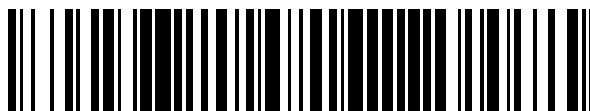


19



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.

Breve descripción de los dibujos

60

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:

65

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  $L_{\text{prod}}$ . 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  $S_{\text{azm}}$  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  $S_{\text{azm}}$ ) como una función de los siguientes parámetros de configuración de entrada:

- carrera de platina utilizable  $L_{\text{ut}}$ : 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  $L_{\text{prod}}$ : 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/s<sup>2</sup>,  $V_{c\_max} = 240$  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  $S_{\text{azm}}$  y están configurados para controlar, en función del valor de la señal de accionamiento  $S_{\text{azm}}$ , 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  $L_{\text{prod}}$ .

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  $L_{\text{ut}}$ ;

- 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  $L_{\text{prod}}$ .

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.

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  $t_7$ .

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.

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.

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.

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.

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.

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 d<sub>1</sub>) 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 d<sub>2</sub>) en el caso positivo, continuar con e);

d<sub>3</sub>) 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 d<sub>4</sub>) continuar con i<sub>1</sub>).

8. Máquina de corte de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en la que el valor de la velocidad ( $V_l$ ) 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 ( $V_l$ ) 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.

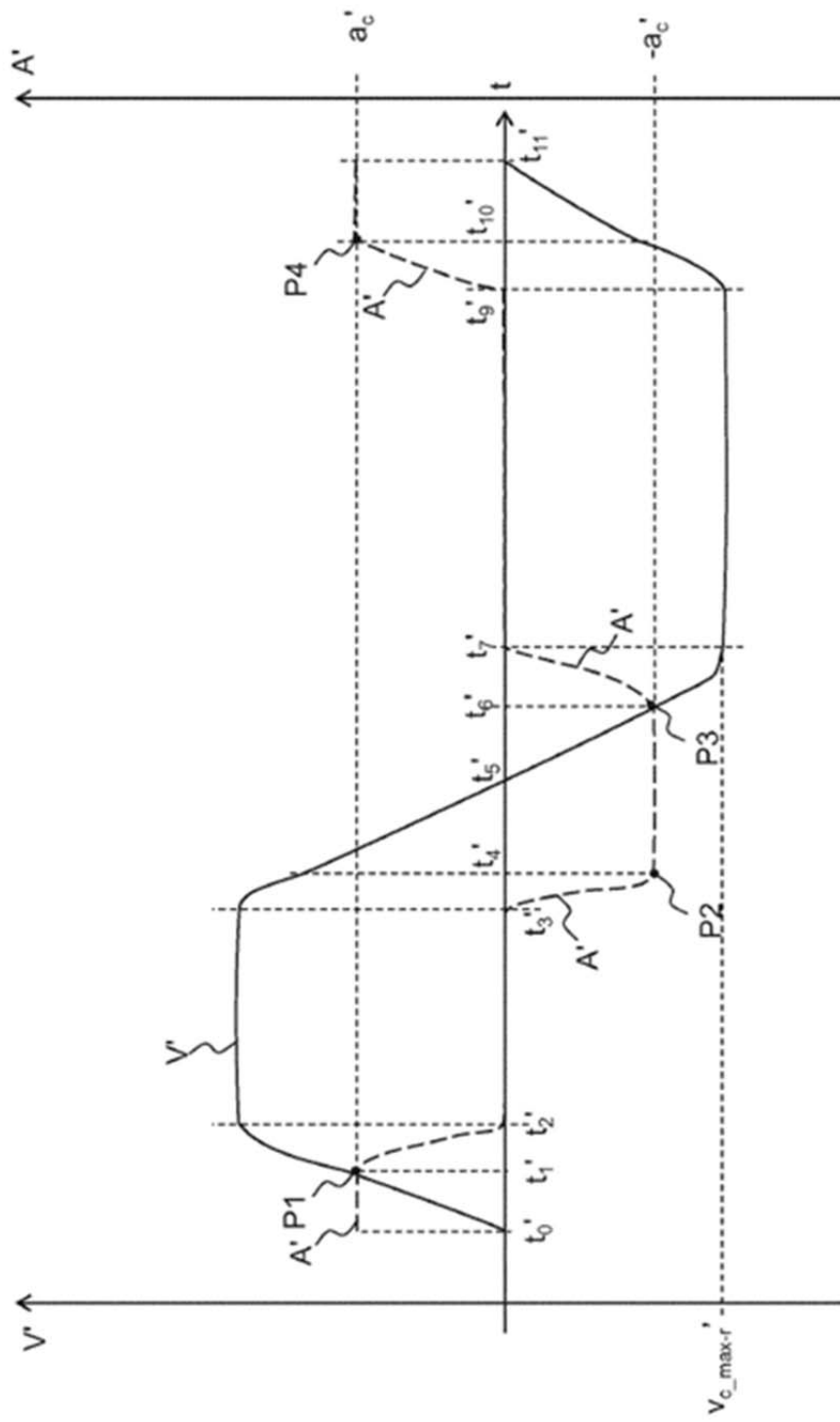


Fig. 1

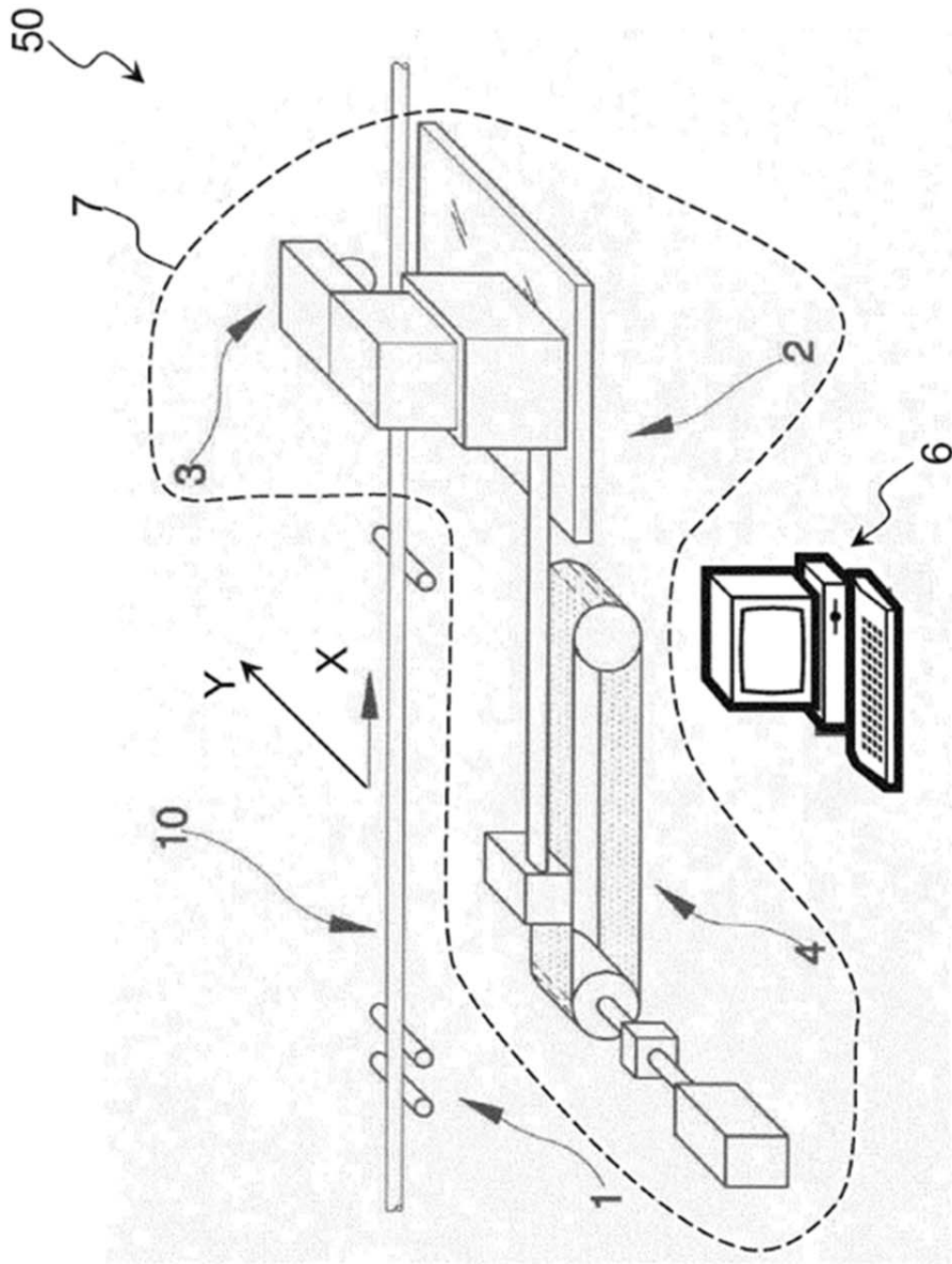


Fig. 2

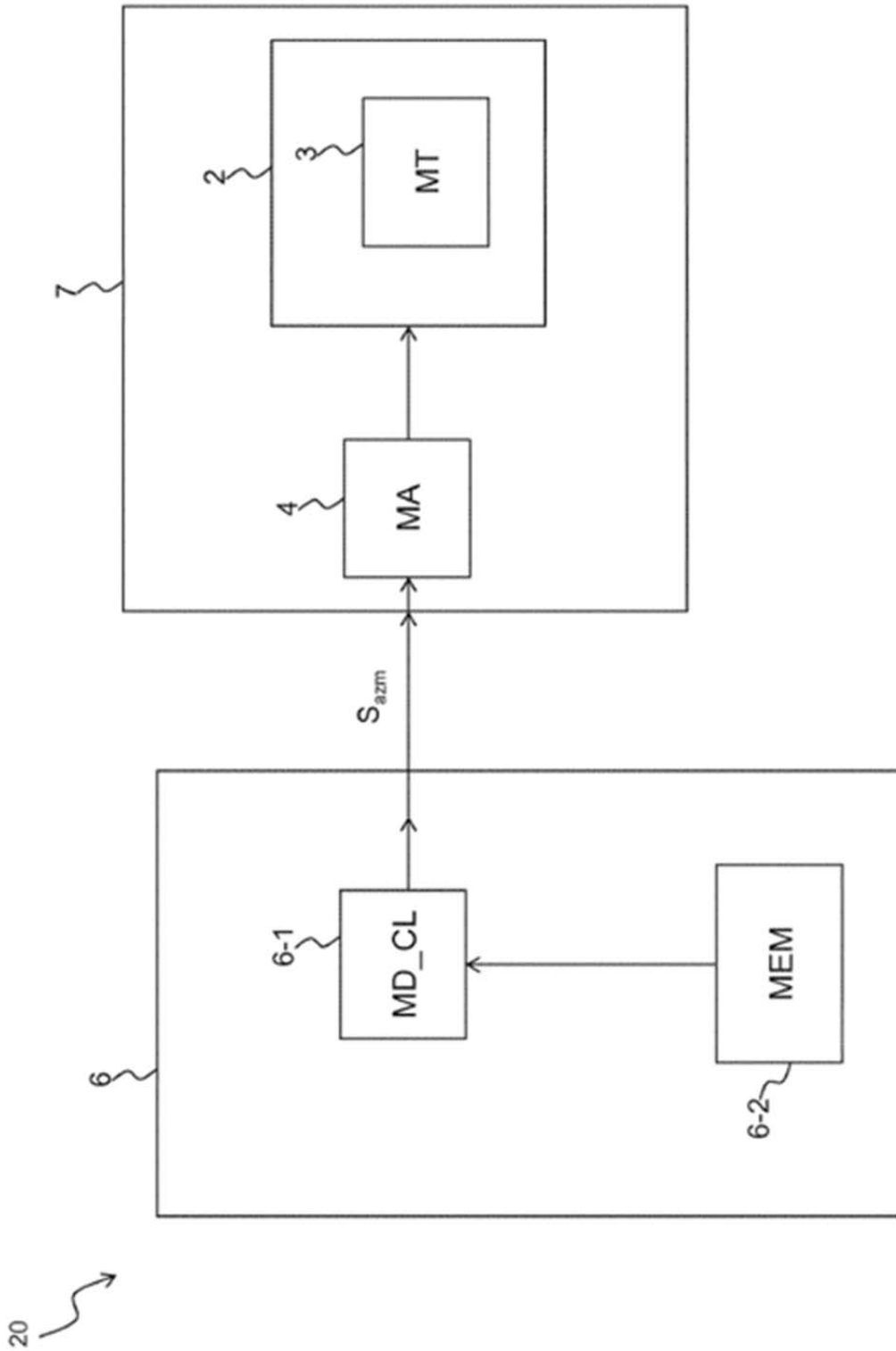


Fig. 3



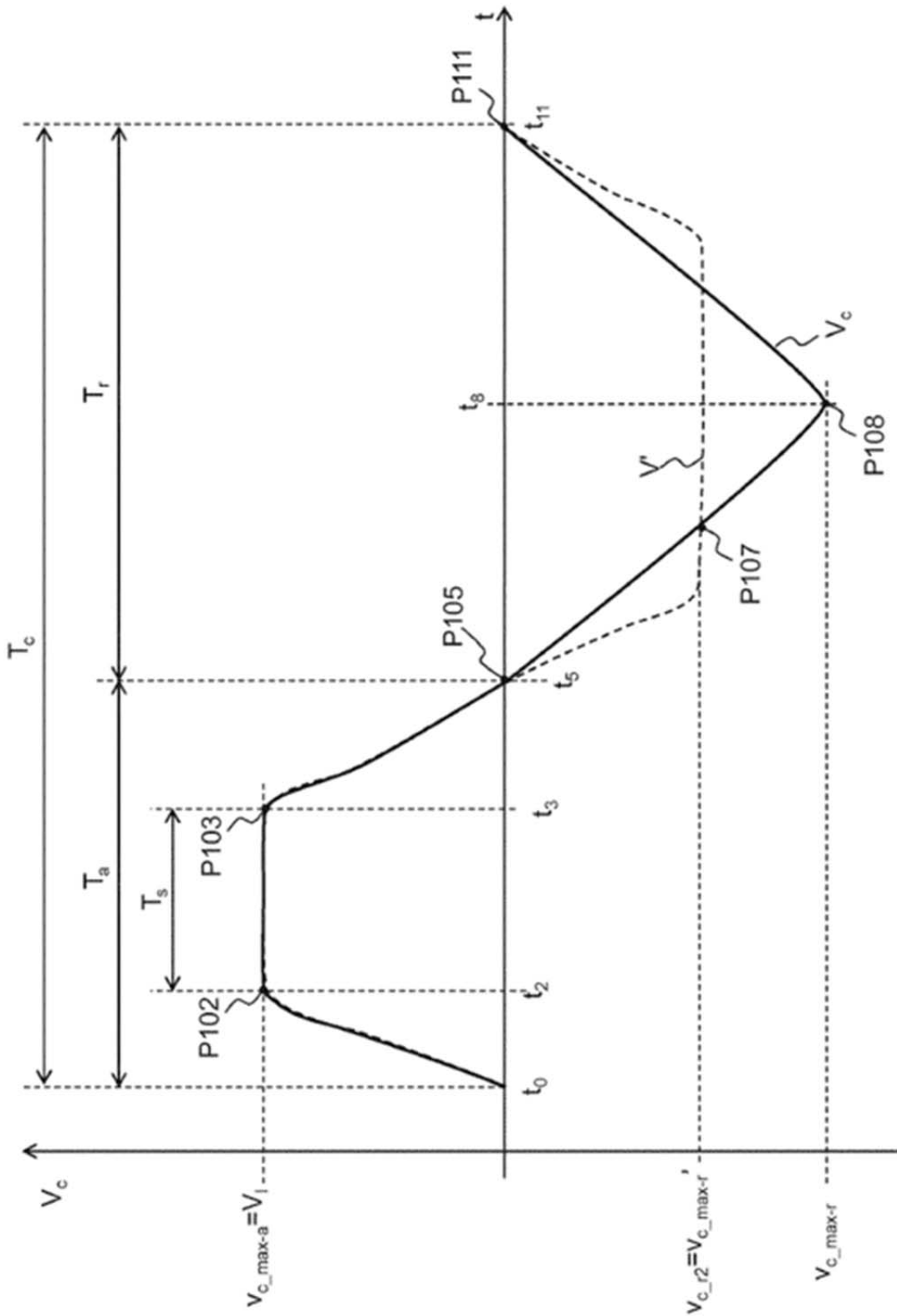


Fig. 4A

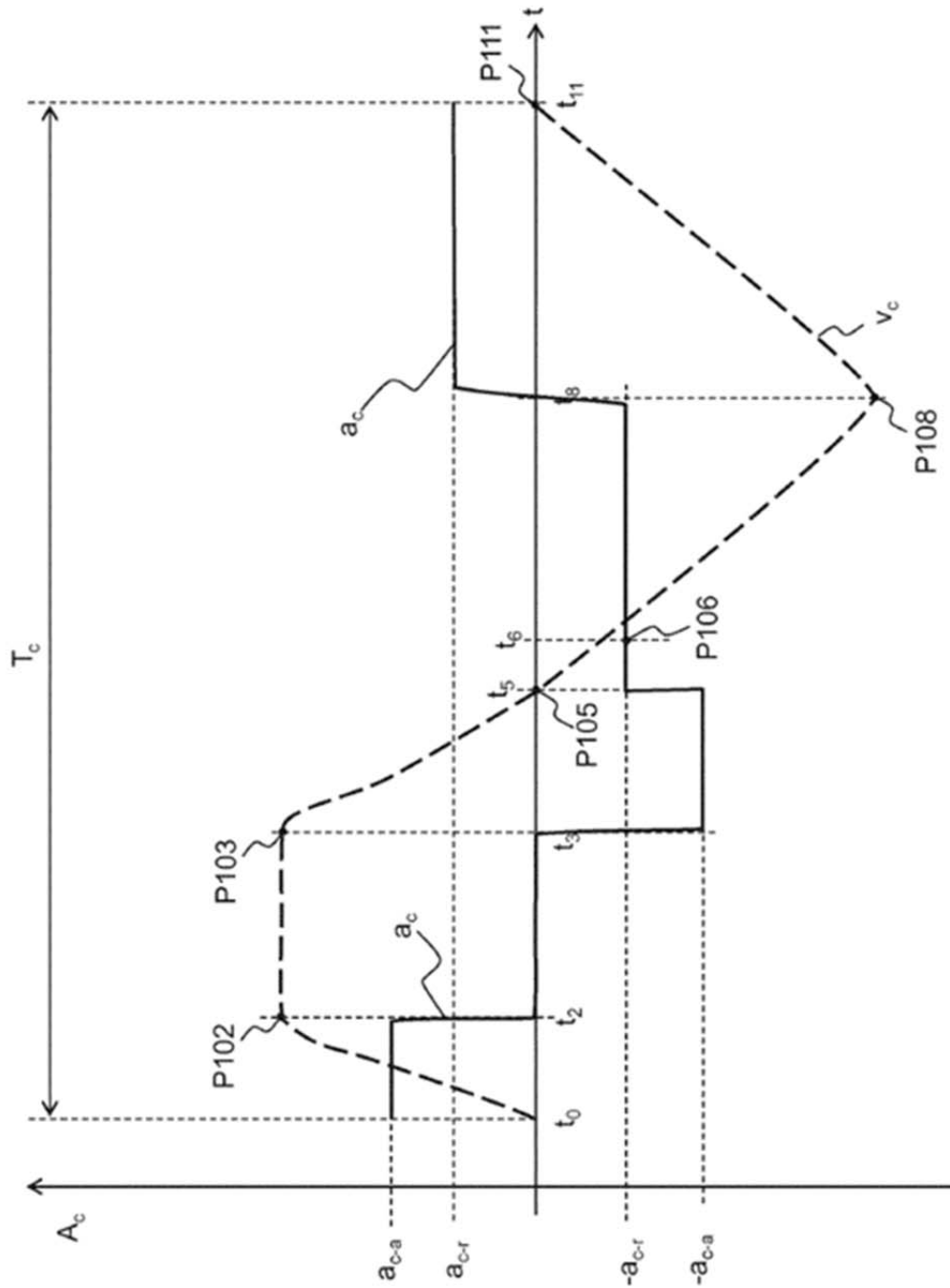


Fig. 4B

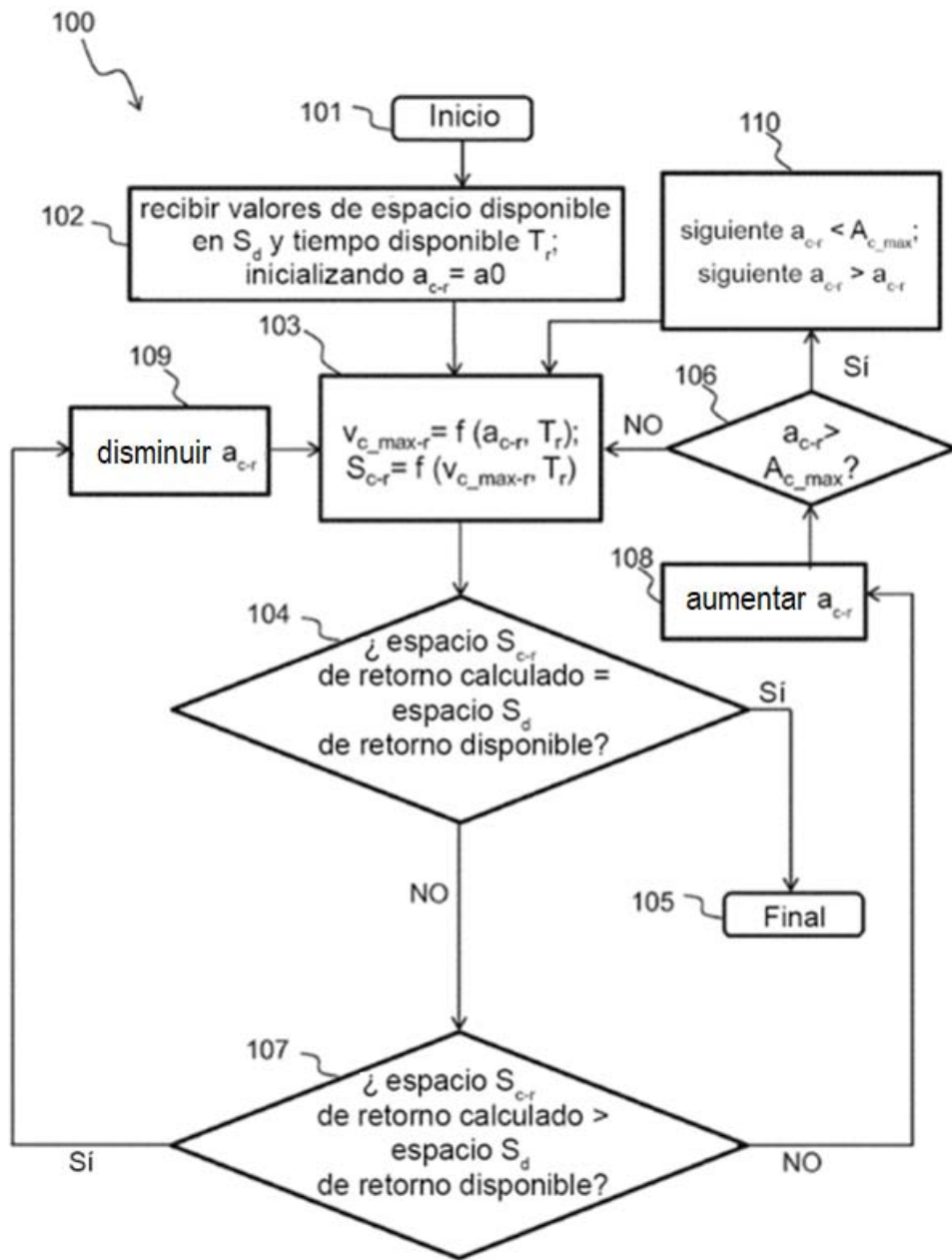


Fig. 5

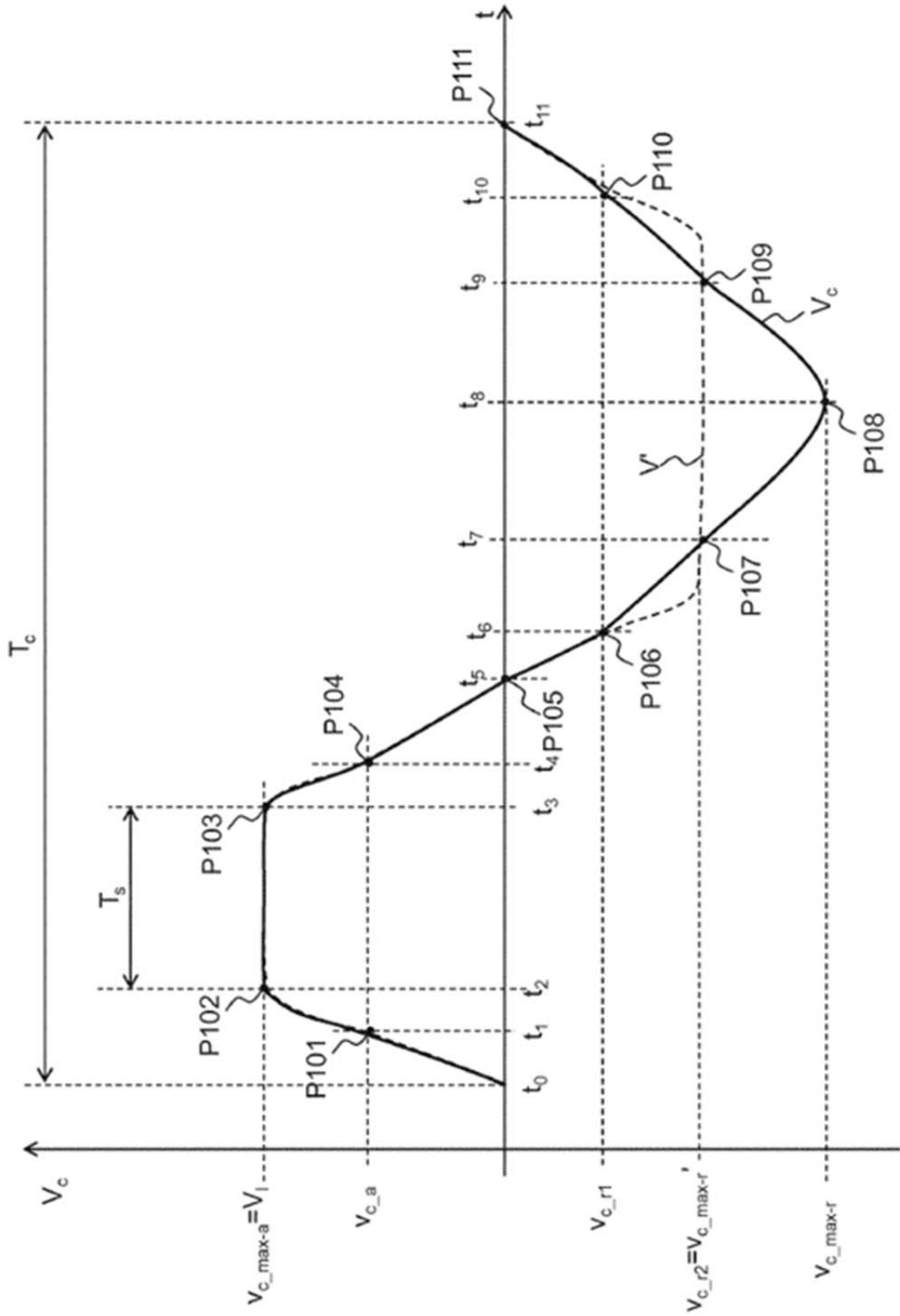


Fig. 6A

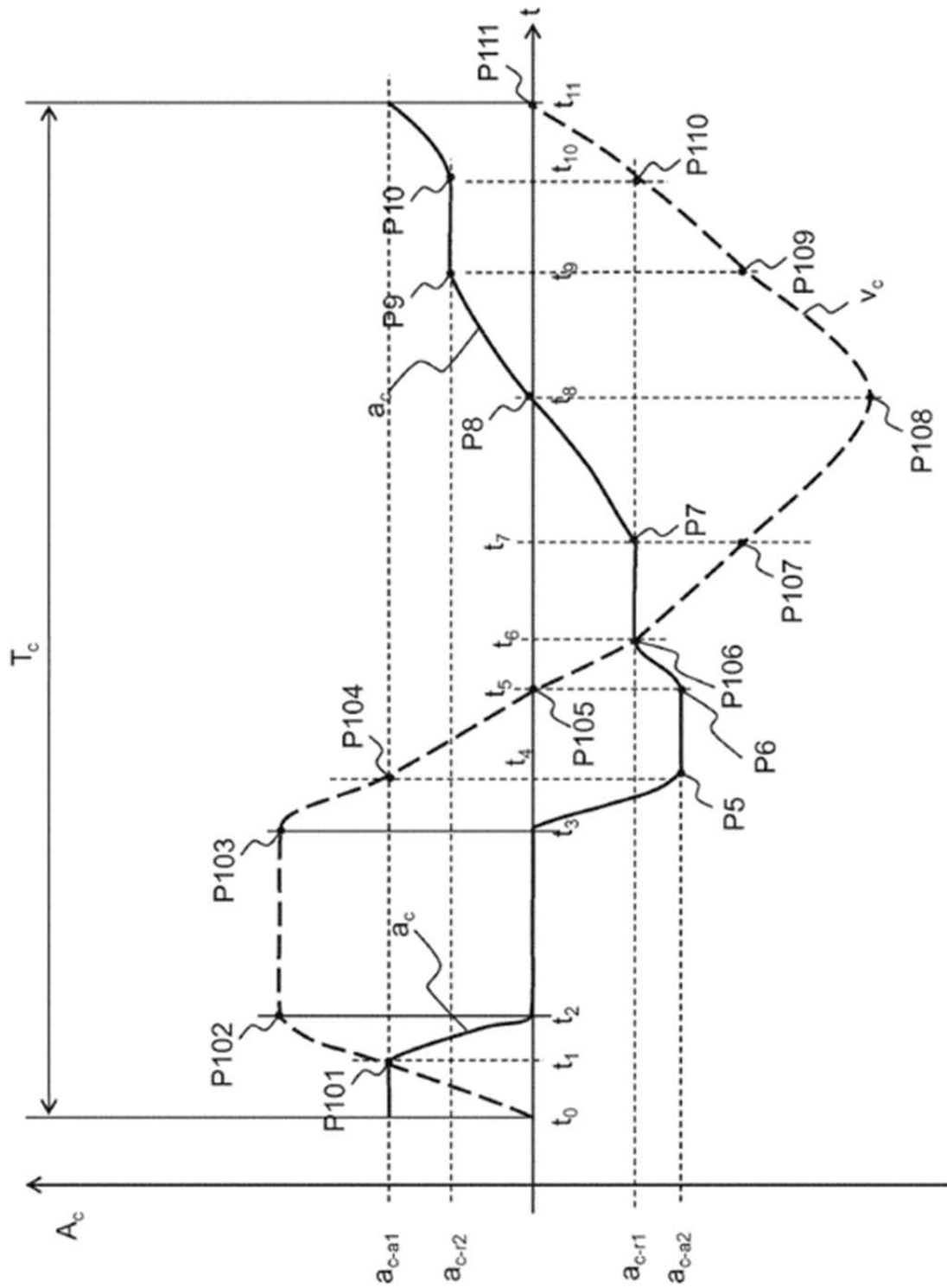


Fig. 6B

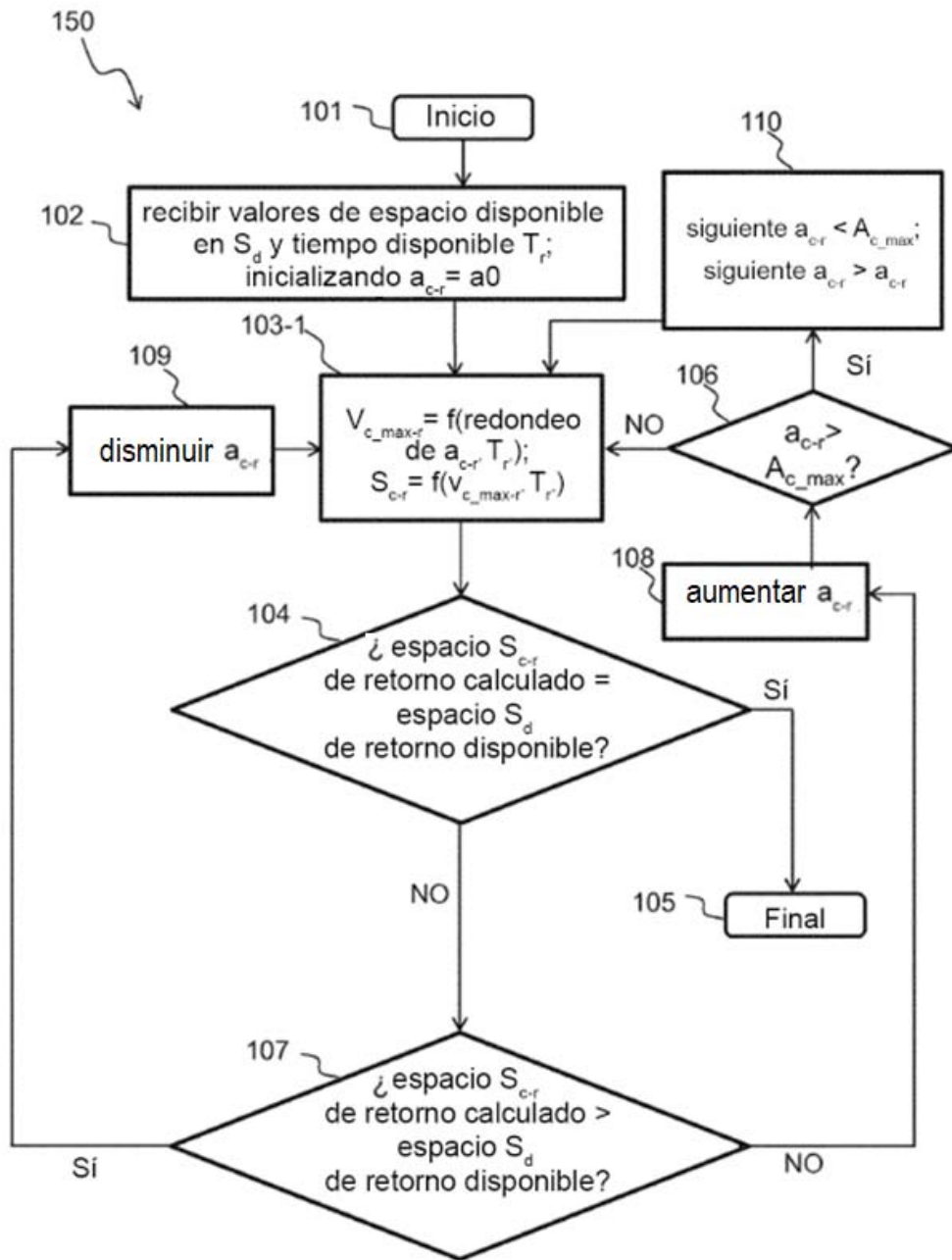


Fig. 7

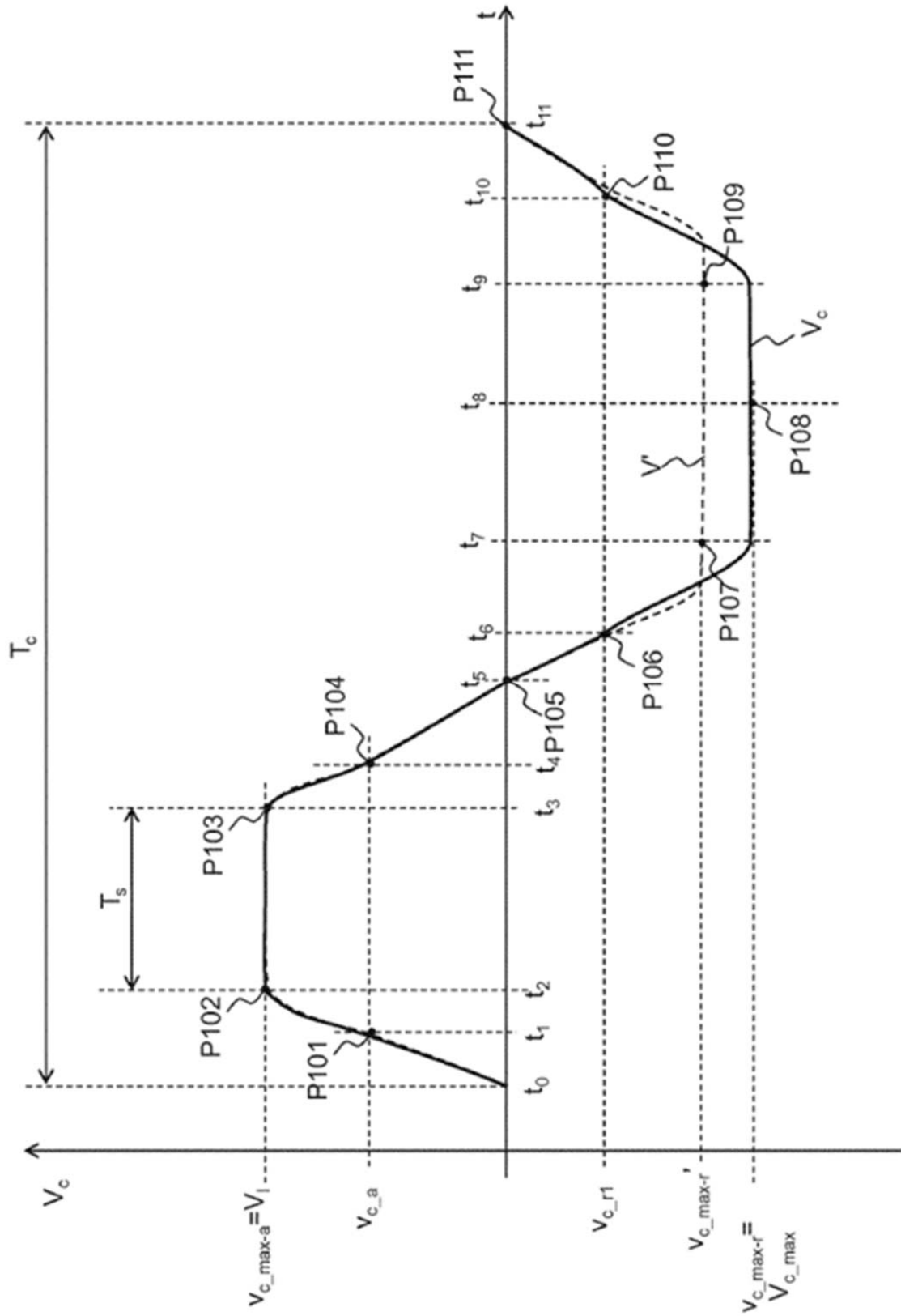


Fig. 8

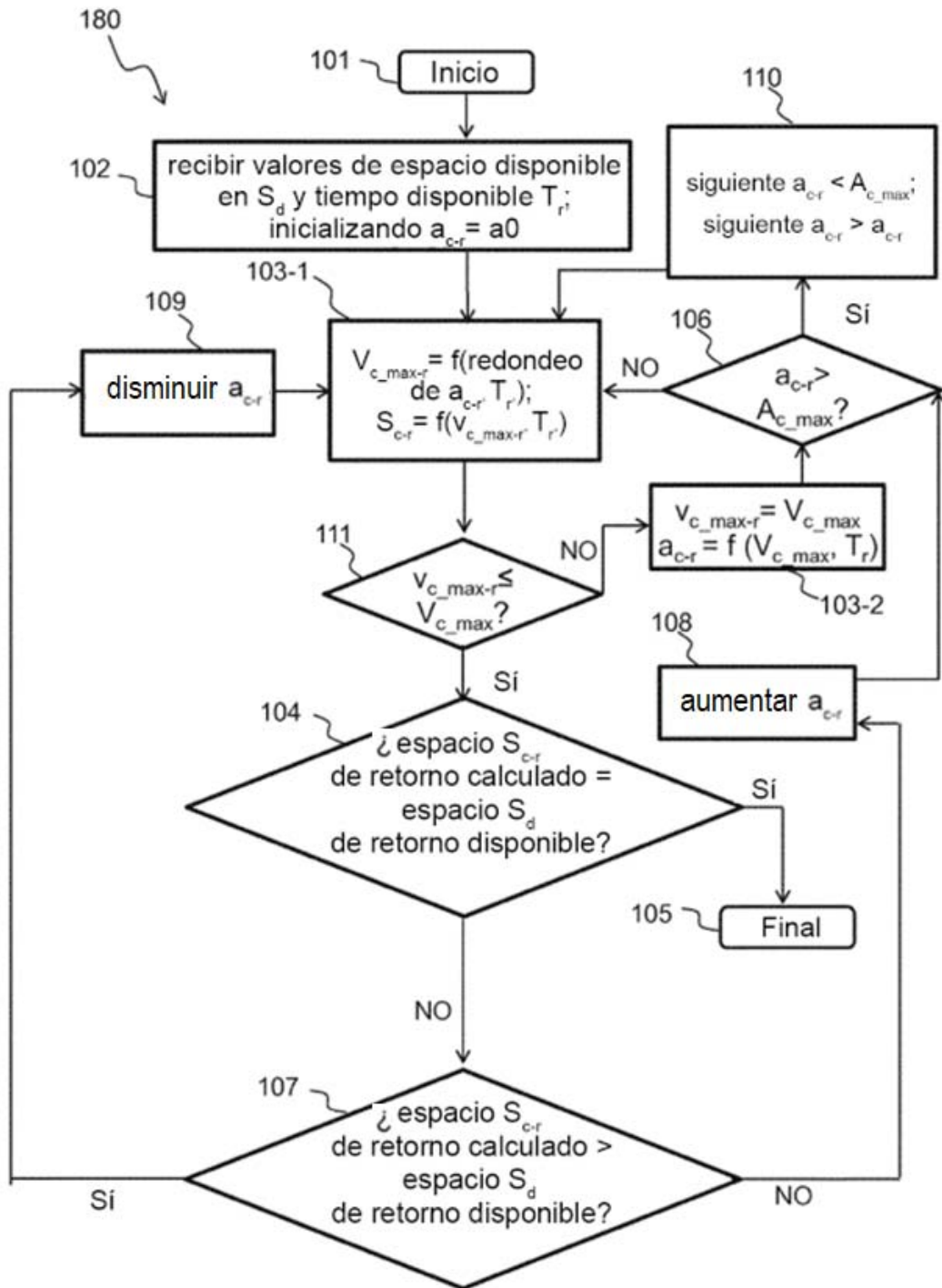


Fig. 9