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en la que la unidad de procesamiento está configurada, entre d) y e), para:

25 d₁) verificar (111) si el valor de corriente calculado de la velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r}) es menor o igual que el valor de una velocidad máxima (V_{c_max}) permitida a la platina de corte;

30 d₂) en el caso positivo, continuar con e);

d₃) en el caso negativo, asignar (103-2) el valor de la velocidad de retorno máxima (v_{c_max-r}) igual al valor de la velocidad máxima (V_{c_max}) de la platina de corte y calcular el valor de la aceleración de retorno (a_{c-r}) como una función del valor de la velocidad máxima de la platina de corte (V_{c_max}) y del intervalo de tiempo de retorno (T_r);

35 d₄) continuar con i₁).

8. Máquina de corte de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en la que el valor de la velocidad (V_i) de línea es igual al valor de la velocidad máxima de la platina (2) de corte.

40 9. Método para mecanizar un objeto en movimiento, que comprende las etapas de:

a) proporcionar medios (1) transportadores para llevar el objeto a lo largo de una dirección de avance (X) a una velocidad (V_i) de línea;

45 b) proporcionar una unidad (7) de accionamiento y corte para realizar el corte del objeto en movimiento;

c) mover la unidad (7) de accionamiento y corte según una fase de avance a lo largo de una dirección paralela a la dirección de avance con la misma dirección que la dirección del medio de transporte para realizar el corte del objeto en movimiento;

50 d) mover la unidad de accionamiento y corte, en una fase de retorno posterior a la fase de avance, a lo largo de la dirección paralela a la dirección de avance con una dirección opuesta a la dirección del medio transportador para volver a la posición inicial del ciclo de corte;

55 caracterizado porque la etapa d) incluye además mover la unidad de accionamiento y corte en la fase de retorno con una tendencia de aceleración donde el valor máximo absoluto de la aceleración (a_{c-r}) dentro de la fase de retorno es menor que el valor máximo absoluto de la aceleración (a_{c-a}) dentro de la fase de avance.

60 10. Método para mecanizar un objeto en movimiento de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además las etapas de:

a) recibir valores que indiquen el espacio de retorno disponible (S_d) y el intervalo de tiempo de retorno (T_r) disponibles para el movimiento de la platina de corte en la fase de retorno;

65 b) asignar el valor actual de una aceleración de retorno (a_{c-r}) en la fase de retorno igual a un valor inicial a_0 que es menor que el valor de una aceleración máxima permitida (A_{c_max}) de la platina de corte;

- c) calcular el valor actual de la velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r}) como una función del valor actual de la aceleración de retorno (a_{c-r}) y como una función del valor del intervalo de tiempo de retorno (T_r);
- 5 d) calcular el valor actual del espacio de retorno S_{c-r} como una función del valor calculado actual de la velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r}) y en función del valor del intervalo de tiempo de retorno (T_r);
- e) verificar si el valor calculado actual del espacio de retorno (S_{c-r}) es igual al valor del espacio disponible (S_d);
- 10 f) si el valor calculado actual del espacio de retorno (S_{c-r}) es igual al valor del espacio disponible S_d , se asigna el valor de la velocidad máxima de retorno (v_{c_max-r}) como igual al valor calculado actual de la velocidad máxima de retorno;
- 15 g) si el valor calculado actual del espacio de retorno (S_{c-r}) es diferente del valor del espacio disponible (S_d), se verifica si el valor calculado actual del espacio de retorno (S_{c-r}) es mayor que el valor del espacio disponible (S_d);
- h) en el caso positivo, se disminuye el valor de la aceleración de retorno y se repiten las etapas c), d) y e) usando el valor actual de la aceleración de retorno igual a dicho valor disminuido;
- 20 i) en el caso negativo, incrementar el valor de aceleración de retorno y repetir las etapas c), d) y e) utilizando el valor actual de la aceleración de retorno igual a dicho valor incrementado.
11. Método para mecanizar un objeto en movimiento de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además las etapas de:
- 25 i_1) verificar si el valor actual de la aceleración de retorno (a_{c-r}) es mayor que el valor de una aceleración máxima permitida (A_{c_max}) a la platina de corte;
- i_2) en el caso negativo, se repiten las etapas c), d), e);
- 30 i_3) en el caso positivo, se calcula un siguiente valor de la aceleración de retorno (a_{c-r}) menor que la aceleración máxima (A_{c_max}) y mayor que el valor actual de la aceleración de retorno (a_{c-r}) y se repiten las etapas c), d), e) utilizando el valor actual de la aceleración de retorno igual al siguiente valor calculado de la aceleración de retorno.
- 35 12. Programa informático que comprende porciones de código de software adaptadas para realizar las etapas c) y d) del método de acuerdo con la reivindicación 9 y todas las etapas del método de acuerdo con las reivindicaciones 10-11, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

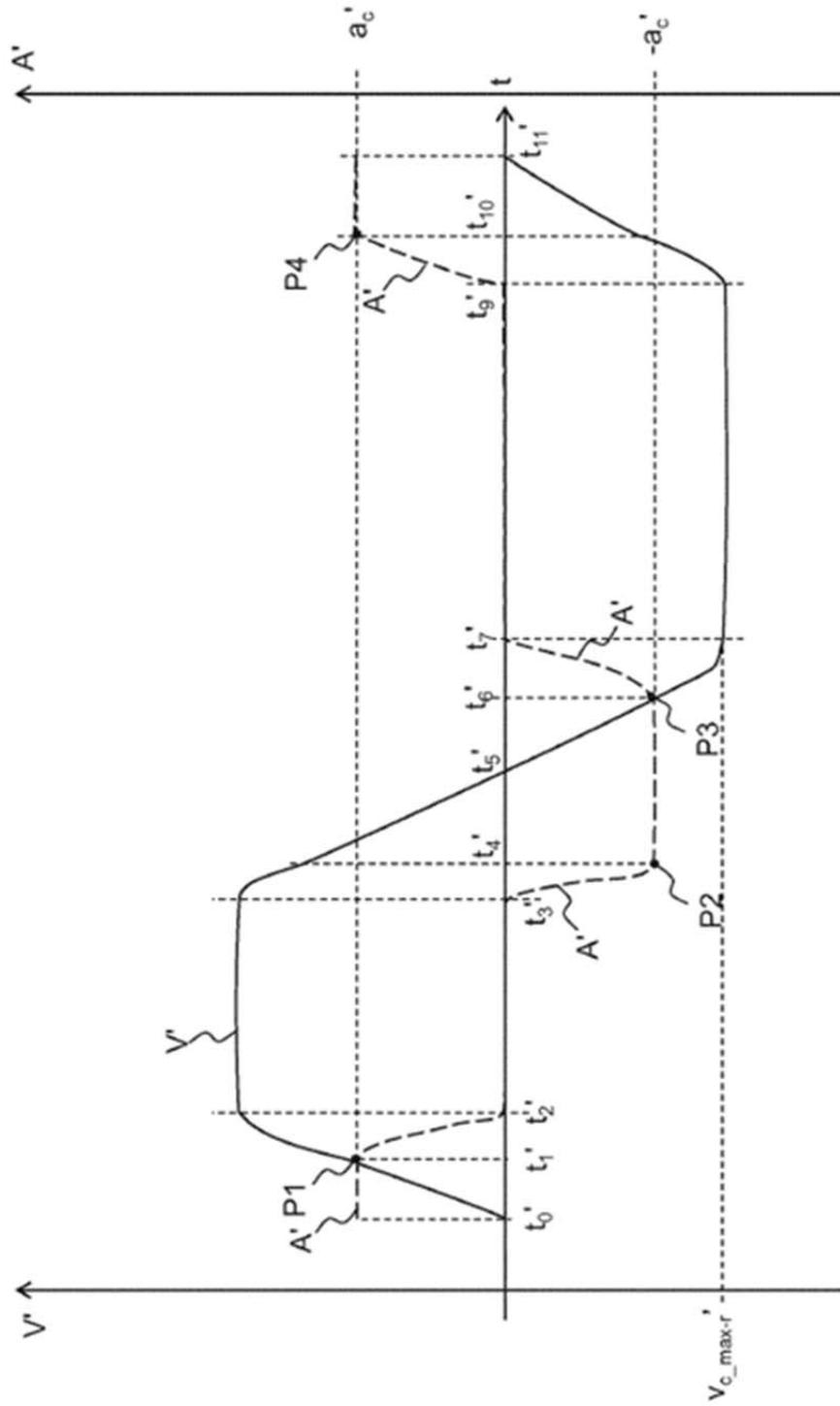


Fig. 1

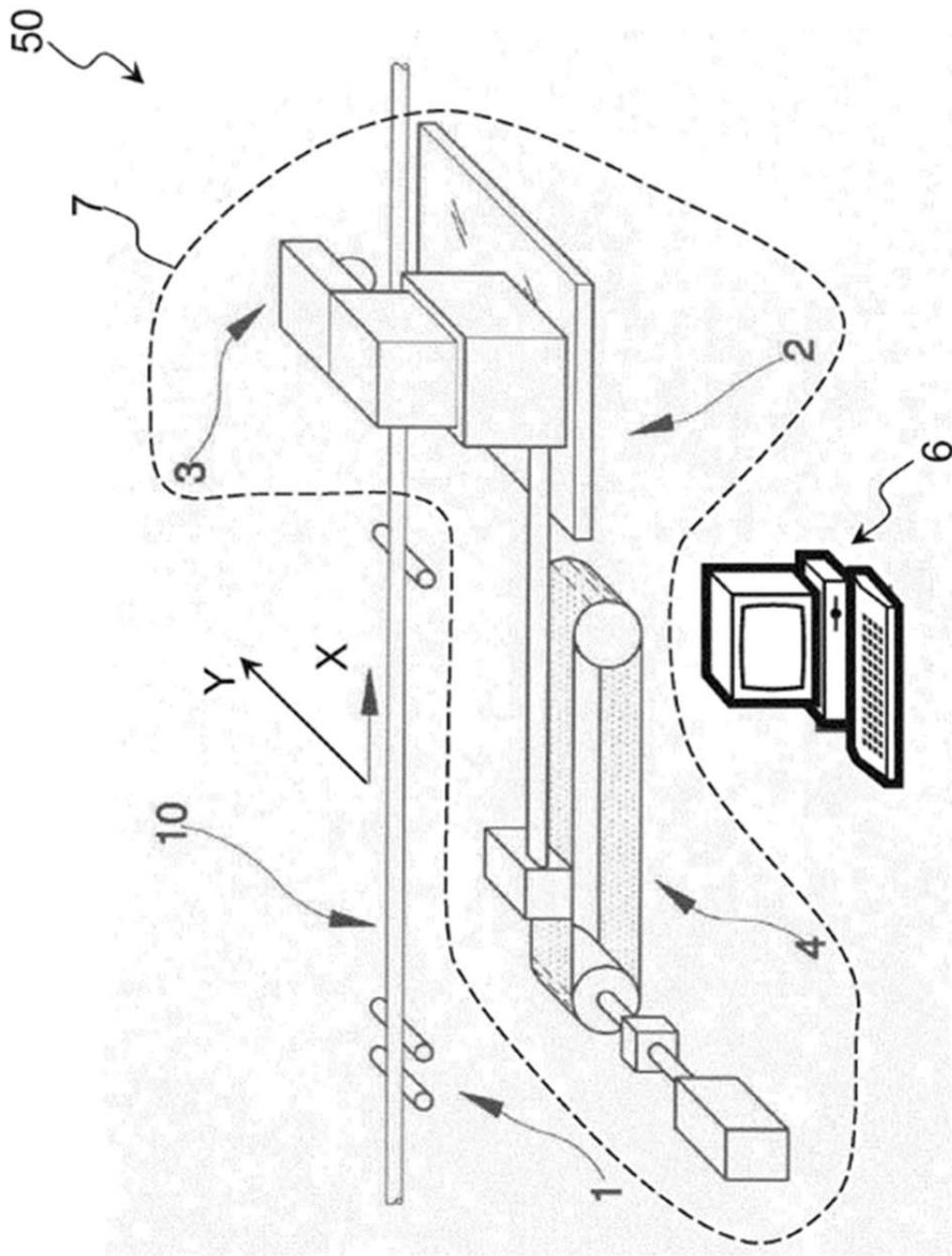


Fig. 2

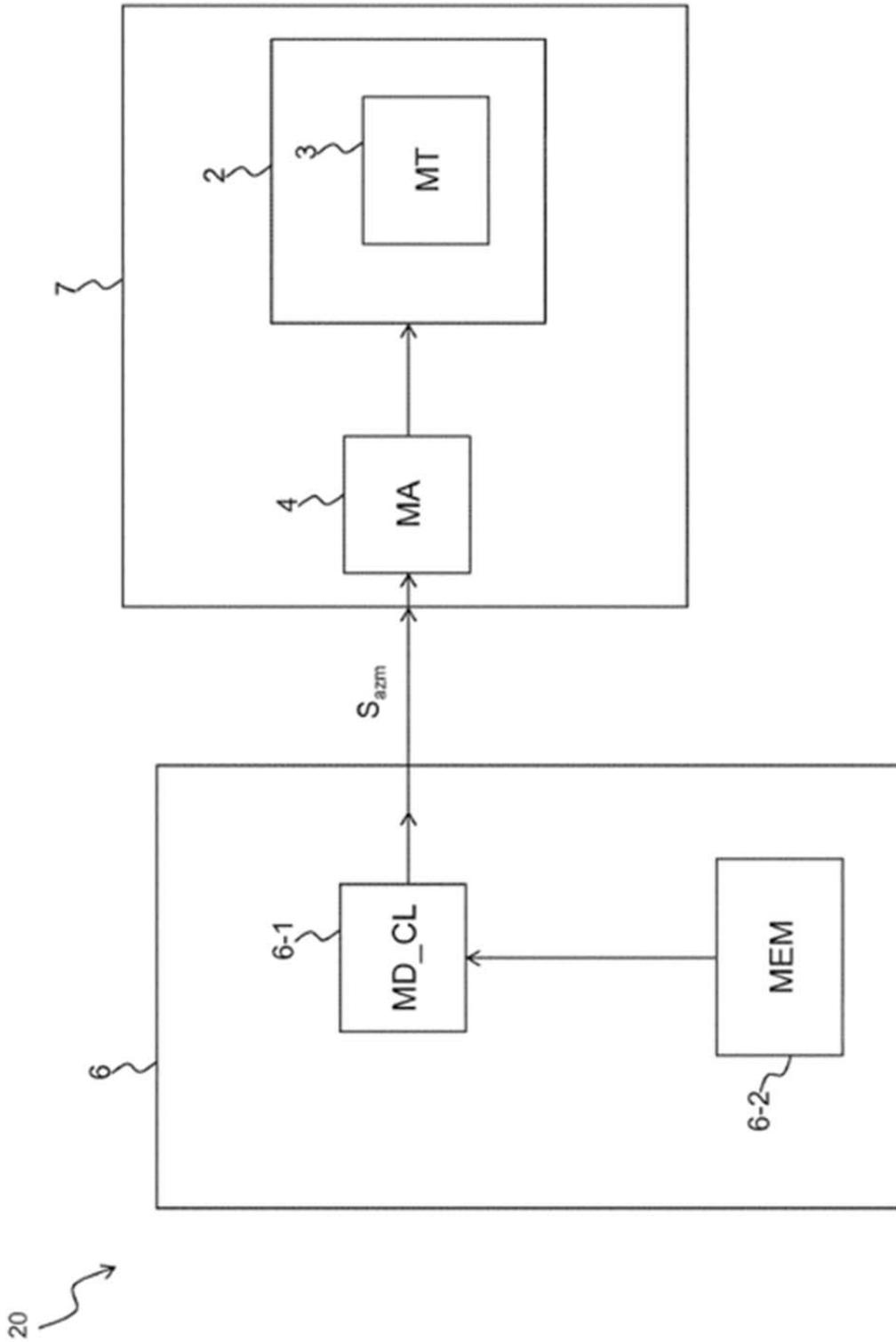


Fig. 3

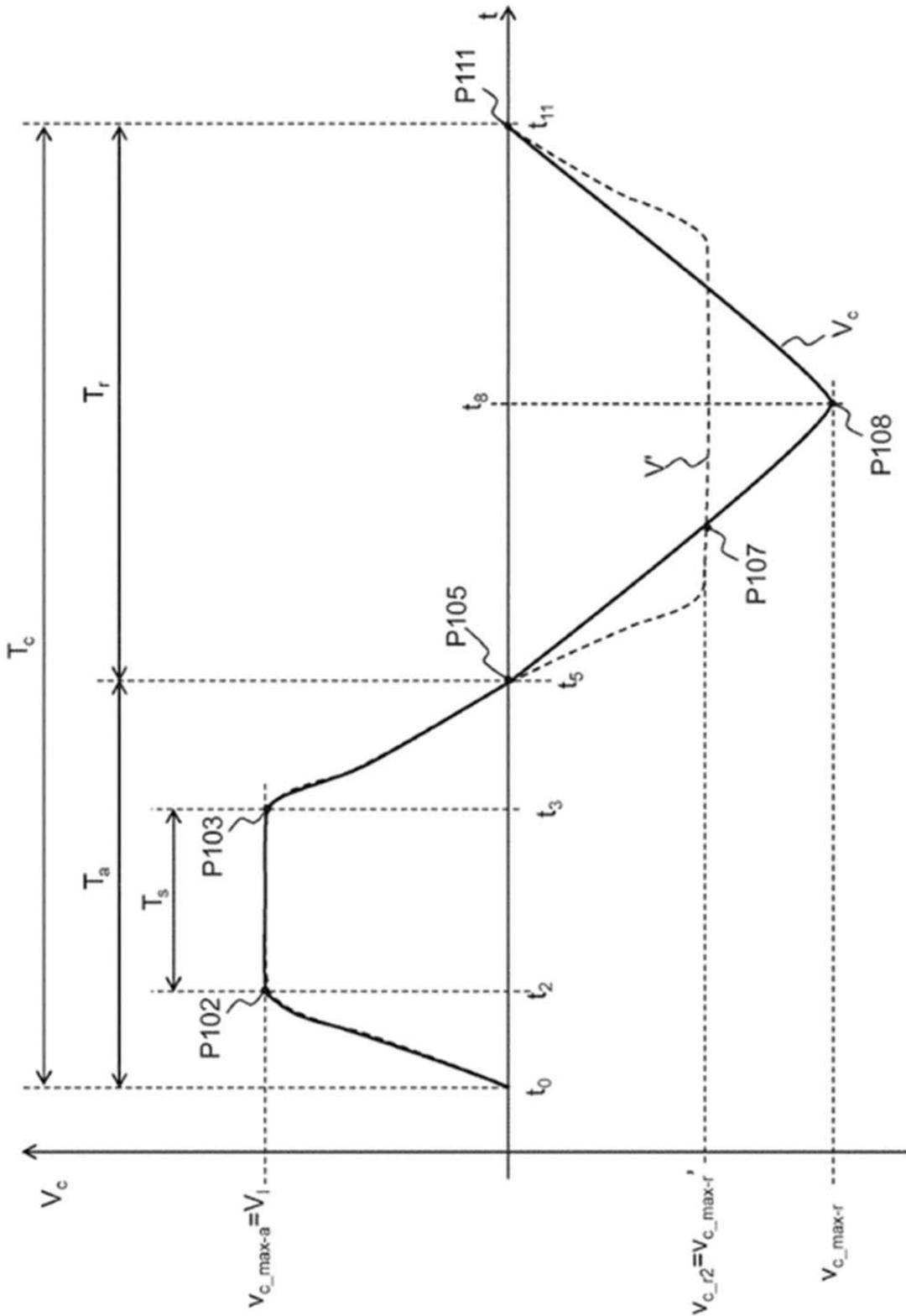


Fig. 4A

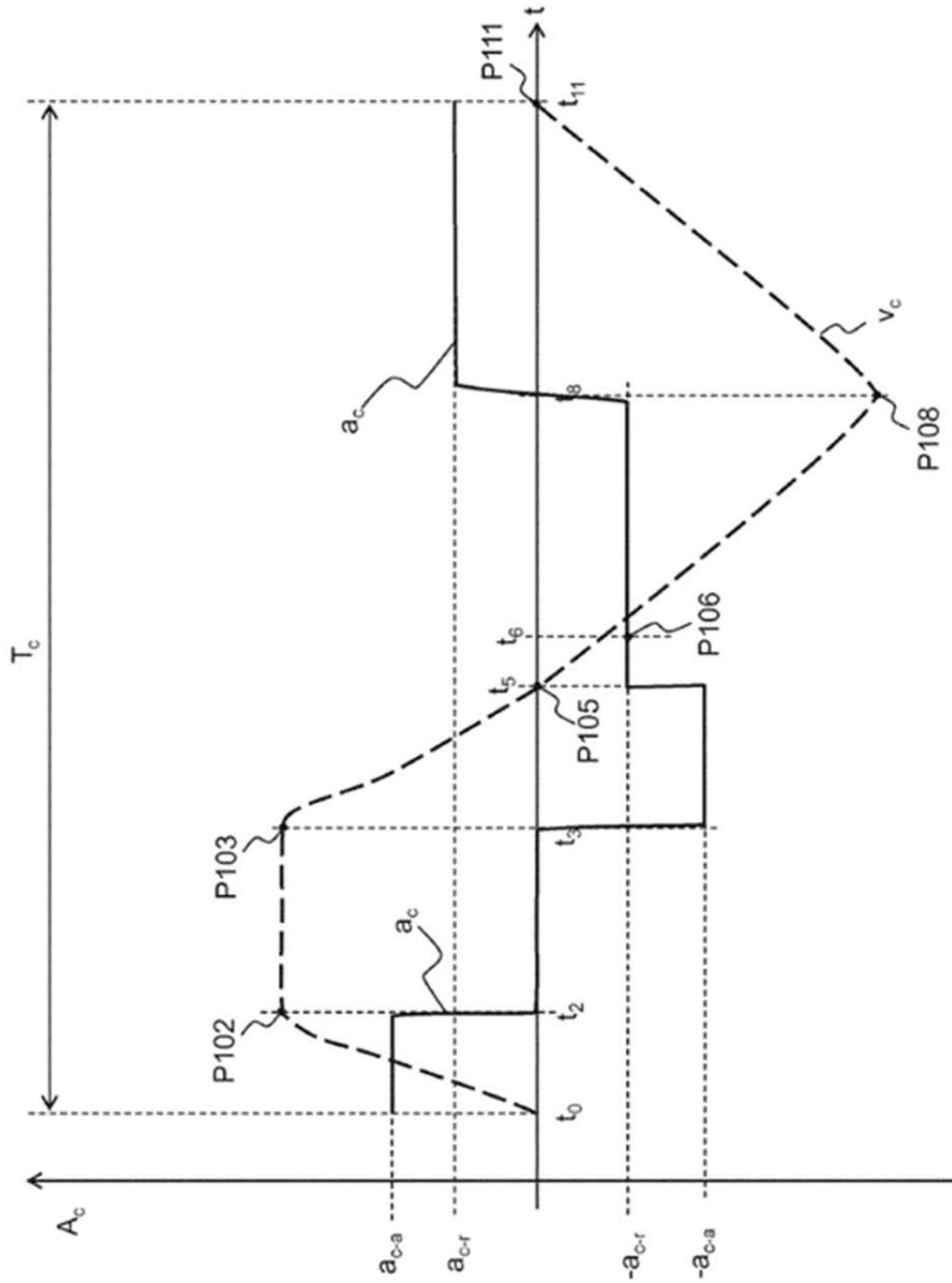


Fig. 4B

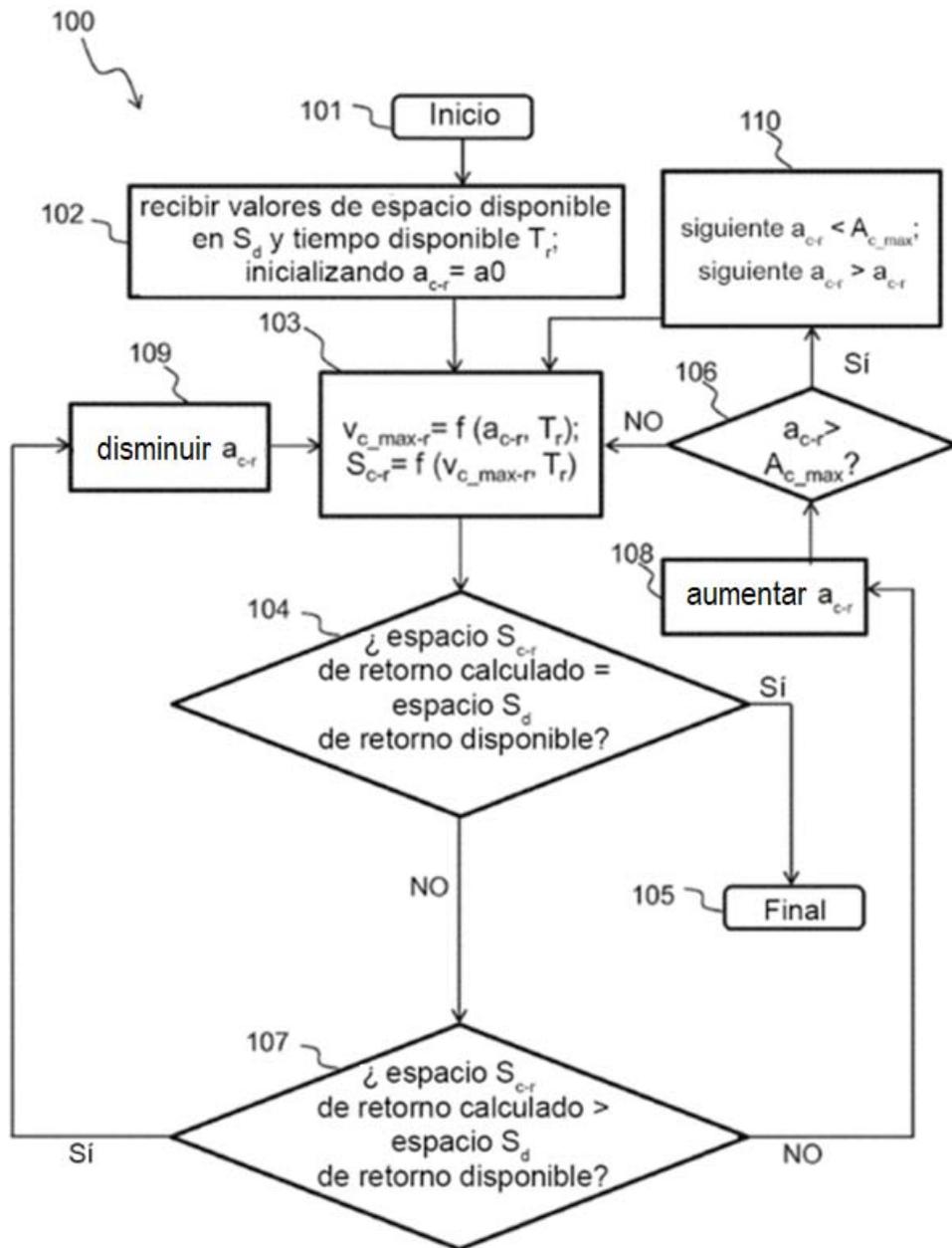


Fig. 5

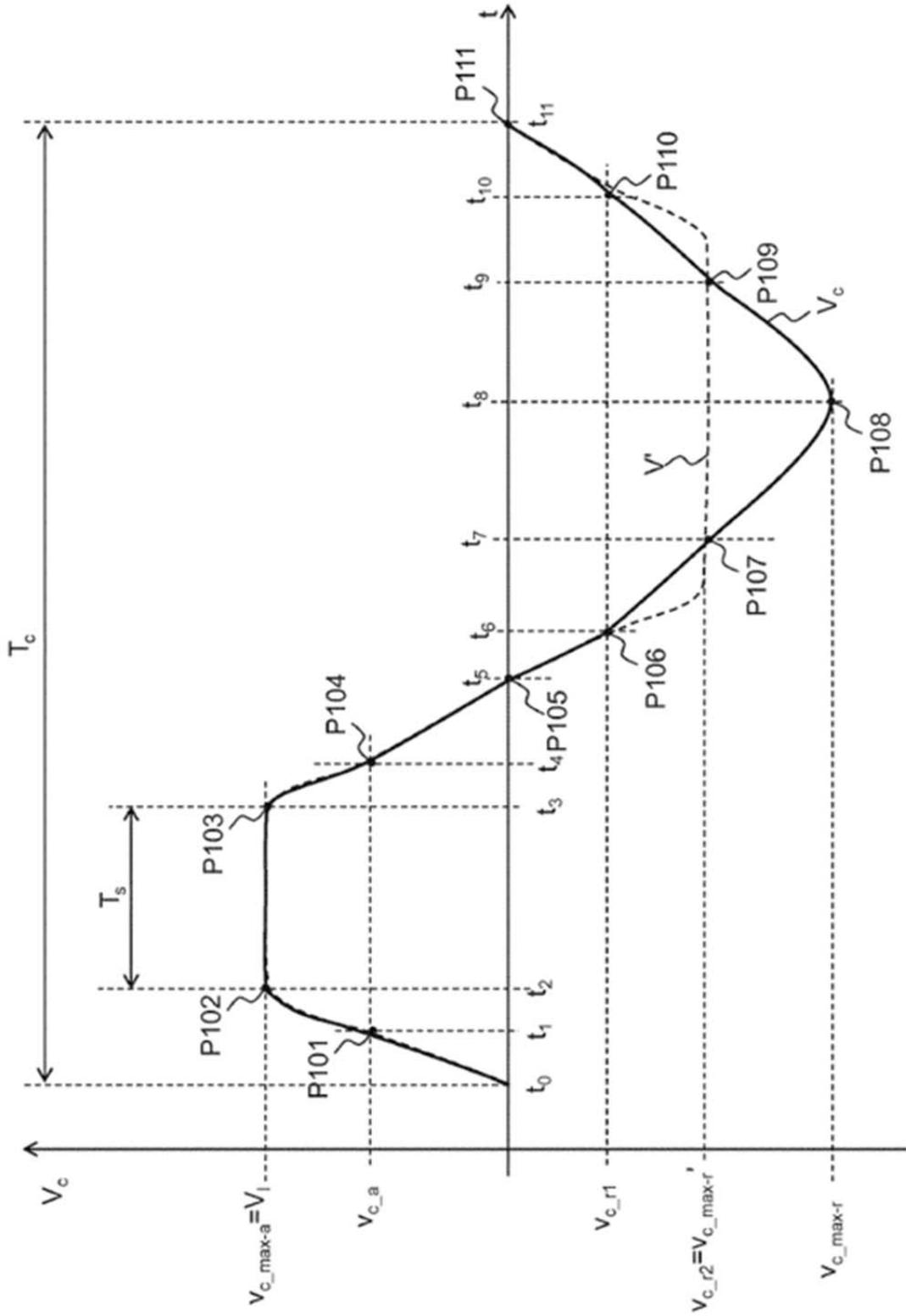


Fig. 6A

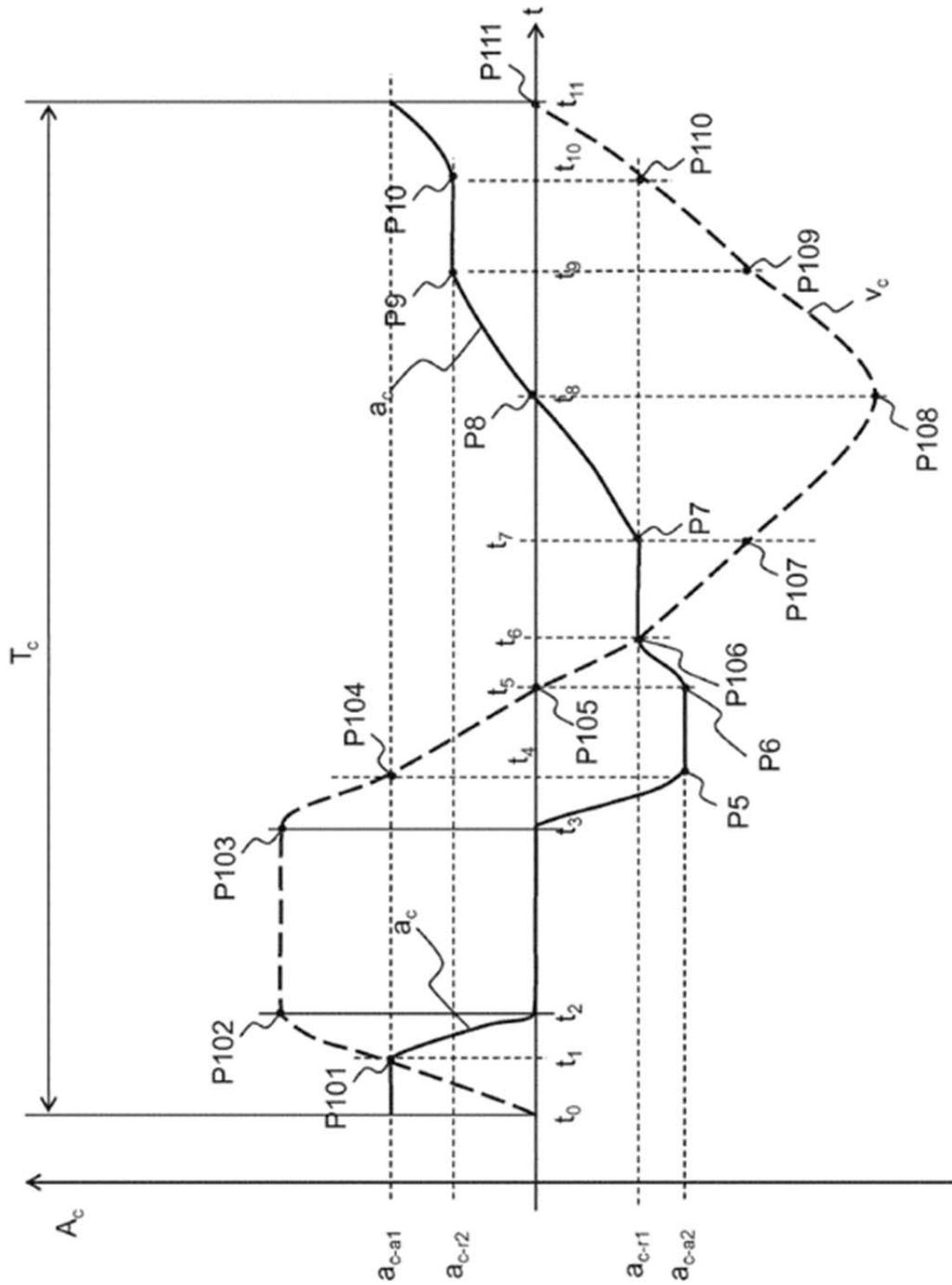


Fig. 6B

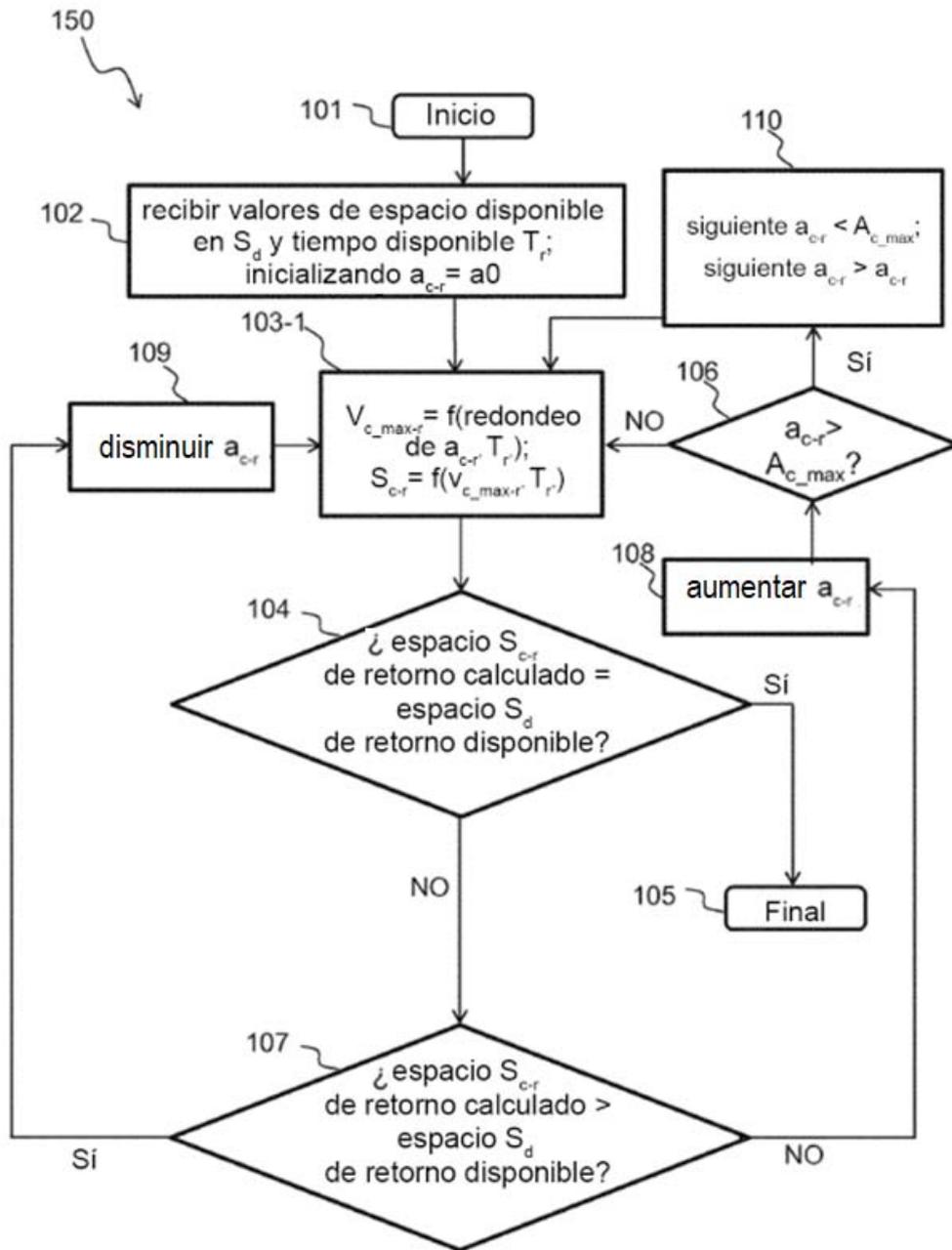


Fig. 7

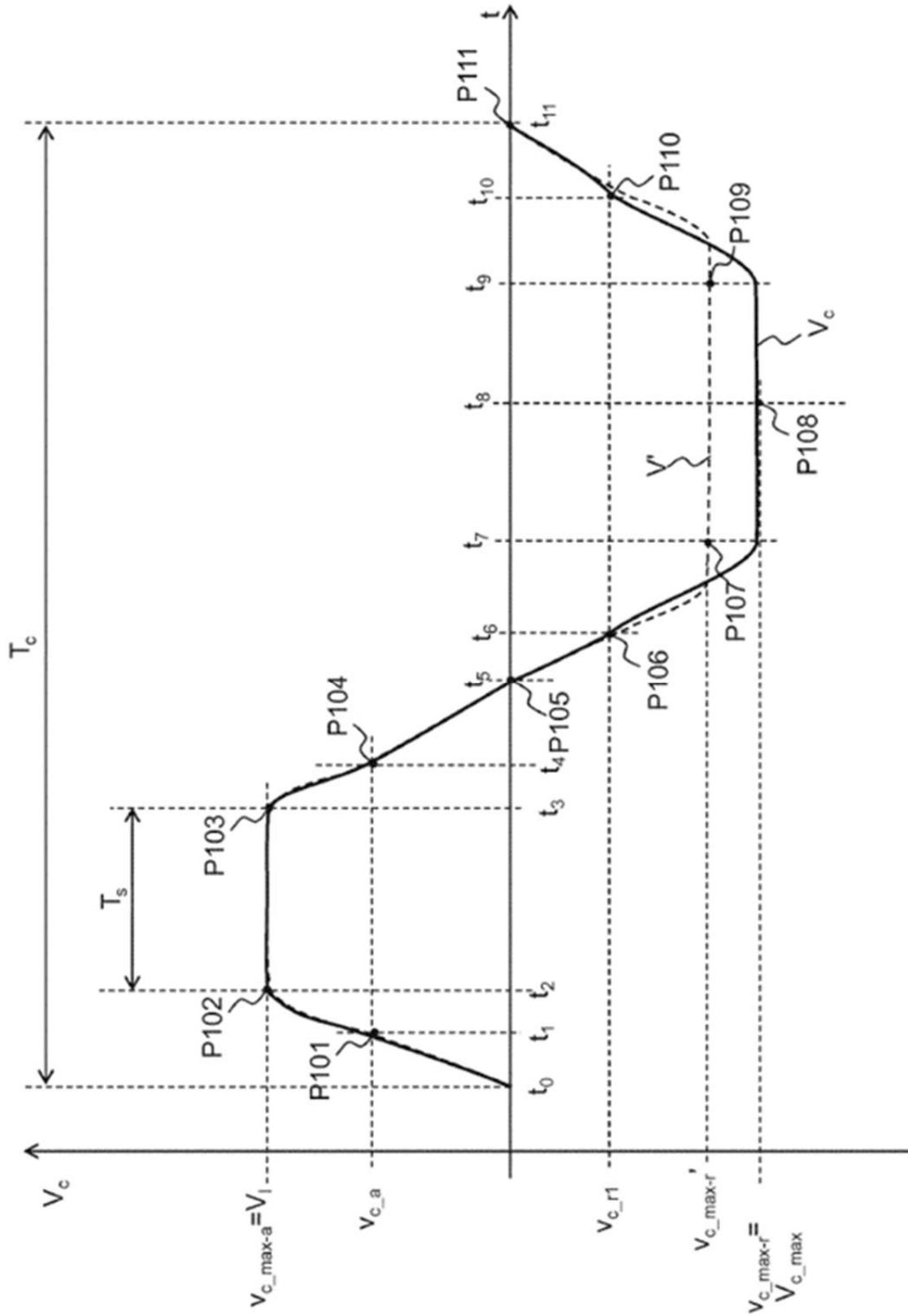


Fig. 8

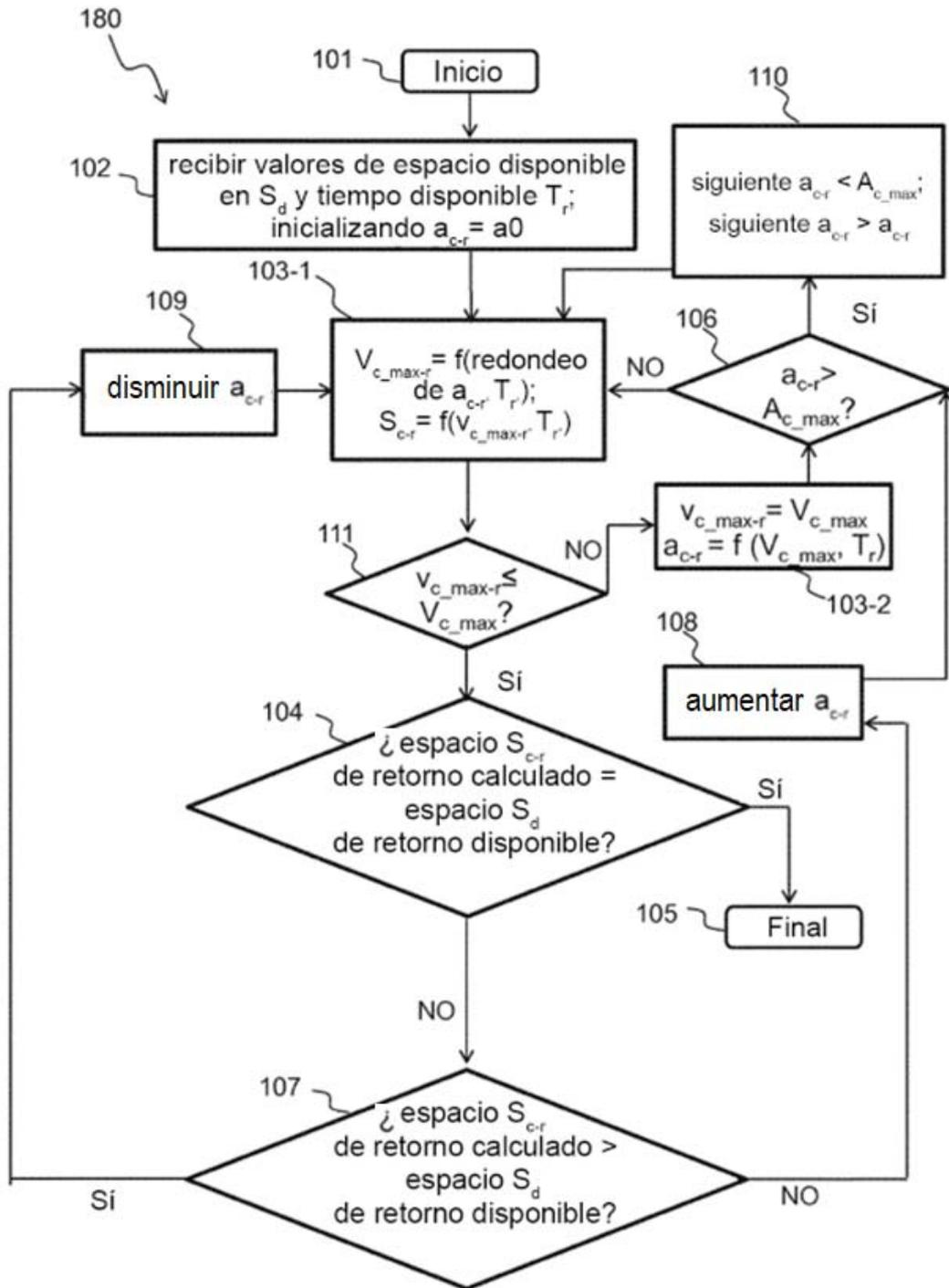


Fig. 9